

ISBN 978-979-16109-4-0



# PROSIDING

## Seminar Nasional Biologi



# BIODIVERSITAS DAN BIOTEKNOLOGI SUMBERDAYA AKUATIK

Editor :

RE Prabowo, ER Ardli, MH Sastranegara, W Lestari, G Wijayanti

**Fakultas Biologi**

UNSOED Purwokerto | 2010





# KATA PENGANTAR

Buku prosiding disusun oleh Seksi Naskah dengan tujuan untuk mengumpulkan makalah yang dipresentasikan pada Seminar Nasional “Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik” yang berlangsung pada tanggal 26 Juni 2010 di Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.

Makalah utama disampaikan oleh tiga pembicara terundang yang mewakili tiga topik pilihan seminar yaitu konservasi, biodiversitas dan bioteknologi. Makalah konservasi disampaikan oleh Dr. Anugerah Nontji. Makalah biodiversitas disampaikan oleh Prof. Dr. R.T.M. Sutamihardja, M.Ag.Chem. Makalah bioteknologi disampaikan oleh Prof. Agus Irianto, M.Sc., Ph.D. Pada akhir *plenary session*, PT Dipa Puspa Labsains mempromosikan beberapa alat yang dipakai dalam analisis kualitas air.

Makalah pendukung secara oral adalah makalah kontribusi dari peserta seminar terkait pada tiga topik tersebut. Topik konservasi mencakup diskusi tentang bioremediasi, deteksi pencemaran lingkungan dan penggunaan organisme sebagai bioindikator lingkungan. Topik biodiversitas mencakup diskusi tentang kekayaan jenis, distribusi dan struktur komunitas, penggunaan biodiversitas sebagai indikator kualitas lingkungan dan dampak pencemaran terhadap biodiversitas. Topik bioteknologi mencakup diskusi tentang isolasi dan bioefektivitas bahan aktif terhadap bakteri, biodegradasi, penggunaan probiotik, budidaya, dan pembuatan mikrokapsul. Makalah pendukung secara poster disajikan di luar ruangan pelaksanaan seminar.

Pada kesempatan ini, panitia mengucapkan terimakasih kepada Rektor Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberi ijin pelaksanaan seminar, Dekan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman yang telah mengarahkan pelaksanaan seminar, Kepala Laboratorium Biologi Akuatik Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman yang telah mengkoordinasikan pelaksanaan seminar, para pembicara dan peserta yang telah memeriahkan kegiatan seminar.

Akhirnya, semoga segenap peserta dan pemerhati seminar dapat memiliki prosiding makalah dengan baik, sehingga dapat mengembangkan informasi yang ada lebih lanjut. Selamat membaca.

Purwokerto, 26 November 2010

Panitia



# KEYNOTE SPEECH

KEANEKARAGAMAN HAYATI DAN ANCAMAN PERUBAHAN IKLIM <i>Sutamihardja dan Mari Mulyani</i> .....	2
PENGELOLAAN PADANG LAMUN PEMBELAJARAN DARI PROYEK TRISMADES <i>Anugerah Nontji</i> .....	12
MANIPULASI MIKROORGANISMA UNTUK PEMANFAATAN SUMBERDAYA AIR YANG BERKELANJUTAN <i>Agus Irianto</i> .....	20



# BIODIVERSITAS

KOMUNITAS TUMBUHAN LAMUN DI KAWASAN PERAIRAN SEKITAR DENPASAR <i>Deny Suhernawan Yusup dan Hasan Asy'ari</i> .....	26
KONTAMINASI LOGAM BERAT DAN DAMPAKNYA TERHADAP BIODIVERSITAS MOLLUSCA DI TELUK JAKARTA <i>Noverita Dian Takarina dan Andrio Adiwibowo</i> .....	30
JENIS-JENIS LAMUN (SEAGRASS) DI PANTAI PANGANDARAN JAWA BARAT <i>Budi Irawan</i> .....	38
KEANEKARAGAMAN IKAN HASIL TANGKAPAN SAMPINGAN JARING ARAD (BEACH SEINE) DI PERAIRAN UTARA DAN SELATAN JAWA TENGAH <i>Arif Mahdiana</i> .....	41
STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS GAMMARIDEA DI PERAIRAN TELUK LADA SELAT SUNDA <i>Ratna Komala</i> .....	45
STUDI ANALISIS PENGEMBANGAN POTENSI BUDIDAYA RUMPUT LAUT SEBAGAI SUMBERDAYA AKUATIK DI KABUPATEN PEMALANG <i>Bambang Suryotomo, Hayati Soeprpto, dan Siti Nurhayati</i> .....	50
SEA CUCUMBERS OF KARIMUNJAWA ISLAND-JEPARA INDONESIA <i>Retno Hartati, Pradina Purwati, and Widianingsih</i> .....	59
ANALISA PERTAMBAHAN NILAI PERBEDAAN POLA TANAM RUMPUT LAUT <i>Eucheuma cottoni</i> DI PANTAI GEGER NUSA DUA, PROVINSI BALI <i>Deny Suhernawan Yusup dan Eri Krismaningrum</i> .....	60
SUMBERDAYA IKAN KARANG DI PERAIRAN KEPULAUAN SELAYAR, KABUPATEN SELAYAR PROPINSI SULAWESI SELATAN <i>Frensy D. Hukom</i> .....	66
INTRODUKSI SPESIES TERITIP ASING, <i>Striatobalanus taiwanensis</i> , DARI PERAIRAN TAIWAN KE PELABUHAN TELUK BAYUR PADANG <i>Romanus Edy Prabowo</i> .....	76
DIVERSITAS JENIS EKHINODERMATA DI PERAIRAN DARUNU, MINAHASA UTARA, SULAWESI UTARA <i>Eddy Yusron dan Susetiono</i> .....	81
DISTRIBUSI MAKROALGA COKLAT (PHAEOPHYTA) DI PANTAI BARAT CAGAR ALAM PANANJUNG PANGANDARAN JAWA BARAT <i>Suryana</i> .....	88
GENETIC DIVERSITY OF HUMPBACK GROUPER <i>Cromileptes altivelis</i> FROM SOUTH SULAWESI <i>Agus Hery Susanto, Agus Nuryanto, and Petrus Hary Tjahja Sudibya</i> .....	92
KEANEKARAGAMAN MAKROALGAE DI PANTAI SUNDAK, YOGYAKARTA <i>Mei Ria Santi, Yeni Rahmawati, dan Zulfikar Achmad Tanjung</i> .....	96
PENELITIAN FAUNA MEIOBENTHOS LAUT DALAM DI PERAIRAN PAPUA BARAT <i>Susetiono</i> .....	102
BIODIVERSITY OF MACROALGAE IN COASTAL OF SAYANGHEULANG, PAMENGPEUK, GARUT DISTRICT, WEST JAVA PROVINCE <i>Titi Soedjiarti dan Arum Albuntana</i> .....	108
BIODIVERSITAS TERITIP INTERTIDAL DI PANTAI LAMPUNG <i>Hendry Wijayanti, Romanus Edy Prabowo, dan Erwin Riyanto Ardli</i> .....	116
KEKAYAAN JENIS RUMPUT LAUT DAN KALKULASINYA DI PULAU NUSA LAUT MALUKU TENGAH <i>Haerati Arfah dan Kresno Yulianto</i> .....	122



ANALISIS KETEGUHAN TANAMAN <i>Rhizophora stylosa</i> PADA SISTEM POLA REHABILITASI RUMPUN BERJARAK UNTUK MENCEGAH ABRASI <i>Endang Hilmi</i> .....	127
ANALISIS BIODIVERSITY EKOSISTEM MANGROVE DI INDRAGIRI HILIR <i>Endang Hilmi</i> .....	133
FLUKTUASI HARIAN PLANKTON DI KAWASAN PENGELOLAAN RAWA TIMUR SEGARA ANAKAN CILACAP <i>Diah Etika Maharatih Setiarina, Moh. Husein Sastranegara, dan Christiani</i> .....	142
KOMPOSISI DAN POLA ZONASI TUMBUHAN MANGROVE DI TANAH TIMBUL DONAN CILACAP <i>Ani Widyastuti, Sulistyani, Edy Yani, dan Erie Kolya Nasution</i> .....	155
STUDI HUBUNGAN KELIMPAHAN PLANKTON DENGAN WARNA AIR TAMBAK DI WILAYAH PERTAMBAKAN WANAMINA PERCONTOHAN, KELURAHAN MARUNDA, JAKARTA UTARA <i>Riani Widiarti dan Titi Soedjiarti</i> .....	162
MANGROVE GOBIES FROM SELINDUNGAN VILLAGE, SEKOTONG WEST LOMBOK <i>Yuliadi Zamroni and Zeehan Jaafar</i> .....	170
ANALISIS VARIASI MORFOMETRIK DAN MERISTIK <i>Scylla serrata</i> FORSKAL HASIL TANGKAPAN DARI DUA HABITAT <i>Indarmawan, Muh. Nadjmi Abulias, Dian Bhagawati, dan Agus Nuryanto</i> .....	178
KERAGAMAN ZOOPLANKTON GUA ANJANI, DESA TLOGO GUO, PURWOREJO <i>Ahmad Zulfikar Abdullah dan Tatag Bagus Putra Perkasa</i> .....	185
KAJIAN DAMPAK PENCEMARAN TERHADAP STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS DAN STABILITAS EKOSISTEM DI MUARA SUNGAI BABON SEMARANG <i>Muh. Yusuf</i> .....	193
BIODIVERSITAS EKTOPARASIT PADA GURAME YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA MINA AYAM <i>Rokhmani, Edy Riwidharso, dan Edi Basuki</i> .....	200
SERANGGA PREDATOR ORDO ODONATA DAN COLEOPTERA DI KOLAM PEMBENIHAN IKAN GURAMI DESA SUMAMPIR KABUPATEN BANYUMAS <i>Darsono, Anastasia Endang Pulungsari, dan Elly Tuti Winarni</i> .....	206
BIODIVERSITAS EKTOPARASIT PADA IKAN NILEM ( <i>Ossteochilus hasselti</i> ) SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS PERAIRAN SUNGAI SERAYU <i>Prasetyarti Utami, Bambang Heru Budiyanto, dan Endang Srimurni Kusmintarsih</i> .....	210
JARAK GENETIK <i>Osteochilus hasselti</i> , <i>Osteochilus vitatus</i> DAN <i>Cyprinus carpio</i> <i>Muh. Nadjmi Abulias dan Dian Bhagawati</i> .....	221
KEANEKARAGAMAN DAN ETNOBOTANI GULMA DI PERSAWAHAN KECAMATAN POLANHARJO KABUPATEN KLATEN <i>Defi Setyowati, Yuyu Widiawati, dan Edy Purwono Hadi</i> .....	225
KEANEKARAGAMAN PLANKTON DI PERAIRAN SITU BAMBAN KECAMATAN JATILAWANG BANYUMAS <i>Carmudi dan Sarwanto</i> .....	233
DISTRIBUSI LONGITUDINAL UDANG <i>Macrobrachium</i> spp. DI SUNGAI BANJARAN KABUPATEN BANYUMAS <i>Kusbianto, Achmad Iqbal, dan Setijanto</i> .....	238
KERAGAMAN BURUNG FAMILI ARDEIDAE DI WILAYAH KECAMATAN MUARA GEMBONG, BEKASI PADA KATEGORI LAHAN BASAH <i>Han Prasetya Adhi, Zulfarnain Assiddiqi, dan Ahmad Zulfikar Abdullah</i> .....	242
BENTUK DAN ORNAMENTASI POLLEN BEBERAPA JENIS TUMBUHAN AIR <i>Harsini</i> .....	251



KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN IKAN KARANG DI DAERAH TERUMBU KARANG TELUK KLABAT DI PERAIRAN BANGKA <i>F.D. Hukom</i> .....	255
KEANEKARAGAMAN PLANKTON DI DAERAH PERTAMBAKAN MARUNDA, KECAMATAN CILINCING, JAKARTA UTARA <i>Oka Akhsan M. dan Hadian Iman Sasmita</i> .....	256
KERAGAMAN DAN KELIMPAHAN PLANKTON DI TELAGA RANJENG KABUPATEN BREBES JAWA TENGAH <i>Sulistiyani</i> .....	261
KOMPOSISI JENIS IKAN DI SEPANJANG ALIRAN SUNGAI MUSI <i>Dina Muthmainnah</i> .....	267
KONDISI PLANKTON DI PERAIRAN TELUK TOLITOLI SULAWESI <i>Tumpak Sidabutar</i> .....	268
PRODUKTIVITAS PRIMER, KELIMPAHAN DAN KONSENTRASI KLOOROFIL- A FITOPLANKTON DI PERAIRAN TELUK JAKARTA <i>Tumpak Sidabutar</i> .....	278
INVENTARISASI UDANG JERBUNG ( <i>Penaeus merguensis</i> DE MAN) DI PERAIRAN PONTIANAK, KALIMANTAN BARAT SEBAGAI SALAH SATU KANDIDAT CALON INDUK DALAM BUDIDAYA <i>Eni Kusrini</i> .....	291



# BIOTEKNOLOGI

ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENDEGRADASI FENOL DARI LIMBAH CAIR KILANG MINYAK PT PERTAMINA UP IV CILACAP <i>Purwati, Dian Riana Ningsih, dan Ani Retnowati</i> .....	298
PRODUKSI BIOSURFAKTAN OLEH ISOLAT BAKTERI DARI SEDIMEN MANGROVE TERKONTAMINASI HIDROKARBON MINYAK BUMI <i>Nuning Vita Hidayati, Agung Dhamar Syakti, Hefni Effendi, dan Abdul Haris</i> .....	306
FRAKSINASI DAN KARAKTERISASI PROTEASE ISOLAT BAKTERI TERMOFILIK ASAL PANCURAN PITU BATURRADEN SERTA POTENSINYA DALAM INDUSTRI DETERGEN <i>Amin Fatoni dan Zufahair</i> .....	314
INTRODUKSI PROBIOTIK MEP+ PADA PELET IKAN DALAM SISTEM KERAMBA JARING APUNG TERHADAP KELIMPAHAN ENTEROBACTERIACEAE, SUATU UPAYA PELESTARIAN WADUK <i>Endang Widyastuti, Sukanto, dan Siti Rukayah</i> .....	325
BAKTERI FOTOSINTETIK ANOKSIGENIK PERANANNYA DALAM MENDEGRADASI LIMBAH <i>Lestanto unggul Widodo</i> .....	331
PENGUNAAN FUNGI DALAM BIOREMEDIASI KANDUNGAN BAHAN ORGANIK LIMBAH CAIR YANG BERBEDA <i>Aliati Iswantari, Inna P. Ayu, Majariana Krisanti, Niken T.M. Pratiwi</i> .....	337
PENGARUH LAUNDERING DENGAN TWEEN-20 TERHADAP AKTIVITAS ANTIBAKTERI KAIN TERLAPISI KITOSAN <i>Mardiyah Kurniasih, Nurul Hidayat Aprilita, dan Indriana Kartini</i> .....	342
BIODEGRADASI LINIAR ALKILBENZEN SULFONAT (LAS) OLEH KONSORSIUM BAKTERI PEMBENTUK BIOFILM DI SEDIMEN EKOSISTEM AIR SUNGAI <i>Suharjono, Sutrisno, dan Romualdus Nugraha Catur Utama</i> .....	347
KAJIAN PENGARUH TKO DAN OSMOEFEKTOR TERHADAP PERTUMBUHAN <i>Metapenaeus elegans</i> DENGAN MEDIA ISO-OSMOTIK BERBEDA <i>Gazali Salim, Sutrisno Anggoro, dan Suminto</i> .....	355
POLA PERTUMBUHAN POPULASI <i>Artemia salina</i> PADA KONDISI LINGKUNGAN TERKONTROL <i>Majariana Krisanti dan Niken T.M. Pratiwi</i> .....	366
RASIO NEMATODA-COPEPODA UNTUK MENETUKAN TINGKAT PENCEMARAN SUNGAI CODE, YOGYAKARTA <i>Siti Suwarni, Suwarno Hadisusanto, dan S. Djalal Tanjung</i> .....	373
TEKNIK PEMBUATAN PAKAN MIKROKAPSUL DENGAN BAHAN IKAN RUCAH SEBAGAI PAKAN LARVA UDANG WINDU ( <i>Penaeus monodon</i> ) <i>Hayati Soeprpto</i> .....	378
STUDI HIPOSOMOREGULASI IKAN NILA MERAH ( <i>Oreochromis sp.</i> ) PADA TEMPERATUR AIR BERBEDA <i>Yunita Rusidah, Untung Susilo, dan Farida Nur Rachmawati</i> .....	385
PEMANFAATANNYA HUMIN DARI TANAH HUTAN BAKAU WANAWISATA TRITIH CILACAP UNTUK MENURUNKAN KESADAHAN AIR <i>Roy Andreas dan Irmanto</i> .....	393
STUDI BIOMORFOMETRIK KERANG TOTOK ( <i>Polymesoda erosa</i> ) DI LAGUNA SEGARA ANAKAN, CILACAP <i>Dewi Kresnasari, Muhammad Zainuri, Rudhi Pribadi</i> .....	400
TINGKAT KEMATANGAN GONAD BETINA KERANG TOTOK ( <i>Polymesoda erosa</i> ) DARI SEGARA ANAKAN CILACAP <i>Ani Suryanti, Ita Widowati, dan Supriharyono</i> .....	406



ISOLASI SENYAWA BIOAKTIF YANG BERSIFAT SITOTOKSIK DARI KULIT BATANG BAKAU ( <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> ) DENGAN METODE <i>BIOASSAY GUIDED FRAKTINATION</i> DAN AKTIFITAS ANTIPROLIFERATIF PADA SEL RAJI <i>Warsinah, Hartiwi Diastuti, dan Hanif Nasiatul Baroroh</i> .....	411
PERTUMBUHAN KERANG SIMPING ( <i>Amusium pleuronectes</i> ) DI PERAIRAN KABUPATEN BREBES JAWA TENGAH <i>Ana Kristianti, Jusup Suprijanto</i> .....	416
KAJIAN REPRODUKSI IKAN TUNA SIRIP BIRU SELATAN <i>Thunnus maccoyii</i> <i>Retno Andamari</i> .....	421
PROFIL DARAH IKAN PATIN ( <i>Pangasius sp</i> ) YANG MEMPEROLEH DAUR PEMUASAAN DAN PEMBERIAN PAKAN KEMBALI <i>Untung Susilo, Edy Yuwono dan Farida Nur Rachmawati</i> .....	427
POTENSI EKSTRAKTIF BEBERAPA JENIS KAYU SEBAGAI BIOPESTISIDA ANTI JAMUR DAN BAKTERI PATOGEN IKAN <i>Tata Brata Suparjana, Tria Rizky A, dan Kurniawati</i> .....	432
PERTUMBUHAN, EFISIENSI PAKAN DAN RETENSI PROTEIN IKAN GURAMI, <i>Osphronemus gouramy</i> LAC., YANG DISTIMULASI DENGAN SIKLUS PEMUASAAN DAN PEMBERIAN PAKAN KEMBALI <i>Farida Nur Rachmawati, Bambang Hariyadi, Untung Susilo, dan Yulia Sistina</i> .....	436
PEMATANGAN GONAD DAN PEMIJAHAN IKAN HIAS <i>Rasbora sp</i> DI WADAH TERKONTROL <i>Nurhidayat</i> .....	441
PERTUMBUHAN DAN REPRODUKSI IKAN HIAS PELANGI ( <i>Melanotenia maccullochi</i> ) PADA SISTEM ALIRAN TERTUTUP <i>Djamhuriyah S. Said</i> .....	442
BENIH IKAN AIR TAWAR YANG RENTAN TERHADAP SERANGGA AIR <i>Cybister sp.</i> <i>Nuning Setyaningrum dan Darsono</i> .....	452
PERBEDAAN SUHU PENYIMPANAN EPHIPIUM DAPHNIA ( <i>Daphnia sp.</i> ) TERHADAP PERSENTASE DAYA TETAS <i>Diana Retna Utarini SR dan Nuraina Andriyani</i> .....	457
AKTIVITAS ANTIOKSI DAN EKSTRAK ENZIMATIS RUMPUT LAUT <i>Sargassum duplicatum</i> PADA ASAM LINOLEAT <i>Aisyah Tri Septiana dan Ari Asnani</i> .....	462
PENERAPAN METODE BUDIDAYA APUNG SISTEM JARING APIT DENGAN PROSES PEMUTIHAN BERBEDA TERHADAP PRODUK RUMPUT LAUT <i>Gracilaria gigas</i> HARV. <i>A. Ilalqisny Insan, Dwi Sunu Widyartini, dan Moh. Husein Sastranegara</i> .....	468
RENDEMEN AGAR RUMPUT LAUT <i>Gracilaria gigas</i> YANG DITANAM PADA BERBAGAI METODE BUDIDAYA JARING TUBULER DENGAN PENGASAMAN BERBEDA <i>Dwi Sunu Widyartini, A. Ilalqisny Insan, dan Warsinah</i> .....	475
RENDEMEN AGAR RUMPUT LAUT <i>Gracilaria gigas</i> HARV. HASIL BUDIDAYA SISTEM JARING APIT DENGAN LAMA FERMENTASI BERBEDA <i>Sarwanto dan Juwarno</i> .....	481
PENYERAPAN TIMBAL (PB) PADA LEACHATE TPA GUNUNG TUGEL MELALUI BIOSORPSI OLEH <i>Sargassum cinereum</i> <i>Sri Lestari, Slamet Santoso dan Dwi Sunu Windyartini</i> .....	490
PENGARUH LAMANYA PERENDAMAN FORMALDEHID TERHADAP VISKOSITAS ALGINAT NON PANGAN YANG DIEKSTRAK DARI RUMPUT LAUT COKLAT (PHAEOPHYTA) <i>Kresno Yulianto</i> .....	496
BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAN FRAKSI <i>Ulva reticulata</i> FORSSKAL ASAL GILI KONDO LOMBOK TIMUR TERHADAP <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> DAN <i>Escherichia coli</i> <i>lin Supartinah Noer dan Leni Nurhayati</i> .....	501





PENGARUH PENAMBAHAN KONSENTRASI EKSTRAK <i>Azolla pinnata</i> DAN <i>Salvinia molesta</i> TERHADAP PERTUMBUHAN POPULASI <i>Spirulina platensis</i> (NORDSTEDT) GEITLER DALAM KULTUR SKALA LABORATORIUM <i>Siti Mutriyah, Christiani, dan Sarwanto</i> .....	515
PEMANFAATAN ALGAE <i>Spirogyra</i> SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETHANOL DENGAN PENAMBAHAN ENZIM A-AMILASE <i>Sulfahri, Siti Mushlihah, ReniaSetyo Utami, Eko Sunarto</i> .....	524
KANDUNGAN FATTY ACID PADA MIKROALGA LAUT <i>Widianingsih, Retno Hartati, Hadi Endrawati, dan Ervia Yudiati</i> .....	535
PENGARUH SALINITAS TERHADAP KANDUNGAN TOTAL LIPID PADA MIKROALGA <i>Nannochloropsis</i> sp. <i>Ervia Yudiati, Widianingsih, Retno Hartati, H. Endrawati dan Reza Fahmi</i> .....	541
PENGARUH PEMBERIAN PUPUK DARI TUMBUHAN AIR BERBEDA TERHADAP PRODUKSI MIKROALGA <i>Spirulina platensis</i> PADA KULTUR SKALA SEMI MASSAL <i>Titi Chasanah, Christiani, dan Diana Retna Utarini Suci Rahayu</i> .....	546
UJI OPTIMALISASI INTENSITAS CAHAYA TERHADAP KANDUNGAN KANDUNGAN KLOOROFIL (A, B) PADA SISTEM KULTUR <i>Dunaliella salina</i> DAN <i>Chlorella vulgaris</i> <i>Rose Dewi, Triani Hardijati, dan Muhammad Zainuri</i> .....	552
PEMANFAATAN ISOLAT MIKROFUNGUS DARI TELAGA WARNA DALAM PROSES DEKOMPOSISI LIMBAH CAIR TAHU <i>Inna Puspa Ayu, Yusli Wardiatno, Hefni Effendi, Majariana Krisanti, Niken T.M. Pratiwi, Mursalin, Aliati Iswantari</i> .....	559
KAJIAN BIOAKTIVITAS PHYCOERYTHRIN LIKE PIGMENT YANG DIPRODUKSI OLEH CYANOBACTERIA <i>Oscillatoria</i> sp. <i>Karseno</i> .....	560
ISOLASI DAN KARAKTERISASI ENZIM AMILASE TERMOFILIK ASAL PANCURAN TUJUH BATURRADEN <i>Dian Riana Ningsih, Zufahair, Amin Fatoni, Achmad Rosyadi</i> .....	565
BIOSORPSI MERKURI (HG) PADA LEACHATE TPA GUNUNG TUGEL MENGGUNAKAN <i>Sargassum cinereum</i> J.G. AGARDH <i>Slamet Santoso, Sri Lestari dan Dwi Sunu Windyartini</i> .....	573
ISOLASI KAROTENOID <i>Rhodospseudomonas palustris</i> <i>Mega Novita, Jubhar Mangimbulude, dan Ferdy S. Rondonuwu</i> .....	579
KUALITAS TELUR DAN LARVA HASIL PEMIJAHAN <i>Cherax quadricarinatus</i> ASAL PURWOKERTO DAN BOGOR <i>Dian Bhagawati dan Muh. Nadjmi Abulias</i> .....	583
ADAPTASI INDUK TIGER FISH ( <i>Datniodes quadrifasciatus</i> ) DALAM RANGKA PEMATANGAN GONADNYA <i>Siti Subandiyah, Lili Sholichah, Eni Kusriani, Sulasy Rohmy, dan Darti Satyani</i> .....	589
AKTIVITAS "GRAZING" MERUPAKAN FAKTOR PENTING PADA PEMANFAATAN PERIFITON SEBAGAI AGEN BIOFILTER DAN TEKNOLOGI AKUAKULTUR: MODEL PENGUKURAN LAJU "GRAZING" DAN AKTIVITAS TIGA JENIS GRAZER YANG BERBEDA <i>Nofdianto</i> .....	595
AKTIVITAS PEPTIDA ANTIMIKROBA DARI HEMOCYTE <i>Perna viridis</i> TERHADAP BAKTERI <i>Vibrio alginolyticus</i> DAN <i>Streptococcus iniae</i> <i>Firman Zulpikar, Yohannes Hutabarat dan Ambariyanto</i> .....	601
DIFERENSIASI KELAMIN PADA IKAN NILA GENOTIPE XX, XY DAN YY <i>Didik Ariyanto</i> .....	602
EFEK PEMUASAAN SECARA PERIODIK TERHADAP RETENSI PROTEIN DAN RETENSI ENERGI IKAN BAWAL AIR TAWAR ( <i>Colossoma macropomum</i> ) <i>Sri Sukmaningrum, Isdy Sulisty, Petrus H. T. Sudibya</i> .....	607



PENGARUH PERBEDAAN KISARAN UKURAN INDUK POKOK TERHADAP KERAGAAN PERTUMBUHAN BENIH DI PEMBESARAN <i>Imron</i> .....	613
PENGARUH POLA PEMIJAHAN TERHADAP KERAGAAN REPRODUKSI DAN MORTALITAS INDUK UDANG GALAH <i>Ikhsan Khasani</i> .....	619
PERANAN TEKNOLOGI IPAT-BO DALAM KONSERVASI AIR IRIGASI DAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS LAHAN SAWAH <i>Tien Turmuktini, Tualar Simarmata</i> .....	625
THE CONTAINS ESSENTIAL MINERALS (N, P, K) AND EFECTIVENESS OF <i>Sargassum</i> AS ORGANIC FERTILIZER <i>Titi Soedjiarti, Ardi Suryo Anggoro</i> .....	632



# KONSERVASI

PERSEPSI MASYARAKAT PULAU PARI TENTANG KONDISI EKOSISTEM DAN SUMBERDAYA HAYATI DI PERAIRAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA <i>Triyono</i> .....	638
OKSIGEN TERLARUT DAN APPARENT OXYGEN UTILIZATION (AOU) KAITANNYA DENGAN BIOTA LAUT DI PERAIRAN KAWASAN TIMUR INDONESIA <i>Marojahan Simanjuntak</i> .....	646
KUALITAS AIR LAUT DITINJAU DARI ASPEK ZAT HARA DI PERAIRAN HALMAHERA, MALUKU UTARA <i>Marojahan Simanjuntak</i> .....	655
MEMPERKENALKAN IKAN BESENG ( <i>Marosatherina ladigesii</i> ) DAN USULAN PENGEMBANGAN RESERVATNYA <i>Lukman</i> .....	664
HIDRODINAMIKA STRUKTUR ANAKAN MANGROVE DALAM MENGURANGI ARUS AIR UNTUK MITIGASI TSUNAMI <i>Andrio Adiwibowo</i> .....	674
AKTIVITAS DIURNAL INDUK LUMBA-LUMBA HIDUNG BOTOL ( <i>Tursiops aduncus</i> , EHRENBERG 1832) DI GELANGGANG SAMUDERA ANCOL <i>Giri Sindu Nala, Luthfirda Sjahfirdi, Yasman</i> .....	675
PREFERENSI SPAT TIRAM MUTIARA <i>Pinctada maxima</i> (JAMESON) PADA BERBAGAI TINGKAT KEKASARAN BAHAN KOLEKTOR <i>Tjahjo Winanto</i> .....	681
PRODUKSI BENIH KIMA DI HATCHERY UNTUK MENDUKUNG BUDIDAYANYA SECARA BERKELANJUTAN <i>Rasidi, Rusmaedi dan Aspari Rachman</i> .....	690
PENGARUH PAKAN YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN GONAD GONGGONG ( <i>Strombus canarium</i> ) <i>Manja Meyky Bond</i> .....	695
PENCEMARAN KADAR POLI AROMATIK HIDROKARBON (PAH) DALAM AIR DAN SEDIMEN DI PERAIRAN TSUNAMI ACEH <i>Khozannah Munawir</i> .....	705
RESIDU POLIKLOROBIFENIL (PCB) DALAM AIR, SEDIMEN DAN SAMPEL BIOTA DI PERAIRAN TELUK KLABAT <i>Khozannah Munawir</i> .....	712
POTENSI EUTROFIKASI, PENURUNAN KUALITAS AIR DAN PENCEGAHANNYA DI PERAIRAN PANTAI UTARA KOTA CIREBON <i>Widyo Astono</i> .....	720
BIODIVERSITAS FLORA DAERAH TANGKAPAN AIR DAN SUSTAINABILITAS EMBUNG-EMBUNG DI NUSA TENGGARA TIMUR <i>Wahyu Widiono</i> .....	727
KONSERVASI BAGI ESTUARI SEGARA ANAKAN <i>Wahyu Budi Setyawan</i> .....	733
PEMANGSAAN PROPAGUL MANGROVE DI TANGGUL TLARE JEPARA <i>Nirwani Soenardjo</i> .....	742
TINJAUAN (KEMUNGKINAN) DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP EKOSISTEM MANGROVE <i>Rudhi Pribadi</i> .....	750
MEMPERSIAPKAN EKOSISTEM MANGROVE PANTAI LOSARI (CIREBON) MENGHADAPI PEMANASAN GLOBAL <i>Wahyu Budi Setyawan</i> .....	759



KOMPLEKSITAS STRUKTUR TERUMBU KARANG DAN POTENSINYA UNTUK MENGURANGI ARUS AIR DALAM MITIGASI TSUNAMI <i>Andrio Adiwibowo</i> .....	768
DISTRIBUSI SPASIAL <i>Derris trifoliata</i> LOUR DI SEGARA ANAKAN CILACAP SEBAGAI AGEN BIOMONITORING KERUSAKAN MANGROVE <i>Erwin Riyanto Ardli</i> .....	769
PREFERENSI MAKANAN <i>Cardisoma carnifex</i> DI MUARA SUNGAI DONAN SEGARA ANAKAN CILACAP <i>Yuni Yumiarti, Edy Yuwono, dan Moh Husein Sastranegara</i> .....	774
KAJIAN PERTUMBUHAN KERANG TOTOK <i>Polymesoda erosa</i> DI LAGUNA SEGARA ANAKAN, CILACAP <i>Dewi Kresnasari, Muhammad Zainuri, Rudhi Pribadi</i> .....	790
PENGARUH PENGGUNAAN LAHAN KOTA TERHADAP KUALITAS SUMBERDAYA PERAIRAN SUNGAI CODE, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA <i>Sudarmadji dan Guna Gumilang</i> .....	796
KAJIAN LINGKUNGAN PERAIRAN SUNGAI POLAGA, KAITANNYA DENGAN PEMANFAATAN LAHAN DAN PERSEPSI MASYARAKAT DALAM SUB-DAS POLAGA KABUPATEN PEMALANG <i>R. Abdullah Musa, Endang Widyastuti, dan Begananda</i> .....	807
KARAKTERISTIK HIDROLOGI SEBAGAI DASAR PENGELOLAAN DAS CISADANE <i>M. Fakhrudin</i> .....	812
PHENETIC RELATION OF <i>Mystus</i> SPP AS A BASE OF SPECIES SELECTION IN CONSERVATION <i>M. Fajar Yuliawan, Dian Bhagawati, dan W. Lestari</i> .....	819
EKOLOGI IKAN UCENG ( <i>Nemachilus fasciatus</i> C.V.) DI SUNGAI BANJARAN KABUPATEN BANYUMAS <i>Slamet Risyanto, Isdy Sulistio, dan Erwin Riyanto Ardli</i> .....	824
PENGGUNAAN CACING <i>Diopatra neapolitana</i> SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN LOGAM BERAT KADMIUM (CD) DI SUNGAI DONAN KABUPATEN CILACAP <i>Hernayanti, Slamet Santoso, dan Sri Lestari</i> .....	832
KARAKTER REPRODUKSI IKAN BREK ( <i>Puntius orphoides</i> C.V.) HASIL TANGKAPAN DI PERAIRAN SUNGAI KRAWING PURBALINGGA, JAWA-TENGAH <i>Suhestri Suryaningsih, Mammed Sagi, Kamiso H.N. dan Suwarno Hadisusanto</i> .....	836
STUDI KARAKTER ANATOMI AKAR DAN DAUN ECENG GONDOK ( <i>Eichornia crassipes</i> (MART.) SOLM) PADA KAWASAN SUNGAI YANG TERCEMAR DI KOTA PEKALONGAN <i>Salman Farisi, Sumarsono, dan Siti Samiyarsih</i> .....	844
RASIO NITRAT-FOSFAT PEMICU BLOOMING <i>Microcystis</i> DI PERAIRAN WADUK SUTAMI MALANG <i>Catur Retnaningdyah, Suharjono, Agoes Soegianto, dan Bambang Irawan</i> .....	852
VORASITAS KEONG MURBEL ( <i>Pomacea canaliculata</i> ) TERHADAP TUMBUHAN AIR TENGGELAM SEBAGAI LANDASAN ALTERNATIF PENANGANAN GULMA AIR <i>Niken TM Pratiwi, Ety Riani, Ristiyanti M Marwoto, Eka H Sutanto, dan Pungky Kumaladewi</i> .....	860
DISTRIBUSI VERTIKAL NUTRIEN DAN POTENSI TERJADINYA BLOOMING ALGAE PADA MUSIM KEMARAU DI ZONA LAKUSTRIN WADUK MRICA BANJARNEGARA <i>Agatha Sih Piranti, Sudarmadji, dan Suwarno Hadisusanto</i> .....	866
KOMPOSISI SPESIES IKAN <i>Indengeos</i> PADA EKOSISTEM WADUK PENJALIN KAB. BREBES (ACUAN : KONSERVASI & BUDIDAYA IKAN) <i>Siti Rukayah dan Dwi Nugroho Wibowo</i> .....	873
KAJIAN TINGKAT TROFIK DANAU TONDANO DI PROVINSI SULAWESI UTARA <i>Sofia Wantasen, Sudarmadji, Eko Sugiharto dan Slamet Suprayogi</i> .....	879
KAJIAN POTENSI PENGEMBANGAN BUDIDAYA SIDAT ( <i>Anguilla marmorata</i> ) SEBAGAI UPAYA KONSERVASI SPESIES ENDEMIK DI DANAU POSO <i>Rasidi dan Rusmaedi</i> .....	886



USAHA PENANGKAPAN IKAN TERBANG DAN TELURNYA DI BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA <i>Retno Andamari</i> .....	892
FLUKTUASI SUHU PERMUKAAN LAUT BERDASARKAN PENGUKURAN IN SITU AIR LAUT DI BEBERAPA PERAIRAN INDONESIA <i>Nurhayati</i> .....	897
POLA ARUS PERMUKAAN DAN KONTRIBUSINYA TERHADAP PENYEBARAN TURBIDITAS DI PERAIRAN PANTAI TELUK JAKARTA NURHAYATI .....	898



# KEYNOTE SPEECH



## KEANEKARAGAMAN HAYATI DAN ANCAMAN PERUBAHAN IKLIM

Sutamihardja<sup>1</sup> dan Mari Mulyani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Anggota Dewan Pakar Persatuan Biologi Indonesia, 2009-2014; Mantan Wakil Ketua IPCC, Working Group III, 1997-2007, <sup>2</sup>Lulusan S2 Ilmu Lingkungan, Pasca Sarjana, Universitas Indonesia; Mahasiswi Program Doktor, Oxford University, School of Geography & the Environment, 2010

Pentingnya keanekaragaman hayati sebagai sumber pemenuhan kebutuhan manusia (sandang, pangan, papan, dan obat-obatan) serta bagi ketahanan ekosistem telah diterima dan menjadi subyek penting baik di dalam konteks ilmiah maupun politik. Keanekaragaman hayati pun telah menjadi materi penting di dalam berbagai perjanjian internasional seperti salah satunya di dalam *Convention on Biological Diversity* (CoBD) yang diadopsi di Rio de Janeiro pada tahun 1992. Adopsi CoBD oleh para Pihak ini didorong oleh semakin tingginya tekanan pada ekosistem global dan ancaman terhadap keanekaragaman hayati. Tekanan terhadap ekosistem terus terjadi dengan semakin tingginya populasi global yang pada Februari 2010 mencapai 6.804.800.000 jiwa (*Biro Sensus Amerika Serikat, 2010*). Perserikatan Bangsa-Bangsa pada tahun 2000 mencatat angka pertumbuhan penduduk dunia adalah 1,4% atau sekitar 75 juta pertambahan penduduk per tahunnya, turun dari angka 80 juta pada tahun 1989. Oleh karena angka pertumbuhan jauh melampaui angka kematian yang hanya sekitar 57 juta per tahun, maka populasi dunia diperhitungkan akan mencapai 9 milyar pada tahun 2050. Indonesia adalah negara terbesar keempat di dunia dengan jumlah penduduk sebanyak 230 juta jiwa pada tahun 2010, dan diperkirakan akan mencapai 288 juta jiwa pada tahun 2050 (*Biro Pusat Statistik Indonesia, 2010*). Pertumbuhan penduduk dengan kebutuhannya yang semakin kompleks disertai kebijakan pembangunan yang tidak berpihak pada lingkungan semakin mengancam ekosistem. Ancaman utamanya adalah penurunan jumlah spesies global menuju kepunahan massal, yang pada awal tahun 1980 mulai menjadi perhatian utama para ahli dunia. Kepunahan spesies ini selain akibat dari proses alami perubahan geologi (seperti yang pernah terjadi 65 juta tahun yang lalu di masa *Cretaceous* pada saat banyak spesies termasuk Dinosaurus punah), juga disebabkan oleh campur tangan manusia yang berlebihan dan tidak bijaksana. Akibatnya eksploitasi yang berlebihan ini terlihat misalnya pada pengrusakan hutan, polusi udara, air, suara, serta rusaknya habitat alami dan invasi spesies asing. Fenomena ini terjadi secara umum di hampir semua negara termasuk di Indonesia. Kemerosotan dan punahnya keanekaragaman hayati adalah suatu peristiwa alami namun proses ini seringkali dipercepat oleh adanya pemanfaatan berlebihan yang dilakukan oleh manusia. Ancaman utama yang mengakibatkan punahnya keanekaragaman hayati di Indonesia adalah kerusakan dan fragmentasi habitat, pemanfaatan yang berlebihan, dan introduksi spesies asing. Faktor lain yang juga berpengaruh sangat besar pada punahnya keanekaragaman hayati adalah fenomena perubahan iklim. Perubahan iklim telah dirasakan dampaknya pada aspek pertanian, yang kemudian berpengaruh pada kerawanan pangan, kesehatan manusia, permukiman dan lingkungan, termasuk sumber daya air dan keanekaragaman hayati. Akibat dampak perubahan iklim terhadap spesies sebagai komponen keanekaragaman hayati adalah perubahan dalam kisaran penyebaran, meningkatnya kelangkaan, perubahan waktu reproduksi dan perubahan dalam lamanya suatu musim tanam. Laporan IPCC pada bulan April 2001 dan diperkuat oleh laporan IPCC tahun 2007. mengenai *Dampak, Kerentanan dan Adaptasi terhadap Perubahan Iklim* mengemukakan bahwa kurang lebih 20-30% tumbuhan dan hewan diperkirakan akan meningkat risiko kepunahannya jika kenaikan temperatur global rata-rata di atas 1,5-2,5 °C. Apabila upaya pencegahan dari dampak tersebut tidak dilakukan dari sekarang, maka pada tahun 2100 diperkirakan dua per tiga dari spesies yang ada di bumi akan hilang. Indonesia memiliki daftar spesies punah dan terancam punah terpanjang di dunia sehingga perlu segera melakukan gerakan nasional untuk menyelamatkannya.

### PENDAHULUAN

Pentingnya keanekaragaman hayati sebagai sumber pemenuhan kebutuhan manusia (sandang, pangan, papan, dan obat-obatan) serta bagi ketahanan ekosistem telah diterima dan menjadi subyek penting baik di dalam konteks ilmiah maupun politik. Keanekaragaman hayati pun telah menjadi materi penting di dalam berbagai perjanjian internasional seperti salah satunya di dalam *Convention on Biological Diversity* (CoBD) yang diadopsi di Rio de Janeiro



pada tahun 1992. Adopsi CoBD oleh para Pihak ini didorong oleh semakin tingginya tekanan pada ekosistem global dan ancaman terhadap keanekaragaman hayati.

Tekanan terhadap ekosistem terus terjadi dengan semakin tingginya populasi global yang pada Februari 2010 mencapai 6.804.800.000 jiwa (*Biro Sensus Amerika Serikat, 2010*). Perserikatan Bangsa-Bangsa pada tahun 2000 mencatat angka pertumbuhan penduduk dunia adalah 1,4% atau sekitar 75 juta pertambahan penduduk per tahunnya, turun dari angka 80 juta pada tahun 1989. Oleh karena angka pertumbuhan jauh melampaui angka kematian yang hanya sekitar 57 juta per tahun, maka populasi dunia diperhitungkan akan mencapai 9 milyar pada tahun 2050. Indonesia adalah negara terbesar keempat di dunia dengan jumlah penduduk sebanyak 230 juta jiwa pada tahun 2010, dan diperkirakan akan mencapai 288 juta jiwa pada tahun 2050 (*Biro Pusat Statistik Indonesia, 2010*).

Pertumbuhan penduduk dengan kebutuhannya yang semakin kompleks disertai kebijakan pembangunan yang tidak berpihak pada lingkungan semakin mengancam ekosistem. Ancaman utamanya adalah penurunan jumlah spesies global menuju kepunahan massal, yang pada awal tahun 1980 mulai menjadi perhatian utama para ahli dunia. Kepunahan spesies ini selain akibat dari proses alami perubahan geologi (seperti yang pernah terjadi 65 juta tahun yang lalu di masa *Cretaceous* pada saat banyak spesies termasuk Dinosaurus punah), juga disebabkan oleh campur tangan manusia yang berlebihan dan tidak bijaksana. Akibatnya eksploitasi yang berlebihan ini terlihat misalnya pada pengrusakan hutan, polusi udara, air, suara, serta rusaknya habitat alami dan invasi spesies asing. Fenomena ini terjadi secara umum di hampir semua negara termasuk di Indonesia.

Indonesia dengan tuntutan pemenuhan kebutuhan sekitar 230 juta penduduknya menghadapi berbagai permasalahan ekosistem. Kemerosotan keanekaragaman hayati terus terjadi, tidak saja diakibatkan oleh proses alami namun juga karena berbagai unsur pelaku pembangunan berorientasi pada kepentingan jangka pendek. Perusakan habitat alami dan konversinya menjadi areal hutan tanaman industri, areal perkebunan, areal pertanian, pemukiman, kebakaran hutan, dan pembalakan liar adalah penyebabnya. Penurunan keanekaragaman hayati ini telah mengancam keberlanjutan pembangunan itu sendiri.

Indonesia adalah salah satu negara terkaya di dunia dengan keanekaragaman hayatinya (12% total spesies mamalia dunia, 16% reptilian, 17% total spesies burung, 35 spesies primate dan 270 amfibi, serta 55% spesies tumbuhan endemic dunia, dll) yang juga menjadi negara dengan rekor terburuk. Tingkat keterancamannya dan kepunahan spesiesnya tertinggi di dunia, seperti: 63 jenis mamalia, 126 jenis burung dan 21 jenis reptile. Fauna yang dipastikan hampir punah adalah harimau jawa, penyu, burung maleo, burung kakak tua dan burung cendrawasih (*Mogea dkk, 2001*). Di dunia flora terdapat sekitar 240 spesies tanaman dinyatakan langka, sedikitnya 36 spesies kayu terancam punah, juga 52 spesies anggrek, 11 spesies rotan, 9 spesies bamboo, 9 spesies pinang, 6 spesies durian, 4 spesies pala, 3 spesies mangga, dll (*Mogea dkk, 2001*). Terdapat 44 spesies tanaman obat seperti gaharu, sanrego, yang juga dikategorikan langka (*Rifai dkk, 1992; Zuhud dkk, 1998*).

Penurunan jenis keanekaragaman hayati sebenarnya adalah suatu peristiwa alami namun eksploitasi berlebihan telah mempercepat laju kepunahannya. Ancaman kepunahan keanekaragaman hayati di hutan tropis misalnya terjadi karena rusaknya habitat, fragmentasi habitat, penebangan ilegal, konversi kawasan hutan menjadi areal non-hutan, perburuan, perdagangan satwa liar dan introduksi spesies eksotik. Hutan sebagai sumber utama keanekaragaman hayati berada di dalam kondisi yang sangat mengkhawatirkan.

Tutupan hutan di Indonesia seratus tahun yang lalu masih sekitar 170 juta hektar (ha) atau 80,9% dari total luas lahan; menyusut menjadi sekitar 98 juta ha pada tahun 2002,





dengan setengahnya sudah terdegradasi akibat aktivitas manusia. Laju deforestasi dalam kurun waktu 1985-1997 mencapai 1,6 juta ha per tahun, dan meningkat tajam pada era reformasi (1998-2000) menjadi 2,8 hingga 3,6 juta ha per tahun, Selain itu kawasan hutan yang terindikasi perlu direhabilitasi mencapai 59,2 juta ha (*Forest Watch Indonesia, 2001*). Kerusakan hutan juga terjadi di dalam kawasan konservasi seperti cagar alam, suaka margasatwa, taman nasional dan taman wisata alam. Taman nasional (TN) adalah kawasan konservasi yang mendapat ancaman terbesar terutama dari pembalakan liar, misalnya yang terjadi di TN Gunung Palung, TN Gunung Leuser, TN Kutai, dan TN Danau Sentarum.

Selain hutan, laut adalah habitat utama keanekaragaman hayati, dengan jumlah dan jenis spesiesnya lebih banyak dibandingkan daratan. Indonesia adalah negara kepulauan dengan lebih dari 17.500 pulau di dalamnya dan lebih dari 70% atau sekitar 2/3 wilayahnya adalah laut yang mengandung lebih dari 7.500 spesies biota (*Rokhmin Dahuri, 2005*). Potensi spesies tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan, bahan baku industri, sumber obat-obatan serta sarana rekreasi. Namun demikian eksploitasi berlebihan serta perubahan iklim telah mengancam eksistensi banyak jenis biota dan fauna laut. Dengan lebih dari 60% penduduknya tinggal di daerah pesisir, perubahan iklim tidak saja mengancam habitat laut dan spesiesnya, namun juga pada peri kehidupan sebagian besar penduduk Indonesia.

Laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) pada tahun 2001 dan 2007 mengenai Dampak, Kerentanan dan Adaptasi terhadap Perubahan Iklim mengemukakan bahwa kurang lebih 20-30% tumbuhan dan hewan diperkirakan akan meningkat risiko kepunahannya jika kenaikan temperatur global rata-rata di atas 1,5-2,5 °C. Apabila upaya pencegahan dari dampak tersebut tidak dilakukan dari sekarang, maka pada tahun 2100 diperkirakan dua per tiga dari spesies yang ada di bumi akan hilang.

## KEANEKARAGAMAN HAYATI DAN ANCAMAN TERHADAPNYA

Keanekaragaman atau keragaman hayati merujuk pada keberagaman bentuk-bentuk kehidupan seperti tanaman, hewan, mikroorganisme serta gen-gen yang terkandung di dalamnya, dan ekosistem yang mereka bentuk. Keanekaragaman hayati mencakup semua bentuk kehidupan di muka bumi mulai dari makhluk sederhana seperti jamur dan bakteri hingga manusia, mulai dari satu tegakan pohon hingga ribuan pohon yang membentuk suatu sistem jejaring kehidupan yang rumit. Kekayaan yang dihasilkan dari keragaman ini adalah hasil proses evolusi ratusan juta tahun. Proses evolusi berarti bahwa keragaman hidup bersifat dinamis: akan meningkat ketika varian genetik baru dihasilkan, spesies atau ekosistem baru terbentuk; akan menurun ketika varian genetik dalam salah satu spesies berkurang, punah, atau sebuah ekosistem yang kompleks menghilang. Berdasarkan nilai keragaman dan endemismenya, Indonesia menduduki peringkat kedua di dunia, seperti terlihat pada Tabel 1.

Keanekaragaman hayati dapat dikategorikan ke dalam tiga tingkatan: **Keragaman genetik** merujuk pada perbedaan informasi genetik yang terkandung di dalam setiap individu tanaman, hewan dan mikroorganisme; **Keragaman spesies** merujuk pada berbedanya spesies-spesies yang hidup; **Keragaman ekosistem** berkaitan dengan perbedaan habitat, komunitas biotik, dan proses ekologi, termasuk keragaman yang terdapat pada ekosistem dengan perbedaan habitat dan berbagai jenis proses ekologi.

### *Tingkatan Keanekaragaman Hayati*

#### *Keragaman Genetik*

Keragaman genetik merujuk pada variasi gen di dalam spesies, meliputi variasi genetik di dalam populasi yang sama atau antar populasi yang berbeda dari spesies yang sama. Contoh variasi genetik di dalam populasi yang sama terlihat pada *Eucalyptus cloeziana*, *E. delegatensis*,



dan *E. saligna*. Keragaman genetik ini dapat diukur dengan menggunakan variasi berdasarkan DNA.

Variasi genetik baru terbentuk dalam populasi suatu organisme yang dapat bereproduksi secara seksual melalui kombinasi ulang dan pada individu melalui mutasi gen serta kromosom. Kumpulan variasi genetik yang berada pada populasi yang bereproduksi terbentuk melalui seleksi yang mengarah kepada gen tertentu yang disukai dan menyebabkan perubahan frekuensi gen-gen pada kumpulan tersebut. Perbedaan yang besar di dalam jumlah dan penyebaran variasi genetik ini dapat terjadi sebagian karena banyaknya keragaman dan kerumitan dari habitat yang ada, serta berbedanya langkah-langkah yang dilakukan tiap organisme untuk bertahan hidup. Diperkirakan terdapat sekitar 10 milyar gen tersebar pada biota dunia, meskipun tidak semuanya memberikan kontribusi yang sama pada keragaman genetik.

**Tabel 1. Peringkat Negara dengan Keanekaragaman dan Endemisme di Dunia**

Negara	Nilai Keanekaragaman	Nilai Endemisme	Nilai Total
Brazil	30	18	48
<b>Indonesia</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>40</b>
Kolombia	26	10	36
Australia	5	16	21
Mexico	8	7	15
Madagaskar	2	12	14
Peru	9	3	12
Cina	7	2	9
Filipina	0	8	8
India	4	4	8
Ekuador	5	0	5
Venezuela	3	0	3

Sumber: <http://web.ipb.ac.id> 'Keanekaragaman Hayati Laut, Deskripsi Keanekaragaman Hayati'.

#### *Keragaman Spesies*

Keragaman spesies mengacu pada spesies yang berbeda-beda, yang keberagamannya dapat diukur berdasarkan tiga kategori: kekayaan spesies, kelimpahan spesies dan keragaman taksonomi. Kekayaan spesies diukur dari jumlah spesies pada suatu area. Kelimpahan spesies pengukurannya dilakukan dengan mengambil contoh jumlah relatif spesies. Pengukuran keragaman spesies yang menyederhanakan informasi dari kekayaan dan kelimpahan relatif spesies ke dalam satu nilai indeks adalah yang paling sering digunakan.

Pendekatan lain adalah dengan mengukur keragaman taksonomi atau filogenetik, yang mempertimbangkan hubungan genetik antara kelompok-kelompok spesies. Pengukuran ini pada umumnya ditampilkan dalam bentuk pohon yang menghasilkan klasifikasi secara hirarkis. Tingkat spesies pada umumnya dinilai sebagai yang paling sesuai untuk memperkirakan keragaman antara organisme, karena spesies merupakan fokus utama dari mekanisme evolusi sehingga terjabarkan dengan baik.

Secara global telah teridentifikasi sekitar 1,7 juta spesies dari total spesies yang diperkirakan berjumlah antara 5 sampai 100 juta. Estimasi ini diharapkan dapat meningkat melalui studi terhadap beberapa kelompok yang jarang diperhatikan seperti mikroorganisme, fungi, nematoda, hama dan serangga.



Keragaman spesies seperti tersebut di atas tidak tersebar secara merata di seluruh dunia. Sebagian besar kekayaan spesies terpusat di wilayah katulistiwa dan cenderung menurun ke arah kutub. Terdapat lebih banyak spesies per unit area di wilayah tropis dibandingkan di sub-tropis dan menurun lagi jumlahnya di daerah kutub. Keragaman pada ekosistem darat berkurang dengan bertambahnya ketinggian. Faktor lain yang dipercaya mempengaruhi keragaman di darat adalah curah hujan dan tingkat nutrien. Pada ekosistem laut kekayaan spesies cenderung terpusat pada lempeng benua, dan juga cukup tinggi pada laut dalam

### *Keragaman Ekosistem*

Keragaman ekosistem memetakan perbedaan antara tipe ekosistem, keragaman habitat dan proses ekologi yang terjadi di tiap-tiap ekosistem. Keragaman ini lebih sulit dijelaskan dibandingkan dengan keragaman spesies atau genetik, karena batasan komunitas (hubungan antar spesies) dan ekosistem itu sendiri mudah berubah. Konsep ekosistem adalah dinamis dan beragam, dan dapat diterapkan pada berbagai skala, meskipun untuk kepentingan pengelolaan pada umumnya dikelompokkan menjadi kelompok besar komunitas yang serupa (contoh: hutan sub-tropis, terumbu karang). Elemen kunci dalam melihat ekosistem adalah proses ekologi seperti aliran energi dan siklus air.

Pengelompokan ekosistem di Bumi sangat beragam dan menjadi tantangan besar bagi ilmu pengetahuan, karena klasifikasi ini sangat penting bagi upaya pengelolaan biosfer. Pada tingkat global sebagian besar sistem klasifikasi mencoba untuk mengambil jalan tengah antara kerumitan ekologi dari komunitas dan penyederhanaan klasifikasi habitat yang umum. Pada umumnya sistem-sistem ini menggunakan definisi tipe habitat berdasarkan iklim (contoh: hutan tropis yang lembab atau padang rumput sub-tropis). Pengukuran keragaman ekosistem ini masih berada pada tahap awal, namun demikian keragaman ekosistem ini perlu dipahami sebagai elemen penting dari keanekaragaman hayati.

### **Ancaman Terhadap Keanekaragaman Hayati**

Penyebab utama penurunan keanekaragaman hayati adalah perusakan dan penghilangan habitat alami oleh aktivitas manusia, diikuti introduksi spesies sebagai penyebab kedua. Aktivitas manusia selain menghilangkan habitat juga menimbulkan polusi yang akumulasinya yang memberikan andil yang besar pada fenomena perubahan iklim.

Perubahan iklim dan kenaikan temperatur rata-rata permukaan bumi sudah mengakibatkan musnahnya berbagai keanekaragaman hayati. Meskipun banyak spesies mempunyai kemampuan untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungan, kenaikan suhu dan curah hujan serta perubahan pola cuaca berdampak pada pola migrasi dan pembiakan serta ekspansi atau kontraksi rentang spesies. Kenaikan permukaan laut, temperatur, dan keasaman juga meningkatkan frekuensi penularan penyakit dan hama serta fluktuasi kondisi habitat yang ekstrim.

Kemerosotan ekosistem akibat konversi habitat alami menyebabkan krisis lanjutan yakni pengikisan wilayah pantai dan intrusi air laut yang selanjutnya menyebabkan menurunnya kemampuan wilayah pesisir sebagai habitat manusia. Penyusutan habitat alami sebesar 50% akan berakibat pada penyusutan 10% keanekaragaman spesies; sementara itu penyusutan habitat alami sebesar 90% akan berakibat pada penyusutan 50% keanekaragaman spesies (*Mc Allister, 1998*). Dipercayai telah banyak spesies yang terlanjur punah tanpa pernah diidentifikasi, terutama kelompok organisme sederhana (bakteria, jamur, dan ganggang) yang data tentang fungsi-fungsi kunci ekologisnya sangat terbatas.



Musnahnya berbagai spesies diakibatkan salah satunya oleh *Over exploitation*. Hal ini terjadi jika tingkat usaha yang dilakukan melebihi tingkat pemanfaatan lestari. Meskipun secara agregat sumberdaya perikanan laut baru dimanfaatkan 63,5% dari total potensinya, namun di lokasi yang memiliki banyak penduduk telah terjadi *overfishing*. Pencemaran dan degradasi habitat, penggunaan teknik dan peralatan penangkapan ikan yang merusak lingkungan adalah factor-faktor lain yang menyebabkan menurunnya potensi perikanan.

Degradasi fisik habitat hayati juga terlihat sangat nyata selain penurunan spesies. Beberapa contohnya adalah degradasi mangrove di Segara Anakan dan di Delta Mahakam, serta kerusakan Terumbu karang di Derawan. Pencemaran yang terjadi pada habitat hayati ini menimbulkan dampak lanjutan seperti sedimentasi, eutrofikasi, kekurangan oksigen, serta masalah kesehatan umum pada masyarakat sekitar. Isu lain yang mengancam keanekaragaman hayati adalah introduksi spesies asing yang dapat bertindak sebagai pemangsa atau kompetitor.

Ancaman terhadap keanekaragaman hayati sebagai akibat dari aktivitas manusia seperti tersebut di atas berakar pada berbagai masalah kependudukan (*over crowded*) dan kemiskinan (*systemic poverty*); tingkat konsumsi berlebihan dan kesenjangan kepemilikan serta akses pada sumberdaya alam; kelembagaan dan penegakan hukum, rendahnya pemahaman tentang ekosistem; dan kegagalan kebijakan lingkungan hidup. Perubahan iklim di atas segala permasalahan tersebut telah mempercepat laju kepunahan keanekaragaman hayati, seperti yang terjadi pada peristiwa tsunami dan pemutihan terumbu karang atau *bleaching*.

#### **Perubahan Iklim dan Ancamannya Terhadap Keanekaragaman Hayati**

Kemerosotan dan punahnya keanekaragaman hayati adalah suatu peristiwa alami namun prosesnya sering dipercepat oleh aktivitas manusia. Ancaman utama yang mengakibatkan punahnya keanekaragaman hayati di Indonesia adalah kerusakan dan fragmentasi habitat, pemanfaatan yang berlebih, dan introduksi spesies asing. Faktor lain yang juga berpengaruh sangat besar pada punahnya keanekaragaman hayati adalah fenomena perubahan iklim.

Dalam beberapa tahun terakhir perubahan iklim telah dirasakan dampaknya pada aspek pertanian, yang kemudian berpengaruh pada kerawanan pangan, kesehatan manusia, permukiman dan lingkungan, termasuk sumber daya air dan keanekaragaman hayati. Akibat dampak perubahan iklim terhadap spesies sebagai komponen keanekaragaman hayati adalah perubahan dalam kisaran penyebaran, meningkatnya kelangkaan, perubahan waktu reproduksi dan perubahan dalam lamanya suatu musim tanam.

Perubahan iklim dan pemanasan global berpotensi menyebabkan jutaan spesies flora dan fauna global menuju kepunahan massal menjelang tahun 2050, seperti yang pernah terjadi pada saat dinosaurus musnah. Studi yang berjudul 'Resiko Kepunahan Karena Perubahan Iklim', dilakukan di enam wilayah (dengan 20% total kekayaan keanekaragaman hayati dunia) itu menyebutkan bahwa seperempat hewan dan tumbuhan yang hidup di daratan akan musnah menjelang tahun 2050 jika polusi dan efek rumah kaca tidak segera ditanggulangi (*Journal Nature*). Beberapa hasil penelitiannya terangkum di bawah ini.

#### ***Spesies Terpaksa Pindah karena Perubahan Suhu***

Menggunakan model komputer, para peneliti mensimulasikan bagaimana sekitar 1.103 berbagai tumbuhan, mamalia, reptil, burung, katak, kupu-kupu, dan bermacam hewan tidak bertulang belakang akan terpaksa berpindah karena perubahan suhu dan iklim. Mereka ingin melihat bagaimana kemampuan hewan dan tumbuhan itu bertahan atau berpindah menghadapi perubahan iklim, baik pada tingkat minimum, sedang, atau maksimum. Adapun



data perubahan suhu dan perkiraannya diperoleh dari IPCC. Hasilnya menunjukkan sekitar 15 hingga 37 persen spesies di wilayah yang diteliti (Australia, Brazilia, Eropa, Meksiko, Afrika Selatan, dan Costa Rica) akan punah karena perubahan iklim dalam jangka waktu sekarang hingga tahun 2050.

### ***Sejuta Spesies Terancam Musnah***

Profesor Chris Thomas (pemimpin penelitian) dari Universitas Leeds Inggris menyatakan bahwa hasil penelitian yang selanjutnya diproyeksikan secara global menunjukkan bahwa terdapat sekitar satu juta spesies hewan dan tumbuhan di seluruh dunia terancam punah. Selain itu spesies yang bertahan tidak akan lagi memiliki habitat yang nyaman, sementara sebagian lain harus bermigrasi cukup jauh untuk memperoleh tempat yang dapat mendukung hidupnya. Oleh karena banyak spesies dengan kemampuan adaptasi yang terbatas, perubahan suhu dan iklim akan mengancam hidup mereka.

Spesies-spesies yang terancam punah antara lain berbagai tumbuhan di Amazon, kupu-kupu Australia, elang Imperial Spanyol, burung hantu kerdil, burung layang-layang merah, mamalia-mamalia kecil seperti tikus rusa, kadal Boyd Australia, bunga kebanggaan Afrika Selatan, king protea, burung crossbill Skotlandia, dan masih banyak lagi.

### **POTENSI KEANEKARAGAMAN HAYATI INDONESIA**

Indonesia menduduki urutan kedua setelah Brazil sebagai negara terkaya dengan keanekaragaman hayatinya dan negara dengan endemisme tertinggi di dunia. Institut Pertanian Bogor (IPB) menyebutkan bahwa Indonesia memiliki: 12 % (515 spesies, 39 % endemik) dari total spesies binatang menyusui urutan kedua di dunia; 7,3 % (511 spesies, 150 endemik) dari total spesies reptilia urutan keempat didunia; 17 % (1531 spesies, 397 endemik) dari total spesies burung di dunia urutan kelima; 270 spesies amfibi, 100 endemik urutan keenam didunia; 2.827 spesies binatang tidak bertulang belakang selain ikan air tawar; 35 spesies primata (urutan keempat, 18 % endemik); 121 spesies kupu-kupu (44 % endemik); dan keanekaragaman ikan air tawar 1.400 (urutan ke 3 di dunia).

### ***Keanekaragaman Hayati Laut sebagai Sumber Daya Masa Depan***

Nilai kegunaan dan ekonomi pesisir laut sebagai sumber keanekaragaman hayati terbesar di Indonesia, telah dihitung dengan perkiraan sebagai berikut:

- *Nilai kegunaan dan non kegunaan hutan mangrove di Indonesia adalah US\$ 2,3 miliar; terumbu karang sekitar US\$ 567 juta; sumberdaya rumput laut sekitar US\$ 16 juta (GEF/UNDP/IMO 1999)*
- *Nilai padang lamun sebesar US\$ 3.858,91/ha/tahun (Bapedal dan PKSPL-IPB 1999)*
- *Nilai ekonomi potensi sumberdaya ikan laut sebesar US\$ 15,1 miliar (Dahuri 2002)*
- *Manfaat sosial ekosistem pesisir dan laut diwujudkan dalam penyediaan sumber penghidupan dan pekerjaan bagi jutaan penduduk di wilayah tersebut, dan adalah penghubung antara berbagai pulau dan gugus pulau kecil (fungsi sosial politik sebagai jembatan Nusantara)*
- *Laut sebagai penyerap karbon (rumput laut) diperkirakan bernilai US\$ 180/ha/tahun*
- *Nilai jasa lingkungan sebagai: pelindung pantai dari erosi (mangrove), sarana pendidikan dan penelitian, pertahanan keamanan, pengatur iklim (climate regulator), pariwisata bahari, media transportasi dan komunikasi, sumber energi, dan kawasan perlindungan*

Potensi keanekaragaman hayati tersebut belum secara optimal dimanfaatkan meskipun di berbagai wilayah di Indonesia telah terjadi *over-exploitation*. Krisis keanekaragaman hayati pesisir-laut yang berupa kemerosotan dan musnahnya ekosistem bermanifestasi pada krisis



kehidupan manusia. Krisis lanjutan ini relatif lebih besar dibandingkan dengan krisis spesies itu sendiri. Pemiskinan manusia muncul paling tinggi di Sumatra akibat penambangan pasir laut di Riau dan tebang-habis mangrove di pantai timur Sumatra. Sementara di Bali terjadi karena berkurangnya ruang hidup masyarakat akibat erosi pantai dan longsor. Krisis kematian manusia di Kalimantan muncul akibat dampak penambangan Pulau Laut (Kalimantan Selatan) yang menyebabkan konflik antara nelayan setempat dan perusahaan swasta yang didukung oleh aparat keamanan. Berbagai perundangan yang berkaitan dengan penyelamatan ekosistem dan keanekaragaman hayatinya telah tersedia namun pelaksanaannya masih belum optimal.

### ***Peraturan dan Perundangan yang Berkaitan dengan Keanekaragaman Hayati***

Pada tahun 2003 melalui BAPPENAS Indonesia menerbitkan *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP)* yang terdiri atas 3 buku: Strategi dan Rencana Aksi Keanekaragaman Hayati Indonesia 2003-2020; Membangun Konsensus Regional Bagi Keanekaragaman Hayati; Direktori Pemangku Kepentingan Keanekaragaman Hayati di Indonesia. Selain IBSAP berbagai peraturan dan perundangan telah diterbitkan:

- *Undang-Undang No. 5/1994 tentang ratifikasi Konvensi PBB mengenai Keanekaragaman Hayati (KKH) atau United Nations Conventions on Biological Diversity*
- *Keppres No. 43/1978 tentang ratifikasi CITES atau Konvensi Perdagangan Internasional Spesies Flora dan Fauna Liar yang Terancam (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna)*
- *Undang Undang No. 5/1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati Dan Ekosistemnya*
- *Undang Undang No. 12 /1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman*
- *Peraturan Pemerintah RI No. 18/1994 tentang Pengusahaan Pariwisata Alam, Pemanfaatan Taman Nasional , Taman hutan Nasional Dan Taman Wisata Alam*
- *Peraturan Pemerintah No. 7/1999 tentang Pelestarian Jenis Tumbuhan dan Satwa*
- *Peraturan Pemerintah RI No. 8/1999 tentang Pemanfaatan Tumbuhan dan Satwa Liar*
- *Peraturan Pemerintah RI No.13/1994 tentang Perburuan Satwa Buru*
- *Peraturan Pemerintah No. 68/1998 tentang Suaka Alam Dan Daerah Perlindungan Alam*
- *Peraturan Pemerintah No. 8/1999 tentang Penggunaan Jenis Kehidupan Liar*
- *Peraturan Pemerintah No.15/1984 tentang Pengelolaan Sumber Daya Alam Di Dalam Zone Ekonomi Eksklusif Indonesia*
- *Keppres No. 32/1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung*
- *Dan lain-lain.*

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Kemerosotan dan punahnya keanekaragaman hayati adalah suatu peristiwa alami namun proses ini seringkali dipercepat oleh adanya pemanfaatan berlebihan yang dilakukan oleh manusia. Ancaman utama yang mengakibatkan punahnya keanekaragaman hayati di Indonesia adalah kerusakan dan fragmentasi habitat, pemanfaatan yang berlebih, dan introduksi spesies asing. Faktor lain yang juga berpengaruh sangat besar pada punahnya keanekaragaman hayati adalah fenomena perubahan iklim.

Perubahan iklim telah dirasakan dampaknya pada aspek pertanian, yang kemudian berpengaruh pada kerawanan pangan, kesehatan manusia, permukiman dan lingkungan, termasuk sumber daya air dan keanekaragaman hayati. Akibat dampak perubahan iklim terhadap spesies sebagai komponen keanekaragaman hayati adalah perubahan dalam kisaran penyebaran, meningkatnya kelangkaan, perubahan waktu reproduksi dan perubahan dalam lamanya suatu musim tanam.



Laporan IPCC pada bulan April 2001 mengenai *Dampak, Kerentanan dan Adaptasi terhadap Perubahan Iklim* mengemukakan bahwa kurang lebih 20-30% tumbuhan dan hewan diperkirakan akan meningkat risiko kepunahannya jika kenaikan temperatur global rata-rata di atas 1,5-2,5 °C. Apabila upaya pencegahan dari dampak tersebut tidak dilakukan dari sekarang, maka pada tahun 2100 diperkirakan dua per tiga dari spesies yang ada di bumi akan hilang. Indonesia memiliki daftar spesies punah dan terancam punah terpanjang di dunia sehingga perlu segera melakukan gerakan nasional untuk menyelamatkannya. Hal ini perlu dilakukan bersamaan dengan:

1. *Penegakan hukum yang kuat dan adil. Berbagai bentuk perundangan yang berkaitan dengan upaya penyelamatan keanekaragaman hayati telah tersedia, namun penegakan hukum atas pelanggaran yang terjadi belum optimal. Upaya ini harus didorong dengan aktivitas pendukung seperti pendidikan dan pelatihan tentang lingkungan kepada semua aparat penegak hukum, dan aparat Departemen terkait lainnya.*
2. *Pendidikan mengenai lingkungan hidup dimasukkan ke dalam seluruh sistem pendidikan formal mulai dari tingkat sekolah dasar. Pemahaman tentang fungsi dan nilai guna keanekaragaman hayati perlu dimiliki oleh setiap warga Negara sejak dini, sehingga upaya menjaganya tidak saja dilakukan oleh pemerintah namun juga oleh masyarakat.*
3. *Berkaitan dengan upaya penegakan hukum lingkungan, yang juga perlu diperketat adalah penjagaan batas internasional. Perdagangan illegal flora dan fauna langka serta pencurian dan pelariannya ke luar negeri masih sering terjadi. Upaya ini juga perlu didukung oleh peningkatan pengetahuan dan ketrampilan mengenai flora dan fauna langka kepada semua aparat imigrasi.*
4. *Identifikasi dan penelitian keanekaragaman hayati perlu terus ditingkatkan. Keanekaragaman hayati di laut yang sebagian besar potensinya belum dimanfaatkan adalah sumber daya utama masa depan Indonesia.*
5. *Mengarusutamakan isu lingkungan hidup di dalam setiap kebijakan dan pelaksanaan semua kegiatan pembangunan. Artinya setiap upaya pembangunan untuk memenuhi kebutuhan rakyat harus memperhitungkan daya dukung dan daya tampung lingkungan alami dan lingkungan sosial yang ada.*
6. *Ancaman perubahan iklim terhadap ketahanan ekosistem dan keanekaragaman hayati adalah nyata. Selain mitigasi, adaptasi terhadap perubahan iklim adalah sebuah urgensi.*

#### DAFTAR PUSTAKA

- Biro Pusat Statistik. 2010. Statistik Indonesia. <http://www.bps.go.id/>. 7 April 2010. 10.15 WIB
- Biro Sensus Amerika Serikat, 2010. *Global Total Population Estimates*.  
<http://www.census.gov/popest/estimates.html>. 7 April 2010. 10.55 WIB.
- Dahuri. R. 2005. *Reorientasi Pembangunan Berbasis Kelautan*.  
<http://www.tokohindonesia.com/ensiklopedi/r/rokhmin-dahuri/>, 30 Maret, 2010, 16.46 WIB.
- Dahuri. R. 2009. *Mengembalikan Kejayaan Negeri Bahari*.  
<http://rokhmindahuri.wordpress.com/mengembalikan.kejayaan.negeri.bahari/>, 30 Maret, 2010, 16.51 WIB.
- FWI/GFW. 2001. Keadaan Hutan Indonesia. Bogor, Indonesia: Forest Watch Indonesia dan Washington D.C.: Global Forest Watch
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. Working Group II. *Dampak, Kerentanan dan Adaptasi terhadap Perubahan Iklim*. Cambridge University Press. U.K.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Working Group II. *Dampak, Kerentanan dan Adaptasi terhadap Perubahan Iklim*. Cambridge University Press. U.K.
- Kementerian Lingkungan Hidup RI. *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2008, 2007, 2006*. KLH RI.
- McAllister, Don E. 1998. *The Crises in Marine Biodiversity and Key Knowledge*.  
Makalah dipresentasikan pada Pacem in Maribus XXVI, Halifax, Canada, 30 Nopember 1998.



- Mogea, J.P.M., D. Gandawidjaja, H. Wiriadinata, R.E. Nasution dan Irawati. 2001. *Tumbuhan Langka Indonesia*. Buku Seri Panduan Lapangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi – LIPI. Balai Penelitian Botani, Herbarium Bogoriense. Bogor, Indonesia.
- Norse, Elliot A. 1993. *Global Marine Biological Diversity: A Strategy for Building Conservation Into Decision Making*. Island Press, Washington, D.C.
- Rifai, M.A. 1992. *Eurycoma longifolia* Jack. In : Rifai, dkk. (Penyunting). *Tiga Puluh Tumbuhan Obat Langka Indonesia*. Sisipan Floribunda 2: 1-28. PTTI Bogor. Hal. 16-17.
- Rifai, M.A., Rugayah, dan E.A. Widjaya (ed). 1992. *Tiga Puluh Tumbuhan Obat Langka Indonesia*, Sisipan Floribunda 2:1-28
- Sutamihardja, RTM. 2009. *Perubahan Lingkungan Global. Sebuah Antologi Tentang Bumi Kita*. Yayasan Pasir Luhur Bogor.
- Thorne-Miller, Boyce, and J. Catena. 1991. *The Living Ocean: Understanding and Protecting Marine Biodiversity*. Island press, Washington D.C.
- Zuhud, E.A.M., A. Hikmat & N. Jamil. 1998. *Rafflesia Indonesia Keanekaragaman Ekologi dan Pelestariannya*. Yayasan pembinaan Suaka Alam dan Suaka Margasatwa Indonesia (*Indonesian Wildlife Fund*) dan Laboratorium Konservasi Tumbuhan Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.
- [http://web.ipb.ac.id/~mujizat/index.php?option=com\\_content&task=view&id=17&Itemid=37](http://web.ipb.ac.id/~mujizat/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=37), *Keanekaragaman Hayati Laut*, 30 Maret, 2010, 17.56 WIB
- [http://web.ipb.ac.id/~mujizat/index.php?option=com\\_content&task=view&id=20&Itemid=40](http://web.ipb.ac.id/~mujizat/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=40), *Ancaman dan Faktor Penyebab Kerusakan Keanekaragaman Hayati*, 30 Maret, 2010, 18.10 WIB
- [http://web.ipb.ac.id/~mujizat/index.php?option=com\\_content&task=view&id=19&Itemid=39](http://web.ipb.ac.id/~mujizat/index.php?option=com_content&task=view&id=19&Itemid=39), *Kegunaan Keanekaragaman Hayati Laut*, 30 Maret, 2010, 18.08 WIB
- <http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/fakta-lingkungan/280-ocean-planet-marine-life-facts>, *Marine Life*, 30 Maret, 2010, 19.00 WIB
- <http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/bidang-konservasi/subid-mitigasi-bencana/178-perubahan-iklim-ancam-jutaan-spesies>, *Perubahan Iklim Ancam Jutaan Spesies*, 30 Maret, 2010, 18.59 WIB
- <http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/bidang-konservasi/subid-mitigasi-bencana/178-perubahan-iklim-ancam-jutaan-spesies>, *Perubahan Iklim Ancam Jutaan Spesies* 30 Maret, 2010, 18.59 WIB
- <http://www.ilmukelautan.com/biologi-kelautan/tumbuhan-laut/448-menjaga-laut-berarti-menjaga-dunia-save-the-ocean-save-the-world>, *Menjaga Laut Berarti Menjaga Dunia*, 30 Maret, 2010, 6.43 WIB
- <http://listyabio.blogspot.com/2009/10/keanekaragaman-hayati.html>, *Keanekaragaman Hayati-Lisya blog*, 30 Maret, 2010, 12.56 WIB





## PENGELOLAAN PADANG LAMUN PEMBELAJARAN DARI PROYEK TRISMADES

**Anugerah Nontji**

*Proyek TRISMADES*

*Email : anugerah\_nontji@yahoo.com*

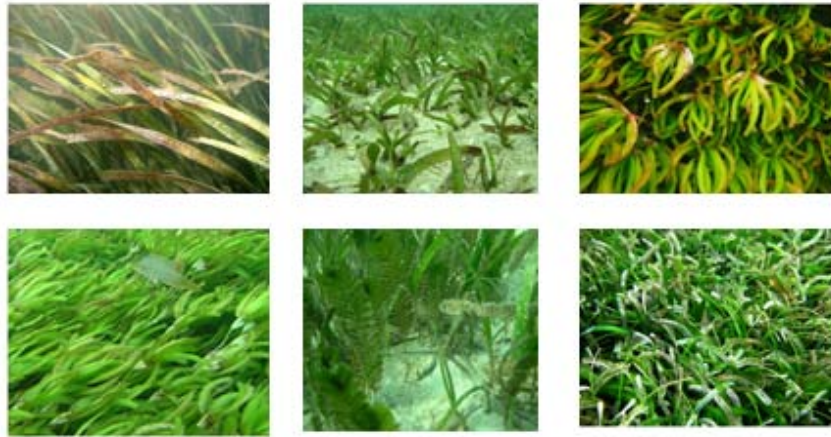
Padang lamun (*seagrass bed*) merupakan ekosistem penting di kawasan pesisir tropis, tetapi belum banyak mendapat perhatian masyarakat seperti halnya terumbu karang dan mangrove. Padang lamun di Indonesia diperkirakan sekitar 30.000 km<sup>2</sup>, dengan jumlah jenis lamun sebanyak 13. Padang lamun mempunyai fungsi penting sebagai penunjang kehidupan misalnya sebagai penghasil oksigen, sumber pakan bagi berbagai hewan laut lewat rantai dan jaring pakan, tempat asuhan berbagai hewan laut, membantu mengurangi sedimentasi dan memperkuat pertahanan garis pantai. Padang lamun juga berfungsi penting sebagai *carbon sink* dalam kaitannya dengan perubahan iklim global. Di samping itu padang lamun dimanfaatkan untuk berbagai keperluan misalnya untuk perikanan dan pariwisata. Di lain pihak padang lamun semakin banyak mendapat tekanan lingkungan seperti sedimentasi, pencemaran, pemboman, pembusukan, pembangunan konstruksi pantai dan eksploitasi lebih (*overfishing*). Upaya pengelolaan padang lamun secara komprehensif pertama kali dilaksanakan di Indonesia, di pesisir timur Pulau Bintan (Kepulauan Riau), di bawah Proyek TRISMADES (*Trikora Seagrass Management Demonstration Site*) sejak tahun 2008. Proyek ini mendapat dukungan dari UNEP/GEF, Pemerintah RI, dan Pemda Kabupaten Bintan. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI bertindak sebagai Lembaga Penyelenggara (*Executing Agency*) sedangkan BAPPEDA Kabupaten Bintan sebagai Unit Pelaksana (*Project Implementation Unit*) di Daerah. Proyek ini, yang merupakan proyek panduan, mempunyai tiga komponen utama kegiatan yakni: penguatan kelembagaan, penyadaran masyarakat dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Untuk penguatan kelembagaan telah dibentuk EBCOMBO (*East Bintan Collaborative Management Board*), Kelompok-kelompok Masyarakat, dan FF (*Field Facilitator*). Selain itu juga telah dilaksanakan serangkaian kajian ekologi, pemantauan padang lamun secara berkala (*seagrass watch*) dan penelitian kemasyarakatan. Penyadaran masyarakat mendapat porsi yang penting mengingat bahwa lamun masih sangat sedikit di pahami oleh masyarakat. Berbagai media dimanfaatkan dalam kampanye penyadaran masyarakat, baik media cetak, elektronik, maupun lewat selebaran, poster, *booklet*, dan pengikut-sertaan masyarakat dalam berbagai kegiatan. Daerah Perlindungan Padang Lamun (*seagrass sanctuary*) yang merupakan “no take zone” telah ditetapkan bersama masyarakat di empat desa, dan telah diperkuat dengan Peraturan Desa (Perdes), sedangkan pengendaliannya dilakukan oleh masyarakat tempatan. Untuk menunjang kehidupan masyarakat, berbagai pelatihan MPA (Mata Pencaharian Alternatif) diupayakan seperti pembuatan kompos dan perkebunan buah naga, kerajinan anyaman daun pandan, dan jahit-menjahit. Proyek juga bekerjasama dengan Pemda Kabupaten Bintan dalam kajian-kajian yang menyangkut pengembangan pariwisata berkelanjutan dan RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) untuk kawasan pantai timur Pulau Bintan.

*Kata kunci:* lamun, padang lamun, pengelolaan lingkungan, daerah perlindungan

### PENDAHULUAN

Tidak seperti ekosistem mangrove dan terumbu karang, perhatian dan pengetahuan masyarakat umum tentang ekosistem padang lamun masih jauh tertinggal. Bahkan di kalangan akademisi Indonesia pun topik lamun dan padang lamun baru mendapat perhatian sejak tahun 2000-an. Hal ini disebabkan karena informasi yang kurang dan anggapan umum bahwa lamun dan padang lamun tidak banyak memberikan manfaat langsung bagi kehidupan masyarakat.

Lamun (di Kepulauan Riau disebut “settu”) adalah tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang telah menyesuaikan diri hidup sepenuhnya terbenam dalam laut. Tumbuhan ini mempunyai akar, rimpang, daun dan bunga jantan serta bunga betina. Seluruh proses penyerbukan dan pembuahannya terjadi dalam medium air. Di seluruh dunia terdapat sekitar 60 jenis lamun, 13 di antaranya terdapat di Indonesia.



### Beberapa contoh lamun dari pesisir timur Pulau Bintan

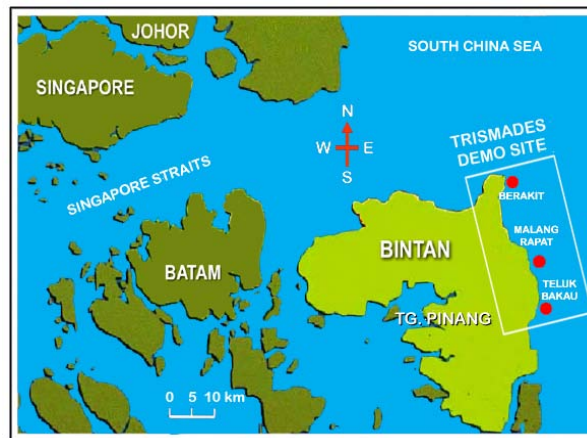
Padang lamun adalah suatu hamparan laut dangkal yang didominasi oleh vegetasi lamun dan merupakan ekosistem yang kaya akan keanekaragaman hayati. Banyak ragam biota laut yang hidup berasosiasi dengan lamun, misalnya teripang, bulu babi, kerang, krustasea, ikan, penyu, duyung dsb. Padang lamun mempunyai fungsi penting sebagai penunjang kehidupan misalnya sebagai penghasil oksigen, sumber pakan bagi berbagai biota laut lewat rantai dan jaring pakan, tempat asuhan berbagai hewan laut, membantu mengurangi sedimentasi dan memperkuat pertahanan garis pantai. Di samping itu padang lamun mempunyai peran penting untuk konservasi hewan langka seperti duyung (*Dugong dugon*) yang hidupnya bergantung pada lamun. Padang lamun juga berfungsi penting sebagai *carbon sink* yang penting dalam kaitannya dengan perubahan iklim global. Padang lamun dimanfaatkan pula untuk berbagai keperluan misalnya sebagai sumber perikanan dan untuk pengembangan pariwisata.

Namun di lain pihak padang lamun semakin banyak mendapat tekanan lingkungan seperti sedimentasi, pencemaran, pemboman, pembiusan, pembangunan konstruksi pantai dan eksploitasi lebih (*overfishing*). Melihat kecenderungan perkembangan tersebut maka belakangan ini telah bangkit perhatian dan kepedulian untuk menyelamatkan dan melestarikan lamun dan padang lamun di Indonesia. Berbagai wacana telah berkembang dalam seminar-seminar dan pertemuan ilmiah lainnya, yang makin mengokohkan perlunya pengembangan pengetahuan dan pelestarian lingkungan padang lamun.

### PROYEK TRISMADES

Indonesian Seagrass Committee (ISC) adalah organisasi profesi pertama di Indonesia yang berusaha menggalang kekuatan dalam pengembangan pengetahuan dan pelestarian lamun. ISC berperan penting pula dalam mewakili Indonesia dalam berbagai forum internasional dan telah mengambil prakarsa untuk mengusulkan proyek pengelolaan padang lamun sebagai bagian dari Program “*Reversing Environmental Degradation Trends in South China Sea and Gulf of Thailand*” yang bernaung di bawah UNEP (*United Nation Environment Program*), yang lebih dikenal dengan *South China Sea Project* (SCS). Pantai Trikora di pesisir timur Pulau Bintan, yang diusulkan Indonesia sebagai situs *Seagrass Management Demonstration Site*, mendapat persetujuan dan meraih peringkat ke empat sebagai situs terbaik dan peringkat kedua dalam hal makna biologi dan lingkungannya dari 26 situs yang diusulkan oleh tujuh negara yang berbatasan dengan Laut China Selatan. Proyek ini akhirnya lebih dikenal dengan nama TRISMADES (*Trikora Seagrass Management Demonstration Site*) yang secara resmi beroperasi dari tahun 2007 hingga 2010 (dalam kenyataannya proyek baru dapat beroperasi secara nyata tahun 2008).

TRISMADES mendapat dukungan pendanaan dari berbagai sumber yakni UNEP/ GEF (*Global Environment Facility*), Pemerintah RI (dhi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia/ LIPI) dan Pemda Kabupaten Bintan.



#### Lokasi Proyek TRISMADES di pesisir timur Pulau Bintan, Kepulauan Riau

TRISMADES mempunyai tujuan umum untuk mengembangkan pengelolaan lamun yang efektif dapat meredam tekanan lingkungan di pesisir timur Pulau Bintan (Kabupaten Bintan, Propinsi Kepulauan Riau). Lokasi proyek di tekankan pada tiga desa pantai yakni Desa Teluk Bakau, Malang Rapat, dan Berakit. Pada tahun terakhir Desa Pengudang juga dimasukkan dalam kegiatan proyek. Proyek ini diharapkan dapat memberikan manfaat: a) proteksi padang lamun dan ekosistem terkait, b) perlindungan bagi ikan dan biota laut lain, dan c) peningkatan kehidupan masyarakat.

Ada tiga komponen kegiatan utama proyek ini: a) peningkatan kemampuan pengelolaan, b) peningkatan kesadaran dan kapabilitas masyarakat, c) peningkatan kegiatan ekonomi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

#### ***Peningkatan kemampuan pengelolaan***

##### *Kelembagaan*

Bertindak sebagai Penyelenggara (*Executing Agency/ EA*) adalah Pusat Penelitian Oseanografi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), sedangkan BAPPEDA Kabupaten Bintan bertindak sebagai pelaksana di daerah (*Project Implementing Unit/ PIU*). Manajer Lapangan (*Demo Site Manager*) berkedudukan di BAPPEDA. Telah dibentuk badan kerjasama pengelolaan pesisir timur Bintan yang dikenal dengan nama EBCOMBO (*East Bintan Collaborative Management Board*) yang beranggotakan wakil-wakil pemda dan instansi terkait, swasta, LSM dan kelompok masyarakat, yang membantu memberikan masukan-masukan untuk pengelolaan yang dikembangkan oleh TRISMADES. Di tingkat desa telah pula dibentuk Fasilitator Lapangan (*Field Facilitator/ FF*) yang berperan penting sebagai ujung tombak dalam komunikasi dan koordinasi aktivitas dengan masyarakat tempatan.

Dalam penerapan proyek, partisipasi masyarakat sangat didorong, mulai dari taraf perencanaan, implementasi, dan pemantauan. Dengar pendapat (*public hearing*) dan diskusi kelompok terfokus (*focal group discussion*) banyak dilakukan untuk menjangkau masukan dan pendapat masyarakat tentang topik-topik tertentu yang berkaitan dengan perencanaan dan pelaksanaan proyek. Pola seluruh kegiatan ini tertuang dalam Rencana Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Timur Bintan (*East Bintan Coastal Resource Management Plan/ EBCRMP*).



### *Survei dan penelitian*



#### **Penelitian lamun di Bintan**

Survei dan penelitian yang menghimpun berbagai data ilmiah, sangat diperlukan untuk menunjang pengelolaan lingkungan. Dengan demikian diharapkan dapat dikembangkan pengelolaan dengan berbasis pengetahuan (*knowledge base*). Survei dan penelitian yang dilaksanakan tidak saja dalam aspek biogeofisika tetapi juga dalam aspek sosial – ekonomi, dan juga penerapan teknologi penginderaan jauh dan GIS (*Geographic Information System*). Berbagai peta tematik telah dihasilkan, misalnya peta-peta sebaran jumlah jenis lamun, luas tutupan lamun, dan jenis habitatnya.

Kegiatan GIS sebagai tersebut terakhir, bahkan dimanfaatkan pula dalam pengembangan RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) pesisir timur Bintan dan pengembangan pariwisata berkelanjutan. Untuk dapat mengamati dan memantau perubahan yang terjadi pada lingkungan lamun maka telah dikembangkan sistem pemantauan yang dikenal dengan *Seagrass Watch*, dengan pengamatan berkala (tiga bulan sekali) pada lokasi-lokasi tetap sebagai rujukan, dengan penerapan teknologi yang telah mendapat kesepakatan internasional.

#### *Penetapan Daerah Perlindungan Padang Lamun (DPPL)*

Daerah Perlindungan Padang Lamun (DPPL) adalah suatu areal dengan luas tertentu di padang lamun, yang disepakati untuk dijadikan sebagai daerah perlindungan berupa daerah bebas tangkap (*no take zone*). Lokasi kawasan yang dijadikan sebagai DPPL ini merupakan hasil kesepakatan antara tim ilmiah dan masyarakat tempatan yang kemudian dikukuhkan dengan Peraturan Desa (Perdes) yang dikeluarkan oleh Kepala Desa.

DPPL berfungsi sebagai tabungan sumberdaya hayati, dimana ikan dan biota laut lainnya dapat tumbuh berkembang disitu tanpa gangguan manusia. Sumberdaya dewasa yang melimpah keluar dari DPPL merupakan bunga tabungan yang kemudian dapat dipanen. Keberadaan DPPL ini diharapkan akan lebih menjamin kelestarian sumberdaya hayati perairan yang harus dijaga sendiri oleh masyarakat sekitar. Agar masyarakat dapat mengetahui keberadaan DPPL maka telah dibuat papan penanda DPPL di tempat-tempat tertentu.

#### ***Penyadaran Masyarakat (Public Awareness)***

Dukungan masyarakat merupakan hal yang utama untuk menjamin keberhasilan suatu proyek lingkungan di daerah. Mengingat bahwa TRISMADES merupakan proyek baru, sedangkan lamun masih sangat sedikit dikenal oleh masyarakat, maka kegiatan kampanye penyadaran masyarakat mendapat porsi yang utama, agar proyek ini bisa mendapat dukungan dari masyarakat.



Kampanye penyadaran masyarakat diawali dengan peluncuran (*launching*) oleh Bupati Kabupaten Bintan, untuk membuka cakrawala pengetahuan dan pemahaman masyarakat akan pentingnya konservasi lamun. Selanjutnya berbagai cara ditempuh dalam kampanye penyadaran ini.

#### *Radio*

Penyebaran informasi lewat RRI (Radio Republik Indonesia) Stasiun Tanjung Pinang dimanfaatkan secara rutin untuk menjangkau masyarakat luas di pedesaan. Program siaran dikemas tidak saja dalam bentuk berita yang terkait masalah lamun tetapi juga lewat acara dialog interaktif, yang melibatkan masyarakat pendengar untuk berdiskusi tentang masalah lamun.

#### *Media cetak*

Media cetak seperti koran, baik koran lokal maupun nasional, dan majalah dimanfaatkan untuk mempopulerkan pengetahuan tentang lamun dan pentingnya makna konservasinya.

#### *Berbagai bahan kampanye*

Berbagai bahan kampanye yang bertemakan selamatkan dan lestarikan lamun disebarluaskan, seperti poster, *flyer*, *booklet*, baliho, kaos, topi, kalender, dan berbagai *merchandise* lainnya. Distribusi dan pemasangan berbagai bahan kampanye ini dilaksanakan lewat berbagai kegiatan dan event.

#### *Pondok informasi*

Di tiap desa binaan TRISMADES dibangun Pondok Informasi dan Pelatihan (*Information and Training Center*) dengan bekerja sama unit Pemerintahan Desa. Untuk lebih menjamin keberlanjutannya, Pondok Informasi menempati bagian bangunan yang berada dalam pengelolaan pemerintahan desa, di lokasi yang mudah dijangkau oleh masyarakat umum, atau dekat sekolah. Pondok ini berisikan berbagai bentuk informasi seperti buku, poster, berbagai permainan pendidikan (*education game*), dan juga tempat untuk memamerkan karya-karya masyarakat setempat yang terkait dengan pengelolaan lingkungan lamun. Materi yang disajikan tidak melulu perihal lamun, tetapi juga masalah laut pada umumnya, dan ekosistem yang terkait dengan ekosistem lamun, seperti ekosistem mangrove dan terumbu karang.

#### *Sayembara mengarang*

Sayembara mengarang diselenggarakan dengan melibatkan pelajar-pelajar setingkat Sekolah Lanjutan Tingkat Atas yang berdomisili di Kabupaten Bintan dan Pemerintah Kota Tanjung Pinang. Sayembara ini, yang bertemakan “Lestarkan lamun dan lingkungannya untuk warisan anak cucu” mendapat perhatian yang cukup baik di kalangan pelajar. Kegiatan sayembara ini juga dijadikan sebagai kontribusi kegiatan untuk memperingati “*International Year of Biodiversity 2010*” yang dicanangkan oleh PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa), sedangkan puncak acara pada penyerahan hadiah pemenang dijatuhkan pada tanggal 5 Juni 2010 yang merupakan pula peringatan Hari Lingkungan Sedunia (*World Environment Day*). Kegiatan terakhir ini dimeriahkan pula dengan penanaman bibit mangrove di pantai, yang diikuti oleh masyarakat umum dan pelajar. Kegiatan ini dilaksanakan dengan kerjasama Badan Lingkungan Hidup Daerah, Kabupaten Bintan.

#### *Situs TRISMADES*

Untuk menyajikan berbagai informasi tentang lamun dan padang lamun serta hal terkait, telah dikembangkan situs web TRISMADES yang diharapkan menjadi portal informasi lamun Indonesia. Untuk lebih menjamin keberlanjutan sampai setelah akhir proyek, maka



pengelolaan situs ini telah dialihkan ke Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, dengan alamat *seagrass-indonesia.oseanografi.lipi.go.id*. Sejak mulai diluncurkan di bulan Agustus 2008, situs ini telah dikunjungi oleh hampir 30.000 pengunjung.

#### Bersih pantai

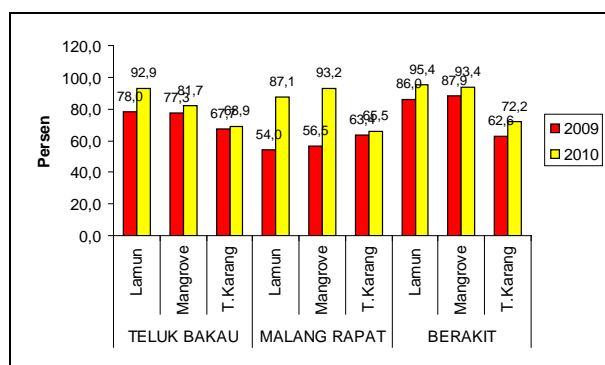
TRISMADES telah mengadakan kegiatan bersih pantai (*beach clean up*) di Pantai Trikora yang merupakan kegiatan yang dilaksanakan secara bergotong royong, diikuti oleh murid-murid sekolah, masyarakat umum, dan juga Dinas Kebersihan Kabupaten Bintan. Kegiatan ini untuk lebih menggugah perhatian dan partisipasi masyarakat luas akan pentingnya menjaga kebersihan pantai. Pantai yang bersih tidak saja baik untuk lingkungan, tetapi juga dapat mendukung potensi pengembangan pariwisata berkelanjutan.

#### Fishing festival

TRISMADES mendukung penyelenggaraan acara *Fishing Festival*, yang merupakan ajang perlombaan memancing secara tradisional, yang diikuti oleh peserta internasional, di perairan dekat dengan padang lamun. Kegiatan ini dikordinasikan oleh Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Bintan. Perlombaan ini hanya menggunakan teknik pemancingan tradisional yang tidak merusak lingkungan. Dalam kegiatan ini dititipkan pesan bahwa apabila lamun terjaga kesehatannya maka sumber ikan pancing pun akan lebih terjamin.

#### Survei tingkat kesadaran masyarakat

Untuk dapat mengevaluasi hasil kegiatan kampanye penyadaran masyarakat maka telah diadakan survei tingkat kesadaran masyarakat. Survei yang pertama dilaksanakan sebelum ada kegiatan kampanye, disusul kemudian tiap tahun setelah dilangsungkannya kampanye. Survei ini didasarkan pada hasil kuesioner yang di edarkan pada dua kelompok utama responden, yaitu kelompok pemengaruh (*influencer*), yakni para pejabat pemerintah, swasta, pengelola resor, dan kelompok masyarakat yang tinggal di pedesaan. Survei ini menunjukkan bahwa setelah dilaksanakan berbagai kegiatan kampanye, tingkat kesadaran masyarakat meningkat secara signifikan.



Rata-rata persentase responden yang memahami ekosistem laut, tahun 2009 dan 2010

#### Peningkatan kapabilitas

Peningkatan kapabilitas (*capacity building*) dilaksanakan dengan menyelenggarakan berbagai pelatihan (*training*) untuk meningkatkan kemampuan yang mendukung pengelolaan lingkungan. Jenis pelatihan yang diberikan ditetapkan setelah terlebih dahulu diadakan *training need assessment* berdasarkan masukan-masukan yang diperoleh baik dari kalangan instansi terkait, maupun masyarakat serta keselarasannya dengan program. Pelatihan diberikan baik bagi para pejabat yang terkait dengan pengelolaan lingkungan maupun bagi kelompok-kelompok masyarakat.



### *Pelatihan Pengelolaan Pesisir Berbasis Masyarakat*

Pelatihan ini memberikan pemahaman dasar tentang pengelolaan kawasan pesisir, dan diberikan pada dua kelompok yang berbeda yakni bagi para pejabat pemerintah yang terkait, dan bagi kelompok masyarakat yang hidup di desa-desa pantai. Bahan-bahan yang diberikan disesuaikan dengan *target audience*, dan dilaksanakan baik dalam kelas maupun di lapangan. Pada pelatihan bagi para pejabat pemerintah disisipkan pula pokok-pokok dan implikasi dari UU No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.

### *Pelatihan Kepemimpinan dan Studi Banding*

Pelatihan ini dilaksanakan di Pulau Pramuka, DKI Jakarta, yang diikuti oleh para Kepala Desa, Fasilitator Lapangan, dan Tokoh Masyarakat dari empat desa binaan TRISMADES dari Bintan, tentang pokok-pokok masalah kepemimpinan. Pelatihan yang dilaksanakan di Pulau Pramuka ini memberikan kesempatan pula kepada para peserta untuk melakukan peninjauan ke beberapa objek di Kepulauan Seribu seperti *Fish Farming* yang dikelola oleh IPB, Taman Nasional Kepulauan Seribu, dan kegiatan masyarakat yang terkait dengan pariwisata bahari. Pelatihan dan studi banding ini telah meningkatkan rasa percaya diri bagi peserta akan kemampuan mereka dalam pengelolaan lingkungan.

### *Peningkatan kegiatan ekonomi yang ramah lingkungan*

Kegiatan untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat dilaksanakan dengan pelatihan yang menyangkut potensi pengembangan Mata Pencaharian Alternatif (MPA) yang disesuaikan dengan kondisi setempat dan keinginan masyarakat. Apabila berbagai MPA dapat dikembangkan maka potensi kerusakan lingkungan juga diharapkan dapat lebih diredam.

### *Pelatihan pembuatan kompos dan perkebunan buah naga*

Pelatihan ini memberikan pengetahuan tentang pengolahan sampah menjadi kompos, yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai upaya perkebunan. Salah satu usaha perkebunan yang potensial dikembangkan di daerah ini adalah perkebunan buah naga (*dragon fruit*). Buah naga cocok untuk dikembangkan di daerah ini, sedangkan permintaan pasar cukup tinggi.

### *Pelatihan teknis produk kerajinan bahan baku pandan*

Tumbuhan pandan (*Pandanus* sp) banyak ditemukan di pesisir pantai Bintan. Pelatihan diberikan untuk mengolah daun pandan menjadi berbagai produk kerajinan yang dapat dijual baik untuk keperluan rumah tangga maupun sebagai cinderamata pariwisata. Pelatihan ini diikuti oleh ibu-ibu rumah tangga dari desa-desa binaan proyek.

### *Pelatihan menjahit*

Pelatihan ini diberikan atas usulan ibu-ibu dari pedesaan dan telah diikuti oleh beberapa peserta yang diselenggarakan selama dua bulan dengan 16 sesi. Pada akhir pelatihan para peserta dapat dengan bangga memamerkan hasil-hasil karya mereka, dan merasa sangat terbantu untuk memberikan ketrampilan yang dapat digunakan untuk menunjang kehidupan ekonomi keluarga.

### *Pengembangan pariwisata berkelanjutan*

Untuk menunjang pariwisata di pesisir timur Bintan, TRISMADES melaksanakan studi potensi pengembangan pariwisata berkelanjutan (*sustainable tourism*). Pariwisata berkelanjutan bertumpu pada tiga pilar utama yakni:

- a) layak secara ekonomi,



- b) dapat didukung secara ekologi,
- c) adil secara etika dan social terhadap masyarakat tempatan.

Dalam konsep pariwisata berkelanjutan, masyarakat tempatan harus mendapat manfaat dari keberadaan kegiatan pariwisata di daerah itu. Dengan kata lain dapat mengangkat harkat kehidupan masyarakat tempatan.

### **PEMBELAJARAN**

Dari pelaksanaan proyek TRISMADES selama sekitar dua tahun, dapat dipetik beberapa pembelajaran (*lessons learned*) sebagai berikut:

1. Potensi keberhasilan suatu kegiatan proyek lingkungan akan lebih besar apabila mendapat dukungan dari masyarakat. Sangat perlu dikembangkan kerjasama dan pembinaan saling percaya (*trust building*) antara tiga pilar utama yakni lembaga ilmiah, pemerintah daerah, dan masyarakat.
2. Untuk suatu proyek baru, sangat diperlukan sosialisasi proyek lewat kampanye penyadaran masyarakat (*public awareness campaign*).
3. Masyarakat perlu diikuti-sertakan dalam kegiatan, mulai dari perencanaan, hingga implementasi dan pemantauan.





## MANIPULASI MIKROORGANISMA UNTUK PEMANFAATAN SUMBERDAYA AIR YANG BERKELANJUTAN

**Agus Irianto**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : a\_irianto2@yahoo.com*

Siklus air meliputi berbagai tahapan, diantaranya berupa air permukaan dan “sub-surface”. Pada sebagian tahapan status sebagai air permukaan dan air tanah, memungkinkan dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan manusia seperti pemenuhan kebutuhan air minum dan air bersih, industri, pertanian, perkebunan dan akuakultur. Pada kesempatan yang sama sejumlah komponen “perusak” bisa masuk ke dalam siklus seperti kontaminan berupa senyawa toksik dan patogen. Eksploitasi sumberdaya air yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan kualitas oleh sebab itu usaha pengendalian dan pemulihan kualitas (remediasi) dapat dilakukan menggunakan jasa mikroorganisma dengan cara memanipulasi mikroorganisma yang ada di lingkungan tersebut. Manipulasi mikroorganisma pada lingkungan perairan berperan penting dalam usaha preservasi fungsi sumberdaya air yang berkelanjutan.

### PENDAHULUAN

Untuk beragam aktivitas seperti hidup sehari-hari, kegiatan industri, pertanian, dan akuakultur, diperlukan air dari sumber-sumber air permukaan atau air tanah. Tetapi di sisi lain aktivitas tersebut juga memberikan kontribusi pada pencemaran dan penurunan kualitas sumberdaya perairan. Sebagai contoh, bahwa usaha akuakultur memanfaatkan sumberdaya air terutama air permukaan yang cukup besar, akan tetapi dari aktiitas tersebut akukultur menyebabkan penurunan kualitas sumberdaya air akibat sisa pakan dan bahan kimia yang masuk ke badan air.

Pada tingkat pencemaran yang rendah pada danau atau aliran sungai, permasalahan akan dapat diatasi secara alami melalui proses yang dikenal sebagai pulih diri (*self purification*). Pada proses pulih diri, cemaran organik akan mengalami biodegradasi oleh flora mikroorganisma dan setelah waktu tertentu kondisi perairan pulih seperti semula. Akan tetapi, jika ragam pencemar bervariasi, konsentrasi tinggi dan berlangsung terus-menerus maka proses pulih diri boleh jadi akan terganggu atau bahkan tidak dapat berlangsung sama sekali. Pada keadaan yang demikian maka berbagai usaha harus dilakukan untuk menjaga kerusakan lebih lanjut sumberdaya perairan. Tindakan tersebut adalah dengan menghentikan sumber pencemar, menurunkan kuantitas pencemar dan melakukan proses remediasi.

Proses remediasi lingkungan dapat dilakukan secara fisika, kimiawi dan biologis atau kombinasinya. Adapun dari aspek keamanan dan keberlanjutan, remediasi memiliki beberapa keuntungan yang tidak dimiliki oleh agensia remediator yang lain yaitu biaya relatif murah, penyediaan agensia remediator dapat dilakukan berkelanjutan dan dengan harga murah dan relatif aman. Agensia bioremediator dapat menggunakan mikroorganisma, tumbuhan atau kombinasi keduanya. Mikroorganisma memiliki karakter dan kemampuan degradasi materi pencemar yang bervariasi. Hal ini memungkinkan pengembangan untuk kepentingan bioremediasi dengan target-target polutan spesifik maupun umum. Namun demikian tidak meninggalkan prinsip kehati-hatian dengan hanya menggunakan spesies-spesies yang aman bagi lingkungan dan manusia. Sejauh ini sejumlah mikroba yang telah digunakan secara luas untuk bioremediasi antara lain: *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas fluorescens*,

### MANIPULASI MIKROBA

Pengembangan mikroorganisma untuk kepentingan bioremediasi telah berkembang dengan pesat, selain menggunakan mikroorganisma “wild type”, *wild type* yang dimuliakan



dan penggunaan mikroorganisma “mutant” atau GMO. Beragam spesies mikroorganisma telah digunakan untuk kepentingan bioremediasi dan menunjukkan hasil yang baik, tetapi usaha mendapatkan spesies-spesies baru yang lebih baik tetap terus dilakukan.

Mikroorganisma bioremediator dalam penerapannya antara lain dengan cara memasukkannya ke dalam lingkungan (bioaugmentasi) sehingga merubah kepadatan mikroorganisma dan keragaman spesies mikroorganisma lingkungan tersebut. Pengaturan ragam dan kepadatan populasi ditujukan untuk mengoptimalkan kinerja mikroorganisma dalam bioremediasi bahan pencemar. Manipulasi dapat pula dilakukan antara lain dengan menyeimbangkan ketersediaan nutrisi bagi mikroorganisma lingkungan tersebut (biostimulasi) melalui penambahan nutrisi tertentu seperti urea. Selain itu, tindakan lain dapat pula dilakukan dengan penambahan penambahan oksigen melalui aerasi sehingga memungkinkan bakteri aerobik berperan lebih aktif dalam dekomposisi materi.

Pola bioaugmentasi telah dilakukan antara lain pada lingkungan tanah yang tercemar oleh minyak mentah. Penambahan suatu isolat *Bacillus* ke dalam lingkungan tanah tercemar dalam bentuk kultur tunggal U41 dan U44 masing-masing menunjukkan peningkatan kinerja berupa penurunan kadar benzena, tetapi pada bioaugmentasi menggunakan kedua kultur tersebut secara seimbang, laju degradasi benzena meningkat secara signifikan (Irianto *et al.*, 2003). Gambaran yang sama ditunjukkan pula pada degradasi komponen minyak bumi berupa toluena (Irianto dan Komar, 2000).

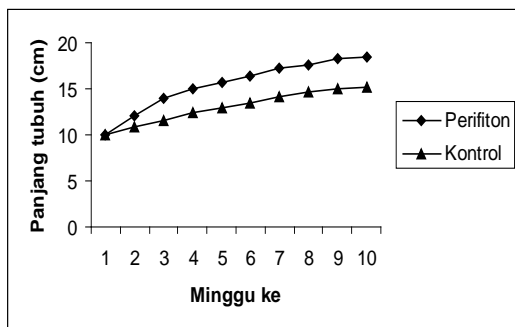
Pemanfaatan mikroorganisma pilihan untuk memperbaiki dan menjaga kualitas air dapat dilakukan sebagaimana telah dicontohkan pada penggunaannya di lingkungan tanah. Salah satu aplikasi tersebut adalah penggunaan konsorsium mikroorganisma yang terdiri dari beragam spesies dengan kemampuan fisiologis yang bervariasi terbukti mampu memperbaiki kualitas air tambak (Poernomo, 2004). Dalam kasus khusus di lingkungan akuakultur, ancaman penurunan kualitas sumberdaya air akibat akumulasi sisa pakan, sisa kotoran dan bahan kimia dari kegiatan akuakultur sangat besar. Ancaman tersebut semakin besar ketika rencana pemerintah meningkatkan produksi perikanan Indonesia mencapai 353% pada 2015 berhasil dijalankan. Peningkatan sebesar itu akan memberi tekanan yang sangat besar terhadap sumber daya perairan.

Salah satu usaha mengantisipasi ancaman tekanan terhadap sumberdaya air akibat implementasi peningkatan produksi perikanan yaitu optimasi lingkungan alami dan aplikasi probiotik. Pada penelitian yang dilakukan Gautier *et al.* (2001) sekurangnya 120 ha lahan mangrove fungsional dapat berperan mengatasi masalah sisa pakan dan polutan lainnya yang berasal dari 286 ha tambak udang. Adapun aplikasi probiotik pada dasarnya memanipulasi kehadiran mikroorganisma tertentu yang menguntungkan pada suatu lingkungan akuakultur. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Bacillus* spp. terbukti mampu meningkatkan kualitas produksi akuakultur melalui perbaikan kualitas air, salah satunya ditunjukkan oleh Chen dan Chen (2001) menggunakan *Bacillus* spp untuk menjaga kualitas air budidaya ikan *red parrot*.

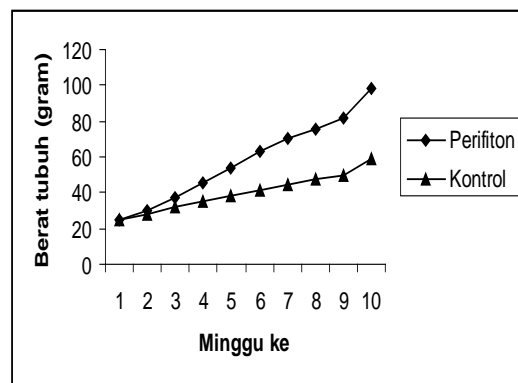
Alternatif lain dalam menjaga kualitas sumberdaya air yang sustainabel yaitu mencari terobosan pola budidaya perikanan. Salah satunya adalah dengan mengembangkan budidaya perikanan berbasis pakan alami berupa biofilm perifiton. Biofilm perifiton merupakan biomassa mikroba bersama-sama dengan algae multi seluler yang tumbuh pada substrat yang terendam dalam badan air seperti batu, bambu atau kayu. Pada mulanya pembentukan biofilm dimulai oleh kolonisasi massa bakteri yang selanjutnya diikuti oleh spesies mikroba lain dan algae.

Untuk kepentingan akuakultur, perifiton dapat dimanipulasi pembentukannya dengan menyediakan substrat tumbuh berupa bambu, kayu atau tali yang sengaja diposisikan terendam. Pertumbuhan perifiton yang baik dapat mencukupi kebutuhan pakan ikan hingga 60 % (Milstein *et al.*, 2005), atau mungkin lebih, tetapi umumnya terbatas pada spesies-spesies ikan budidaya yang memiliki pola makan seperti nila (*Oreochromis niloticus*), misalnya ikan mas, ikan nilam dan bandeng. Mengingat sifat pertumbuhannya, perifiton sangat terbuka terhadap usaha manipulasi untuk mendapatkan kualitas perifiton yang baik, antara lain dengan cara introduksi bakteri yang bermanfaat (probiotik) sebagai komponen utama penyusun perifiton. Penggunaan probiotik akan menguntungkan karena antara lain dapat berperan dalam meningkatkan imunitas hewan inang, pencernaan pakan dan nilai nutrisi pakan (Irianto dan Austin, 2002; Irianto *et al.*, 2006).

Penggunaan perifiton yang diinduksi probiotik *Lactobacillus sp* untuk ikan nila terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan dan pertambahan bobot ikan (Gambar 1 dan 2.). Probiotik *Lactobacillus sp.* kemungkinan besar berperan positif terhadap peningkatan bobot dan panjang tubuh. *Lactobacillus* merupakan genus yang umum digunakan sebagai probiotik karena perannya dalam meningkatkan imunitas inang, menghasilkan senyawa antimikroba (bakteriosin), membantu penyerapan vitamin B, menyeimbangkan flora mikroba inang dan membantu pencernaan pakan (Nowroozi *et al.*, 2004).

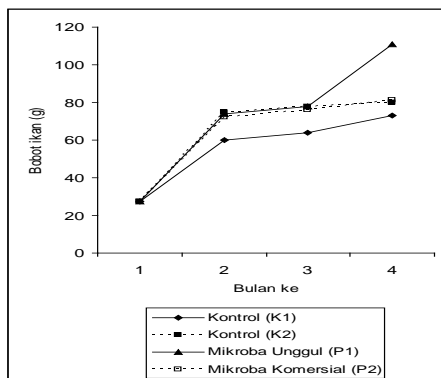


Gambar 1. Grafik ukuran panjang tubuh ikan yang mendapat pakan perifiton dan kontrol (pakan komersial)

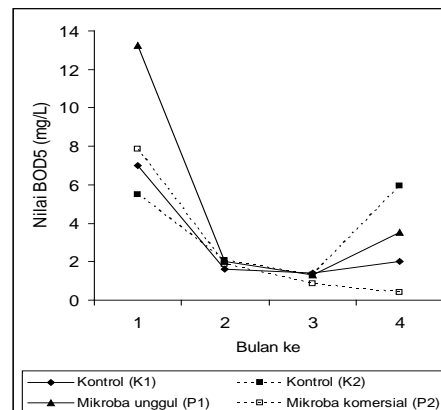


Gambar 2. Grafik berat tubuh ikan yang mendapat pakan perifiton dan kontrol (pakan komersial)

Adapun pemeliharaan dalam jangka panjang menggunakan konsorsium mikroorganisma unggul, hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar. 3.



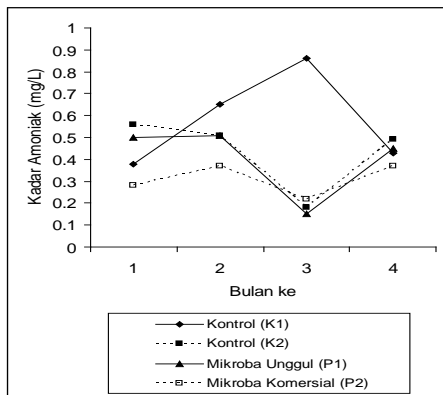
Gambar 3. Pertumbuhan bobot ikan hingga bulan ke-4



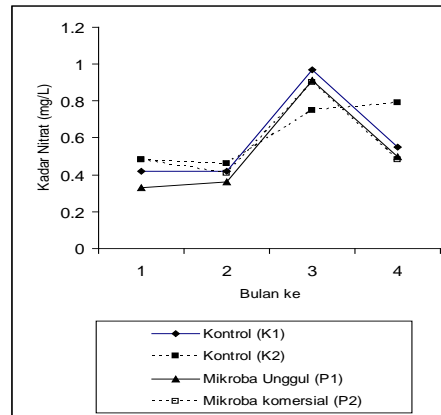
Gambar 4. Nilai BOD<sub>5</sub> (mg/L) setiap perlakuan hingga bulan ke-4



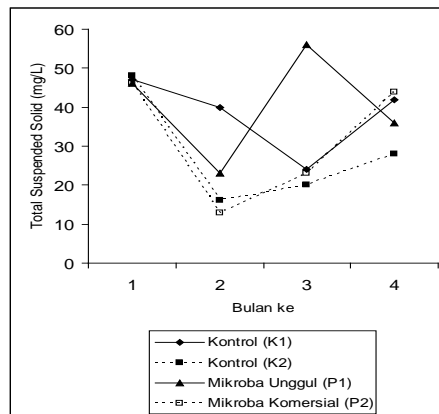
Hasil pengamatan terhadap kualitas air menunjukkan bahwa probiotik ikut berperan secara signifikan pada penentuan kualitas air seperti BOD5 (Gambar. 4), amoniak (Gambar. 5), nitrat (Gambar 6) dan total *suspended solid* (Gambar. 7).



Gambar 5. Kadar Amoniak (mg/L) setiap perlakuan hingga bulan ke-4



Gambar 6. Kadar Nitrat (mg/L) setiap perlakuan hingga bulan ke-4



Gambar 7. Total suspended solid (mg/L) setiap perlakuan hingga bulan ke-4

## PENUTUP

Manipulasi mikroorganisma pada lingkungan perairan dapat dilakukan melalui beberapa cara yang ditujukan untuk kepentingan atau keuntungan manusia. Pada penerapan yang sesuai dan penggunaan mikroorganisma terpilih manipulasi mikroorganisma pada lingkungan perairan tersebut dapat menjadi bentuk pengelolaan sumberdaya air yang berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chen, C.C. and S.N. Chen. Water quality management with *Bacillus* spp. In the high density culture of red parrot fish *Cichlasoma citrinellum* x *C. synspilum*. *North America Journal of Aquaculture* **63**: 66-73.
- Irianto, A. dan M.S. Komar. 2000. Bioremediasi in vitro tanah tercemar toluena dengan penambahan galur lokal. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia* **5(2)**: 43-47
- Irianto, A.; Oedjijono, A. Rianto dan M.S. Komar. 2003. Bioaugmentasi benzene tanah tercemar hidrokarbon yang didegradasi secara *in vitro* dengan menggunakan *Bacillus* sp strain U41 dan U44. *Biota* **VIII(3)**: 101-106
- Irianto, A. and B. Austin (2002). Use of probiotic to control furunculosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Journal of Fish Diseases* **25**: 333-342



- Irianto, A.; Hernayanti dan N. Iriyanti. 2006. Pengaruh Suplementasi Probiotik A3-51 terhadap Derajat Imunitas *Oreochromis niloticus* Didasarkan pada Angka Kuman pada Ginjal setelah Uji Tantang dengan *Aeromonas hydrophila* dan *Aeromonas salmonicida achromogenes*. *Jurnal Perikanan*, **8(2)**: 144-152
- Gautier, D.; J. Amador and F. Newmark. 2001. The use of mangrove wetland as a biofilter to treat shrimp pond effluents: preliminary results of an experiment ion the Carribeasn coast of Columbia. *Aquaculture Research* **32**: 787-799
- Milstein, A.; D. Joseph; Y. Peretz and S. Harpaz. 2005. Evaluation of organic tilapia culture in periphyton-based ponds. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, **57(3)**: 143-155
- Nowroozi; M. Mirzaii and M. Norouzi. 2004. Study of Lactobacillus as Probiotic bacteria. *Iranian J. Publ. Health* **33(2)**: 1-7
- Poernomo, A. 2004. Technology of Probiotics to Solve the Problems in Shrimp Pond Culture and the Culture Environment. Simposium Nasional Perkembangan dan Inovasi Ilmu dan Teknologi Akuakultur. Kongres I Masyarakat Akuakultur Indonesia. Semarang, 27–29 Januari 2004



# BIODIVERSITAS



## KOMUNITAS TUMBUHAN LAMUN DI KAWASAN PERAIRAN SEKITAR DENPASAR

Deny Suhernawan Yusup<sup>1,2</sup> dan Hasan Asy'ari<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Denpasar, <sup>2)</sup> Kelompok Studi Pesisir dan Kelautan, Universitas Udayana, Denpasar  
E-mail : dsyusup@yahoo.com

Studi komunitas tumbuhan lamun di perairan sekitar Kota Denpasar telah dilakukan pada empat pantai yaitu Serangan, Mertasari, Semawang dan Mertasesgara dengan menggunakan metode transek. 7 jenis tumbuhan lamun yang ditemukan yaitu *Cymodocea serulata*, *Cymodocea ritundata*, *Enhalus acroides*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalassia hemprichii*, *Halophila decipien*, *Hallodue uninervis*, *Thalassodendron ciliatu*. Hasil analisis menunjukkan bahwa variasi spasial antarlokasi pengamatan terjadi. Pantai Serangan ( $H' = 1,6$ ;  $E = 0,56$ ; dan kerapatan = 58,5%), pantai Mertasari ( $H' = 1,37$ ;  $E = 0,48$ ; dan kerapatan = 58,5%); pantai Semawang ( $H' = 2,66$ ;  $E = 95$ , dan kerapatan = 39,7%), serta pantai Mertasesgara ( $H = 2,27$ ;  $E = 0,88$ ; dan kerapatan = 57,6%).

Keywords : Denpasar, Pulau Serangan, lamun, seagrass beds, tumbuhan pantai, komunitas

### PENDAHULUAN

Secara garis besar masyarakat P Bali dapat dikategorikan sebagai masyarakat agraris (petani dan nelayan) dan masyarakat pariwisata. Namun sebutan P Bali sebagai daerah tujuan wisata lebih melekat dibandingkan sebagai daerah agraris. Hal ini dibuktikan dengan data statistik dari Produk Regional Bruto Domestik (PDRB) provinsi Bali bahwa sector industri pariwisata dan sektor industri terkait mendukung kurang lebih 80% pendapatan Propinsi Bali (Anonim, 2000<sup>a</sup>). Salah satu andalan industri pariwisata Propinsi Bali adalah wisata bahari. Propinsi Bali yang terdiri dari pulau Bali dan beberapa pulau kecil lainnya, secara keseluruhan panjang pantai di Bali adalah 430 km, dengan luar  $\pm 9500 \text{ km}^2$  (jarak dari pantai 12 mil laut) (Anonim, 2000<sup>b</sup>).

Salah satu "ikon" pariwisata P. Bali adalah kawasan pantai Sekitar Kota Denpasar, bahkan kawasan ini jauh lebih dulu berkembang dan dikenal dari pada kawasan wisata lainnya. Kawasan ini mencakup kawasan P Serangan sampai dengan perbatasan Kabupaten Gianyar (sekitar pantai Padang Galak). Kawasan pantai di sekitar Kota Denpasar dimanfaatkan terutama untuk pariwisata, sedangkan kawasan pantai di P. Srganan dimanfaatkan untuk aktifitas perikanan, misalnya budidaya rumput Laut dan budidaya ikan keramba. Potensi wisata perairan pantai sekitar Kota Denpasar adalah terumbu karang, mangrove dan padang lamun. Sejauh ini kawasan terumbu karang dan mangrove telah berkembang menjadi bagian industri wisata yang telah dikelola, akan tetapi potensi padang lamun masih sedikit memperoleh perhatian. Oleh karena itu masih sedikit data tentang informasi kondisi dan potensi padang lamun di kawasan tersebut (Yusup, 2006, 2008<sup>a</sup> dan 2008<sup>b</sup>). Jika memperhatikan fakta di lapangan, kawasan padang lamun di kawasan tersebut memiliki peranan yang tidak kalah penting dibanding kawasan mangrove dan terumbu karang dikarenakan padang lamun menjadi bagian pendukung utama obyek wisata tujuan di Kota Denpasar (khususnya bagi wisatawan nusantara). Kawasan ini memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi seperti sponge, hewan makro invertebrata Linawati dkk, 2005) dan alga (Yusup dkk, 2002). Oleh karena itu kawasan pantai sekitar kota Denpasar dimasukkan dalam program perencanaan penetapan Kawasan Konservasi Laut (KKL) yang sedang disusun oleh tim kerjasama DKP dan sebuah Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) international di kawasan Lesser Sunda. Oleh karena itu sangat penting untuk melakukan kajian spasial kondisi padang lamun di sekitar Kota Denpasar untuk melihat potensi dan acuan monitoring secara temporal.



## MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di empat kawasan yang memiliki karakteristik yang berbeda yaitu kawasan P. Serangan, Mertasari, Semawang dan Mertasagara. Berdasarkan aktifitas yang lebih menonjol di empat kawasan tersebut adalah sebagai berikut. Kawasan P Serangan dimanfaatkan untuk aktifitas perikanan dan sejak akhir tahun 2005 banyak dimanfaatkan untuk budidaya rumput laut. Kawasan Mertasari merupakan kawasan yang nampak mengalami sedimentasi dan dimanfaatkan untuk aktifitas wisata olahraga pantai. Kawasan Semawang terletak di belakang kawasan hotel. kawasan Mertasagara merupakan tempat penambatan perahu motor nelayan dan kapal motor wisata.

Metode pengambilan data digunakan metode monitoring sea grass dari Short *et al.* (2004). Pengambilan data pada masing-masing kawasan digunakan tiga traksek sejajar garis pantai (masing-masing sepanjang 50 m) (gambar 1.) Transek tepi (shallow) ditentukan dimana tanaman lamun mulai tumbuh, Tengah (Mid) dan dekat tubir (deep). Masing-masing transek dicuplik 12 quadrat dengan ukuran 50 X 50 cm (Gambar.1). Pengambilan data dilakukan pada saat surut untuk mempermudah pengamatan.

Parameter-parameter yang dicatat di pada quadrat pada tiap quadrat adalah persen penutupan (percent cover) dengan standar dari Short *et al.* (2004) , tinggi canopy species dominan, kepadatan jenis dan tipe sedimen.. Identifikasi jenis tanaman digunakan panduan Mather dan Bennet (1994). Analisis data yang digunakan adalah keragaman jenis (H) dari Shannon Wiener, indeks evenness Krebs (1978). Persen penutupan jenis (species coverage percentage) dari Saito and Atobe (dalam English and Baker, 1997), Persen penutupan total (total coverage percentage dari Brower *et al.*, 19990 (dalam Fauziyah,. 2004)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1. Hasil analisis komunitas tumbuhan lamun**

Lokasi (jumlah species)	H	E	%	kerapatan
P. Serangan (7)	1.6	0.56	58.5	rapat
Mertasari (4)	1.37	0.48	58.85	rapat
Semawang (7)	2.66	0.95	38.26	sedang
Mertasegara (6)	2.27	0.88	57.6	rapat

### *Keragaman Jenis*

Jenis tumbuhan lamun ditemukan di empat lokasi penelitian adalah 8 jenis (Tabel 1). Sejauh ini jenis-jenis tanaman lamun di beberapa pantai di kawasan P. Bali (P. Menjangan, P Nusa Penida, P. Nusa Lembongan dan Nusa Ceningan dan sekitar kawasan Denpasar) yang telah teridentifikasi adalah 8 jenis. Menurut Kurniadewa (2006) menyebutkan bahwa di Indonesia kurang lebih ada 12 jenis seagrass. Secara keseluruhan padang lamun di perairan sekitar kota Denpasar termasuk vegetasi campuran. Jumlah jenis yang paling sedikit ditemukan di kawasan Mertasari (4 species, tabel 2).

Hasil analisa terhadap komunitas lamun meliputi indeks keragaman (H), indeks keseragaman (E) dan persen penutupan ditunjukkan pada tabel 1. Hasil analisa menunjukkan adanya variasi spatial antar lokasi penelitian. Nilai indeks Diversitas secara keseluruhan berkisar antara 1 – 3 menggambarkan bahwa keragaman jenis tanaman lamun di kawasan kota Denpasar tergolong sedang. Rendahnya nilai "H" di kawasan P. Serangan dan Mertasari (H= 1,6 dan 1.37) secara keseluruhan kawasan-kawasan tersebut telah mengalami tekanan. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Linawati dkk (2005) di Kawasan P.Serangan (H= 2.08) mengindikasikan bahwa padang lamun di P Serangan telah mengalami penurunan. Perubahan ini diakibatkan pemanfaatan kawasan ini untuk aktifitas budidaya rumput laut dengan metode





"bottom line" pada akhir 2005. Rendahnya keragaman di kawasan Mertasari ( $H=1.37$ ) lebih disebabkan oleh tekanan kondisi fisik lingkungan seperti sedimentasi dan tereksposnya tanaman lamun terhadap sinar matahari pada saat surut sebagaimana dikemukakan oleh Anonym (2009). Hal ini diindikasikan oleh "terbakarnya" permukaan daun tanaman lamun yang ditunjukkan oleh warna daun menjadi kekuningan. Perbaikan kondisi padang lamun ditemukan di kawasan Mertasegara ( $H= 2.27$ ). Hasil penelitian Yusup (2008<sup>a</sup>) melaporkan bahwa nilai  $H = 1.37$ .

### Persen Penutupan

Persen penutupan dan persen penutupan jenis disajikan pada tabel 2. Persen penutupan berkisar di tiga kawasan tergolong rapat (berkisar 57 -58%) dan penutupan terendah di kawasan Semawang (38.26%). Kerapatan di kawasan sekitar kota Denpasar relatif lebih rendah dibandingkan dengan kawasan Bunaken (personal-obs) yang diprediksi memiliki kerapatan diatas 80%. Akan tetapi lebih tinggi jika dibandingkan dengan kerapatan di perairan Teluk Banten (pers-obs).

Jenis *T. hemprichii* mempunyai kerapatan yang jauh lebih besar dibanding Jenis lainnya dan *Thalassodendron ciliatum* memiliki persen penutupan paling rendah. *Thalasso dendron E. acoroides*. Namun meski demikian kerapatan lamun persatuan luas mempunyai ketergantungan terhadap jenisnya, karena jenis-jenis lamun mempunyai morfologi yang berbeda.

Di Perairan Laut di Indonesia *T. hemprichii* merupakan jenis yang paling tinggi kelimpahannya (Tomascik dkk,1997). *T. hemprichii* adalah jenis lamun yang memiliki habitat pada perairan dangkal dengan substrat berpasir dan berlumpur atau kadang kadang diterumbu karang (Yulianda, 2002). Jenis ini bahkan tumbuh baik dimana jenis lain di kawasan dengan substrat yang telah mengalami pengayaan organik, seperti halnya di perairan Teluk Banten *T. hemprichii* memiliki kerapatan yang tinggi dan panjang daun di atas 30 cm (pers-obs).

Persen penutupan *Cymodocea rotundata* dan *Enhalus acoroides* menunjukkan relatif lebih tinggi berikutnya. Jenis ini mampu hidup pada daerah yang mendapat tekanan tinggi, sehingga mampu hidup dalam keadaan lingkungan kurang mendukung untuk pertumbuhan jenis tersebut (Tomascik et al,1997).

Persen penutupan *Cymodocea rotundata* dan *Enhalus acoroides* menunjukkan relatif lebih tinggi berikutnya. Jenis ini mampu hidup pada daerah yang mendapat tekanan tinggi, sehingga mampu hidup dalam keadaan lingkungan kurang mendukung untuk pertumbuhan jenis tersebut (Tomascik et al,1997).

**Tabel 2. Rata-rata Persen penutupan jenis dan persen penutupan total**

Species	Serangan	Mertasari	Semawang	Mertasegara
<i>Thalassia hemprichii</i>	28.6	31.6	18	27.43
<i>Cymodocea serrulata</i>	7.3	0	0.43	0
<i>Cymodocea rotundata</i>	6.5	6.25	4.43	11.81
<i>Enhalus acoroides</i>	7.5	16.8	10.1	9.46
<i>Halodule uninervis</i>	0.1	0	3.21	1.65
<i>Syringodium isoetifolium</i>	7.6	1.2	2	7.16
<i>Halophila dicipiens</i>	0.8	0	0	0.21
<i>Thalassodendron ciliatum</i>	0	0	0.09	0
<b>Penutupan Total</b>	<b>58.5</b>	<b>58.85</b>	<b>38.26</b>	<b>57.6</b>



Persen penutupan *Cymodocea rotundata* dan *Enhalus acoroides* menunjukkan relatif lebih tinggi berikutnya. Jenis ini mampu hidup pada daerah yang mendapat tekanan tinggi, sehingga mampu hidup dalam keadaan lingkungan kurang mendukung untuk pertumbuhan jenis tersebut (Tomascik *et al*,1997).

*H. uninervis* ditemukan paling tinggi di kawasan Semawang (3.21%). Ini mengindikasikan berkurangnya jenis-jenis lainnya di kawasan ini. Menurut Erftemeijer (1993) *H. uninervis* juga termasuk tumbuhan pionir dan semakin berkurang jumlah jenis lainnya karena tekanan atau kondisi yang makin buruk maka jenis ini akan semakin banyak. Tingginya *H. decipens* yang merupakan species pionir dan relatif rendahnya kelimpahan jenis *T. hemprichii* mengindikasikan bahwa kawasan Semawang dalam proses menuju kestabilan.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa kondisi komunitas padang lamun di kawasan kota Denpasar relatif baik meski menunjukkan adanya tekanan lingkungan dan menunjukkan variasi spatial kondisi.

## PUSTAKA

- Anonim, 2000<sup>a</sup>. Bali Dalam Angka. Biro Pusat Statistik (BPS).
- Anonim, 2000<sup>b</sup>. Atlas Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Laut propinsi Bali. Bapedalda dan PKSPL-IPB.
- Anonym. 2009. Seagrasses. <http://www.aims.gov.au/pages/research/project-net/seagrass/apnet-seagrasses01.html> opened at 6 may 2009.
- Erftemeijer, Paul. 1993. Factors Limiting Growth and Production of Tropical Seagrasses: Nutrient Dynamics in Indonesian Seagrass beds. Cip-Gegevens Koninklijke Bibliotheek, Den Haag.
- English, S.C.W. and V.Baker. 1997. Survey Manual For Tropical Marine Resources. Australia Institute Of Marine Science. Townville. Australia
- Fauziyah, I. M. 2004. Struktur Komunitas Padang Lamun di Pantai Batu Jimbar Sanur. Skripsi S1. Institut Pertanian Bogor.
- Kiswara, W.1999.Perkembangan Penelitian Ekosistem Padang Lamun di Indonesia. H 181-197.Prosiding Seminar Tentang Oseanologi dan Ilmi Lingkungan laut 1999.jakartta.Puslitbang Oseanologi - LIPI .Jakarta.
- Krebs, Charles J. 1978. Ecology The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper and Row Publisher. New York.
- Kurniadewa E.T. 2006.Peran dan Permasalahan Ekosistem Padang Lamun di wilayah pesisir. Makalah workshop . Makalah pada JSPS Workshop: Seaweed and Seagrass. Kerjasama JSPS-P2O LIPI.- Coastal and Marine Studi Group Universitas Udayana Denpasar 6- 11 September 2006.
- Linawati; D.S. Yusup dan J.Subagio.2005. Struktur Komunitas Padang Lamun di pantai Serangan dan Pantai Terora Nusa Dua. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Udayana.Tidak dipublikasikan.
- Mather, P. dan I. Bennet. 1994. A Coral Reef Handbook: A Guide to the Geology, Flora and Fauna of the Great Barrier Reef. Surrey Beatty and Sons PTY Limited.New South Wales.
- Short, F.T. McKenzie, L.J. Cole, R.G. and Gaeckle J.I. 2004. SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat – North West Pacific Edition. University of New Hampshire USA; QDPI, Northern Fisheries Centre , Australia.
- Tomascik.Tomas, Anmarie Janice Mah,Anugerah Nontji dan Mohammad Kasim Moosa.1997.The Ecology of Indonesian Seas.Periplus Edition.
- Yulianda, Fredinan. 2002. Pengenalan Lamun (Seagrass) Penuntun Praktikum Biologi Laut. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Yusup,D.S. Meitini.W.P dan Hardini, Y. 2002. Struktur komunitas alga (seaweed) di perairan sekitar Kodya Denpasar. Prosiding Seminar dan Kongres Nasional Kelautan 2. Denpasar Bali.
- Yusup, D.S. dan Meitini W.P. 2006. Spatial Struktire Tumbuhan lamun di Komunitas padang Lamun di Bali. Prosiding Makalah Kelautan II. Universitas Hang Tuah Surabaya, Surabaya- Mei 2006
- Yusup, D.S. 2008<sup>a</sup>. Struktur Spatial. umbuhan lamun di kawasan pantai Mertasegara Sanur. Prosiding Makalah Kelautan IV. Universitas Hang Tuah Surabaya, Surabaya- Mei 2008
- Yusup,D.S 2008<sup>b</sup> Keanekaragaman Tumbuhan Lamun Di Kawasan P. Serangan Bali. Makalah Seminar Nasional Biodiversitas II. Fakultas Sains dan Teknologi Unair.urabaya. S Juli 2008.



## KONTAMINASI LOGAM BERAT DAN DAMPAKNYA TERHADAP BIODIVERSITAS *MOLLUSCA* DI TELUK JAKARTA

**Noverita Dian Takarina dan Andrio Adiwibowo**

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Jakarta*

*E-mail : takarinanoverita@hotmail.com*

Perairan Indonesia memiliki biodiversitas *mollusca* yang tinggi. Selain itu, berbagai jenis *mollusca* juga banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Pada saat ini, habitat *mollusca* juga telah banyak tercemar, salah satunya adalah melalui kontaminasi logam berat. Selain masih kurangnya informasi mengenai kadar logam berat di tubuh *mollusca*, pengaruh logam berat pada biodiversitas *mollusca* juga masih minim. Penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil sampel di delapan muara sungai di Teluk Jakarta. Kadar logam berat pada sedimen dan tubuh *mollusca* dianalisis dengan menggunakan alat AAS. Kadar logam berat pada sedimen adalah berturut turut Zn > Cu > Cr > Pb yang secara urut sebagai berikut 214 ppm, 59 ppm, 40 ppm, dan 32 ppm. Kadar logam berat pada *mollusca* berturut turut adalah Zn > Pb > Cu yang secara urut sebagai berikut 97 ppm, 38 ppm, dan 11 ppm. Kadar logam berat yang diperoleh di *mollusca* sudah melewati ambang batas yaitu terutama untuk Pb (2 ppm) dan Cu (20 ppm). Berdasarkan hasil analisis biodiversitas, rata – rata indeks Shannon - Wiener adalah 0,267 yang menunjukkan keanekaragaman yang sangat rendah. Genus yang mendominasi adalah *Atactodea*, *Tellina*, dan *Marmarostoma*. Selain itu, hubungan yang signifikan antara biodiversitas dengan logam berat juga terlihat. Secara umum, kenaikan logam berat akan mengakibatkan menurunnya biodiversitas, terutama untuk Cu ( $R^2 = 0,5718$ ), Pb ( $R^2 = 0,2903$ ), Zn ( $R^2 = 0,246$ ), dan Cr ( $R^2 = 0,0156$ ). Penelitian telah mengidentifikasi kadar logam berat dan akumulasinya pada makhluk hidup. Selain itu, akumulasi logam berat ternyata terbukti dapat mengurangi jumlah jenis dan individu suatu takson, terutama *mollusca*. Hasilnya adalah hanya beberapa genus tertentu saja yang dapat bertahan hidup. Pada akhirnya nanti, jumlah jenis dan individu yang berkurang bukan saja mengancam biodiversitas, tetapi ketahanan pangan. Ikan-ikan tidak akan lagi mendapatkan makanan atau akan mengalami akumulasi logam berat pada tubuhnya.

### PENDAHULUAN

Ekosistem perairan pesisir di Indonesia merupakan kawasan yang akhir-akhir ini mendapat perhatian cukup besar dalam berbagai kebijaksanaan dan perencanaan pembangunan di Indonesia. Wilayah itu kaya dan memiliki beragam sumber daya alam yang telah dimanfaatkan sebagai sumber bahan makanan utama, khususnya protein hewani. Selain ikan dan rumput laut, sumber daya laut yang cukup penting adalah makrozoobentos, seperti crustacea dan moluska. Selain udang, moluska juga menjadi salah satu sumber daya yang cukup penting. Kerang dara (*Anadara*) dan kerang hijau (*Perna viridis*) adalah beberapa makrozoobentos yang umum dikonsumsi di P. Jawa. Meskipun tidak dikonsumsi secara langsung, moluska juga memiliki peran penting dalam ekosistem melalui rantai makanan. Maka bila di tubuh moluska sudah mengandung logam berat maka akan berdampak pada 2 hal, yaitu akan terjadi migrasi logam berat ke organisme pada tingkat trofik yang lebih tinggi. Kedua, efek toksik yang ditimbulkan menimbulkan kematian pada moluska sehingga terjadi kematian sehingga jumlah jenis dan individu akan berkurang. Bila biodiversitas moluska berkurang, maka organisme pada tingkat trofik di atasnya akan kekurangan makanan.

Penelitian dan informasi yang menggabungkan interaksi antara logam berat di sedimen dan di tubuh biota dengan biodiversitas masih dirasa kurang. Maka, penelitian itu bertujuan untuk (1) Mengetahui hubungan logam berat di sedimen dengan biodiversitas moluska (2) Mengetahui hubungan biodiversitas moluska dengan logam berat di biota (3) Hubungan itu kemudian akan digunakan untuk merekonstruksi suatu bioindikator.



## MATERI DAN METODE

### Lokasi Sampling

Sampel moluska dikoleksi dari Cengkareng Drain, Angke, Ciliwung, Sunter, Cakung, Kamal, dan Bekasi. Di setiap lokasi, sedimen dikumpulkan dari bawah dengan menggunakan Ekman Grab. Sampel kemudian diawetkan dan disimpan dalam kotak pendingin dan freezer pada suhu 4 ° C. Untuk tujuan identifikasi, sedimen yang disaring dengan menggunakan saringan USA Standar Pengujian ukuran 4 mm, 2.36 mm, 1.70 mm, 1.18 mm dan 600 µm.

### Analisis Biodiversitas Moluska

Parameter keanekaragaman hayati dalam riset berdasarkan indeks keanekaragaman hayati (Shannon-Wiener Index) yang berkisar dari nol sampai 5. nilai keanekaragaman hayati yang lebih rendah berarti rendah dan menunjukkan polusi. Sebaliknya, nilai yang lebih tinggi berarti menunjukkan keanekaragaman hayati yang tinggi dan lingkungan yang sehat. Indeks ini dihitung berdasarkan rumus dan data dari sampel. Setiap sampel diidentifikasi dan jumlah individu dihitung. Data ditabulasi dan dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

### Analisis Logam Berat

Pengukuran kandungan logam pada sedimen dan biota berdasarkan Metode SSA. Sampel lalu diawetkan dengan alkohol 70% dan dikeringkan selama 2-3 jam pada 105 ° C. sampel Kering destruksi dengan HNO<sub>3</sub> 4 ml dan 2 ml HClO<sub>4</sub> solusi. Sampel dipanaskan di atas hot plate selama 1-2 jam (sampai volume larutan menyusut menjadi 1-3 ml). Kemudian tambahkan air suling ganda sebanyak 1-2 ml dan didinginkan pada suhu kamar. Sampel dingin disaring menggunakan kertas saring Whatman No 40, dan filtrat dikumpulkan dalam tabung uji. Lalu, ke dalam filtrat ditambahkan ke double air suling sampai volume larutan sampel 7 ml. Selanjutnya, tabung reaksi berisi larutan sampel dicampur larutan sampel dan divortex. Sampel kemudian siap untuk isi logam berat (Cu, Cr, Pb dan Zn) analisis dengan menggunakan AAS Shimadzu AA-6300.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, moluska ditemukan di 8 mulut sungai (Tabel 1). Terlihat jelas bahwa *Atactodea* sp. adalah jenis yang dominan karena ditemukan di setiap lokasi dan dalam jumlah besar. Selain *Atactodea* sp, beberapa jenis yang dominan (n = 30 – 50 individu) adalah *Vepricardium sinensis* dan *Bulla* sp. Sedangkan jenis lain umumnya ditemukan hanya dalam jumlah sedikit (n < 10 individu).

Tabel 1. Tabel Inventarisasi Mollusca Di Teluk Jakarta

No	Lokasi	Stasiun	Spesies	Jumlah Spesimen
1	M. Angke	1	<i>Gemmula kieneri</i>	1
			<i>Tufuta rubeta</i>	2
			<i>Melampus striatus</i>	1
			<i>Pyramidella sulcata</i>	1
			<i>Aerosteriana rugosa</i>	1
			<i>Terebralia sulcata</i>	2
			<i>Tufuta bubo</i>	
			<i>Bulla</i> sp.	36
		2	<i>Paphia undulate</i>	1
			<i>Vepricardium sinensis</i>	48
		<i>Tapes literata</i>	1	

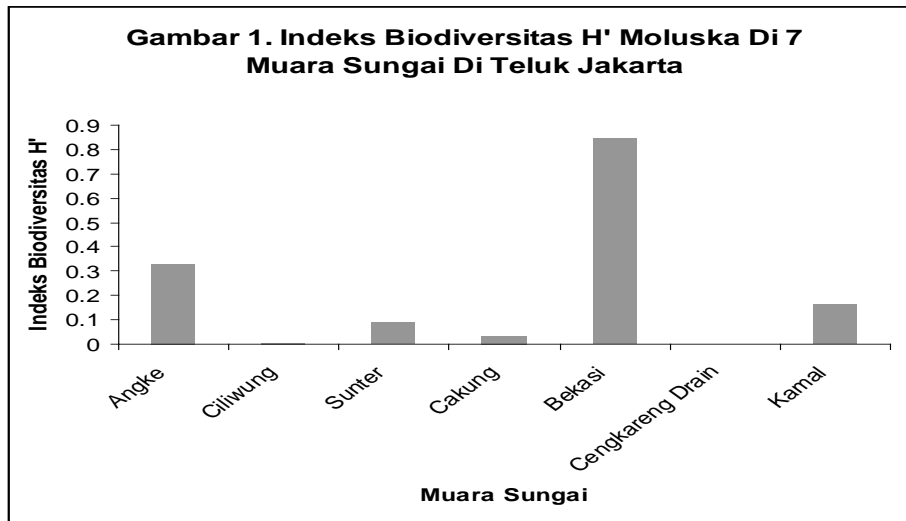


No	Lokasi	Stasiun	Spesies	Jumlah Spesimen
			<i>Atactodea</i> sp.	2816
		3		
		1	<i>Atactodea</i> sp.	354
2	M. Ciliwung	1	<i>Bulla</i> sp.	2
			<i>Terebralia sulcata</i>	1
			<i>Atactodea</i> sp.	482
		2		
		3		
3	M. Sunter	1	Mesodesmatidae	1120
			Columbellidae	6
			Littorinidae	5
		2	<i>Anadara</i> sp.	3
			<i>Atactodea</i> sp.	6394
			Gastropoda	4
		3	<i>Vepricardium sinensis</i>	6
			<i>Asaphis dichotoma</i>	17
			<i>Tapes (tapes)</i> sp.	4
			Cassidae (fam)	1
			<i>Tellina (tellinella) virgate</i>	1
			<i>Atactodea</i> sp.	1754
			<i>Bulla</i> sp.	2
4	M. Cakung	1	<i>Atactodea</i> sp.	4397
			<i>Pupa sulcata</i>	1
			<i>Solen grandis</i>	1
		2	<i>Anadara</i> sp.	7
			<i>Libitina rostrata</i>	2
			<i>Bulla</i> sp.	
			<i>Atactodea</i> sp.	367
		3	<i>Vepricardium sinensis</i>	1
			<i>Atactodea</i> sp.	2220
			<i>Marmarostoma ticaonicus</i>	3
5	Bekasi	1	<i>Solen strictus</i>	2
			<i>Merotrix</i> sp.	2
			<i>Turbo</i> sp.	1
		2	<i>Tellina virgate</i>	8
			<i>Gemmula</i> sp.	2
			<i>Gemmula kieneri</i>	1
			<i>Planaxis sulculatus</i>	1
			<i>Atactodea striata</i>	9
			<i>Atactodea glabrata</i>	21
			<i>Melampus striatus</i>	1
		<i>Nassarius</i> sp.	1	
		3	<i>Tellina virgate</i>	4
			<i>Rhinoclavis vertagus</i>	1
			<i>Atactodea</i> sp.	2924
			<i>Anadara granosa</i>	1
<i>Anadara Maculosa</i>	1			
6	M. Cengkareng Drain	1		
		2		
		3	<i>Septifer bilocularis</i>	1
7	M. Kamal	1	Mesodesma	71/63



No	Lokasi	Stasiun	Spesies	Jumlah Spesimen
		2	<i>Barbatia decussata/ Anadara indica</i>	1
			<i>Atactodea glabrata</i>	194
			<i>Atactodea striata</i>	202
		3	<i>Anadara maculosa</i>	1
			<i>Atactodea glabrata</i>	1
			<i>Pyrene sp.</i>	1
			<i>Atactodea striata</i>	3
<i>Atactodea sp.</i>	1018			

Untuk melihat keadaan keanekaragaman moluska dari suatu ekosistem, maka dapat dilihat dari indeks biodiversitas Shannon-Wiener (H') (Gambar 1). Pada gambar terlihat jelas pola biodiversitas adalah sebagai berikut : Bekasi > Angke > Kamal > Sunter > Cakung > Ciliwung > Cengkareng Drain. Artinya Bekasi memiliki jumlah jenis dan individu terbesar sedangkan di Cengkareng tidak ditemukan jenis moluska apapun.



**Tabel 2. Pola Logam Berat Di Sedimen Dari 7 Muara Sungai, Diurutkan Dari Tertinggi Sampai Terendah**

Pb : Sunter > Cakung > Angke > Ciliwung > Cengkareng Drain > Kamal > Bekasi.
Cr : Kamal > Cengkareng Drain > Cakung > Sunter > Bekasi > Angke > Ciliwung
Cu : Cengkareng Drain > Kamal > Cakung > Angke > Ciliwung > Sunter > Bekasi.
Zn : Kamal > Cengkareng Drain > Cakung > Sunter > Angke > Ciliwung > Bekasi.

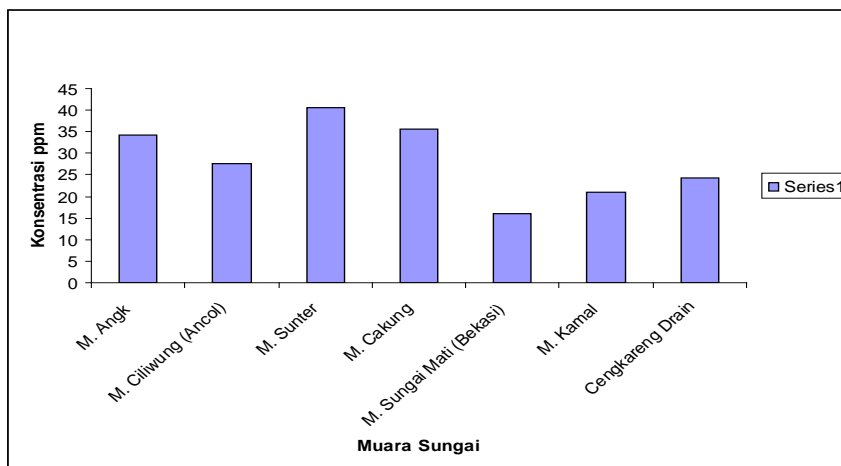
**Tabel 3. Model Matematika dan Korelasi Biodiversitas Moluska (x) Dengan Logam Berat Di Sedimen (y)**

Jenis Logam	Model Matematika
<b>Pb</b>	$y = -15,706x + 31.735, R^2 = 0,2903$
<b>Cr</b>	$y = -7.8384x + 35.343, R^2 = 0.0156$
<b>Cu</b>	$y = -57.586x + 69.123, R^2 = 0.5718$
<b>Zn</b>	$y = -132.05x + 234.13, R^2 = 0.246$

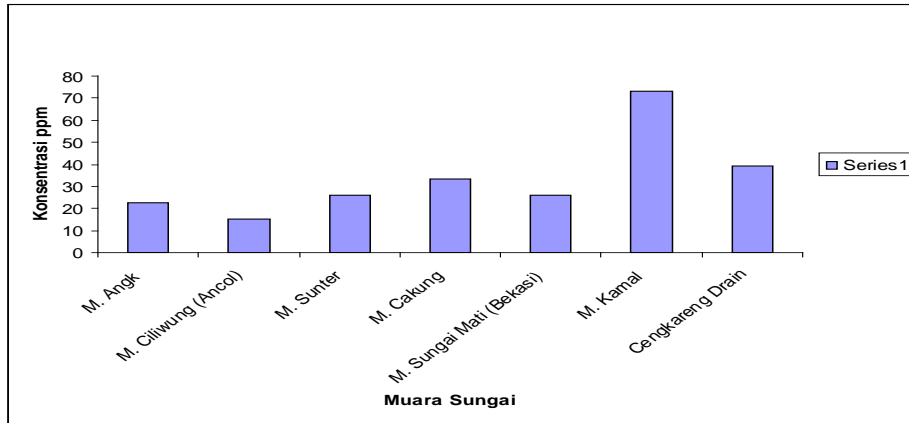
**Tabel 4. Model Matematika dan Korelasi Biodiversitas Moluska (x) Dengan Logam Berat Di Tubuh Bentos (y)**

Jenis Logam	Model Matematika
<b>Pb</b>	$y = -141.23x + 113.27, R^2 = 0.7453$
<b>Cr</b>	$y = 29.215x - 23.955, R^2 = 0.9735$
<b>Cu</b>	$y = 10.505x + 5.6293, R^2 = 0.8036$
<b>Zn</b>	$y = 129.21x + 28.951, R^2 = 0.7548$

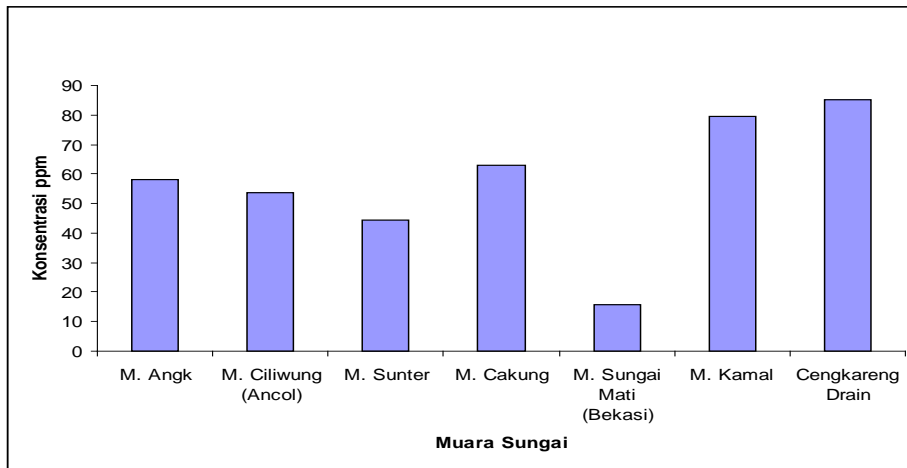
Pola biodiversitas itu berhubungan dengan pola masing – masing logam berat di sedimen dari muara sungai (Tabel 2). Pola yang terlihat adalah ketika konsentrasi Pb di sedimen tinggi maka biodiversitas moluska rendah (Gambar 2). Hal itu ditemukan terutama di Sunter (40 ppm), Cakung (35 ppm), dan Angke (35 ppm). Sedangkan biodiversitas moluska tinggi ketika konsentrasi Pb rendah, contohnya di Kamal (20 ppm). Maka (Tabel 3) Pb berkorelasi negatif dengan Mollusca ( $y = -15.706x + 31.735, R^2 = 0.2903$ ). Hubungan antara biodiversitas bentos dengan kandungan logam di tubuh juga menunjukkan hal yang sama (Tabel 4). Ketika logam Pb meningkat di tubuh moluska, ternyata dapat mengurangi jumlah jenis dan individu moluska ( $y = -141.23x + 113.27, R^2 = 0.7453$ ). Dapat disimpulkan bahwa Pb berdampak toksik (Beldi et al, 2006).


**Gambar 2. Konsentrasi Pb Di Muara Sungai Di Teluk Jakarta**

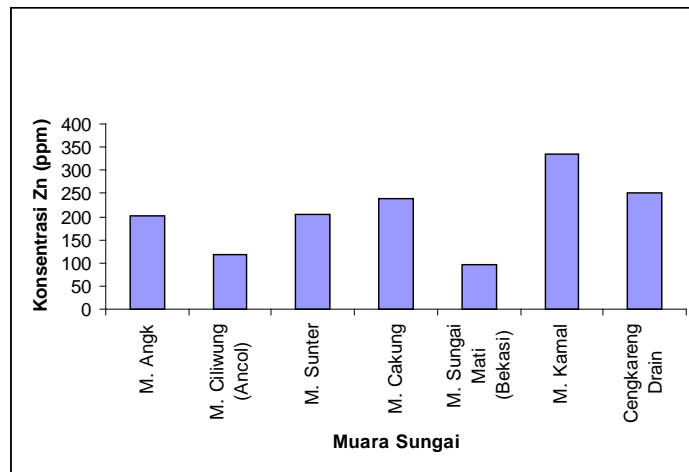
Berbeda dengan Pb, Cr tidak terlalu berdampak negatif pada biodiversitas moluska ( $y = -7.8384x + 35.343, R^2 = 0.0156$ ) (Tabel 3). Sebagai contoh, Kamal adalah lokasi dengan biodiversitas tingkat menengah, meskipun Cr tertinggi (70 ppm) (Gambar 3). Artinya, Cr tidak terlalu berdampak toksik pada moluska. Moluska memang memiliki kemampuan untuk mentoleriri, mengatur dan mendetoksifikasi logam yang terdapat ditubuhnya (Ali & Fishar, 2005, Poulton, 1995). Hal itu juga diindikasikan ketika Cr meningkat di tubuh biota yang justru diikuti dengan peningkatan biodiversitas ( $y = 29.215x - 23.955, R^2 = 0.9735$ ) (Tabel 4). Tingginya konsentrasi Cr berhubungan dengan penggunaan lahan dan tipe indsutri di sekitarnya, seperti di Kamal dan Cengkareng Drain, yaitu penyamakan kulit (Jordao et al, 1997).



Gambar 3. Konsentrasi Cr Di Muara Sungai Di Teluk Jakarta



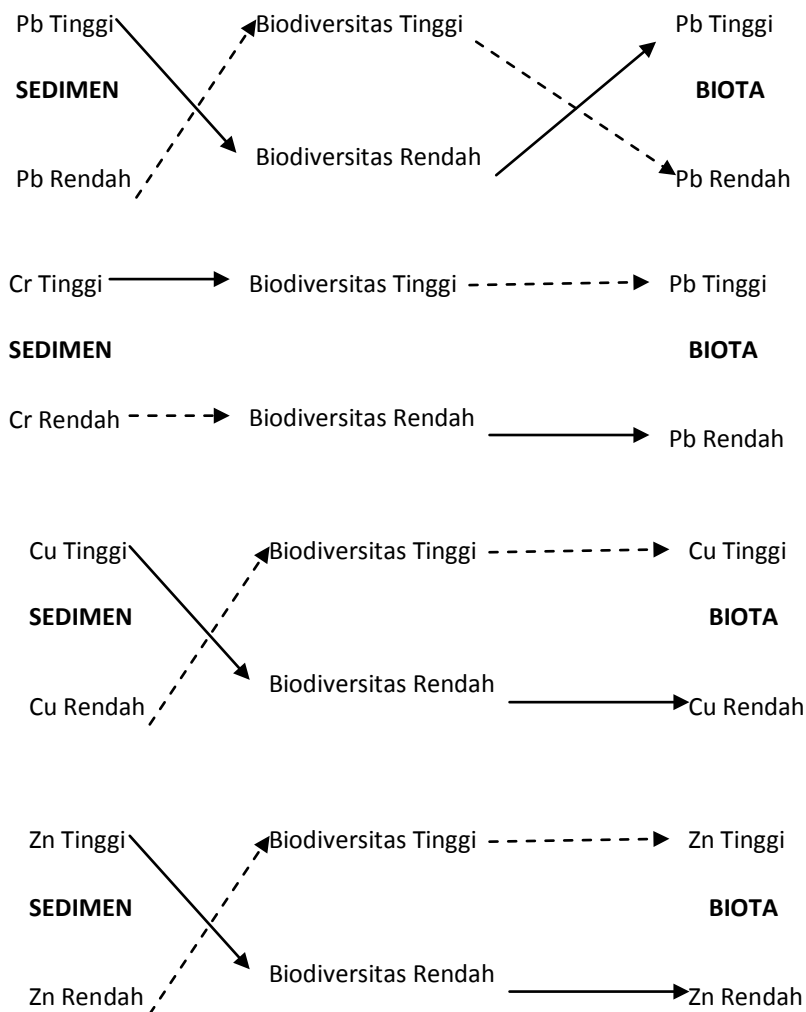
Gambar 4. Konsentrasi Cu Di Muara Sungai Di Teluk Jakarta



Gambar 5. Konsentrasi Zn Di Muara Sungai Di Teluk



Berbeda dengan Cr, ternyata terdapat korelasi negatif yang signifikan antara Cu dengan biodiversitas moluska ( $y = -57.586x + 69.123$ ,  $R^2 = 0.5718$ ) (Tabel 3). Sebagai contoh, biodiversitas moluska terendah di Cengkareng Drain dengan kandungan Cu tertinggi (80 ppm). Sedangkan biodiversitas tertinggi dengan Cu terendah, yaitu di Bekasi (15 ppm) (Gambar 4). Meskipun begitu, tingginya kandungan Cu di tubuh biota ternyata tidak mengurangi biodiversitas, karena terdapat korelasi positif ( $y = 10.505x + 5.6293$ ,  $R^2 = 0.8036$ ) (Tabel 4). Dapat disimpulkan bahwa Cu berdampak toksik ((Beldi et al, 2006).



**Gambar 6. Hubungan Konseptual Antara Logam Di Sedimen, Biota, Dengan Biodiversitas**

Berdasarkan Gambar 5, kandungan Zn tertinggi adalah di Kamal (333.69 ppm) dan terendah di Bekasi (97.49 ppm). Sedangkan biodiversitas tingkat menengah ada di Kamal dan tertinggi ada di Bekasi. Maka, kenaikan Zn secara umum berkorelasi negatif dengan Mollusca (Tabel 3) ( $y = -132.05x + 234.13$ ,  $R^2 = 0.246$ ). Meskipun begitu, tingginya Zn di tubuh biota ternyata tidak mengurangi biodiversitas, karena terdapat korelasi positif ( $y = 129.21x + 28.951$ ,  $R^2 = 0.7548$ ) (Tabel 4). Tingginya Zn di tubuh katrena terjadi akumulasi logam itu karena Zn memang dibutuhkan untuk memperkuat gigi radula (Lichtenegger, et al, 2003). Dapat disimpulkan bahwa Zn berdampak toksik.



Berdasarkan penelitian, hubungan antara logam berat di sedimen, biota dengan biodiversitas memiliki variasi yang cukup banyak. Karena tidak selalu hubungan itu berkorelasi negatif maupun positif. Hubungan itu dapat dilihat di Gambar 6. Terdapat korelasi negatif yang signifikan antara konsentrasi Pb, Cu, dan Zn di sedimen dengan biodiversitas moluska (Baker & Yousef, Bu Olayan, & Thomas, 2005, Olomukoro & Azubuiké, 2009). Sedangkan tidak untuk Cr. Artinya kenaikan ketiga logam itu dapat mengindikasikan penurunan biodiversitas. Sebaliknya, terdapat korelasi positif yang signifikan antara Cr, Cu, dan Zn dengan biodiversitas. Artinya, kenaikan biodiversitas dapat mengindikasikan adanya kenaikan ketiga logam di tubuh biota itu

### KESIMPULAN

Pada umumnya, logam berat memiliki sifat toksik terhadap moluska. Biodiversitas itu pada umumnya berkurang seiring dengan kenaikan logam. Terdapat korelasi negatif yang signifikan antara konsentrasi Pb, Cu, dan Zn di sedimen dengan biodiversitas moluska. Sedangkan tidak untuk Cr. Artinya kenaikan ketiga logam itu dapat mengindikasikan penurunan biodiversitas. Sebaliknya, terdapat korelasi positif yang signifikan antara Cr, Cu, dan Zn dengan biodiversitas. Artinya, kenaikan biodiversitas dapat mengindikasikan adanya kenaikan ketiga logam di tubuh biota itu

### DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. H. & M. R. Fishar. 2005. Accumulation of trace metals in some benthic invertebrate and fish species relevant to their concentration in water and sediment of Lake Qarun, *Egypt. Eg. J. O. Aq. Res.* 31(1)
- Baker, D.M. & Y.A.Yousef. Metal Accumulation and Impacts on Benthic Organisms in Detention Pond Sediments
- Beldi, H., Gimbert, F., Maas, S., Scheifler, R., Soltani, N. 2006. Seasonal variations of Cd, Cu, Pb and Zn in the edible mollusc *Donax trunculus* (Mollusca, Bivalvia) from the gulf of Annaba, Algeria. *Afr. J. of Agri. Res.* 1 (4),. 085-090
- Bu Olayan, B.H. & B.V. Thomas. 2005. Validating species diversity of benthic organisms to trace metal pollution in Kuwait Bay, of the Arabian Gulf. *App. Ecol. & Env. Res.* 3(2): 93-100
- Jordao, C.P. & J.L.Pereira, G. N. Jham. 1997. Chromium contamination in sediment, vegetation and fish caused by tanneries in the State of Minas Gerais, Brazil. *The Sci. of Tot. Env.* 207 : 1-11
- Lichtenegger, H.C., Schoberl, T., Ruokolainen, J.T., Cross, J.O., Heald, S.M., Birkedel, H., Waite, J.H. Stucky, G.D. 2003. Zinc and mechanical prowess in the jaws of *Nereis*, a marine worm. *PNAS.* 100(16) : 9144-9149.
- Olomukoro, J. O. & C. N. Azubuiké. 2009. Heavy Metals and Macroinvertebrate in Bottom Sediment of Ekpan, Nigeria. *Jor. J. O. Biol. Sci.* 2(1)
- Poulton, P. C., Monda, D. P. Woodward, D. F., Wildhaber, M. L., Brumbaugh, W. G. 1995. Relationships between benthic community structure and metal concentrations in aquatic macroinvertebrates: Clark Fork River, Montana



## JENIS-JENIS LAMUN (SEAGRASS) DI PANTAI PANGANDARAN JAWA BARAT

**Budi Irawan**

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Bandung*

*E-mail : budi\_irawan@unpad.ac.id*

Lamun adalah tumbuhan berbunga (Magnoliophyta) yang tumbuh dan berkembang biak di perairan laut dangkal. Tumbuhan lamun berperan sebagai produsen primer, perangkap sedimen dan merupakan tempat asuhan (*nursery area*) dan mencari makan berbagai jenis biota perairan laut. Kawasan Pantai Pangandaran merupakan salah satu lokasi penyebaran lamun di pantai selatan Pulau Jawa yang keberadaan ekosistem lamunnya terganggu. Untuk itu, pendataan lamun di kawasan Pantai Pangandaran dilakukan untuk memonitoring jenis dan penyebarannya. Metode yang dilakukan adalah menggunakan metode survai dan *line* transek. Identifikasi lamun dilakukan dengan menggunakan manual yang terdapat dalam buku identifikasi lamun (Keiichi *et al.*, 2000 dan Short *et al.*, 2006). Hasil penelitian diperoleh tiga jenis lamun yaitu *Cymodocea rotundata*, *Halopila pinifolia* dan *Thalassia hemprichii*. Ke tiga jenis lamun tersebut berada di Pantai timur Pangandaran yang membentuk padang lamun campuran (*mix-vegetation seagrass bed*) sementara di Pantai Barat Pangandaran terdapat satu jenis lamun (*Thalassia hemprichii*) yang membentuk padang lamun tunggal (*monospecific seagrass bed*). Rata-rata penutupan lamun terbesar terdapat di Pantai Timur (86,66%) dengan jenis yang memiliki penutupan terbesar adalah *H. pinifolia* (76,25%), sedangkan rata-rata penutupan di Pantai Barat sebesar 7,39% untuk jenis *T. hemprichii*. Kondisi ini disebabkan oleh pengaruh aktivitas pengunjung Pantai Barat Pangandaran yang menginjak padang lamun saat melakukan aktivitas rekreasi di pinggir pantai.

Key words : Jenis, Lamun (Seagrass), Pangandaran

### PENDAHULUAN

Ekosistem padang lamun telah diketahui sebagai salah satu ekosistem terkaya dan paling produktif bila dibandingkan dengan produktivitas dari hasil usaha pertanian tropis (den Hartog, 1976 dalam Azkab, 2006). Bersama dengan terumbu karang, hutan mangrove dan beberapa makroalga, padang lamun bertanggungjawab sebagai ekosistem laut yang paling produktif dan yang paling kompleks di perairan laut tropis (Mateo *et al.*, 2006). Padang lamun adalah hamparan vegetasi lamun yang menutupi suatu area pesisir ataupun di laut dangkal yang terbentuk oleh satu jenis lamun (*monospecific*) atau banyak jenis lamun (*mixed vegetation*) dengan kerapatan tumbuhan yang padat atau jarang (Azkab, 2006).

Lamun (*seagrass*) adalah anggota dari Magnoliophyta yang memiliki hubungan yang lebih dekat dengan tumbuhan darat lili-lilian dan jahe-jahean dibandingkan dengan rumput sejati. Lamun tumbuh dalam sedimen pada dasar laut dengan daun yang panjang dan tegak dengan batang yang terbenam dalam sedimen (Rhizome) (Short *et al.*, 2006). Hanya terdapat 60 spesies lamun di seluruh dunia yang termasuk kedalam 12 genera, dan 4 familia (Kuo and den Hartog, 2001). Di perairan Indonesia tercatat 12 spesies lamun yang tumbuh (Azkab, 2006).

Lamun merupakan elemen penting dalam ekosistem perairan pesisir. Karena komunitas lamun berkontribusi dalam produktivitas primer pada perairan pesisir (Hutomo dan Azkab, 1987). Ekosistem lamun memiliki peran yang sangat penting, yaitu sebagai tempat asuhan, tempat berlindung, tempat mencari makan, tempat tinggal atau tempat migrasi berbagai jenis biota laut.

Penyebaran lamun di Indonesia mencakup perairan Jawa, Sumatera, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara dan Irian Jaya. Salah satu daerah penyebaran lamun yang berada di wilayah perairan Pulau Jawa adalah Pantai pangandaran di Selatan Propinsi Jawa Barat. Keberadaan ekosistem lamun di Pantai Pangandaran belum banyak dilaporkan. Untuk itu data-data



mengenai jenis-jenis lamun dan kondisi ekosistemnya perlu diketahui mengingat peran dan fungsi lamun sebagai salah satu ekosistem dengan produktivitas tinggi di wilayah perairan dangkal.

## BAHAN DAN METODA

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei (Azkab, 2006) yang dilakukan di Pantai Barat dan Pantai Timur Pangandaran. Untuk menginventarisasi jenis-jenis lamun digunakan dengan metode koleksi herbarium. Pada setiap lokasi dibuat 3 buah transek yang sejajar garis pantai yang mewakili 3 zonasi kedalaman (Short *et al.*, 2006.) Pengambilan sampel kerapatan dan penutupan lamun dilakukan dengan menggunakan plot kuadrat 50 × 50 cm<sup>2</sup> sebanyak 12 kali di tiap transek (Short *et al.*, 2006). Parameter penutupan lamun yang digunakan yaitu berdasarkan parameter dari McKenzie dan Campbell (2002).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keanekaragaman Jenis Lamun

Jenis-jenis lamun yang ditemukan di Pantai Barat dan Pantai Timur memiliki komposisi yang berbeda. Pantai Timur memiliki 3 jenis lamun yaitu *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii* dan *Halodule pinifolia* sedangkan di Pantai Barat hanya memiliki satu jenis yaitu *T. Hemprichii* (Tabel 1)

Tabel 1. Jenis-jenis lamun yang terdapat di Pantai Pangandaran

Nama Jenis	Suku	Lokasi
<i>Cymodocea rotundata</i> Aschers.	Potamogetonaceae	PT
<i>Thalassia hemprichii</i> (Ehrenb.ex Solm) Aschers.	Hydrocharitaceae	PT,PB
<i>Halodule pinifolia</i> (Miki) Den Hartog	Potamogetonaceae	PT

Keterangan: PT=Pantai Timur, PB, Pantai Barat

Berdasarkan komposisi jenisnya, padang lamun yang berada di wilayah Pantai Timur merupakan padang lamun campuran (*mixed vegetation*) sedangkan yang berada di wilayah Pantai Barat merupakan padang lamun tunggal (*monospecific*). Perbedaan komposisi jenis lamun tersebut diduga karena perbedaan jenis substrat di kedua pantai tersebut. Secara observasi terlihat jenis substrat di Pantai Timur berupa pasir halus sedikit berlumpur, sedangkan jenis substrat di Pantai Barat berupa pasir kasar yang bercampur dengan patahan karang. Jenis-jenis tersebut merupakan jenis-jenis lamun yang biasanya tumbuh pada substrat berpasir (Azkab, 2006; Short *et al.*, 2006). Jenis-jenis ini tumbuh pada lokasi yang langsung berhadapan dengan laut lepas.

### Karakter Morfologi Jenis Lamun

Jenis-jenis lamun yang ditemukan memiliki karakter berupa tumbuhan herba, dengan percabangan monopodial (Short *et al.*, 2006). Daun berbentuk memanjang dengan bentuk mirip sabuk. Daunnya termasuk tipe Parvozosterid (daun panjang dan sempit) untuk *Halodule* dan Magnozosterid (daun panjang atau bentuk memita tetapi tidak melebar) untuk *Thalassia* dan *Cymodocea* (den Hartog and Kuo, 2006)

Karakteristik setiap jenis adalah sebagai berikut:

*Cymodocea rotundata* : Memiliki daun yang rata dengan panjang 7 -15 cm, lebar 2-4 mm. Ujung daun membundar. Rimpang licin.

*Halodule pinifolia* : Memiliki daun yang rata, tipis, halus dan licin dengan panjang mencapai 20 cm, lebar 1-2 mm. Memiliki 1 urat daun yang jelas. Ujung daun membundar. Rimpang pucat.



*Thalassia hemprichii* : Memiliki daun yang rata dan agak melengkung, panjang 10 – 25 cm, lebar mencapai 1 cm. Rimpang agak tebal.

### **Penutupan Lamun**

Rata-rata penutupan lamun di Pantai Timur sebesar 86,66% dengan jenis yang memiliki penutupan terbesar adalah *H. pinifolia* sebesar 76,25% pada , sedangkan di Pantai Barat sebesar 7,39% dengan jenis yang memiliki penutupan terbesar adalah *T. hemprichii* sebesar 11,67%. Perbedaan penutupan lamun di kedua lokasi akibat aktivitas manusia, dalam hal ini adalah wisatawan yang mengunjungi Pantai Barat. Kondisi morfologi pantai yang lebih landai dibandingkan dengan Pantai Timur, menjadikan Pantai Barat lebih sering dikunjungi wisatawan. Padang lamun di daerah ini selalu terinjak oleh aktivitas wisatawan, sehingga menyebabkan kondisi pertumbuhan padang lamun terganggu. Kegiatan bagang nelayan di Pantai timur turut mempengaruhi penutupan lamun di lokasi ini, selain memiliki substrat pasir halus aktivitas nelayan bagang ini turut serta memberikan sumbangan bahan organik terhadap tumbuhan lamun. Sehingga pertumbuhan padang lamun di Pantai Timur relatif lebih baik daripada di Pantai Barat. Kandungan bahan organik dalam sedimen yang ditumbuhi lamun akan lebih tinggi dari pada yang terdapat diluar padang lamun (Kenworthy *et al.*, 2006).

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Azkab, M.H. 1999. Pedoman Inventarisasi lamun. *Oseana* 24 (1): 1-16
- Azkab, M. H. 2006. Ada Apa Dengan Lamun. *Oseana* 31 (3) : 45-55.
- den Hartog, C. and J. Kuo. 2006. *Taxonomy and Biogeography of Seagrasses*. In Larkum, AWD., RJ. Orth, CM. Duarte (eds). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*:1-23. Springer. Netherlands.
- Hutomo, M dan M.H. Azkab.1987. Peranan Lamun Di Lingkungan Laut Dangkal. *Oseana* 12, (1):13-23
- Keiichi, M.O., K. Sumadiharga and K.Sukamoto. 2000. *Field Guide to Lombok Island: Identification Guide to Marine Organism in Seagrass Beds of Lombok Island, Indonesia*. Tokyo: University of Tokyo.
- Kenworthy, W.J., S. Wyllie-Echeverria, R.C. Coles, G. Pergent and C.P. Martini. 2006. *Seagrass Conservation Biology: An Interdisciplinary Science for Protection of the Seagrass Biome*. In Larkum, AWD., RJ., Orth, CM., Duarte(eds) *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Pp 595-623. Springer. Netherlands
- Kuo, J. and C. den Hartog. 2001. *Seagrass Identification* In Short, F. and R., Coles (eds.). *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- McKenzie, L.J. and S.J. Campbell. 2002. *Seagrass-Watch: annual for Community (citizen) Monitoring of Seagrass Habitat*. Western Pacific Edition, Melbourne, 43pp.
- Mateo, M.A., J. Cebrian, K. Dunton and T. Mutchler. 2006. *Carbon Flux in Seagrasses*. In. Larkum, AWD., RJ., Orth, CM., Duarte (eds). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*:1-23. Springer. Netherlands.
- Short, F.T., L.J. McKenzie, R.G. Coles, K.P. Vidler and J.L. Gaeckle, 2006. *SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat, Worldwide edition*. University of New Hampshire Publication. New Hampshire.



## KEANEKARAGAMAN IKAN HASIL TANGKAPAN SAMPINGAN JARING ARAD (*BEACH SEINE*) DI PERAIRAN UTARA DAN SELATAN JAWA TENGAH

**Arif Mahdiana**

*Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : arifmahdiana@gmail.com*

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman, ukuran dan produksi ikan sebagai hasil tangkapan sampingan yang tertangkap dengan jaring arad di perairan utara dan selatan Jawa Tengah. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-September 2009 di perairan Pemalang dan Cilacap. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survai melalui teknik observasi lapang dan teknik wawancara dengan teknik pengambilan sampel secara *random sampling*. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis diskriptif kualitatif. Jenis ikan yang tertangkap dengan jaring arad di perairan Cilacap meliputi ikan buntal (*Sphaeroides* spp.), ikan gulamah (*Argyrosomus amoyensis*), ikan sidat (*Anguilla* sp.), ikan layur (*Trichiurus* spp.), ikan selar (*Selaroides leptolepis*), ikan bilis (*Stolephorus ommersonii*) dan ikan sebelah (Psettodidae) dengan ukuran panjang 7,68-33,38 cm dan berat 7,00-45,00 g, produksi per unit rata-rata sebesar 18,80 kg, sedangkan jenis ikan yang tertangkap dengan jaring arad di perairan Pemalang meliputi ikan gulamah (*Argyrosomus amoyensis*), ikan petek (*Leiognathus equulus*), ikan beloso (*Saurida micropectoralis*), ikan lidah (*Cynoglossus arel*) dan ikan pari (*Urolophus mitosis*) dengan ukuran panjang 10,32-16,42 cm dan berat 12,47-30,86 g, produksi per unit rata-rata 27,12 kg. Jenis ikan hasil tangkapan sampingan jaring arad di perairan selatan Jawa Tengah lebih bervariasi jika dibandingkan dengan perairan utara Jawa Tengah, baik dalam jumlah maupun keanekaragaman dan ukuran ikan yang diperoleh di perairan selatan Jawa Tengah lebih berfluktuatif baik ukuran panjang maupun ukuran berat ikan, sedangkan produksi sampingan per unit alat tangkap jaring arad di perairan utara Jawa Tengah lebih tinggi apabila dibandingkan dengan perairan selatan Jawa Tengah.

*Keywords* : keragaman, hasil tangkapan sampingan, jaring arad

### PENDAHULUAN

Jaring arad menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Perikanan (1991, 1996), merupakan jarring yang ditarik sepanjang dasar perairan dengan menggunakan perahu, sehingga sangat efektif untuk menangkap udang-udang kecil serta ikan demersal, sehingga dalam klasifikasi alat tangkap termasuk dalam pukot berkantong (*Seine nets with bag*) (Brandt, 1972). Menurut Maskuri (2007), jarring arad merupakan alat tangkap yang efektif untuk menangkap udang, karena jarring arad juga merupakan modifikasi alat tangkap trawl yang berukuran kecil. Barus dan Nasution (1981), menyatakan bahwa berdasarkan International Standart Statistical of Commercial Fishing Gear jarring arad digolongkan kedalam jarring udang. Selain udang sebagai target penangkapan adalah jenis-jenis ikan demersal yang ikut tertangkap sebagai hasil tangkapan sampingan (*by-catch*). Hasil tangkapan sampingan ikan-ikan demersal bagi nelayan jaring arad merupakan hasil yang dapat memberikan nilai tambah tersendiri dari hasil penjualannya.

Hasil tangkapan nelayan jaring arad di wilayah perairan Cilacap masih relatif tinggi meliputi ikan pelagis, ikan demersal maupun udang yaitu ikan pelagis sebesar 4.388.300 ton per tahun, ikan demersal 1.786.400 ton per tahun dan udang sekitar 182.900 ton per tahun (Wahyono, 2001 *dalam* Permana, 2005), sedangkan di perairan Pemalang, misalnya pada bulan Oktober 2006 produksi tangkapan yang berupa ikan dan udang adalah sebesar 13.165,8 kg (Dinas Perikanan dan Kelautan, 2006). Hasil tersebut diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap pendapatan nelayan sehingga perlu diketahui hasil tangkapan dan

komposisi jenis ikan hasil tangkapan sampingan yang berpengaruh dalam operasi penangkapan terhadap jumlah hasil tangkapan.

Perairan Cilacap dan Pemalang merupakan perairan yang terletak di Selatan dan Utara Jawa Tengah dengan populasi alat tangkap jaring arad yang banyak jika dibandingkan dengan perairan-perairan lain di Selatan dan Utara Jawa Tengah. Populasi jaring arad di perairan Cilacap berjumlah 15 unit (Riyadi, 2009) dan populasi jaring arad di perairan Pemalang menurut Indah Fitriani (2009) adalah 140 unit.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman jenis ikan yang tertangkap dengan menggunakan jaring arad, untuk mengetahui ukuran panjang dan berat ikan-ikan yang tertangkap dan untuk mengetahui produksi jaring arad per unit di perairan Utara dan Selatan Jawa Tengah.

### BAHAN DAN METODA

Materi penelitian ini adalah ikan hasil tangkapan sampingan yang tertangkap dengan jaring arad di perairan Cilacap dan perairan Pemalang serta alat yang digunakan meliputi timbangan analitik, penggaris, GPS merk Garmin, kamera, buku identifikasi ikan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, melalui observasi langsung di lapang dan wawancara. Parameter yang diamati meliputi pengukuran panjang dan berat ikan, jenis dan jumlah ikan serta produksi ikan per operasi penangkapan. Sampel diambil menggunakan metode *random sampling* terhadap populasi jaring arad kecuali di perairan Cilacap diambil 100 %, sedangkan di perairan Pemalang sampel yang diambil sebanyak 10 %. Analisis yang digunakan dalam penelitian adalah analisis diskriptif dengan pentabulasian data.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian diperoleh seperti pada tabel berikut :

**Tabel.1. Jenis Ikan Hasil Tangkapan Sampingan Jaring Arad di Perairan Selatan Jawa Tengah**

No	Jenis Ikan	Nama Latin	Jumlah		Panjang Rata-rata	Berat Rata-rata	Produksi	
			ekor	%	cm	g	kg	%
1.	Buntal	<i>Sphaeroidaes</i> spp.	66	5,17	7,68±0.80	9±0.01	10,43	3,70
2.	Gulamah	<i>Argyrosomus amoyensis</i>	129	10,10	8,58±1.24	7±0.03	7,83	2,78
3.	Sidat	<i>Anguilla</i> sp.	67	5,25	16,30±0.76	11±0.01	7,20	2,55
4.	Layur	<i>Trichiurus</i> spp.	139	10,88	33,38±5.71	34±0.02	47,91	16,99
5.	Selar	<i>Selariodes leptolepis</i>	290	22,71	15,66±0.62	45±0.04	128,94	45,72
6.	Bilis	<i>Stolephorus ommersonii</i>	310	24,28	10,29±0.49	17±0.02	51,82	18,37
7.	Sebelah	<i>Psettodidae</i>	276	21,61	10,77±0.50	10±0.01	27,91	9,90
Jumlah			1.277				<b>282,04</b>	
Rata-rata							<b>40,29</b>	<b>14,29</b>

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 di atas, jenis-jenis ikan yang tertangkap dengan jaring arad sebagai hasil sampingan di perairan Utara dan Selatan Jawa Tengah, dapat dijelaskan bahwa di perairan Selatan Jawa Tengah lebih beragam jika dibandingkan dengan jenis-jenis ikan yang tertangkap di perairan Utara Jawa Tengah, yaitu di perairan Selatan Jawa Tengah diperoleh tujuh jenis ikan, sedangkan di perairan Utara Jawa Tengah diperoleh lima jenis ikan. Dari kedua perairan tersebut masing-masing dengan keragaman yang berbeda, hanya satu



jenis ikan yang sama, yaitu jenis ikan gulamah (*Argyrosomus amoyensis*). Hal ini diduga bahwa di perairan Selatan Jawa Tengah yang langsung dipengaruhi oleh Samudra Hindia akan mempengaruhi kondisi ekologi di perairan tersebut yang berbeda dengan kondisi ekologi di perairan Utara Jawa Tengah, sehingga menunjukkan keragaman yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perairan Utara Jawa Tengah. Odum (1971) menyatakan bahwa komposisi jenis mengakibatkan terjadinya perbedaan tipe-tipe ekosistem yang memiliki karakteristik penampilan berbeda. Perubahan lingkungan secara perlahan mengakibatkan perubahan komposisi komunitas suatu spesies pada suatu tempat, merupakan akibat dari banyaknya mekanisme ekologi yang kompleks dan mempengaruhi.

**Tabel 2. Jenis Ikan Hasil Tangkapan Sampingan Jaring Arad di Perairan Utara Jawa Tengah**

No	Jenis Ikan	Nama Latin	Jumlah		Panjang Rata-rata	Berat Rata-rata	Produksi	
			ekor	%	cm	g	kg	%
1.	Gulamah	<i>Argyrosomus amoyensis</i>	307	35.33	12.20±1,32	30,86±7,66	1,28	50,39
2.	Lidah	<i>Cynoglossus arel</i>	73	8.40	13.28±2,22	12.47±8,88	0,12	4,72
3.	Beloso	<i>Saurida micropectoralis</i>	77	8.86	16.42±9,59	15.20±5,14	0,15	5,91
4.	Pari	<i>Urolophus mitosis</i>	80	9.21	10.32±0,57	26.07±4,65	0,28	11,02
5.	Petek	<i>Leiognathus equulus</i>	332	38.20	11.01±0,76	15.73±3,32	0,71	27,96
Jumlah			869				2,54	

Panjang rata-rata hasil tangkapan jaring arad selama penelitian berkisar antara 7,68±0.80 cm sampai 33,38±5.71 cm di perairan Selatan Jawa Tengah dan 10,32±0,57 cm sampai 16,42±0,59 cm di perairan Utara Jawa Tengah. Panjang rata-rata ikan yang tertangkap jarring arad sebagai hasil sampingan meskipun berbeda akan tetapi memiliki kecenderungan panjang rata-rata yang hampir sama pendeknya. Hal ini diduga karena ikan-ikan tersebut berasal dari kelompok yang relatif muda atau ikan-ikan yang lebih besar sudah semakin jarang. Ikan layur lebih mendominasi daripada jenis ikan yang lain dengan panjang rata-rata 33,38±5,71 cm. Menurut Dwiponggo (1978), ikan layur adalah ikan penghuni laut dangkal dan beruaya ke pantai untuk memijah, panjangnya dapat mencapai lebih 100 cm. Tertangkapnya ikan-ikan muda oleh jaring arad sangat mengkhawatirkan karena dapat merusak siklus reproduksi. Menurut Purbayanto (2003), ikan gulamah dalam kondisi *immature* memiliki kisaran panjang total 40-90 mm *premature* memiliki kisaran panjang total 100-220 mm.

Berat individu ikan hasil tangkapan jaring arad berkisar antara 7±0,03 g sampai 45±0,04 g di perairan Selatan Jawa Tengah dan 12,47±8,88 g sampai 30,86±7,66 g di perairan Utara Jawa Tengah. Berat individu ikan hasil tangkapan jaring arad meskipun berbeda satu jenis dengan jenis yang lain akan tetapi memperlihatkan kecenderungan hasil tangkapan yang relatif kecil. Keseragaman ukuran berat ikan hasil tangkapan jaring arad yang relatif kecil, diduga selain karena teknik dan metode pengoperasian jaring arad juga disebabkan karena ukuran mata jaring (*mesh size*) jaring arad yang sangat kecil, terutama bagian kantong (1 inci), sehingga pada saat dioperasikan semua spesies yang berukuran kecil akan ikut tertangkap. Menurut Harifin dan Wudianto (1999), menambahkan bahwa ukuran mata jaring yang berbeda memberikan perbedaan ukuran pada ukuran ikan yang tertangkap. Antara ukuran mata jaring dan besar ikan, terdapat hubungan yang erat sekali, oleh karena itu untuk mendapatkan hasil tangkapan yang melimpah pada suatu daerah penangkapan harus disesuaikan antara faktor ukuran mata jaring dengan ukuran badan ikan yang diinginkan. Sui dan Bustaman (1994), bahwa besarnya kisaran panjang ikan yang tertangkap disebabkan oleh beragamnya alat tangkap yang digunakan dan ukuran mata jaring (*mesh size*) dari alat yang digunakan.





Produksi total tangkapan jaring arad selama penelitian yang didaratkan di perairan Selatan Jawa Tengah yaitu sebesar 282,04 kg dengan rata-rata sebesar  $40,29 \pm 43,29$  kg dan di perairan Utara Jawa Tengah sebesar 2,54 kg dengan rata-rata sebesar 0,51 kg. Dari hasil di atas terlihat bahwa produksi hasil tangkapan sampingan jaring arad di perairan Selatan Jawa Tengah mempunyai produksi yang cukup besar jika dibandingkan dengan produksi ikan di perairan Utara Jawa Tengah.

## PUSTAKA

- Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1991. *Perikanan Jaring Trammel Net dan Jaring Arad*. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Balai Pengembangan Penangkapan Ikan. 1996. *Alternatif Usaha Penangkapan Ikan Jaring Putar (Pukat Tarik/"Arad") Bagi Nelayan Skala Kecil*. BPPI, Semarang.
- Barus, H. R dan B. Nasution. 1981. *Jaring arad Salah Satu Alat Tangkap Udang dan Ikan Demersal Sebagai Pengganti Trwl Di Cilacap*. BPPL. Jakarta.
- Brandt, A.V. 1972. Classification of Fishing Gear. In Kristjonsson (Ed), *Modern Fishing Gear of the World*. Fishing News (Books) Ltd London.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Cilacap. 2006. *Laporan Tahunan*. Cilacap. Jawa Tengah.
- Dwiponggo, A. 1978. *Ikan Laut Indonesia Beberapa Jenis Ikan Komersil*. Lembaga Penelitian Perikanan Laut, Jakarta.
- Harifin, H dan Wudianto. 1999. Pengaruh Ukuran Benang dan Lebar Mata Jaring Trammel Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Demersal. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Vol V. No. 2.
- Indah Fitriani, 2009. Komposisi Ikan Yang Tertangkap Dengan Menggunakan Jaring Arad di Perairan Pantai Pemalang. Skripsi. Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Sains dan Teknik, Unsoed. Purwokerto
- Maskuri. 2007. Penerapan Teknologi By-Catch Excluder Device (BED) Pada Jaring Arad Sebagai Upaya Konservasi Perikanan Demersal (Studi di Perairan Kota Tegal). Tesis. Program Magister Sains Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Unsoed. Purwokerto.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamental of Ecology*. Sounders and Company, Philadelphia.
- Permana, D.S. 2005. Studi Tentang Panjang, Bobot dan Ukuran Otolith Ikan Kacangan (*Megalaspis cordyla* Linn., 1958) Yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap (PPSC). Skripsi. Program Sarjana Perikanan dan Kelautan, Unsoed, Purwokerto.
- Riyadi, Y. N, 2009. Komposisi Hasil Tangkapan Sampingan Jaring Arad Sebagai Jaring Udang yang Didaratkan di TPI Rawa Jarit Cilacap. Skripsi. Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Sains dan Teknik, Unsoed. Purwokerto
- Sui, L dan Bustaman, S. 1994. Penyebaran Komposisi Ukuran, Musim, Produksi dan Alat Tangkap Ikan Momar Putih/Layung (*Decapterus macrosoma*) di Perairan Maluku Tengah. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* No. 93.



## STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS GAMMARIDEA DI PERAIRAN TELUK LADA SELAT SUNDA

**Ratna Komala**

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta*

Gammaridea merupakan salah satu contoh hewan bentik yang berperan dalam rantai makanan pada suatu ekosistem perairan. Hewan ini termasuk pemakan detritus dan pemakan bangkai, sehingga dikenal sebagai hewan pembersih pantai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur komunitas Gammaridea di perairan Teluk Lada Selat Sunda. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2009. Metode penelitian yang digunakan adalah survai, sedangkan teknik pengambilan sampel dengan sistematis random sampling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 12 stasiun pada 3 zona pengamatan ditemukan sebanyak 33 jenis Gammaridea yang termasuk kedalam 16 familia. Komposisi dan kelimpahan jenis tertinggi yaitu diwakili oleh *Biblis* sp. dari familia Ampeliscidae, sedangkan terendah adalah *Socames disimulantia* dari familia Lyssianassidae dan *Perioculodes* sp. dari familia Oedicerotidae. Berdasarkan analisis struktur komunitasnya, Gammaridea secara umum mempunyai indeks kekayaan jenis ( $d$ ) berkisar antara 0,43-4,72; indeks pemerataan jenis ( $J'$ ) umumnya besar (0,5-0,9); indeks keanekaragaman jenis ( $H'$ ) rendah sampai sedang (0,5-3,71) dan indeks dominansi rendah (0,10-0,80). Berdasarkan analisis kualitas air, secara umum perairan Teluk Lada Selat Sunda masih sesuai untuk mendukung kehidupan Gammaridea.

Kata kunci : Gammaridea, Makrozoobenthos, Selat Sunda, Teluk Lada

### PENDAHULUAN

Perairan Teluk Lada merupakan bagian dari wilayah Selat Sunda yang merupakan selat yang dinamis, terletak di antara Pulau Sumatera dan Pulau Jawa dimana massa air Laut Jawa bercampur dengan massa air yang berasal dari Samudera Hindia. Karena sempit dan dangkalnya selat di bagian utara maka, pertukaran massa air antara laut Jawa dan Samudera Hindia kecil saja. Berdasarkan pola arus di daerah perairan ini, aliran air yang bergerak dari Laut Jawa ke arah Samudera Hindia bersifat dominan. Sementara pada bagian selatan Selat Sunda, perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi perairan Samudera Hindia (Birowo, 1983)

Di perairan Selat Sunda ini terdapat berbagai sumberdaya yang sangat potensial salah satunya adalah biota Gammaridea termasuk kelompok benthos yang berperan dalam rantai makanan pada ekosistem perairan. Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk, pesatnya pembangunan, banyaknya aktifitas manusia yang beragam dan adanya kegiatan PLTU, serta adanya sentra perdagangan kerang kerangan di sekitar wilayah ini, selain memberikan dampak positif terhadap pembangunan, juga memberikan dampak negatif terhadap ekosistem perairan di sekitarnya. Belakangan ini disinyalir telah terjadi perubahan pada kondisi lingkungan sekitar Teluk Lada. Perubahan ini diduga akan berdampak pada struktur komunitas biota perairan tersebut salah satunya adalah biota bentik seperti Gammaridea.

Gammaridea merupakan salah satu sub ordo amphipoda dari klas crustacea, dengan ukuran panjang berkisar antara 1-150 mm, bentuk tubuh menyerupai udang (macrura) sehingga disebut juga sebagai udang-udang kecil (Mclaughin, 1980). Habitat Gammaridea adalah di air tawar dan air laut yaitu daerah litoral sampai abisal, mulai dari wilayah tropik, sub tropik hingga wilayah kutub (Barnard dan Karaman, 1991). Berdasarkan cara makannya hewan ini mempunyai tipe mulut menggigit (*biting*), pemakan detritus (*detritus feeders*) dan pemakan bangkai (*scavenger*) sehingga diberi nama hewan pembersih pantai (Aswandy, 1982). Biota ini juga berperan sebagai pembentuk komunitas bentik dan sumber makanan penting bagi ikan, burung serta paus abu-abu (Webber & Thruman, 1991). Gammaridea juga dapat



digunakan untuk menentukan kualitas perairan, yang merupakan indikator pada pencemaran organik beberapa pelabuhan yang kondisi lingkungannya buruk.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur komunitas Gammaridea yang meliputi komposisi jenis, kelimpahan, indeks kekayaan, keanekaragaman dan dominansi jenis serta mengetahui parameter fisika kimia perairan Teluk Lada Selat Sunda.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan September-November 2009 di Perairan Teluk Lada Selat Sunda Pandeglang Banten. Tempat penelitian dibagi menjadi 3 stasiun berdasarkan perbedaan substrat, pada tiap-tiap zona ditentukan 4 titik pengambilan sampel, sehingga jumlah total 12 titik sampling dengan kriteria :

1. Stasiun I : Pantai Bama, Lokasi dekat PLTU, dengan substrat lumpur berpasir
2. Stasiun II : Pantai Tegal Papak, Lokasi dimana terdapat beberapa aliran sungai, dengan substrat pasir berlumpur
3. Stasiun III : Pantai Panimbang, Lokasi dekat berbagai aktifitas kegiatan nelayan, dengan substrat lumpur.

Metode penelitian adalah deskriptif, dengan teknik survey. dilanjutkan dengan penyortiran, pengamatan dan identifikasi Gammaridea di laboratorium LON LIPI Jakarta Sampel diambil dengan menggunakan *Ekman dredge*, yang diturunkan sampai pada sedimen di dasar perairan, air dan sedimen yang terambil dialirkan ke dalam saringan 0,05 mm menggunakan selang. Material yang tertinggal dalam saringan dimasukkan ke dalam kantung plastik dan difiksasi dengan larutan formalin 10 % yang telah dicampur dengan pewarna rose bengal, lalu diberi label dan disimpan untuk dibawa ke laboratorium. Sampel makrobenthos disortir dan dipisahkan kedalam 4 kelompok besar yaitu Polychaeta, Mollusca, Arthropoda dan Echinodermata. Benthos dari klas Crustacea (Arthropoda) hanya Gammaridea yang diteliti. Sampel Gammaridea diidentifikasi menggunakan buku dari Imbach (1967), Barnard (1981) serta Barnard and Karaman (1991). Gammaridea yang telah diketahui jenisnya dihitung, dan dipindahkan kedalam botol koleksi yang berisi alkohol dan diberi label. Jenis yang teridentifikasi kemudian difoto menggunakan kamera digital Umax 3 mega fixel

Parameter lingkungan yang diukur meliputi kedalaman, temperatur, salinitas, turbiditas, dan salinitas yang diukur menggunakan CTD (*Conductivity Temperature Depth*), oksigen terlarut dengan metode winkler dan pH diukur dengan pH meter.

Analisis data meliputi : indeks keanekaragaman, indeks dominansi, indeks pemerataan dan indeks kekayaan jenis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Komposisi dan kelimpahan*

Hasil penelitian teridentifikasi sebanyak 32 jenis Gammaridea yang termasuk kedalam 15 famili. Kelimpahan Jenis tertinggi adalah *Biblis sp* dari famili Ampeliscidae, sedangkan terendah adalah *Socames disiltantia* dari famili Lyssimassidae dan *Perioculades sp* dari famili Oedicerotidae. Komposisi famili dan kelimpahan jenis terlihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengamatan, komposisi Gammaridea terbesar diwakili oleh famili Ampeliscidae (36,86%), sedangkan terendah yaitu dari famili Cyproideidae (0,30%). Kelimpahan jenis tertinggi berturut-turut adalah jenis *Byblis sp*, *Ampelisca brevicornis* (famili Ampeliscidae) dan *Eriopisa laokona* (Famili Gammaridae).



Banyaknya jenis dari famili Ampeliscidae yang ditemukan diduga karena substratnya yang sesuai untuk jenis biota tersebut. Menurut Barnard & Karaman (1991) Famili Ampeliscidae bersifat kosmopolitan dan menyukai hidup pada perairan dengan substrat berlumpur. Dari hasil pengamatan famili ini umumnya ditemukan di substrat yang mengandung lumpur walaupun perbandingan jumlahnya tidak sama. Selain substrat parameter lingkungan seperti temperatur, pH, oksigen terlarut, masih berada pada kisaran nilai yang masih normal.

**Tabel 1. Komposisi famili dan Kelimpahan jenis Gammaridea tiap famili**

No	Komposisi Famili (%) dan jenis Gammaridea	Kelimp (ind/m <sup>2</sup> )	No	Komposisi Famili dan jenis Gammaridea	Kelimp (ind/m <sup>2</sup> )
1	<b>Fam : Corophiidae (4,78)</b> - <i>Erichthonius</i> sp - <i>Grandidierella</i> sp	104 87	9	<b>Fam:Lysianassidae (0,78)</b> - <i>Ensayara</i> sp - <i>Onesimoides</i> sp - <i>Socames disimulatia</i>	6 16 3
2.	<b>Fam:Ampeliscidae (36,86)</b> - <i>Ampelisca cyclops</i> - <i>A. brevicornis</i> - <i>Ampelisca</i> sp - <i>Biblis</i> sp	438 625 56 718	10	<b>Fam : Isaeidae (16,56)</b> - <i>Gamaropsis</i> sp 1 - <i>Gamaropsis</i> sp 2 - <i>Gamaropsis</i> sp 3 - <i>Photis</i> sp - <i>P. aina</i> - <i>P. Kapapa</i>	111 79 176 66 80 27
3	<b>Fam: Gammaridae (25,49)</b> - <i>Eriopisa laokona</i> - <i>Eriopisa</i> sp - <i>Melita apendiculata</i> - <i>Maera</i> sp	449 322 20 74	11	<b>Fam : Leucotoidae (2,06)</b> - <i>Leucotae</i> sp	70
4	<b>Fam:Megaluropidae (0,19)</b> - <i>Megalurus</i> sp	6	12	<b>Fam: Liljebordiidae (4,61)</b> - <i>Idunella</i> sp	152
5	<b>Fam:Colomastigidae (0,20)</b> - <i>Colomastix</i> sp	6	13	<b>Fam : Podoceridae (2,55)</b> - <i>Podocherus</i> sp	81
6	<b>Fam : Haustoriidae (1,76)</b> - <i>Urothoe gelasina</i> - <i>U. Spinidigtus</i>	43 10	14	<b>Fam:Oedocerotidae 0,78)</b> - <i>Synchelidium</i> sp - <i>Oedicerus</i> sp - <i>Periocolodes</i> sp	15 6 3
7	<b>Fam : Cyproideidae (0,30)</b> - <i>Cyproidea</i> sp	10	15	<b>Fam : Eusiridae (0,59)</b> - <i>Pontegenia</i> sp	19
8	<b>Fam : Phliantidae (1,47)</b> - <i>Paraphoxus</i> sp	46			

Famili Cyproideidae memiliki komposisi yang sangat kecil yaitu sebesar (0,30 %). Hal ini diduga substrat pada perairan kurang sesuai untuk pertumbuhan jenis Gammaridea tersebut. Menurut Hirayama (1978) famili ini hidup di dasar perairan dangkal dengan substrat berpasir, sedangkan substrat di tempat pengamatan ini didominasi oleh lumpur. Spesies dengan kelimpahan sedikit diduga disebabkan karena sifat dari jenis itu sendiri yang bersifat inkuilinisme pada vertebrata (Barnard, 1971; Barnard & Karaman, 1991).

***Keanekaragaman, kekayaan, pemerataan dan dominansi***

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis Keanekaragaman, kekayaan, pemerataan dan dominansi terlihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil perhitungan dari ke 12 titik sampling diperoleh bahwa kisaran indek kekayaan jenis gammaridea (d) berada pada kisaran antara 0,43-4,72; indeks kemeratan (*J'*) tergolong besar dengan nilai berkisar antara 0,50 – 0,90. Hal ini menunjukkan bahwa sebaran individu merata tau tidak ada jenis yang mendominasi (Odum, 1971). Indeks keanekaragaman (*H'*) termasuk rendah sampai sedang dengan nilai antara 0,50 - 3,71. Beberapa titik sampling pada stasiun 1 dan 3 mempunyai keanekaragaman rendah, kondisi ini menunjukkan bahwa penyebaran jumlah individu tiap spesies rendah dan kestabilan komunitas rendah. Hal ini diduga pada stasiun dengan adanya kegiatan PLTU yang

memberikan pengaruh terhadap keberadaan populasi dalam ekosistem tersebut. Demikian juga dengan stasiun 3 yang merupakan lokasi paling dekat dengan aktifitas kegiatan masyarakat. Sedangkan stasiun 2 lokasi dengan adanya beberapa aliran air sungai dan jauh dari aktifitas manusia cenderung lebih baik untuk keanekaragamannya. Sehingga jumlah individu dan kestabilannya tergolong sedang.

**Tabel 2. Nilai indeks kekayaan (d), pemerataan (J'), Keanekaragaman (H') dan Dominansi ( $\lambda$ )**

Sta	T S	S	N	d	J'	H'	$\lambda$
1	1	11	46	1.44	0.77	1.87	0.37
	2	12	29	2.03	0.92	2.29	0.24
	3	18	167	1.80	0.71	2.15	0.30
	4	10	50	1.49	0.76	1.77	0.38
2	5	18	86	2.11	0.74	3.36	0.32
	6	17	104	1.81	0.78	2.15	0.28
	7	22	126	3.59	0.84	3.23	0.15
	8	21	160	2.29	0.78	2.51	0.25
3	9	23	143	3.63	0.85	3.41	0.12
	10	20	175	3.29	0.83	3.23	0.14
	11	11	35	1.59	0.74	1.84	0.38
	12	5	16	0,73	0.64	1.03	0.50

Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) termasuk rendah sampai sedang dengan nilai antara 0,50 - 3,71. Beberapa titik sampling pada stasiun 1 dan 3 mempunyai keanekaragaman rendah, kondisi ini menunjukkan bahwa penyebaran jumlah individu tiap spesies rendah dan kestabilan komunitas rendah. Hal ini diduga pada stasiun dengan adanya kegiatan PLTU yang memberikan pengaruh terhadap keberadaan populasi dalam ekosistem tersebut. Demikian juga dengan stasiun 3 yang merupakan lokasi paling dekat dengan aktifitas kegiatan masyarakat. Sedangkan stasiun 2 lokasi dengan adanya beberapa aliran air sungai dan jauh dari aktifitas manusia cenderung lebih baik untuk keanekaragamannya. Sehingga jumlah individu dan kestabilannya tergolong sedang. Indeks dominansi secara umum tergolong rendah sampai sedang antara 0,10 – 0,80. yang berarti bahwa tidak ada jenis yang mendominasi. Untuk titik sampling ke 12 indeks dominansi tergolong sedang. Hal ini sesuai dengan pendapat Clarke dan Warwick (2001) menunjukkan adanya tingkat stress pada kondisi lingkungan di stasiun tersebut. Hal ini diduga karena titik sampling 12 yaitu pada stasiun 3 lokasinya dekat dengan daratan dan aktifitas nelayan, sehingga kemungkinan langsung menerima dampak karena tekanan terhadap lingkungannya. Dengan demikian titik sampling 12 menjadi salah satu habitat kurang baik bagi kehidupan Gammaridea.

#### ***Nilai parameter lingkungan***

Berdasarkan hasil pengukuran parameter fisika kimia perairan, secara umum masih dalam kisaran normal untuk mendukung pertumbuhan Gammaridea seperti terlihat pada Tabel 2. Berdasarkan pengukuran, kedalaman paling dalam yaitu berada pada stasiun 1, sedangkan kedalaman terendah adalah pada stasiun 3 yang terletak di dekat wilayah kegiatan masyarakat nelayan.

Pola sebaran temperatur bervariasi antara 34- 35,5 ( $^{\circ}/_{\infty}$ ). Variasi ini diduga karena adanya pola arus yang membawa air bersuhu tinggi atau rendah. Secara keseluruhan, semakin ke arah pantai nilai temperatur semakin tinggi.

Salinitas di Teluk Lada relatif tinggi yaitu berkisar antara 33,34 -34,5. Kisaran ini merupakan nilai yang masih normal. Menurut Kept. Meneg LH No. 51/2004 mengenai baku mutu untuk biota laut, salinitas yang baik untuk perkembangan biota laut adalah 33-34  $^{\circ}/_{\infty}$ . Dengan demikian maka salinitas di Teluk Lada masih baik untuk kehidupan Gammaridea.



Secara keseluruhan nilai kekeruhan .yang paling tinggi adalah di stasiun 3 kemudian stasiun 2 dan stasiun 1. Tingginya turbiditas di stasiun 3 kemungkinan disebabkan adanya buangan limbah organik dari daratan atau aktifitas nelayan. Turbiditas yang baik untuk biota laut adalah < 5 NTU .

**Tabel 2. Kisaran nilai parameter lingkungan pada tiap titik sampling dari 3 stasiun pengamatan**

No	Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	Kedalaman (m)	10 – 18,5	12,5 – 18.0	9,5 – 12,5
2	Temperatur(°C)	27 - 29	26,5 - 28	27 - 28
3	Salinitas (‰)	33 – 34,5	32 - 34	33- 34
4	Turbiditas(NTU)	3.600	8.00	13.00
5	pH	7 - 8	7 – 7,5	7 – 7,5
6	O <sub>2</sub> terlarut (ml/l)	3,79 -3.91	3,65 - 3.87	3,79 – 3,82
7	TOM (mg/l)	27.18 – 29,66	18.98 – 33,87	23,34 - 41.81

Untuk nilai pH pada setiap titik sampling secara keseluruhan variasinya tidak terlalu besar yaitu antara 7 – 8. Nilai pH dipengaruhi oleh buangan limbah, Pada daerah dekat pantai memiliki pH yang sedikit rendah, sedangkan di lautan lepas pantai pH cenderung tinggi.

Kadar oksigen berkisar antara 3,79 -3.91 mg/l. Secara keseluruhan oksigen terlarut yang tinggi berada pada titik yang mengarah ke laut.. Ambang batas oksigen terlarut bagi Gammaridea yaitu sebesar <2 mg/l atau setara dengan 1,4 ml/l (Reish & Barnard, 1979)

### KESIMPULAN

1. Teridentifikasi sebanyak 32 jenis Gammaride yang termasuk kedalam 15 Famili, dengan komposisi terbesar adalah famili Ampeliscidae (36,86) dan terendah famili Cyproideidae (0,30%).
2. Kelimpahan terbesar diwakili *Byblis* sp dan terendah diwakili jenis *Socames disiltantia* dari famili Lyssimassidae dan *Perioculades* sp dari famili Oedicerotidae
3. Secara umum Nilai indeks kekayaan (d), tergolong sedang .kemerataan (J') tergolong besar, Keanekaragaman (H') dan Dominansi ( $\lambda$ ) tergolong rendah sampai sedang
4. Parameter lingkungan secara umum masih dalam batas toleransi untuk mendukung kehidupan Gammaridea

### DAFTAR PUSTAKA

- Aswandy. 1982. Apakah Amphipoda itu ? oseana. Volume VIII. No. 4. P20 LIPI Jakarta
- Barnard, J.L 1971. Key to the Hawaiian Marine Gammaridae 0-30 m. Smithsonian Institution Press, Washington DC.
- Barnard, J.L & G.S. Karaman. 1991. The Families and Genera of Marine Gammaridae amphipoda. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Birowo S. 1983. Hydro-Oceanographic Condition of the Sunda Strait: A Review. Proceeding of Symposium on 100<sup>th</sup> Year Development of Krakatau and Its Sourounding. LIPI. Jakarta.
- Daniri. 2006. Banten sentra budidaya kekerangan Indonesia. Departeman Kelautan Perikanan. Banten.
- Imbach, M.C. 1967. Gammaridean Amphipoda from the China sea. Naga Republic
- Mclaughin, P.A. 1980. Comparative morphology of recent crustaea. W.H. Freeman and Company, San Fransisco.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. 3<sup>rd</sup> editon. W.B. Sounders Company. Philadelphia
- Reish D.J. and J.L. Barnard, 1979. amphipods (Arthropoda : Crustacea: amphipoda) in C.W. Hart Jr and Samuel LH. Fuller (Ed). 1979. Pollutan ecology of Estuarine Invertebrates. Academic Press. New York.
- Webber, H.H. dan H.V. Thruman. 1991. Marine Biology. 2nd edition, Harper Collin Publishers, New York.



## STUDI ANALISIS PENGEMBANGAN POTENSI BUDIDAYA RUMPUT LAUT SEBAGAI SUMBERDAYA AKUATIK DI KABUPATEN PEMALANG

**Bambang Suryotomo<sup>1</sup>, Hayati Soeprpto<sup>2</sup>, dan Siti Nurhayati<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, <sup>2</sup>Fakultas Perikanan, <sup>3</sup>Fakultas Ekonomi, Universitas Pekalongan

E-mail : amdewanto@yahoo.co.id

Di Kabupaten Pemalang, rumput laut dibudidayakan secara polikultur bersamaan dengan bandeng, seberapa prospektifnya untuk diusahakan, serta wilayah mana saja yang paling berpotensi untuk dikembangkan, maka penelitian ini dilakukan. Tujuan dari studi adalah untuk mengkaji peluang pengembangan sentra budidaya rumput laut di kawasan pesisir, sebagai sumberdaya akuatik yang diharapkan dapat menjadi salah satu produk unggulan daerah Kabupaten Pemalang. Penelitian dilakukan dengan cara *serve*, meliputi empat sentra rumput laut yaitu Pemalang, Taman, Petarukan, dan Ulujami. Pengamatan ditujukan kepada parameter budidaya dan ekologis, kemudian dilakukan analisis komparatif untuk mengetahui sentra yang paling berpotensi. Analisis kelayakan usaha dilakukan untuk mengetahui usaha budidaya rumput laut yang dilakukan tersebut, apakah layak diusahakan secara ekonomis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Desa pesantren Kecamatan Ulujami, merupakan wilayah yang paling berpotensi untuk dikembangkan sebagai sentra budidaya rumput laut secara polikultur, terutama jenis *Gracillaria* sp. dengan komoditas bandeng. Rumput laut yang dibudidayakan tersebut, secara ekonomis layak untuk diusahakan, pada luasan lahan minimal 0,11 ha (BEP). Keuntungan yang diperoleh dari komoditas rumput laut sebesar Rp. 24.712.000,-/ha/tahun (dalam bentuk rumput laut kering), sedangkan komoditas bandeng diperoleh keuntungan sebesar Rp 4.050.000,-/ha/tahun.

Kata Kunci : rumput laut, sumberdaya akuatik.

### PENDAHULUAN

Rumput laut (*Seaweed*) merupakan salah satu sumberdaya Akuatik yang potensial di Kabupaten Pemalang. Karena mempunyai berbagai man-faat bagi kehidupan dan perekonomian daerah, antara lain sebagai bahan baku industri makanan (misalnya Stick rumput laut), farmasi, kosmetik, tekstil, kulit, pasta gigi, plat film, kertas, bantalan transport ikan, pengalengan ikan dan daging. Rumput laut juga mengandung Karaginan, merupakan *water soluble fiber* yang bermanfaat untuk mengobati jantung koroner, stroke, kencing manis, sembelit, wasir, kanker usus besar, paru-paru serta dapat mencegah kegemukan (Obesitas).

Secara ekologis, wilayah Kabupaten Pemalang sangat cocok untuk tumbuh dan berkembangnya rumput laut. Sehingga sangat potensial dan cukup prospektif untuk dilakukan budidaya. Berkembangnya budidaya rumput laut di suatu wilayah, disamping meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar pesisir (Pembudidaya rumput laut), dapat berpengaruh terhadap peningkatan Pendapatan Asli Daerah (PAD) serta perekonomian wilayah. Budidaya rumput laut di kabupaten Pemalang, dilakukan secara polikultur, artinya pemeliharaannya dilakukan bersamaan dengan komoditas bandeng di tambak. Untuk mengetahui wilayah yang berpotensi dan sampai seberapa jauh tingkat keuntungannya, maka dilakukan studi analisis.

Tujuan studi ini adalah untuk mengkaji peluang pengembangan budidaya rumput laut di kawasan pesisir Kabupaten Pemalang. Sehingga dapat memberikan arah bagi Pemerintah Daerah, dalam pengembangan budidaya rumput laut, sebagai sumberdaya akuatik yang diharapkan dapat menjadi salah satu produk unggulan, di wilayah Kabupaten Pemalang.

### METODOLOGI

Penelitian dilakukan cara *surve*, selama 3 bulan terhitung mulai bulan Agustus sampai dengan Oktober 2009, meliputi empat (4) kecamatan sentra rumput laut, yaitu kecamatan



Pemalang, Taman, Petarukan dan Ulujami. Untuk mengetahui wilayah yang paling berpotensi, maka dilakukan analisis komparatif terhadap parameter budidaya dan ekologis (biologi dan fisika). Selanjutnya untuk mengetahui seberapa jauh tingkat keuntungan usaha rumput laut, dilakukan analisis Kelayakan Usaha, dengan pendekatan kriteria investasi yang menggunakan beberapa metode sebagai berikut ini.

**Metode Payback Period ( PP )**

*Payback Period* adalah metode yang digunakan untuk mengetahui berapa lama suatu usaha/proyek yang dilaksanakan dapat mengembalikan investasi yang telah dikeluarkan untuk usaha/proyek tersebut. Semakin cepat jangka waktu bisa mengembalikan pengeluaran investasi semakin baik karena akan semakin lancar arus perputaran modal. Suatu usaha/proyek dapat dikatakan layak untuk dilaksanakan ( *feasible* ), jika jangka waktu pengembalian investasi lebih cepat dari jangka waktu ekonomis yang ditetapkan.

**Metode Net Present Value ( NPV )**

Nilai sekarang dari investasi dan penerimaan yang akan datang (Net Present Value / NPV) merupakan net benefit yang telah didiscount dengan menggunakan *Social Opportunity Cost of Capital* ( SOCC ) sebagai discount factor. Sebagai dasar perhitungan, ditetapkan tingkat bunga bank yang berlaku ( *r* ) adalah 13 % per tahun. Dengan metode NPV, suatu investasi dikatakan layak jika memiliki angka NPV positif.

**Metode Internal Rate of Return ( IRR )**

*Internal Rate of Return* ( IRR ) merupakan suatu tingkat discount rate yang menghasilkan NPV sama dengan nol (0). Jika IRR yang dihasilkan lebih besar dari *Social Opportunity Cost of Capital* ( SOCC ), maka investasi dikatakan secara ekonomis layak untuk dilaksanakan. Besarnya IRR bisa dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$IRR = r_1 + \frac{PV_1}{(PV_1 + PV_2)} (r_2 - r_1)$$

- r1 adalah discount factor pertama yang digunakan
- r2 adalah discount factor kedua yang digunakan
- PV1 adalah nilai sekarang penerimaan 5 tahun kedepan dengan r1
- PV2 adalah nilai sekarang penerimaan 5 tahun kedepan dengan r

**Metode Profitability Index ( PI )**

Profitability Index ( PI ) menghitung perbandingan antara nilai sekarang penerimaan kas bersih selama 5 tahun kedepan dengan nilai sekarang dari investasi awal. Suatu usaha/proyek dikatakan layak jika nilai PI > 1.

**Metode Break Even Point ( BEP )**

*Break Even Point* ( BEP ) merupakan titik dimana suatu usaha tidak memperoleh keuntungan tetapi juga tidak rugi ( titik impas atau pulang pokok ). Metode ini digunakan untuk membuat kebijakan-kebijakan yang berkaitan dengan perencanaan laba atau peningkatan pangsa pasar. Dengan metode ini pula bisa ditetapkan berapa jumlah omset usaha minimal harus terjadi agar tidak terjadi kerugian. Dengan kata lain BEP merupakan titik *cut off* dimana pengusaha dapat menentukan kebijakan-kebijakan berkaitan dengan perluasan usahanya. Metode ini sebetulnya bukan untuk menilai kelayakan sebuah usaha tetapi lebih difokuskan untuk membuat perencanaan-perencanaan kedepan.





Untuk keperluan perhitungan BEP biaya-biaya dipisahkan terlebih dulu kedalam kelompok biaya tetap ( *Fixed Cost* ) dan biaya variabel ( *Variabel Cost* ). BEP dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC}}{\text{P} - \text{VC}}$$

BEP ini hanya diperhitungkan untuk usaha pengembangan rumput laut saja sebagai usaha utama, sedangkan bandeng sebagai usaha sampingan tidak ditentukan BEP nya. Karena di Pemalang usaha rumput laut dilakukan secara polikultur, bersamaan dengan pemeliharaan bandeng.

## HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### A. ANALISIS LOKASI

Dari hasil observasi dan analisis data menunjukkan bahwa wilayah kabupaten pemalang yang berpotensi untuk budidaya rumput laut terdapat di 4 (empat) kecamatan, yaitu Pemalang, Taman, Petarukan dan Ulujami. Dari keempat kecamatan tersebut, tampaknya hanya ada beberapa desa saja yang memenuhi persyaratan untuk budidaya dan perkembangan rumput laut. Hasilnya secara rinci diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Kecamatan Pemalang

Di Kecamatan Pemalang terdapat beberapa desa yang berpotensi untuk budidaya rumput laut. Berdasarkan syarat tumbuh rumput laut khususnya jenis *Grassilaria*, maka semua tambak (lingkungan payau), di wilayah Pemalang pada khususnya, sebenarnya dapat untuk budidaya rumput laut. Namun dari hasil survey yang dilakukan terhadap lokasi setempat, diperoleh hasil dua desa yang berpotensi untuk usaha tersebut, yaitu desa Lawang Rejo dan desa Danasari, walaupun di daerah ini para petambak belum mengusahakan rumput laut.

##### *Desa Lawang Rejo*

Desa Lawang Rejo memiliki luas tambak sebesar  $\pm$  30 hektar, umumnya digunakan untuk budidaya bandeng. Di desa ini, dulu pernah diusahakan budidaya rumput laut, tetapi hasilnya kurang mengembirakan. Hal ini disebabkan sungai (sebagai penyuplai air laut), posisinya relatif yang lebih tinggi dari permukaan air laut, sehingga salinitas air tambak kurang ideal bagi pertumbuhan rumput laut. Disamping itu, tambak di wilayah ini mempunyai struktur substratnya pasir. Struktur pasir bukan merupakan penyedia unsur hara (yang baik) bagi rumput laut, sehingga tambak di wilayah ini memang kurang baik bagi pertumbuhan rumput laut. Sebagai alternatifnya para petambak hanya membudidayakan bandeng.

##### *Desa Danasari*

Desa Danasari memiliki luas tambak sebesar 4 hektar, umumnya digunakan untuk budidaya bandeng dan udang. Sama halnya di desa lawangrejo, di Desa Danasari dulu juga pernah dicoba rumput laut, tetapi hasilnya kurang maksimal. Hal ini kemungkinan karena tambak di desa ini dibagian hulu berbatasan langsung berbatasan dengan hutan mangrove, sedang bagian hilir mempunyai konstruksi yang lebih tinggi dari permukaan air laut, sehingga pergerakan air laut tidak dapat bergerak secara leluasa. Keadaan ini mengakibatkan lingkungan tambak yang tidak ideal bagi pertumbuhan rumput laut. Karena salinitasnya terlalu rendah ("Adem". menurut istilah petambak setempat) bagi pertumbuhan rumput laut.



## **2. Kecamatan Taman**

Salah satu desa di kecamatan Taman yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa dan berpotensi untuk budidaya rumput laut adalah Asem Doyong. Luas wilayah desa Asem Doyong adalah 601,00 Ha dan mempunyai tambak dengan luas 62 Ha. Tambak di desa ini juga belum pernah dilakukan budidaya rumput laut. Secara ekologis tampaknya mempunyai alasan yang sama dengan wilayah di kecamatan Pemalang. Walaupun beberapa petambak di desa ini, telah banyak bertanya tentang cara budidaya rumput laut di kecamatan Ulujami, tetapi belum dilaksanakan. Umumnya tambak digunakan untuk budidaya bandeng saja.

## **3. Kecamatan Petarukan**

Untuk wilayah Kecamatan Petarukan, memiliki beberapa desa yang berpotensi untuk budidaya rumput laut. Dari hasil survey yang dilakukan lokasi yang berpotensi dalam usaha tersebut, yaitu desa Nyamplung Sari dan desa Kendal Rejo.

### *Desa Nyamplung Sari*

Desa nyamplung sari memiliki  $\pm$  10 hektar. Sama dengan dua kecamatan sebelumnya. Di kecamatan Petarukan para petambak jarang melakukan budidaya rumput laut, umumnya area tambak digunakan untuk budidaya bandeng bersama dengan kepiting menggunakan keramba.

### *Desa Kendal Rejo*

Desa Kendal Rejo memiliki tambak  $\pm$  10 hektar yang di kelilingi mangrove. Sama dengan di Nyamplungsari di desa ini warga jarang melakukan budidaya rumput laut. Umumnya digunakan untuk usaha budidaya bandeng dan pembesaran kepiting. Desa ini sebenarnya sudah pernah dilakukan usaha rumput laut jenis *Eucheuma*, tetapi dilaksanakan areal Pantai (bukan di tambak). Karena persyaratan tumbuh jenis rumput laut ini adalah di Pantai. Ditinjau dari harga jual di pasaran, sebenarnya jenis rumput ini mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi. Hal ini karena jenis *Eucheuma* mempunyai kandungan Karaginan yang lebih tinggi dibanding jenis *Gracilaria*, maka nilai jual jenis *Eucheuma* lebih tinggi dibanding jenis *Gracilaria*. Karaginan adalah senyawa (alkaloid) yang terdapat dalam rumput laut, yang sangat diperlukan untuk industri Farmasi. Namun pertumbuhan rumput jenis ini di dasar pantai (Wilayah terumbu karang, rumpon), sehingga sangat posisinya sangat dekat dengan ikan dan yang jenis *Eucheuma* yang dicoba di pantai Kendalrejo ini tampaknya menjadi makanan ikan-ikan di laut. Hal ini ditandai dengan tidak tampaknya pertumbuhan rumput laut. Dengan demikian bantuan bibit rumput laut dari Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Pemalang, belum dapat dikembangkan lebih lanjut.

## **4. Kecamatan Ulujami**

Kecamatan Ulujami merupakan kecamatan di Kabupaten Pemalang yang telah membudidayakan rumput laut. Dari 18 desa di kecamatan ini hanya Desa Pesantren yang telah melakukan, dan boleh disebut sebagai "Sentra Pengembangan" rumput laut di kabupaten Pemalang. Secara ekologis desa lain seperti Mojo, sebenarnya cocok untuk budidaya (pertumbuhan) rumput laut, namun tampaknya para petambak di desa Mojo belum se"antusias" seperti di Pesantren.

Struktur tambak di desa Pesantren sangat edeal bagi pertumbuhan rumput laut. Posisi tambak yang relatif relatif lebih rendah dari permukaan air laut, akan memungkinkan petambak secara leluasa dapat mengatur air laut masuk ke arel tambak. Para petambak biasanya membuat gorong-gorong kearah tambak yang terbuat dari pralon. Sehingga salinitas air tambak dan ketinggian air dapat terkontrol. Disamping itu tambak di desa Pesantren,

kondisi substratnya adalah lumpur berpasir. Keadaan ini akan menciptakan suasana kecukupan unsur hara bagi pertumbuhan rumput laut.

Budidaya rumput laut di desa pesantren umumnya dilakukan secara polikultur dengan bandeng. Sehingga pada saatnya petambak akan memperoleh dua keuntungan, disamping panen rumput laut juga bandeng. Berikut akan ditampilkan analisa komparatif kondisi tambak di empat wilayah kajian. Disamping itu juga dilakukan analisa ekonomi tentang kelayakan usaha budidaya rumput laut yang dilakukan secara polikultur di desa Pesantren.



**Gambar 1. Permukaan air laut yang landai memungkinkan dengan mudah air laut disalurkan ke tambak dengan pralon di Desa Pesantren.**

Beberapa lokasi di Kabupaten Pemalang yang mempunyai potensi budidaya rumput laut ada di 4 wilayah Kecamatan berbatasan langsung dengan Laut Jawa dengan 6 desa tergambar pada tabel 1. Pada tabel tersebut nampak bahwa lokasi yang secara riil telah melakukan budidaya rumput laut hanya di desa Pesantren.

Dari hasil observasi di lapangan menunjukkan bahwa budidaya rumput memang hanya ditemukan di wilayah desa Pesantren kecamatan Ulujami. Di desa lain tidak ditemui. Budidaya rumput laut umumnya dilakukan secara polikultur bersamaan dengan bandeng. Selanjutnya untuk mengetahui apakah budidaya tersebut secara ekonomis layak, maka telah dilakukan analisis kelayakan usaha, yang disajikan pada Sub Bab berikutnya. Selanjutnya seperti telah diuraikan bahwa secara ekologis Tambak di wilayah Pesantren sangat memungkinkan untuk pertumbuhan rumput laut. Hal ini karena konstruksi tambak lebih rendah dari permukaan air laut. Konstruksi yang demikian akan memudahkan suplai air laut ke wilayah tambak. Suplai air laut sangat diperlukan untuk menjaga salinitas. Salinitas yang terlalu rendah menyebabkan pertumbuhan rumput laut terganggu.

Disamping itu, tambak di wilayah Pesantren mempunyai substrat dengan struktur *lumpur berpasir*. Seperti diketahui struktur lumpur merupakan media yang baik bagi pertumbuhan rumput laut. Untuk pertumbuhannya rumput laut memerlukan suplai unsur hara yang cukup untuk dapat melakukan fotosintesa dan pertumbuhan. Lain halnya tambak di wilayah Danasari/Lawangrajeo (Kecamatan Pemalang), Asemdayong (Kecamatan Taman), dan Nyampung Sari/Kendalrejo (Kecamatan Petarukan), mempunyai struktur pasir. Ketersediaan unsur hara pada tambaknya yang ada Dengan demikian Potensi rumput laut dapat sarikan pada gambar 6.



**Tabel 1. Lokasi potensial budidaya rumput laut di Kabupaten Pemalang**

Kecamatan	Desa	Luas ambak (Ha)	Jenis budidaya	
			Rumput laut dan Bandeng	Bandeng
Pemalang	Lawang rejo	30		√
	Danasari	2		√
Taman	Asemdayong	62		√
Petarukan	Nyemplungsari	10		√
	Kendalrejo	10		√
Ulujami	Pesantren	210	√	

Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pemalang dan hasil observasi.

**B. ANALISA KOMPARATIF BUDIDAYA RUMPUT LAUT**

**Lokasi Budidaya**

Rumput laut yang dibudidayakan di wilayah kabupaten Pemalang umumnya dilakukan secara polikultur dengan bandeng di tambak. Jenisnya adalah *Gracillaria*. Pada musim penghujan petani yang sering membudi-dayakan di wilayah Kecamatan Pemalang (Desa Danasari), Kec. Taman (Desa Asemdayong), Kecamatan Petarukan (Desa Kendalrejo) dan Kecamatan Ulujami (Desa Pesantren). Namun pada musim penghujan, hanya di Pesantren yang mengusahakan. Sebenarnya secara ekologis wilayah Danasari, Asemdayong dan Kendalrejo, sebenarnya cocok untuk pertumbuhan rumput laut, namun karena struktur tambaknya yang terlalu tinggi, sehingga suplai air laut/ aliran air laut sulit dapat berlangsung dengan baik. Padahal air laut sangat diperlukan untuk pertumbuhan rumput laut. Struktur tambak yang terlalu tinggi akan menyulitkan jalannya air laut menuju ke tambak. Sedangkan di Pesantren posisi tambak yang landai, akan memudahkan posisi air pasang akan memudahkan pengaturan air laut ke dalam tambak. Disamping itu, antusiasme petambak di wilayah Pesantren sangat tinggi dibanding yang lainnya. Sehingga Wilayah yang paling berkembang adalah di desa Pesantren Kecamatan Ulujami. Hal ini dapat dilihat data dari hasil serve sebagai berikut :

**Tabel 2. Parameter ekologis Sentra Pengembangan Rumput Laut.**

Parameter Ekologis/ Pembudidaya	Desa Sentra Pengembangan			
	Dn	As	Kd	Ps
1. Ketinggian Air laut (cm)	25-30	20-30	30-40	40-50
2. Salinitas (‰)	25-30	30-35	35-40	35-40
3. Kondisi Substrat	Pasir	Lumpur	Lumpur	Lmpur-berpasir
4. Minat Pembudidaya	Bm	Bm	Bm	Antusias
5. Kecerahan (cm)	< 100	< 100	< 100	> 100
6. PH	6-7	6-7	7-8	7-9

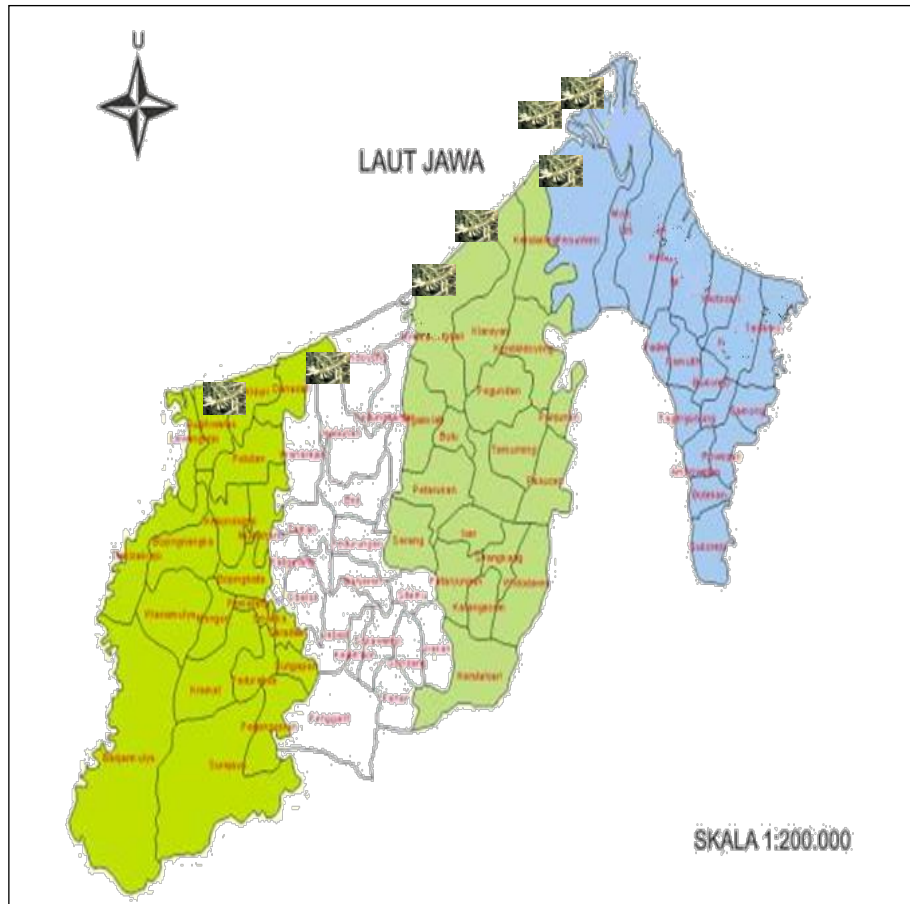
Keterangan : Dn = Danasari, As=Asemdayong, Kd=Kendalrejo,Ps=Pesantren, Bm = Belum minat.

Dari tabel 2 tersebut tampak bahwa lokasi pertambakan di sentra-sentra tersebut sebenarnya memenuhi persyaratan bagi pertumbuhan rumput laut. Hanya karena posisi tambak yang terlalu rendah dan petani yang belum berminat, sehingga sentra-sentra seperti Danasari, Asemdayong dan Kendalrejo sampai sekarang tidak ada rumput laut.

**C. ANALISIS KELAYAKAN USAHA**

Sebagai kelengkapan dari analisis usaha pengembangan potensi rumput laut di Kabupaten Pemalang, akan lebih bermanfaat jika diketahui apakah usaha budidaya rumput laut itu secara ekonomis layak dilaksanakan atau tidak dengan melakukan analisis finansial. Dengan analisis kelayakan usaha ini maka bisa disajikan sebuah informasi yang cukup bagi para

investor atau calon investor untuk melakukan investasi dibidang usaha budidaya rumput laut ini. Dengan adanya informasi yang lengkap tentang analisis usaha budidaya rumput laut ini maka Kabupaten Pemalang bisa menjual potensi yang ada untuk menarik lebih banyak investor yang masuk ke Kabupaten Pemalang.



 = Rumput Laut.

**Gambar 2. Kawasan Potensi Budidaya Rumput Laut Di Kabupaten Pemalang.**

Untuk keperluan analisis kelayakan usaha rumput laut ini terlebih dahulu disajikan data-data financial yang diperoleh dari hasil survey dilokasi-lokasi potensial yang sudah mulai mengembangkan rumput laut yakni di kecamatan Pemalang, Kecamatan Taman, Kecamatan Petarukan, dan Kecamatan Ulujami. Semua pengembang rumput laut yang ada di Kabupaten pemalang melakukan dengan system tumpangsari dengan usaha sampingan berupa budidaya ikan bandeng.

Berdasarkan data-data yang sudah diperoleh, dapat disusun keadaan financial yang berhubungan dengan investasi, modal kerja dan biaya-biaya yang timbul, serta penjualan hasil panen rumput laut maupun bandeng sebagaimana berikut ini.

### **1. Hasil Panen.**

#### *a. Rumput laut*

Rumput laut bisa dipanen 5 kali dalam setahun, dengan hasil panen rata-rata 2.000 Kg rumput laut kering, sehingga jumlah hasil panen dalam setahun = 10.000 Kg rumput laut kering. Pada saat ini, harga jual rumput laut kering adalah Rp 30.000,- per Kg, sehingga hasil penjualan rumput laut per Ha per tahun adalah sebesar  $10.000 \times Rp 3.000,- = Rp 30.000.000$ .



*b. Bandeng*

Dalam satu tahun, bandeng bisa dipanen 2 kali @ 1.200 Kg dengan harga jual Rp 10.000,- per Kg. Dengan demikian hasil penjualan bandeng per tahun adalah sebesar Rp 24.000.000,-

**2. Perkiraan Marjin laba**

Marjin laba yang bisa diterima dari usaha pengembangan rumput laut dengan usaha sampingan pemeliharaan bandeng dapat disajikan dalam tabel berikut ini.

**Tabel 3. Marjin laba (per Ha per Tahun)**

Jenis Usaha	Hasil Penjualan/Th	Biaya-Biaya	Keuntungan
Rumput laut	Rp 30.000.000,-	Rp 5.288.000,-	Rp 24.712.000,-
Bandeng	Rp 24.000.000,-	Rp 19.950.000,-	Rp 4.050.000,-
Total	Rp 54.000.000,-	Rp 24.383.100,-	Rp 28.762.000,-

Sumber : data primer, diolah

Selanjutnya berdasarkan data-data yang telah diolah tersebut dibuat analisis kelayakan usaha dengan beberapa metode analisis financial berikut ini. Berdasarkan perhitungan secara ekonomi, seandainya pengusaha hanya menanam rumput laut sebagai monokultur (bukan tumpangsari), justru keuntungannya lebih besar karena kebutuhan dananya jauh lebih kecil dibandingkan pola tumpangsari dengan tambahan usaha pemeliharaan bandeng.

Dari beberapa metode yang digunakan untuk menilai kelayakan usaha pengembangan rumput laut dengan sampingan berupa pemeliharaan bandeng di Kabupaten Pemalang, maka dapat disimpulkan dalam bentuk tabel berikut ini.

**Tabel 4. Rangkuman Analisis Kelayakan Usaha**

Metode	Kreteria	Hasil Analisis	Keterangan
Payback Period	< UE ( 5 th )	11,7 bulan	Layak
NPV	Positif	+ Rp 93.893.800,-	Layak
IRR	> r ( 13 % )	15,71 %	Layak
PI	> 1	4,34	Layak
BEP		0,110 ton	-

**KESIMPULAN**

Dari hasil analisis tersebut, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Lingkungan di pesisir pantai Kabupaten Pemalang sangat mendukung untuk usaha budidaya rumput laut khususnya jenis *Grassilaria sp*, yang telah dibudidayakan di desa Pesantren Kecamatan Ulujami.
2. *Euchema sp* adalah jenis rumput laut yang bernilai ekonomi lebih tinggi, namun belum dibudidayakan.
3. Pengembangan rumput laut di desa pesantren masih belum dilaksanakan secara optimal.
4. Budidaya rumput laut di Kabupaten Pemalang dilakukan secara polikultur dengan komoditi bandeng, mempunyai tingkat keuntungan sebesar Rp. 24.712.000,-/Ha/tahun (rumput laut dalam bentuk kering ).
5. Keuntungan yang diperoleh dari komoditi bandeng adalah sebesar Rp.4.050.000,-/ha/tahun.
6. Kebijakan pemerintah daerah mendukung dalam pengembangan rumput laut di Kabupaten Pemalang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E dan Evi Liviawati, 1989. Budidaya Rumput Laut dan Cara Pengolahannya. Bhratara:58 hlm. Jakarta.
- Agus, S dan B. Utari, 2000. Rumput Laut Komoditas Unggulan, Grasindo, Jakarta.
- Budiharsono, S. 2001. Tehnik Analisis Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan. PT. Pradnya Paramitha. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perikanan Direktorat Bina Produksi, 1997. Pedoman Teknis Pemilihan Lokasi Budidaya Rumput Laut: 21 hlm. Jakarta.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pemalang, 2008.Laporan Tahun 2008. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pemalang, Pemalang.
- Kadarsan, H.W. 1995. Keuangan Pertanian dan Pembiayaan Agribisnis. PT Gramedia Utama. Jakarta.
- Kantor Statistik **BPS** Kabupaten Pemalang. 2008. Pemalang Dalam Angka 2008. Pemalang.
- Marzuki, 2000. Metode Research. Cetakan Ke Tujuh BPEE-UII, Yogyakarta.
- Pudjosumarto, M. 1998. Evaluasi Proyek. Liberty, Yogyakarta.
- Roshyidi, S. 1996. Pengantar Ekonomi : Pendekatan Kepada Teori Ekonomi Mikro dan Makro. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Tunggal, A.W. 1996. Akutansi Manajemen Untuk Usahawan PT. Rineka Cipta, Jakarta.



## SEA CUCUMBERS OF KARIMUNJAWA ISLAND-JEPARA INDONESIA

**Retno Hartati<sup>1</sup>, Pradina Purwati<sup>2</sup>, and Widianingsih<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Marine Science Department, Diponegoro University, Semarang,* <sup>2</sup>*Research Center for Oceanography, LIPI, Jakarta*

*E-mail : retnohartati@yahoo.com*

Karimunjawa Islands, located in north of Java Island belong to Jepara Regency are rich in sea cucumber resources. There have been identified more than eighteen sea cucumbers species of in the area. These species mainly inhabit the sea bed of coral reefs and are found as deep as 70 m, feeding on organic matter and microorganisms in the sand. Mostly they have caught by diving. Processing of sea cucumbers includes three steps i.e. removal of the viscera, cooking and drying. The products called “teripang” then are sold to Surabaya once a week. Excessive fishing has caused the resources of sea cucumbers in these island groups to gradually decline. To promote the sustainable utilization of these resources, a plan to protect some areas from fishing should be considered. An attempt on sea cucumber cultured has been initiated.





# ANALISA PERTAMBAHAN NILAI PERBEDAAN POLA TANAM RUMPUT LAUT *Eucheuma cottoni* DI PANTAI GEGER NUSA DUA PROVINSI BALI

Deny Suhernawan Yusup<sup>1,2</sup> dan Eri Krismaningrum<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Denpasar, <sup>2)</sup> Kelompok Studi Pesisir dan Kelautan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Denpasar  
E-mail : dsyusup@yahoo.com

Analisis pertambahan nilai tentang pengaruh perbedaan pola tanam rumput laut *Eucheuma cottoni* di pantai Geger Nusa Dua, Propinsi Bali telah dilakukan untuk mengetahui sejauh mana efisiensi perbedaan pola tanam (pola dasar, terapung dan bertingkat) terhadap pertumbuhan dan produksi rumput laut *Eucheuma cottoni* di pantai Geger. Metode analisis didasarkan pada pertambahan nilai dari produksi masing-masing pola tanam. Acuan yang digunakan adalah harga umum yang diperoleh petani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persen pertumbuhan tidak menunjukkan adanya perbedaan antara pola dasar (129,1%) dan pola bertingkat (154,6%). Persentase pertumbuhan pada pola tanam bertingkat menunjukkan perbedaan nyata antara bagian bawah (121,7) dan bagian atas (154,6%). Hasil analisis pertambahan nilai nampak bahwa pola tanam bertingkat lebih memberikan nilai tambah yang lebih tinggi dibandingkan pola tanam lainnya. Rasio pertambahan nilai pola tanam dasar: terapung : dan bertingkat adalah 0,9: 0,4: dan 2,0. Hasil penelitian ini memberikan harapan untuk meningkatkan produktivitas usaha budidaya rumput laut di kawasan yang luasnya terbatas.

Kata Kunci : *Eucheuma cottoni*, nilai tambah, produktifitas , efisiensi, metode tanam Bali.

## PENDAHULUAN

Pembudidayaan rumput laut telah banyak dilakukan di daerah Bali Tenggara dan kepulauan Nusa Penida dan Nusa Lambongan/ Ceningan serta wilayah pantai di Nusa Dua ( Nurdjana dan Jaya, 1996). Menurut masyarakat setempat (*per. com*), kegiatan usaha budidaya rumput telah dikembangkan oleh masyarakat pesisir sejak 25 tahun yang lalu. Seiring dengan berkembangnya industri pariwisata, usaha budidaya rumput laut di Bali khususnya menghadapi beberapa kendala antara lain timbulnya *conflict of interest* dikarenakan orientasi pemanfaatan yang berbeda antara pariwisata dan usaha budidayarumput laut. Kegiatan usaha budidaya ini semakin terdesak karena wilayah pesisir lebih dikembangkan menjadi kawasan wisata bahari. Dampaknya luas lahan budidaya semakin menurun sehingga volume produksi menurun dan kurang ekonomis. Berkaitan dengan hal tersebut, perlu adanya suatu upaya untuk meningkatkan volume produksi dengan mengembangkan metode penanaman, salah satunya adalah dengan "menggabungkan" metode penanaman yang telah lama dikembangkan oleh masyarakat menjadi metode "bertingkat" (*multi stages*). Prinsip dasar metode ini adalah menggabungkan dua metode yaitu metode dasar (*bottom line*) dan metode mengapung (*floating*) sehingga menjadi tampak bertingkat. Asumsi dasar pemikiran ini adalah metode gabungan tersebut adalah akan meningkatkan volume usaha budidaya pada luas lahan yang sama dengan metode terdahulu. Sehingga akan diharapkan akan meningkatkan volume produksi lahan budidaya, dan konsekuensinya akan pertambahan nilai bagi masyarakat dan efisiensi lahan untuk budidaya rumput laut.. Sejauh ini informasi tentang analisa metode ini masih terbatas, untuk itu sangat strategis untuk melakukan studi pendahuluan dalam skala uji coba sebagai dasar kajian ekonomi lebih lanjut untuk mengetahui tingkat efisiensi dan keuntungan penerapan metode "multi stages".

Metode budidaya rumput laut yang selama ini di kembangkan oleh masyarakat adalah metode dasar (*bottom line*) dan metode mengapung (*floating*). Metode pertama dikembangkan terutama di daerah yang perairannya dangkal, sedangkan metode kedua



dikembangkan didaerah yang perairannya cukup dalam dan gelombang yang cukup. Meski kedua metode ini dikembangkan di wilayah penelitian ini dilakukan , wilayah Nusa Dua, namun sejauh ini belum ada informasi tentang petani rumput laut setempat yang mencoba menggabungkan kedua metode tersebut.

## MATERI DAN METODE METODE

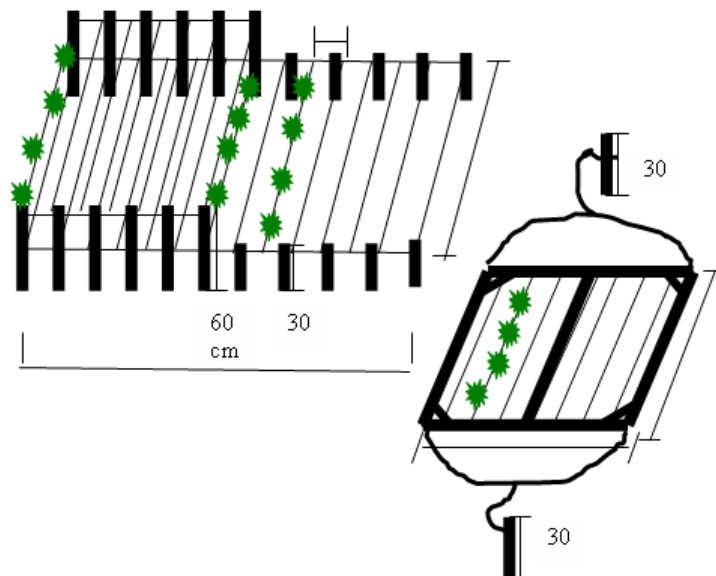
### *Peyiapan lahan dan bibit*

Penelitian ini dilakukan di Pantai Geger Nusa Dua Badung Bali, pada bulan Juli sampai September 2006. Jenis rumput laut yang dicoba adalah jenis yang dikembangkan masyarakat di kawasan ini yaitu *Eucheuma cottoni*. yang dipilih dari hasil panen. Bibit ditimbang (sebagai berat awal / B0) dan diikat pada tiap ris dengan menggunakan tali rafia. *Eucheuma cottoni* mengandung kappa carrageenan, yang memiliki harga lebih ekonomis dari pada jenis *spinosum*. (McHugh and Dennis, 2003).

Tiga metode tanam (metode dasar, metode apung dan metode bertingkat) dicoba pada penelitian ini sebagai perlakuan dan ditempatkan pada lokasi berbeda (tepi , tengah dan ujung/tubir) sehingga diperoleh 9 unit percobaan. Maing-masing lokasi secara berurutan dari tepi ke tengah berjarak  $\pm 150$  m,  $\pm 365$  m dan  $\pm 560$  m dari garis pantai

Setiap unit uji coba kurang lebih berukuran 2,5 m x 2,5 m dibagi 7 ris dengan interval  $\pm 30$  cm dan masing-masing ris dibagi menjadi 10 rumpun dengan interval  $\pm 25$  cm, sehingga setiap unit uji coba terdiri dari 210 rumpun/ ikat bibit.

Metode dasar dibuat tali tambang yang diikatkan pada pancang yang ditancapkan pada dasar perairan. Metode Apung dibuat rakit dari bambu yang diikatkan dengan tambang pada pancang yang berfungsi sebagai jangkar agar rakit tidak terbawa arus. Metode bertingkat, metode penanaman ini sama seperti metode dasar tetapi dibuat secara bertingkat, ris pada bagian bawah dan atas disusun berseling agar sinar matahari masih dapat menembus rumput laut bagian bawah (Gambar 1).



**Gambar 1. Ilustrasi metode tanam rumput laut pada penelitian ini ( A = Metode "floating"; B = Metode "bottom line"; C = Metode)**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Biaya investasi awal*

Komponen biaya investasi awal usaha ditampilkan pada **Tabel 1**. Komponen penyusunan biaya investasi awal tersebut didasarkan pada “biaya investasi” yang dimaksud dalam skala lapangan yaitu biaya dasar yang dikeluarkan oleh petani untuk pembuatan tempat budidaya rumput laut. Sehingga dalam komponen tersebut tidak dimasukkan komponen seperti tenaga kerja (man power), jumlah jam kerja dan alat pendukung seperti alat pemotong. Dasar pemikiran ini diduga bahwa komponen tersebut sudah dianggap sebagai syarat mutlak untuk melakukan kegiatan budidaya karena petani tersebut adalah pemilik usaha sekaligus pelaku usaha sehingga tidak dianggap sebagai komponen biaya investasi. Jika mengacu hasil penelitian Msuya *et al.* (2007) di Tanzania (Afrika) menunjukkan bahwa investasi komponen tenaga kerja merupakan investasi yang persentasinya lebih tinggi dibandingkan komponen lainnya yaitu sekitar 28% untuk penanaman dan pemanenan sampai pengepakan. Tingginya ini dikarenakan bahwa usaha tersebut merupakan perusahaan swasta. Sehingga menggunakan tenaga sewaan. Oleh karena komponen biaya tenaga kerja perlu dimasukkan sebagai komponen biaya investasi jika usaha ini dikembangkan sebagai usaha skala lebih besar (perusahaan) sehingga dapat dijadikan dasar pertimbangan investor usaha budidaya rumput laut.

**Tabel 1. Komponen biaya investasi awal usaha budidaya**

Komponen bahan	Bottom Line (Rp)	Floating (Rp)	Multi stages (Rp)
Bibit rumput laut (@Rp. 1500/Kg)	31200	33450	66255
Patok bambu 6 batang (1m; @ Rp.1000/bt)	6000	6000	
Patok bambu 5 batang (2,5m;@ Rp.2500/bt)		12500	
Patok bambu 6 batang (1,5 m; @ Rp.1500bt)			9000
Tali raphia	5000	5000	5000
<b>Tali tamar</b>			
tali ris (4mili)	7200	7200	14400
tali unit (7mili)	25000	25000	50000
tali pengikat unit (3mili)	3000	3000	12000
<b>Total Per unit</b>	<b>77400</b>	<b>92150</b>	<b>156655</b>
<b>Total per 3 unit</b>	<b>232200</b>	<b>276450</b>	<b>469965</b>

### *Produktifitas Metode Tanam*

Hasil pemanenan rumput laut dari ketiga metode tersebut di tunjukkan pada **tabel 2**. Data tersebut diekstrapolasikan dalam skala satu tahun usaha. Asumsi tersebut didasarkan pada informasi bahwa kandungan agar (rendemen) yang paling baik diperoleh dari rumput laut yang memiliki umur tanam 6 – 7 minggu. Sehingga dalam satu tahun usaha akan diperoleh 7 kali panen. Dengan asumsi bahwa 1 kg berat basah akan dikeringkan dengan kadar air terbaik adalah menjadi 1 kg berat kering. Hasil akhir perbandingan produktifitas masing-masing metode bottom line, floating dan multi stages pada luasa usaha per 1 m<sup>2</sup> diperoleh rasio indeks 0.9 : 0.4 : 2.0. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode “multi stage” menghasilkan produksi 2.22 lipat lebih banyak dibandingkan metode bottom line dan 5 kali lipat lebih banyak dari metode floating. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa multi stage menghasilkan efisiensi yang lebih baik dalam penggunaan lahan karena dengan penggunaan lahan dan bahan yang proporsional (1 : 2) menghasilkan hasil panen yang lebih dari dua kali lipat. Dalam data bagian lain penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah produksi bagian bawah dan atas



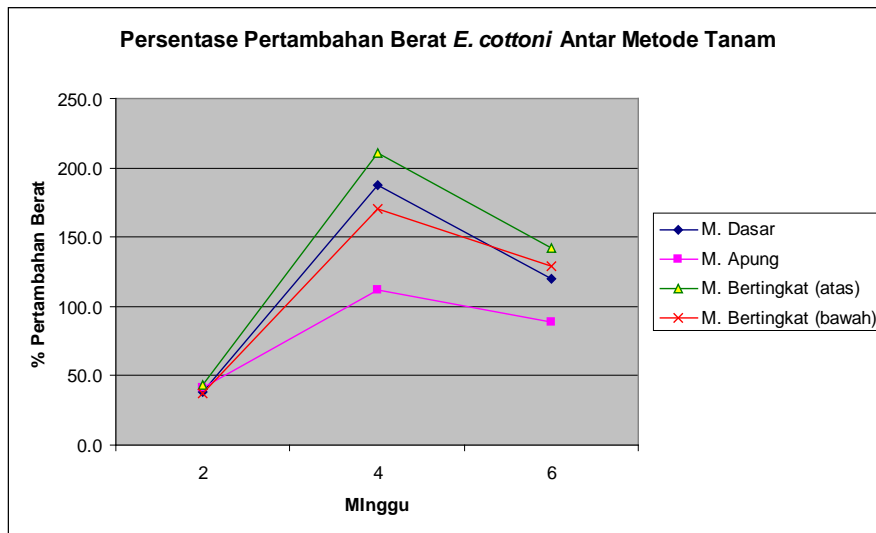
metode bertingkat tidak menunjukkan perbedaan (Krismaningrum, 2007), sehingga membuktikan bahwa metode bertingkat tidak mengakibatkan adanya gangguan terhadap rumput laut pada ris (baris) bagian bawah akibat hambatan cahaya oleh ris bagian atas.

**Tabel 2. Indeks Produktifitas metode tanam**

METODE	Produktifitas / unit / periode (gr)	Prouktifitas / m2 (gr)	Produktifitas /m2 /tahun (X7) (gr)	Produktifitas /m2/ tahun (X7) (kg)*	Indkes produktifitas (8 : 1)**
Bottom line	26925	997.222	6980.56	6.98056	0.9
Floating	12220	452.593	3168.15	3.16815	0.4
Multi stages	60775	2250.93	15756.48	15.75648	2.0

**Keterangan :**

- \* Diasumsikan satu periode "tanam" sekitar 6 – minggu sehingga jumlah periode "tanam" pertahun adalah 7 kali
- \*\* Diasumsikan bahwa rasio penyusutan berat basah menjadi kering adalah 8 : 1 (sumber stakeholder Simbik- per com)



**Gambar 2. Persentase pertambahan berat total *E. cottoni***

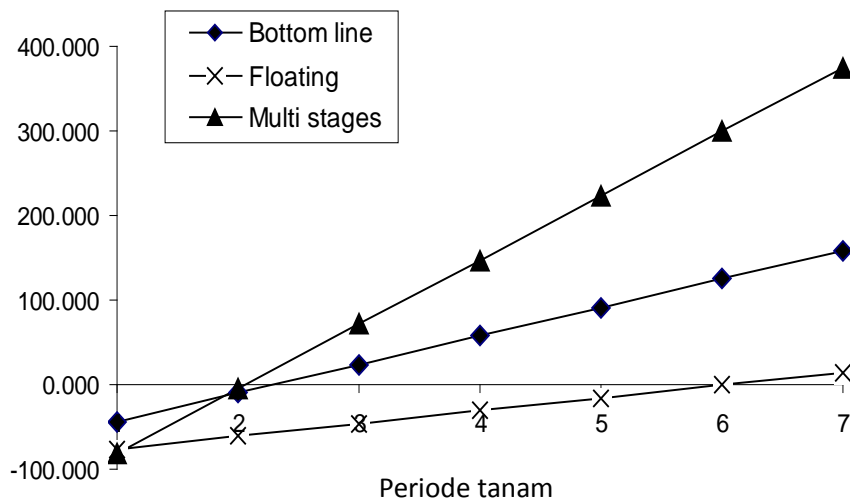
Produktifitas hasil panen yang dianalisa berdasarkan hasil panen pada nggu kr VI. Jumlah tersebut lebih kacil dari jumlah berat total pada minggu ke IV karena pada kisaran minggu ke IV - VII pertambahan berat rumput laut mengalami penurunan (Gambar 2). Hal ini diduga pada minggu ke IV – VI rumput laut pada ke tiga metode tanam mengalami pertumbuhan yang baik dengan semakin bertambahnya ukuran diameter dan jumlah cabang thalus, dikarenakan gerakan air laut yang cukup keras mengakibatkan patahnya thallus sehingga mengakibatkan penurunan berat thallus.

Kawasan Nusa Dua berhadapan langsung dengan laut lepas shingga memiliki gerakan air laut yang cukup keras. Patahnya abang thallus tersebut dapat dimulai pada bagian thallus yang mengalami infeksi akibat aktifitas "grazing" bulu babi , ikan atau molusca. (Indriani dan Suminarsih, 1999). Oleh karena itu dalam pengembangan kawasan usaha budidaya rumput laut diperlukan suatu analisis holistik dengan menggabungkan berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut yang diproses dengan analisa Geographic Information System (GIS) sehingga akan diperoleh hasil analisa secara spatial dan temporal untuk mencari kawasan budidaya yang paling optimum (Pramono dkk, 2010).

### Analisa pertambahan nilai usaha

Hasil analisa ekonomi pertambahan nilai usaha ditampilkan pada **Tabel 3**. Hasil ini didasarkan pada ekstrapolasi usaha selama satu tahun ( diasumsikan 7 periode atau siklus pemanenan). Persentase pertambahan nilai menunjukkan bahwa investasi pada usaha rumput laut memiliki prospek lebih menguntungkan. Persentase pertambahan nilai antara metode "bottom line " dan metode " multi stages" relatif sama, akan tetapi hasil pertambahan nilai yang diperoleh oleh " multi stages" jauh lebih tinggi dibandingkan metode "bottom line (2,25 kali lipat). Hasil ini mengindikasikan bahwa penerapan metode " multi stages" dapat digunakan sebagai alternatif peningkatan produktifitas lahan usaha budidaya rumput laut.

Hasil analisa titik impas (break even point) menunjukkan bahwa titik impas metode multi stage dan metode bottom line pada panen ke 2 (siklus periode ke 2) (Gambar 3). Hal ini mengindikasikan bahwa kedua metode tersebut lebih cepat memberikan keuntungan dan memiliki resiko kerugian yang kecil. Sehingga hal ini memberikan jaminan keamanan modal yang ditanam oleh nelayan segera kembali. Namun meski demikian metode multi stage jauh lebih memberikan keuntungan kepada petani (tabel 3).



**Gambar 3. Grafik titik impas usaha break even point (BEP)**

**Tabel 3. Analisis pertambahan nilai usaha**

METODE	Investasi awal (Rp/ unit)	Produktifitas / unit/ periode (kg)	Produktifitas / unit / hn (X7/kg)	Pertambahan nilai / unit/ thn (XRp.10.000 /kg)*	Selisih Pertambahan nilai / unit / thn (Rp)	Pertambahan nilai / unit / thn (%)**
Bottom line	77400	26.925	188.5	235594	158194	304
Floating	92150	12.220	85.5	106925	14775	116
Multi stages	156655	60.775	425.4	531781	375126	339

**Keterangan:**

\* Asumsi harga tersebut adalah harga pasar berat kering di Bali (sumber: Simbik-percom).

\*\* Peningkatan pertambahan nilai per satu tahun usaha diasumsikan bahwa rasio penyusutan berat basah menjadi kering adalah 8 : 1 (sumber stakeholder Simbik- per com)

Usaha budidaya rumput laut di pantai Geger Nusa Dua dilakukan dalam bentuk usaha keluarga sehingga satu nelayan memiliki beberapa unit budidaya. Diasumsikan bahwa satu anggota nelayan memiliki 15 unit ( $\pm 145m^2$ ), dengan perhitungan di kawasan tepi, tengah dan



dekat tubur masing-masing 5 unit (masing-masing 3 X 3 m). Maka dalam satu tahun usaha akan memperoleh petambahan nilai sebesar siklus akan sebesar Rp. 5.626.894 dibandingkan dengan metode "bottom line" dan "floating" sebesar Rp.2.372.906 dan Rp. 221.625. Jika dirata-rata secara keseluruhan metode masih memberikan pengahsilan rata-rata perbulan sekitar Rp 18.468 (metode floating), Rp 197.742 (metode bottom line) sampai Rp. 468.907 (multi stages). Hasil tersebut masih rendah dibandingkan dengan standar UMR kota Denpasar sekitar Rp.800.000. Akan tetapi jika dibandingkan dengan usaha pertanian di darat dengan revenue rata-rata Rp. 75.000 per 100m<sup>2</sup> (dengan resiko kegagalan yang masih tinggi), usaha budidaya rumput laut masih memberikan hasil yang lebih baik.

Dari hasil diskusi di atas maka dapat disimpulkan bahwa hasil pilot proyek penerapan metode tanam yang berbeda menunjukkan bahwa pertambahan nilai tertinggi ditunjukkan oleh metode multi stages dan titik impas usaha (BEP) tercepat ditunjukkan oleh penerapan metode bottom line dan multi stages. Hasil penelitian ini secara keseluruhan dapat digunakan sebagai acuan dasar peningkatan produktifitas lahan usaha budidaya rumput laut.

### DAFTAR PUSTAKA

- Effendie, H.M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Indriani, H. dan E. Suminarsih. 1999. Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Krismaningrum, E. 2007. Pengaruh Perbedaan Pola Tanam Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut *Eucheuma Cottoni* Di Pantai Geger Nusa Dua, Provinsi Bali. Skripsi Jur. Biologi FMIPA UNUD. Tidak dipublikasikan
- McHugh and Dennis J. 2003. A guide to the seaweed industry. FAO Fishers Technical Paper, No. 441.
- Msuya Flower E. ; Mwanahija S. Shalli ; Karen Sullivan ; Brian Crawford ; James Tobey ; Aviti J. Mmochi 2007 . A Comparative Economic Analysis Of Two Seaweed Farming Methods In Tanzania . by Sustainable Coastal Communities and Ecosystems Program. [Http://www. www.crc.uri.edu](http://www.www.crc.uri.edu). *Openend at March 201*
- Nurdjana, I. M. L. dan I.B.M. Suastika Jaya. 1996. Budidaya Laut: Raksasa Yang Sedang Tidur. Prosiding konvensi Nasional Pembangunan Benua Maritim Indonesia Dalam Rangka Mengaktualisasikan Wawasan Nusantara. Makassar, 18-19 desember 1996 hal 95-109. Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi bekerjasama dengan Dewan Pertahanan Keamanan Nasional.
- Pramono, H.; Ratna Sari Dewi; Suwahyuono and Mone Iye C.2010. Suitability Analysis for Seaweed Farming in Tarakan, Indonesia.



## SUMBERDAYA IKAN KARANG DI PERAIRAN KEPULAUAN SELAYAR, KABUPATEN SELAYAR PROPINSI SULAWESI SELATAN

**Frenslly D. Hukom**

*Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta*

Kabupaten Selayar merupakan kabupaten yang berada di tengah-tengah lautan, sehingga pemerintah setempat menentukannya sebagai Kabupaten Maritim. Pada tahun 2006 Critic Coremap telah melakukan Penelitian Baseline ekologi terumbu karang di Kabupaten ini. Sensus visual ikan karang yang dilakukan di sebelas lokasi pengamatan pada 10 - 20 Oktober 2006 mencatat sebanyak 3.942 individu dari 30 suku dan 266 jenis ikan. Seperdua dari jenis ikan yang ditemukan merupakan ikan major (55 %), ikan target menduduki 34 % dan ikan indikator menempati posisi 11 % dari total pencacahan sensus visual. Sepuluh suku yang menempati urutan teratas dalam jumlah jenis ikan pada lokasi penelitian adalah Pomacentridae (46 jenis), Labridae (42 jenis), Chaetodontidae (30 jenis), Serranidae (17 jenis), Acanthuridae (14 jenis), Balistidae (13 jenis), Pomacanthidae (11 jenis), Scaridae (8 jenis), Siganidae (8 jenis) dan Mullidae (8 jenis). Ke sepuluh suku ini menempati 87 % dari total jumlah individu ikan yang tercatat pada lokasi ini. Keanekaragaman jenis ikan pada lokasi ini berkisar antara 1,323 sd 1,771.. Keanekaragaman jenis terendah didapatkan pada lokasi Tg Sebelah Utara Pulau Tanajampea (SLY 41), serta nilai dominansi (e) yang tinggi. Pada lokasi pantai Barat Pulau Selayar tepatnya di kampung Bone Lohe sebelah selatan (SLY 08) terlihat nilai indeks Keanekaragamannya tinggi.

Kata Kunci : Ikan karang, keanekaragaman, kelimpahan, Selayar.

### PENDAHULUAN

Dalam kurun waktu dua dasawarsa terakhir para ahli yang bergerak dalam bidang kelautan pada tataran global dan nasional, telah menaruh perhatian serius terhadap masalah degradasi terumbu karang yang semakin meningkat. Indonesia sebagai daerah yang memiliki jumlah jenis karang tertinggi di dunia, ternyata kondisi ekosistem terumbu karangnya 85 terancam rusak (Allen 2006). Di Sulawesi Selatan, kerusakan terumbu karang akibat bom ikan juga terjadi. Saat ini, sekitar 55% terumbu karang di Sulawesi Selatan telah rusak akibat bom ikan. Cara penangkapan ikan seperti ini telah merusak ekosistem yang ada di bawah permukaan laut, termasuk terumbu karang Taman Nasional Takabonerate, Kabupaten Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan. Taman laut Takabonerate merupakan taman laut ketiga terindah di dunia yang memperoleh piagam penghargaan dunia pada pertemuan Internasional Kelautan (*World Ocean Conference*) di Manado, Sulut, 11 – 15 Mei 2009. Tidak hanya terumbu karangnya yang rusak, melainkan jutaan spesies biota laut yang unik bisa terancam akibat pemboman ikan ilegal itu. Ikan karang sebagai salah biota penghuni ekosistem terumbu karang tersebut pun terancam akan semakin berkurang bila kondisi tempat hidupnya tidak dijaga dan dilestarikan. Untuk itu pemerintah dengan bantuan Bank Dunia dan ADB membuat program COREMAP (Coral Reef Rehabilitation and Management Program).

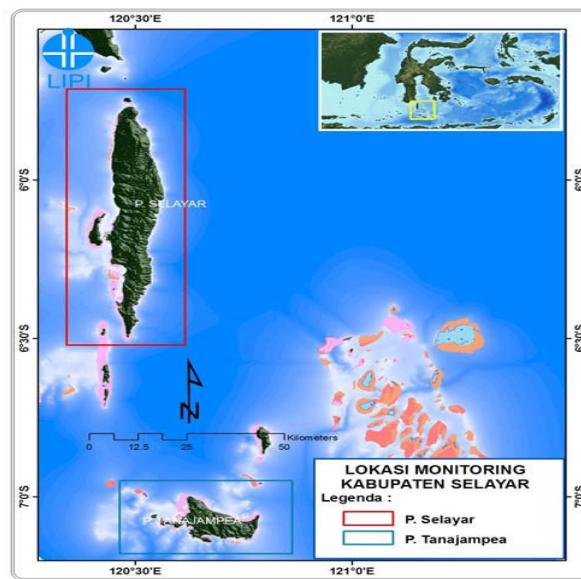
Salah satu lokasi program Coremap tersebut adalah Kabupaten Selayar. Kabupaten Selayar yang beribukota di kota benteng, merupakan kabupaten yang berada ditengah-tengah lautan. Kabupaten ini memiliki luas daratan hanya sekitar 1.188,28 km<sup>2</sup> sedangkan luas wilayah perairan lautnya sekitar 21.138,41 km<sup>2</sup> atau mencapai 95 % dari luas wilayah daratan (Kantor Pariwisata Selayar, 2006). Karena itu pemerintah daerah setempat menetapkan daerah ini sebagai Kabupaten Maritim, dimana sektor pariwisata dan perikanan ditetapkan sebagai sektor andalan dan yang harus digarap secara maksimal (Taslim, 2003). Ikan karang sebagai salah satu komoditas sumberdaya perikanan perlu dijaga agar dalam rangka eksploitasi sumberdaya tersebut di daerah ini tidak mengalami overeksploitasi. Tulisan dan Informasi tentang sumberdaya ikan karang yang berada di Kabupaten Selayar masih sangat kurang, untuk itu penelitian ini dilaksanakan guna mengungkapkan potensi sumberdaya ikan karang



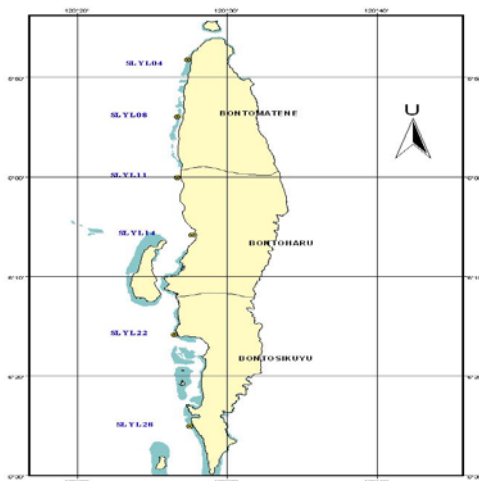
yang ada pada perairan ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran tentang kondisi dari ikan karang yang ada pada lokasi-lokasi coremap tersebut khususnya kondisi sumberdaya ikan karang yang ada di perairan Kepulauan Selayar.

### BAHAN DAN METODE

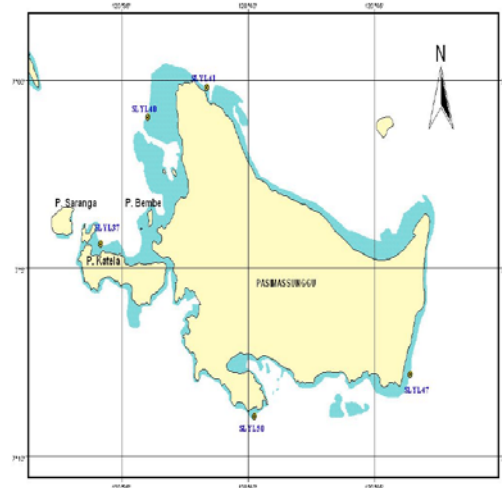
Selayar merupakan salah satu kabupaten di Propinsi Sulawesi Selatan dan terletak di Laut Flores (Gambar 1a). Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian baseline studi ekologi terumbu karang pada lokasi-lokasi Coremap di Indonesia. Penelitian di Kabupaten Selayar ini dilaksanakan pada 10 - 20 Oktober tahun 2006 di sebelas lokasi pengamatan. Penelitian dipusatkan pada dua pulau besar yakni Pulau Selayar (Gambar 1 b) dengan enam stasiun pengamatan dan Pulau Tanajampea (Gambar 1 c) dengan lima stasiun pengamatan.



Gambar 1 a. Lokasi kabupaten Selayar



Gambar 1b. Enam stasiun pengamatan di Pulau Selayar



Gambar 1c. Lima stasiun pengamatan di Pulau Tanajampea





Metode penelitian yang dipakai adalah sensus visual di sepanjang garis transek sepanjang 70 m dengan lebar pengamatan 5 m, sehingga total luas daerah pengamatan pada tiap stasiun adalah 350 m<sup>2</sup> (Dartnall and Jones, 1986). Pengamatan dilakukan pada satu kedalaman berkisar antara 5 – 7 m. Pengamatan ikan karang dibagi dalam 3 kategori yakni ikan target, ikan indikator dan ikan major (English *et al*, 1997). Ikan target adalah jenis-jenis ikan pangan yang bernilai ekonomis, sebagai contoh ikan kakap (Lutjanidae), ikan kerapu (Serranidae), ikan bibir tebal (Haemulidae), ikan beronang (Siganidae). Ikan indikator adalah jenis ikan yang hidupnya sangat erat berasosiasi dengan nkarang, dalam hal ini adalah ikan kepe-kepe (Chaetodontidae). Ikan major adalah jenis-jenis ikan yang umum dijumpai di terumbu karang (tidak termasuk dalam kelompok target ataupun indikator) berukuran relatif kecil dan umumnya dimanfaatkan sebagai ikan hias. Contohnya dari kelompok ini adalah ikan betok (Pomacentridae), ikan cina-cina (Labridae). Struktur komunitas ikan karang dievaluasi dengan menggunakan indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener ( didasarkan pada jumlah jenis ) , keseragaman Shanon-Wiener dan dominansi Simpson (SHANNON (1948; ZAR (1996), PIELOU , 1966). Pengelompokan stasiun penelitian dianalisis dengan Analisa Klasifikasi Hierarkhi yang diwujudkan dalam bentuk dendogram. Ordonansi klasifikasi dihitung dari jarak khi kuadrat, dengan criteria agregasi yang didasarkan pada keterkaitan rata-rata (average linkage). Pengolahan data dilakukan dengan program Komputer Biodiversity Pro 2

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama penelitian telah diperoleh sebanyak 3.942 individu tergolong dalam 266 jenis ikan karang dan termasuk dalam 30 suku. Kelompok ikan Major menempati 55 % dari seluruh jenis ikan karang yang ditemukan, sedangkan kelompok ikan target sebesar 34 % dan Ikan indikator sebanyak 11 %. Hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis pada beberapa lokasi di Indonesia (Tabel 1) terlihat bahwa daerah Selayar dan lima lokasi lainnya masuk dalam kategori baik , sedangkan lokasi Nias dan Mentawai saja yang berada dalam kategori sedang. Hal ini berdasarkan pembagian kategori yang dikemukakan oleh Allen ( 2002) (Tabel 2). Dari hasil Tabel 1 tentang sebaran ikan karang pada beberapa lokasi di Indonesia terlihat bahwa tidak terdapat korelasi antara nilai luasan area pengamatan dengan bertambahnya jumlah jenis ikan karang pada satu lokasi, hal ini terlihat dari nilai r yang diperoleh dari hasil analisa hanya sebesar 0,482, menunjukkan bahwa tidak ada korelasi yang signifikan.

**Tabel 1. Kondisi Keanekaragaman jenis ikan karang pada beberapa lokasi di Indonesia.**

No	Lokasi	Luas transek	Jumlah Jenis	Jumlah suku	Rerata jumlah jenis Per transek
1.	Biak	5.750	267	32	53
2.	Sikka	4.750	274	35	45
3.	Pangkep	4.550	125	30	33
4.	Wakatobi	5.250	300	33	105
5.	Buton	2450	251	33	40
6.	Nias	2.100	145	29	39
7.	SELAYAR	3.850	266	30	57
8.	Sikka	1.875	297	33	60
9.	Mentawai	3.850	168	31	58

Namun apabila lokasi Sikka coba diabaikan (tidak disertakan dalam analisa korelasi) maka nilai korelasinya menjadi 0, 819. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi Sikka cukup memberi pengaruh signifikant terhadap terjadinya perubahan pada nilai korelasi tersebut. Hal ini disebabkan karena luas pengamatan lokasi Sikka paling kecil namun jumlah jenis yang diperoleh cukup besar (menempati urutan keempat), sehingga mengubah hasil korelasi



tersebut bila lokasi ini dimasukkan dalam analisa. Kenyataan ini menunjukkan bahwa densitas tingkat keanekaragaman jenis di lokasi Sikka cukup tinggi.

**Tabel 2. Status tingkat keanekaragaman pada satu lokasi transek, pada sebuah pulau serta pada satu kawasan (Teluk/Satu daerah) (Allen, 2002)**

Tingkat Keanekaragaman	Satu lokasi transek Pada satu pulau	Satu pulau	Satu kawasan (gabungan beberapa pulau)
Amat Sangat Baik	> 150	> 330	> 400
Sangat baik	130 – 149	260 – 329	330 – 399
Baik	100 – 129	200 – 259	220 – 329
Cukup	70 – 99	140 – 199	160 – 219
Jelek	40 – 69	50 – 139	80 – 159
Sangat jelek	< 40	< 50	< 80

Sebaran jenis dan jumlah individu ikan karang pada sebelah lokasi di perairan Selayar berkisar antara 38 – 79 jenis per lokasi dan jumlah individu sebanyak 213 – 900 ekor per lokasi. Dari 266 jenis ikan karang yang ditemukan di lokasi penelitian Selayar terlihat bahwa jenis *Chromis viridis* yang menempati urutan kelimpahan tertinggi dengan jumlah individu sebesar 422 ekor. Sepuluh jenis ikan karang yang memiliki kelimpahan tertinggi ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Sepuluh jenis ikan yang memiliki kelimpahan tertinggi di lokasi penelitian Kepulauan Selayar**

No	Jenis	Kategori	Famili	Jum Indv
1	<i>Chromis viridis</i>	Major	Pomacentridae	422
2	<i>Chromis ternatensis</i>	Major	Pomacentridae	400
3	<i>Amblyglyphidodon curaca</i>	Major	Pomacentridae	224
4	<i>Abudefduf vaigiensis</i>	Major	Pomacentridae	140
5	<i>Dascylus reticulatus</i>	Major	Pomacentridae	129
6	<i>Pomacentrus molucensis</i>	Major	Pomacentridae	104
7	<i>Chromis weberi</i>	Major	Pomacentridae	93
8	<i>Chrysiptera cyanea</i>	Major	Pomacentridae	89
9	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Major	Acanthuridae	62
10	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Target	Scolopsidae	52

Dari sepuluh jenis yang ditampilkan dalam Tabel 3 tersebut terlihat bahwa delapan jenis merupakan ikan-ikan dari suku Pomacentridae, sedangkan dua lainnya adalah dari suku Acanthuridae dan Scolopsidae. Kelimpahan tertinggi ikan-ikan Pomacentridae merupakan hal yang umum terjadi pada hampir setiap lokasi pengamatan di daerah terumbu karang. Allen (1991) menyatakan bahwa jenis-jenis ikan seperti *Chromis viridis* dan *Chromis ternatensis* adalah merupakan jenis ikan karang yang hidupnya senantiasa bergerombol dan umumnya berasosiasi dengan karang tipe *Acropora* bercabang.

Pada penelitian kedua jenis ikan ini ditemukan melimpah pada lokasi SL 04 dan SL 41 dan ditemukan bergerombol pada karang *Acropora* bercabang. Jenis karang yang ditempati oleh kedua jenis ikan tersebut adalah jenis *Acropora palifera* dan *Montipora sp* (Hasil komunikasi pribadi Siringp-ringo). Ikan yang umumnya ditemukan hampir pada setiap lokasi pengamatan adalah jenis *Scolopsis bilineatus*, *Halichoeres hortulanus*, *Pomacentrus molucensis* dan *Ctenochaetus striatus* (Tabel 4) . Menurut Kuitert and Tonozuka (2001) jenis-jenis ikan tersebut merupakan jenis-jenis ikan yang ditemukan hampir pada setiap perairan terumbu karang di Indonesia.



**Tabel 4. Sepuluh jenis ikan karang yang ditemukan rata hampir pada setiap lokasi pengamatan**

No	Jenis	Famili	% kehadirannya
1	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Scolopsidae	100
2	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Labridae	90
3	<i>Pomacentrus molucensis</i>	Pomacentridae	90
4	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Acanthuridae	90
5	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Nemipteridae	81
6	<i>Pomacentrus lepidogenys</i>	Pomacentridae	81
7	<i>Thalassoma lunare</i>	Labridae	81
8	<i>Chaetodon kleiini</i>	Chaetodontidae	72
9	<i>Thalassoma hardwickey</i>	Labridae	72
10	<i>Chrysiptera cyanea</i>	Pomacentridae	72

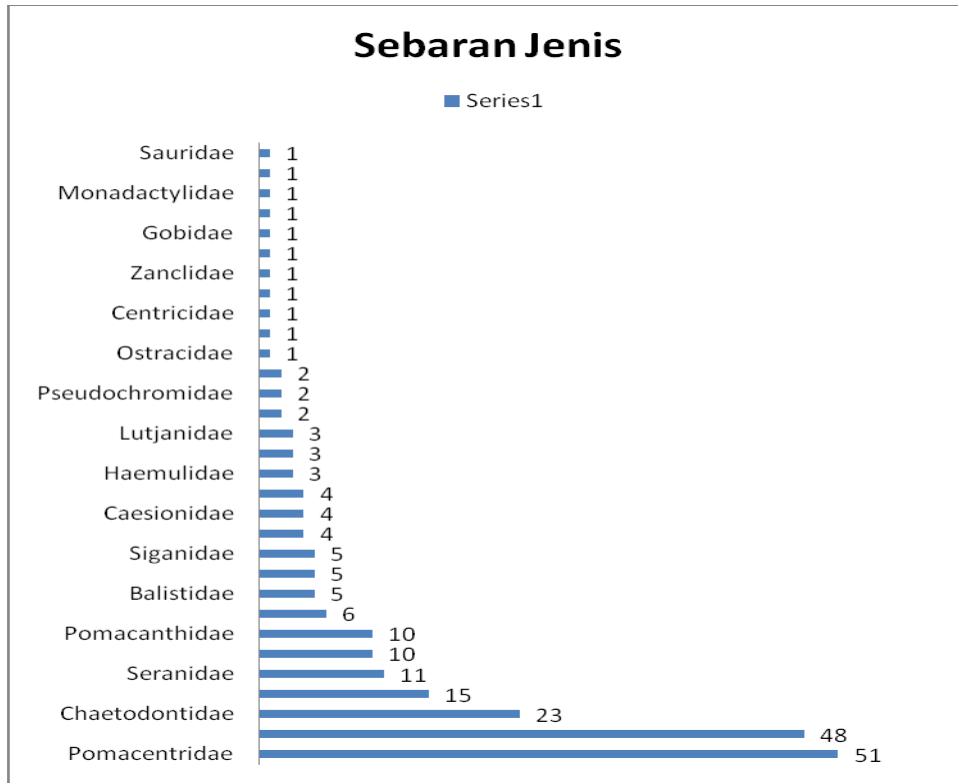
Sepuluh suku yang menempati urutan teratas dalam jumlah jenis ikan pada lokasi penelitian adalah Pomacentridae (46 jenis), Labridae (42 jenis), Chaetodontidae (30 jenis), Serranidae (17 jenis), Acanthuridae (14 jenis), Balistidae (13 jenis), Pomacanthidae (11 jenis), Scaridae (8 jenis), Siganidae (8 jenis) dan Mullidae (8 jenis) (Tabel 5 dan Gambar 2 a dan 2 b). Ke sepuluh suku ini menempati 87 % dari total jumlah individu ikan yang tercatat pada lokasi ini. Hasil penelitian pada lokasi Selayar menunjukkan bahwa suku Pomacentridae dan Labridae merupakan jenis ikan yang ditemukan memiliki jumlah jenis tertinggi pada perairan terumbu karang. Hasil ini tidaklah berbeda jauh dengan apa yang ditemukan penulis pada beberapa lokasi lainnya (data belum dipublikasikan) seperti Nias, Mentawai, Komodo dan Radja Ampat (Tabel 5). Menurut Allen (2002), suku Pomacentridae dan Labridae adalah merupakan ikan karang yang senantiasa ditemukan pada setiap areal terumbu karang, sehingga ikan-ikan tersebut senantiasa dikatakan sebagai ikan-ikan utama penghuni terumbu karang. Ia menggunakan enam suku sebagai alat untuk melihat tingkat CFDI (Coral Fish Diversity Indeks atau indeks keanekaragaman jenis ikan karang). Keenam suku tersebut adalah Suku Chaetodontidae, Pomacentridae, Labridae, Pomacanthidae, Acanthuridae dan Scaridae.

**Tabel 5. Urutan sepuluh 10 suku teratas dalam jumlah jenis ikan di Kepulauan Selayar dan dibandingkan dengan beberapa lokasi lainnya di Indonesia**

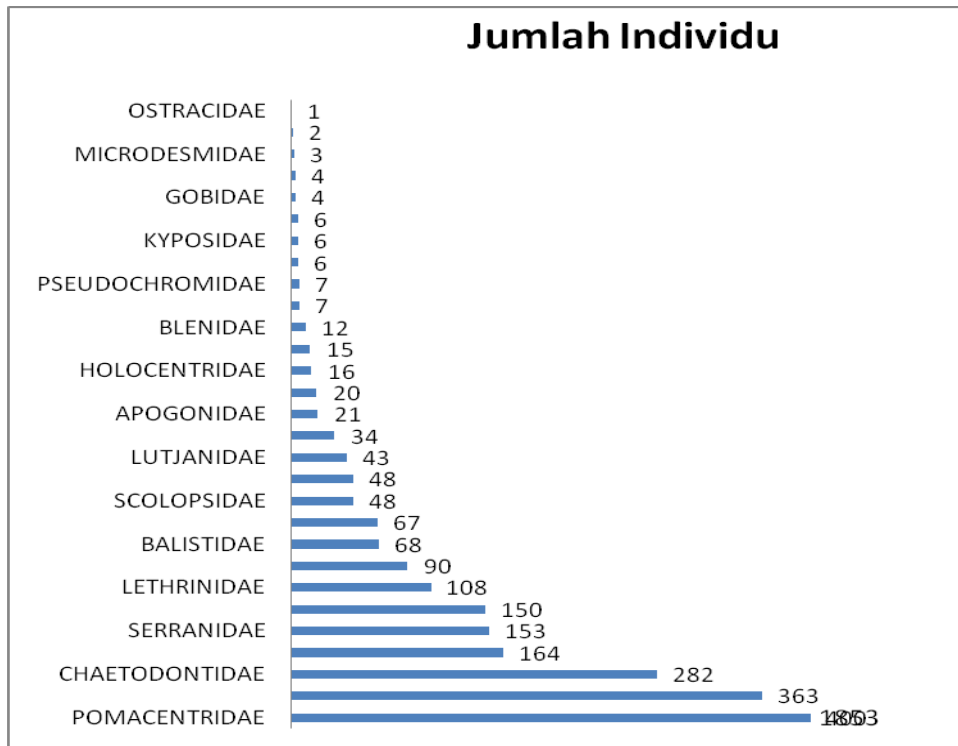
No.	Suku	Selayar	Mentawai	Nias	Komodo	Radja Ampat
1	Pomacentridae	1	2	1	1	2
2	Labridae	2	1	4	2	3
3	Chaetodontidae	3	3	6	6	7
4	Serranidae	4	12	10	5	12
5	Acanthuridae	5	4	5	7	5
6	Balistidae	6	9	7	18	15
7	Pomacanthidae	7	10	11	12	10
8	Scaridae	8	5	3	10	8
9	Siganidae	9	7	15	17	16
10	Mullidae	10	8	9	14	11

***Distribusi spasial Komunitas ikan karang***

Komunitas ikan karang di wilayah penelitian umumnya menunjukkan tingkat variasi jenis yang cukup tinggi antar stasiun penelitian. Rendahnya korelasi antar stasiun menunjukkan tingkat heterogenitas komposisi ikan karang di wilayah penelitian. Nilai kesamaan jenis antar stasiun berkisar mulai dari 10 % sd 59 %. Indikasi ini sama seperti yang ditemukan penulis pada beberapa lokasi lainnya di Indonesia (data belum dipublikasikan) seperti daerah Nias, Mentawai, Tapteng, Biak, Buton (Tabel 6).



**Gambar 2 a.** Komposisi jumlah jenis ikan pada lokasi penelitian



**Gambar 2b.** Komposisi jumlah individu ikan pada lokasi penelitian

**Tabel 6. Variasi kesamaan jenis antar stasiun pada beberapa lokasi di Indonesia**

No	Nama Lokasi	Luas transek pengamatan	Total Jumlah jenis	Variasi Kesamaan jenis antar stasiun (%)	Kisaran jenis pada lokasi penelitian
1.	Pangkep	4550	125	11 – 75	19 – 50
2.	Nias	2.100	145	4 -- 40	28 – 66
3.	Mentawai	3.850	168	12 -- 53	29 – 84
4.	Wakatobi	5.250	300	8 -- 56	105 – 175
5	Sikka	4.750	274	9 -- 62	40 – 114
6.	Biak	5.750	267	9 - 55	49 – 111
7.	Buton	2.450	251	17 -- 55	76 – 130
8.	Selayar	3.850	266	10 - 59	38 – 79

Pengelompokan stasiun yang didasarkan pada indeks kemiripan Bray-Curtis (Gambar 3) menunjukkan adanya empat kelompok besar yang dapat dibentuk dari dendrogram ini. Kelompok pertama (stasiun 04, 08, 22, 40, 41) yang dicirikan oleh ikan jenis *Ctenochaetus binotatus*, *Pomacentrus tripunctatus* *Coris batuensis*, *Ctenochaetus striatus*, *Pomacentrus philipinus*, Kelompok kedua (stasiun 11, 14, 28, 50) yang dicirikan oleh ikan jenis *Acanthurus nigricauda*, *Chaetodon colare*, *Naso sp*, *Scolopsis ciliatus* dan *Upeneus vitatus* serta 2 stasiun yang terpisah membentuk kelompok sendiri sendiri yakni kelompok ketiga (stasiun 47) dicirikan oleh kehadiran ikan jenis *Pseudanthias squamipinis*, *Lethrinus harak*, *Chromis retrofasciatus*, *Pomacentrus sp*, *Amphiprion periderarion*, *Amphiprion sandaricinos*, *Kyposus sp*, *Lutjanus carponotatus*, *Myripristis kunthe*, *Acanthurus nigricans*, *Bodianus axilaris* dan *Anampses sp* yang hanya ditemukan pada stasiun 47 dan tidak ditemukan pada lokasi lainnya. dan kelompok keempat (stasiun 37) dicirikan oleh ikan jenis *Naso hexacanthus*, *Pterocaesio caerulea*, *Apogon compresus*, *Chrysiptera parasemma*, *Dishistoides prosopotaenia*, *Centropyge nox* dan *Pomacanthus navarchus* yang hanya ditemukan pada stasiun 37. Hal yang menarik adalah bahwa pengelompokan ini terjadi tidaklah didasarkan atas kedekatan lokasi pengamatan. Artinya enam lokasi pengamatan yang dilaksanakan di Pulau Selayar (Gambar 1 a) dan lima lokasi pengamatan yang ada Pulau Tanajampea (Gambar 1 b) tersebar secara acak dan tidak membentuk dua kelompok besar. Hal itu menunjukkan bahwa lokasi-lokasi di daerah Selayar mempunyai variasi keanekaragaman jenis yang cukup tinggi.

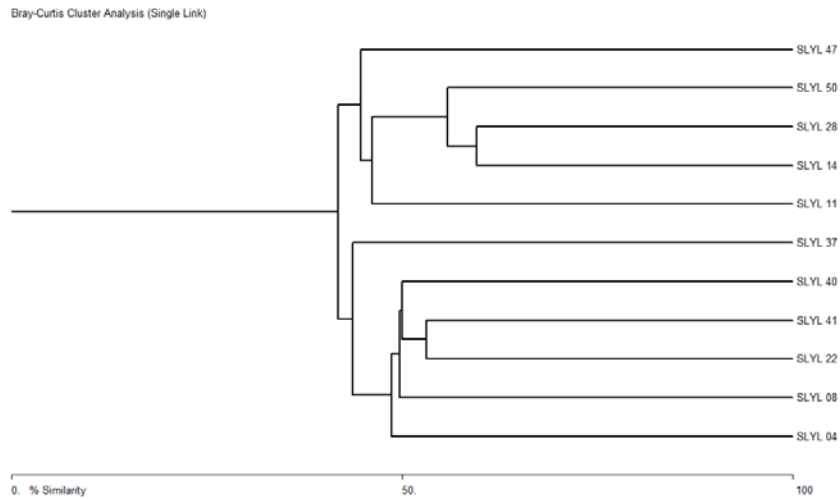
#### **Indeks keanekaragaman**

Indeks diversitas Shanon & Wiever ( $H'$ ) berkisar antara 1,323 sd 1,771 (Tabel 7) Indeks diversitas  $H'$  terkecil diperoleh di Tg Sebelah Utara Pulau Tanajampea (SLY 41), Demikian pula nilai indeks kemerataannya ( $e$ ) juga kecil serta nilai indeks dominansi ( $d$ ) besar. Artinya ada terjadi dominansi beberapa jenis ikan. Ikan-ikan yang mendominasi lokasi ini adalah *Chromis amboinensis* dan *Chromis viridis*. Menurut Giyanto dan Siringp-ringo (2006) substrat lokasi ini adalah pasir lumpuran dan karang mati, serta persentase tutupan karang hidupnya nya sebesar 37,07 yang termasuk dalam kategori sedang. Indeks  $H'$  tertinggi ditemukan pada lokasi pantai barat Pulau selayar tepatnya di kampung Bone Lohe sebelah selatan (SLY 08). Secara umum nampak bahwa rata-rata indeks diversitas pada enam stasiun di pantai Barat Pulau Selayar relatif lebih tinggi dari pada lima stasiun yang berada di Pulau Tanajampea.

Komunitas ikan karang dicirikan dengan tingginya kelimpahan dan keanekaragaman jenis. Tingginya keanekaragaman jenis tersebut menurut beberapa penelitian disebabkan oleh tingginya kompleksitas dari struktur hanitat terumbu itu sendiri (Smith, 1978). Namun ada penelitian lain juga yang menunjukkan hal yang berbeda, yakni tidak adanya hubungan antara kompleksitas struktur habitat dengan kelimpahan ikan karang (Thresher, 1983 ; Sale et al, 1994). Rendahnya hubungan antara komunitas ikan karang dengan struktur habitat



diasumsikan sebagai bukti bahwa komunitas ikan karang bukanlah sesuatu yang seimbang dalam tetapi terstruktur sebagai variasi dari adanya rekrutmen (Sale and Douglas, 1984). Dilain pihak hasil penelitian mendapatkan bahwa migrasi merupakan faktor penting yang menentukan kelimpahan dalam struktur komunitas ikan karang (Roberstson, 1988).



**Gambar 3. Kluster ikan karang pada sebelah lokasi di perairan terumbu karang Kabupaten Selayar berdasarkan data yang sudah ditransformasikan (hadir dan tidak hadir) ikan pada satu lokasi.**

Komunitas ikan karang dicirikan dengan tingginya kelimpahan dan keanekaragaman jenis. Tingginya keanekaragaman jenis tersebut menurut beberapa penelitian disebabkan oleh tingginya kompleksitas dari struktur hanitat terumbu itu sendiri (Smith, 1978). Namun ada penelitian lain juga yang menunjukkan hal yang berbeda, yakni tidak adanya hubungan antara kompleksitas struktur habitat dengan kelimpahan ikan karang (Thresher, 1983 ; Sale et al, 1994). Rendahnya hubungan antara komunitas ikan karang dengan struktur habitat diasumsikan sebagai bukti bahwa komunitas ikan karang bukanlah sesuatu yang seimbang dalam tetapi terstruktur sebagai variasi dari adanya rekrutmen (Sale and Douglas, 1984). Dilain pihak hasil penelitian mendapatkan bahwa migrasi merupakan faktor penting yang menentukan kelimpahan dalam struktur komunitas ikan karang (Roberstson, 1988).

**Tabel 7. Jumlah jenis dan indeks ekologi ikan karang yang ditemukan di Perairan Kepulauan Selayar.**

No.	Lokasi	Jumlah jenis	H'	E	d
1	SLYL 04	69	1.37	0.745	0.089
2	SLYL 08	74	1.771	0.948	0.016
3	SLYL 11	45	1.549	0.937	0.03
4	SLYL 14	46	1.479	0.89	0.042
5	SLYL 22	64	1.673	0.926	0.024
6	SLYL 28	38	1.465	0.927	0.037
7	SLYL 37	55	1.504	0.864	0.054
8	SLYL 40	56	1.544	0.883	0.046
9	SLYL 41	79	1.323	0.697	0.111
10	SLYL 47	45	1.512	0.914	0.038
11	SLYL 50	40	1.352	0.844	0.065

Dalam penelitian ini kelimpahan individu dan kelimpahan jenis ikan karang tertinggi dijumpai di Tg Sebelah Utara Pulau Tanajampea (SLY 41) (Tabel 8). Akan tetapi dilihat dari persentase tutupan karang hidupnya (Giyanto dan Siringp-ringo 2006) (Tabel 8) lokasi ini

mempunyai tutupan karang yang rendah (menempati urutan ke enam) dibanding dengan beberapa lokasi lainnya. Kelimpahan individu ikan karang di lokasi ini lebih disebabkan oleh hadirnya beberapa jenis yang hidup berkelompok dalam jumlah yang besar (*schooling*) antara lain jenis *Chromis viridis*, *Chromis amboinensis* dan *Gnatodentex lineatus*. Analisa korelasi antara persentase tutupan karang hidup dengan jumlah jenis ikan ( $r = 0,29$ ) maupun jumlah individu ikan ( $r = 0,27$ ) serta jenis ikan indikator ( $r = 0,35$ ) menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara persentase tutupan karang hidup dengan ketiga parameter tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan persentase tutupan karang tidaklah selalu diikuti oleh kenaikan jumlah jenis maupun jumlah individu dari ikan karang yang ada pada sebelah lokasi pengamatan di Kepulauan Selayar ini. Jadi faktor yang diduga berpengaruh terhadap tingginya jumlah jenis maupun kelimpahan individu ikan karang di perairan Selayar adalah : *Pertama*, adanya arus laut yang melintasi daerah tersebut yang dikenal sebagai ARLINDO (Arus Lintas Indonesia). Arus tersebut diduga yang membawa/mensuplai larva larva ikan dari daerah lain mengakibatkan perairan Selayar tetap kaya akan ikan karang.

Cowen *et al* (2000) menyatakan bahwa tinggi rendahnya kelimpahan biota laut di suatu lokasi perairan sangat tergantung pada apakah lokasi tersebut hanya menggunakan pola rekrutmen lokal (internal rekrutmen) ataukah mendapat suplai larva-larva biota yang dibawah oleh arus laut dari daerah lain (eksternal rekrutmen). *Kedua*, hampir pada setiap lokasi penelitian ditemukan ekosistem lamun dan mangrove yang berbatasan dengan terumbu karang tersebut. Kehadiran kedua ekosistem tersebut tentunya akan memberikan pengaruh terhadap keberadaan ikan-ikan karang yang ada di sekitarnya. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa perairan terumbu karang yang berbatasan dengan habitat lamun dan mangrove tingkat kelimpahan individu maupun jenisnya akan lebih tinggi dibandingkan dengan perairan yang tidak ada pengaruh habitat lamun dan mangrove ( Nagelkerken , *et al* , 2001 ; Nagelkerken *et al* , 2002 )

**Tabel 8. Kondisi Karang \* (Giyanto dan Siringo-ringo, 2006) dan Ikan karang pada sebelah lokasi penelitian di Kepulauan Selayar.**

No	Nama Stasiun	% Tutupan krg (*)	Jumlah jenis karang (*)	Jumlah Jenis ikan	Jumlah Jenis Ikan indikator	Total Jumlah Individu ikan
1	SLYL 40	47	9	56	7	274
2	SLYL 37	45	16	55	3	221
3	SLYL 47	40	22	45	5	329
4	SLYL 28	39	33	38	4	196
5	SLYL 11	38	43	45	7	250
6	SLYL 41	37	16	79	6	923
7	SLYL 14	37	41	46	9	333
8	SLYL 22	35	30	64	9	259
9	SLYL 04	20	22	69	11	582
10	SLYL 50	20	14	40	7	353
11	SLYL 08	17	12	74	5	258

## KESIMPULAN

Hasil pengamatan pada sebelah lokasi di perairan terumbu karang Selayar mencatat 266 jenis ikan yang termasuk dalam 30 suku. Kondisi sumberdaya ikan karang di perairan ini termasuk dalam kategori baik. Variasi keanekaragaman jenis ikan karang di perairan ini tergolong cukup tinggi. Tinggi rendahnya persentase tutupan karang hidup di daerah penelitian tidak berpengaruh terhadap kelimpahan individu maupun penambahan jenis ikan karang di lokasi pengamatan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.R. 1991 Damsel-fishes of the world. Mergus Publishers, Melle, Germany. 271 p.
- Allen, 2002. Reef Fishes of the Togean and Banggai Islands, Sulawesi, Indonesia. *In* : G.R. Allen and S.A. Mc Kenna (Eds). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Togean and Banggai Islands, Sulawesi Indonesia. *RAP Bulletin of Biological Assessment* . Conservation International. Washington, D.C. 20 : 44 – 53 p.
- Dartnall, H.J. and M. Jones, 1986. A Manual of survey methods of living resources in coastal area. Asean Australia cooperative programme marine science handbook. Townsville : AIMS: 167 p.
- English, S.; C. Wilkinson and V. Baker, 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources. Second edition*. Australian Institute of Marine Science. Townsville: 390 p.
- Cowen, R.K., K.M.M. Lwiza., S. Sponaugle., C.B. Paris and D.B. Oslon, 2000. Connectivity of marine populations : Open or closed ? *Science*, 287: 857 – 859.
- English, S.; C. Wilkinson and V. Baker, 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources. Second edition*. Australian Institute of Marine Science. Townsville: 390 p.
- Giyanto dan R.M. Siringp-ringo, 2006. Laporan komunitas karang di Selayar. Tidak dipublikasikan. 10 hal.
- Kuiter, R.H. and T. Tonzuka 2001 Pictorial guide to Indonesian reef fishes. Part 1. Eels-Snappers, Muraenidae - Lutjanidae. Zoonetics, Australia. 302 p.
- Nagelkerken, I., Kleijnen, S., Klop, T., van den Brand, R., de la Moriniere, E.C. & van der Velde, G., 2001. Dependence of Caribbean reef fishes on mangroves and seagrass beds as nursery habitats: a comparison of fish faunas between bays with and without mangroves/seagrass beds. *Marine Ecology Progress Series*, 214, 225–235.
- Nagelkerken, I., C.M. Robert., G. van der Velde ., M. Dorenbos ch., M.C. van Riel., E.C. de la Morinere and P.H. Nienhuis. 2002. How important are mangrove and seagrass beds for coral reef fish ? The nursery hypothesis tested on an islands scale. *Marine Ecology Progress Series*. 244 : 299 – 305.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.* 13: 131-144.
- Roberstson, D.R. 1988. Abundance of surgeonfishes on patch-reefs in Caribbean Panama : Due to settlement, or post-settlement events ? *Mar.Biol.* 97, 495 – 501.
- Sale, P.F. and W.A. Douglas. 1984. Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reefs and the relation of community structure to the reef structure. *Ecology* 65, 409 – 422.
- Sale , P.F., J.A. Guy and W.J. Steele. 1994. Ecological structure of assemblages of coral reef fishes on isolated patch reef. *Oecologia* 98, 83 – 99.
- Shannon, C.E. , 1948. A Mathematical theory of communication. *Bell System Tech. J.* 27 : 379 – 423, 623-656.
- Smith, C.L. 1978. Coral reef area and the contribution of reef to processes and resources of the world's oceans. *Nature* 273, 225 – 226.
- Thresher, R.E. 1983 . Habitat effect on reproductive success in the coral reef fish *Acanthochromis polycanthus* (Pomacentridae). *Ecology* 64, 1184 - 1199.
- Zar, J. H., 1996. *Biostatistical Analysis. Second edition*. Prentice-Hall Int. Inc. New Jersey: 662 p.





## INTRODUKSI SPESIES TERITIP ASING, *Striatobalanus taiwanensis*, DARI PERAIRAN TAIWAN KE PELABUHAN TELUK BAYUR PADANG

**Romanus Edy Prabowo**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : romy.rep@gmail.com*

Pada saat dilakukan studi biodiversitas dan pola distribusi spesies teritip intertidal Pulau Sumatra tahun 2009, ditemukan adanya spesies teritip asing yang terintroduksi di Pelabuhan Teluk Bayur Padang. Dalam studi biodiversitas teritip intertidal di Indonesia, khususnya Pulau Sumatra, hanya diketahui satu jenis teritip dari Genus *Striatobalanus* yaitu *S. amaryllis*, teritip yang umum dijumpai pada daerah intertidal hingga subtidal di daerah *tropical* hingga *temperate*. Namun demikian, di Pelabuhan Teluk Bayur Padang ditemukan satu jenis lain yang diduga adalah *S. taiwanensis*, jenis teritip yang sebelumnya hanya dijumpai di perairan Taiwan, sehingga diduga bahwa spesies tersebut adalah spesies terintroduksi. Penelitian ini mengkaji karakter morfologis jenis *Striatobalanus* asing yang ditemukan di Pelabuhan Teluk Bayur Padang dan membandingkannya dengan deskripsi asli *S. taiwanensi* oleh Hiro, 1939.

### PENDAHULUAN

Globalisasi dan perdagangan bebas telah meningkatkan lalu-lintas kapal internasional di pelabuhan-pelabuhan Indonesia, yang tidak lain adalah vektor dari spesies laut *invasive* dari berbagai penjuru dunia. Resiko dan ancaman introduksi spesies *invasive* diantaranya adalah; menurunnya keanekaragaman hayati lokal karena infeksi, predasi, kompetisi, maupun putusnya rantai makanan pada ekosistem lokal; infeksi dan predasi juga bisa terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung pada perikanan dan budidaya laut lokal; menjadi *biofouler* bagi kapal maupun dermaga; keracunan bila spesies *invasive* mampu menghasilkan toxin yang berbahaya; dan pada faktor estetis *blooming* spesies asing bisa juga mengurangi keindahan perairan pesisir. Pimentel *et.al.* (2000) melaporkan bahwa kerugian dan biaya yang ditanggung oleh Amerika Serikat akibat spesies *invasive* adalah sebesar US\$ 138 juta per tahun, suatu angka dan gambaran yang sangat mahal untuk penanganan hama spesies *invasive* pertanian dan maritim.

Setiap organisme secara alamiah mempunyai daerah jangkauan distribusi geografisnya masing-masing, oleh karena itu berdasarkan distribusi alamiahnya dikenal istilah spesies *indigenous*. Sedangkan istilah spesies *non-indigenous* adalah spesies yang hadir pada lingkungan yang bukan merupakan daerah distribusi alamiahnya, hal ini biasanya terjadi karena introduksi yang dilakukan oleh manusia baik secara langsung maupun tidak langsung (Colautti dan Hugh, 2004).

Introduksi spesies asing biasanya mempunyai pengaruh buruk pada lingkungan lokal. Menurut Ian LeProvost (2004), resiko dan ancaman introduksi spesies *invasive* diantaranya adalah; menurunnya keanekaragaman hayati lokal karena infeksi, predasi, kompetisi, maupun putusnya rantai makanan pada ekosistem lokal; infeksi dan predasi juga bisa terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung pada perikanan dan budidaya laut lokal; menjadi *biofouler* bagi kapal maupun dermaga; keracunan bila spesies *invasive* mampu menghasilkan toxin yang berbahaya; dan pada faktor estetis *blooming* spesies asing bisa juga mengurangi keindahan perairan pesisir.

Introduksi *S. taiwanensis* di Padang merupakan kasus introduksi spesies teritip asing pertama di Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui identitas spesies *non-indigenous* yang ditemukan di perairan Pelabuhan Teluk Bayur Padang secara morfologis dan bila memungkinkan secara molekuler.



## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di perairan Pelabuhan Teluk Bayur Padang Sumatra Barat. Lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 1. Material utama yang dipakai dalam penelitian ini adalah Teritip yang hidup menempel pada substrat alami maupun buatan pada daerah kisaran pasang surut (*intertidal*) di perairan Pelabuhan Teluk Bayur Padang. Material lainnya adalah ethanol 96 % yang berfungsi untuk fiksasi (mengeluarkan kandungan air) teritip dengan cara merendamnya dalam kontainer sampel. Ethanol 96 % juga berfungsi sebagai media rendaman untuk penyimpanan koleksi sampel teritip. Penelitian ini menggunakan *Keiser's glyceryn jelly* sebagai media untuk pembuatan preparat awetan bagian lunak teritip yaitu *trophi* (bagian-bagian mulut) dan *cirri* (kaki-kaki filter) yang karakteristiknya sangat penting dalam identifikasi spesies teritip.

Alat yang digunakan dalam penelitian laboratorium adalah: alat diseksi untuk diseksi bagian lunak teritip dan untuk pembuatan preparat; mikroskop stereo untuk pengamatan bentuk dan struktur cangkang (*paries*) dan plat penutup cangkang (*opercular plates*); mikroskop cahaya untuk pengamatan preparat bagian lunak yaitu *trophi* dan *cirri*; komputer dengan software untuk pengukuran diameter sampel dan untuk analisa data.



**Gambar 1.** Foto udara lokasi penelitian, Pelabuhan Teluk Bayur, dengan titik lokasi ditemukannya species invaise *S. taiwanensis* (Sumber foto : <http://www.telukbayurport.com/>).

### *Identifikasi Taksonomis (morfologis)*

Deskripsi karakteristik morfologi teritip dilakukan untuk bagian keras (cangkang) dan lunak (bagian tubuh di dalam cangkang). Oleh karena itu deskripsi sampel teritip *invasive* akan didahului dengan pembuatan preparat awetan baik bagian keras berupa cangkang (*parietes*) dan plat penutup cangkang (*opercular plates*) maupun bagian lunak yaitu *trophi* dan *cirri*. Pembuatan preparat awetan bagian keras dilakukan dengan cara sebagai berikut. Sampel teritip yang sudah disimpan dalam ethanol 96% dipisahkan bagian lunaknya dari cangkang keras menggunakan pisau diseksi. *Parieta*, *tergum* dan *scutum* dibersihkan dan direndam dalam larutan 'pemutih' (*bleach*) untuk menghilangkan bahan organik yang menempel.

Kemudian dikeringkan dan ditempelkan pada *slide* untuk diamati karakteristik morfologinya menggunakan mikroskop stereo.

Pembuatan preparat awetan bagian lunak dilakukan dengan cara sebagai berikut. Sampel teritip yang disimpan dalam ethanol 96% yang sudah dipisahkan dari cangkang kerasnya, didiseksi bagian lunaknya yaitu *trophi* (bagian-bagian mulut) dan *cirri* (kaki-kaki filter) menggunakan gunting dan pisau diseksi. Setiap bagian *trophi* (*labrum, palpus, maxilla, dan maxillula*) dan *cirri* (pasangan *cirrus* I-VI dan penis) dari satu individu ditempelkan pada satu *object glass* dengan menggunakan *Keiser's glyceryn jelly mounting media* dan kemudian ditutup dengan menggunakan *cover glass*. Setelah mengeras kemudian diamati karakteristik morfologinya menggunakan mikroskop cahaya.

Terminologi morfologi teritip yang digunakan mengacu pada Darwin (1854) and Newman *et.al.* (1969). Sampel individu spesies *invasive* dari Pelabuhan Teluk Bayur dibandingkan dengan deskripsi asli menurut Hiro (1939). Studi komparasi morfologi dengan sampel topotype *S. taiwanensis* dari Taiwan tidak bisa dilaksanakan karena species tersebut tidak bisa ditemukan di habitat asalnya maupun dari koleksi Coastal Ecology Laboratory, Biodiversity Research Centre, Academia Sinica, Taiwan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelabuhan Teluk Bayur merupakan pelabuhan internasional dengan beberapa dermaga besar yang melayani *ocean-going vessel*. Terletak di kota Padang bagian selatan, pelabuhan ini memiliki substrat berpasir dan berbatu. Daerah tepinya dikelilingi oleh beton pondasi dermaga yang diperkuat dengan timbunan batu. Di bagian luar kompleks pelabuhan yang masih di dalam teluk, substrat tersusun atas pasir dan lumpur, substrat berlumpur terutama pada bagian timur yang banyak perumahan penduduk dan pada bagian selatan teluk. Kondisi air di Pelabuhan Teluk Bayur jernih dan cenderung tenang.



**Gambar 2.** *Striatobalanus taiwanensis* pada substrat batu di lokasi R.

Dari data pengambilan sampel, diketahui biodiversitas teritip tertinggi adalah di lokasi R, lokasi referensi ditemukannya *Striatobalanus taiwanensis* untuk pertama kalinya (Gambar 2). Lokasi R memiliki biodiversitas tertinggi karena mampu memberikan kondisi lingkungan yang cocok untuk kebanyakan teritip, yaitu berair jernih dengan substrat yang keras. Lokasi R juga merupakan tempat sandar utama kapal yang datang ke Pelabuhan Teluk Bayur, sehingga bisa



dimengerti apabila lokasi ini memiliki biodiversitas tertinggi, karena kapal yang datang juga merupakan batu loncatan untuk rekrutmen individu baru teritip di lokasi pelabuhan.

Identitas teritip jenis *Striatobalanus* yang ditemukan di Pelabuhan Teluk Bayur adalah benar *S. taiwanensis* sesuai dengan diagnosis dan deskripsi Hiro (1939). Namun demikian komparasi morfologi dengan sample individu (topotype) dari daerah asal jenis ini yaitu Taiwan tidak bisa dilakukan, karena jenis *S. taiwanensis* tidak bisa ditemukan di habitat asalnya demikina juga dari koleksi milik Coastal Ecology Laboratory, Biodiversity Research Center, Academia Sinica, Taiwan. Chan, *et al.* (2009) menyatakan bahwa sejak ditemukannya jenis *S. taiwanensis* sebagai jenis baru di Taiwan, hingga kini belum ditemukan lagi sampel dari jenis tersebut di perairan Taiwan. Berikut adalah sistematika dan diagnosis *S. taiwanensis* yang ditemukan di Pelabuhan Teluk Bayur Padang.

#### SISTEMATIKA

Subclass CIRRIPEDIA Burnmeister, 1834  
 Superorder THORACICA Darwin, 1854  
 Order SESSILIA Lamarck, 1818  
 Suborder BALANOMORPHA Pilsbry, 1916  
 Superfamily BALANOIDEA Leach, 1817  
 Family BALANIDAE Leach, 1817  
 Subfamily ARCHAEOBALANINAE Pitombo, 2004  
 Genus *Striatobalanus* Hoek, 1913.  
*Striatobalanus taiwanensis* Hiro, 1939

#### Diagnosis

Cangkang berbentuk *conical* dengan bagian luar halus berwarna putih. *Parieta* solid tanpa 'tabung' hanya tersusun atas satu lamina luar. *Parieta* bagian dalam mempunyai *longitudinal ribs* pada lebih dari setengah bagian bawah tabungnya. *Sheath* solid. *Radii* solid, sempit dan *disparietal*. *Alae* tidak mempunyai kait. *Spur* dari tergum relatif panjang dengan cekungan terbuka. Jarak antara sudut *basiscutal* and *spur* sama dengan lebar *spur*. Cekungan artikular sempit dan dalam (Gambar 5). *Labrum* dengan tiga 'gigi' pada kedua sisi *notch* yang tidak terlalu dalam. *Mandibula* dengan 5 'gigi', gigi ke-5 menempel dengan *inferior angle*. Maxilla I tanpa *notch*. *Cirrus* III mempunyai *conical teeth* pada sisi anterior tapi tanpa *complex setae* pada *distal apex* dari *cirrus* dan *erect 'tooth'* pada sudut *postero-distal* dari *articles* (Gambar 6).

*Striatobalanus taiwanensis* secara umum ditemukan dengan kepadatan relatif yang tidak terlalu banyak, namun demikian pada balik batu jenis ini ditemukan dengan kepadatan yang cukup tinggi (Gambar 7). Kondisi ini menunjukkan bahwa jenis ini termasuk jenis yang menghindari sinar matahari langsung yang bisa menyebabkan kondisi kelewat panas di dalam cangkang teritip. Selain itu kondisi ini juga mengindikasikan bahwa jenis teritip ini menghindari pengaruh hempasan ombak.

#### KESIMPULAN

Penelitian "Status introduksi teritip *invasive* Genus *Striatobalanus* (Cirripedia : Balanomorpha) *native* Taiwan di Pelabuhan Teluk Bayur Padang" ini menyimpulkan bahwa Identitas species *Striatobalanus* yang ditemukan di Pelabuhan Teluk Bayur Padang adalah *Striatobalanus taiwanensis* sesuai dengan deskripsi Hiro (1939). Identitas genetik tidak bisa dibandingkan karena *Striatobalanus taiwanensis* dari populasi asalnya (*topotype*) hingga kini tidak bisa diperoleh.



## DAFTAR PUSTAKA

- Advisory Committee on the Marine Environment, 2001, Report of the Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms (WGITMO), *International Council for the Exploration of the Sea*, Barcelona, Spain
- \_\_\_\_\_, 2004, Report of the Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms (WGITMO), *International Council for the Exploration of the Sea*, Casenatico, Italy
- Clarke KR and RM Warwick. 2001. Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2<sup>nd</sup> edition. Primer-E Limited: Plymouth.
- Colautti RI and Hugh JM. 2004. A neutral terminology to define 'invasive' species. *Diversity Distrib.* 10:135-141
- Darwin CW. 1854. A monograph on the subclass Cirripedia, with figures of all species. The Balanidae, (or sessile cirripedes), the Verrucidae, etc., pp. 30-300. London : Ray Society.
- Darwin CW. 1968. A Monograph II, On The Sub-Class Cirripedia. Ray Society. p:446
- Godwin L. 2003. Hull fouling of maritime vessels as a pathway for marine species invasions to the Hawaiian Islands. *Biofouling*, v. 19, p. 123-131
- LeProvost, Ian., 2004, Best Practice for The Management of Introduced Marine Pests, *The Global Invasive Species Programme*, Australia
- Lewis, J. A., 2008, *Personal communication*, Environmental Compliance & Biotechnology, Maritime Platforms Division, Defence Science & Technology Organisation, Australia
- Martin JW and Davis GE. 2001. An Updated Classification of the Recent Crustacea. Science Series 39, Los Angeles County : Natural History Museum.
- Myers AA. 1997. Biogeographic barriers and the development of marine biodiversity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **44**, 241-248
- Newman WA, VA Zullo and TH Withers. 1969. Cirripedia. In, Moore, R.C. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology* Part R. Arthropoda 4. (1):R206-295, Geol.Soc.Am., Univ.Kansas.
- Otani, M., Oumi, T., Uwai, S., Hanyuda, T., Prabowo, R. E., Yamaguchi, T. and Kawai, H., 2007, Occurrence and diversity of barnacles on international ships visiting Osaka Bay, Japan, and the risk of their introduction', *Biofouling*, 23:4, 277-286
- Pilsbry HA. 1916. The sessile barnacles (Cirripedia) contained in the collections of the U.S. National Museum; including a monograph of the American species. *Bulletin of The United States National Museum*, **93**, 47-366.
- Pimentel D., Lach L., Zuniga R., Morrison D., 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bio-Science*, 50: 53-65
- Prabowo RE. 2005. Biogeography of intertidal barnacle in Indonesian and surrounding seas. Master Thesis, Chiba Univ.
- Prabowo, R. E. 2005. Biogeography of intertidal barnacle in Indonesian and surrounding seas. *Master Thesis*, Chiba Univ.
- Sastroutomo, S.S., K-Y Lum, W-H Loke., 2005, Identification of capacity-building needs in ASEAN for the management of *invasive* alien species., in Identification of risks and management of *invasive* alien species using the IPPC framework, *Proceedings of a workshop in Braunschweig, Germany* 22-26 September 2003, FAO Corporate Document
- Southward AJ. Burton RS. Coles SL. Dando PR. DeFelice R, Hoover J, Parnell PE, Yamaguchi T, Newman WA. 1998. Invasion of Hawaiian shores by an Atlantic barnacle. *Mar. Ecol.-Progress Ser.* 165:119-126.
- Stafford, H. and Willan, R. C. 2007. Is it a Pest? Introduced and naturalised marine animal species of Torres Strait Northern Australia. *Queensland Department of Primary Industries and Fisheries*, Cairns. pagg. 11
- Yamaguchi T, Prabowo RE, Ohshiro Y, Shimono T, Jones D, Kawai H, Otani M, Oshino A, Inagawa S, Akaya T, and Tamura I. 2009. The introduction to Japan of the Titan barnacle, *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) (Cirripedia: Balanomorpha) and the role of shipping in its translocation, *Biofouling*, 25(4):325-333
- Wolff WJ. 2005. Non-indigenous marine and estuarine species in the Netherlands. *Zool. Med. Leiden* 79 (1) : 1-11



## DIVERSITAS JENIS EKHINODERMATA DI PERAIRAN DARUNU, MINAHASA UTARA, SULAWESI UTARA

**Eddy Yusron dan Susetiono**

*Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta*

*E-mail : yusron\_01@yahoo.co.id*

Tujuan penelitian adalah untuk melihat komposisi jenis, struktur komunitas, zonasi dan sebaran lokal. Penelitian ekhinodermata di perairan Darunu telah dilakukan pada bulan Juli dan September 2008 di tiga stasiun. Pengambilan contoh biota dilakukan dengan menggunakan transek kuadrat ukuran 1x1m. Hasil penelitian didapatkan bahwa 22 jenis fauna ekhinodermata yang mewakili 6 jenis Holothuroidea, 7 jenis Echinoidea, 5 jenis Asteroidea, dan 4 jenis Ophiuroidea. Kelompok Bulu babi atau Echinoidea merupakan kelompok yang paling menonjol untuk daerah lamun. Berdasarkan hasil transek, kelompok Bulu babi (Echinoidea) menempati tingkat kekayaan jenis relatif tinggi. Hasil analisis kuantitatif diperoleh bahwa nilai indek diversitas tertinggi ditemukan di stasiun I ( $H' = 1,142$ ), nilai indek pemerataan tertinggi terdapat pada stasiun III ( $J = 0,952$ ), dan nilai indek kekayaan jenis tertinggi didapatkan pada stasiun II ( $D = 0,101$ ). Secara umum, jumlah jenis dan individu fauna ekhinodermata di perairan Darunu Minahasa Utara lebih miskin apabila dibandingkan dengan di Perairan Tanjung Pai, Padaido Biak.

Kata kunci : Ekhinodermata, Keanekaragaman, Darunu, Minahasa Utara.

### PENDAHULUAN

Perairan Darunu terletak dalam wilayah Kabupaten Minahasa Utara Propinsi Sulawesi Utara terletak pada koordinat  $09^{\circ} 54' 00''$  LS dan  $116^{\circ} 20' 30''$  BT, yang memiliki padang lamun yang cukup luas dengan biota-biota yang berasosiasi di dalamnya.

Sumberdaya alam hayati dan ekosistem pesisir laut serta pulau-pulau kecil merupakan sumberdaya potensial yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan secara berkelanjutan dengan memperhatikan karakteristik dan daya dukung lingkungan. Semua unsur sumberdaya alam hayati pesisir dan laut pada dasarnya memiliki saling ketergantungan antara satu dengan yang lainnya serta saling mempengaruhi, sehingga kerusakan dan kepunahan pada salah satu unsur, akan berdampak terganggunya keseimbangan ekosistem sumberdaya alam pesisir dan laut secara keseluruhan.

Padang lamun (*seagrass meadows*) merupakan salah satu ekosistem perairan laut yang paling produktif dan penting (FORTES 1990 dan THANGARADJON *et al.* 2007). Diantaranya fungsi Ekosistem padang lamun merupakan habitat dari berbagai jenis fauna invertebrata, salah satunya kelompok Ekhinodermata yang merupakan kelompok biota penghuni lamun yang cukup menonjol, terutama dari kelas Echinoidea (bulu babi). Kelompok ekhinodermata ini dapat hidup menempati berbagai macam habitat seperti zona rata-rata terumbu, daerah pertumbuhan algae, padang lamun, koloni karang hidup dan karang mati dan beting karang (*rubbles* dan *boulders*). Penelitian mengenai aspek ekologi fauna ekhinodermata di perairan Indonesia telah dilaporkan oleh AZIZ & SUGIARTO (1994), ROBERT & DARSONO (1984), YUSRON (2003 a) YUSRON (2003 b) dan YUSRON (2009)

Sehubungan dengan meningkatnya aktifitas nelayan lokal dalam pengumpulan berbagai jenis teripang dan bulu babi, terutama di daerah rata-rata terumbu dan padang lamun kemungkinan telah menurunnya populasi ekhinodermata terutama kelompok teripang dan bulu babi, maka dikhawatirkan akan mengganggu kelestariannya di perairan Darunu yang termasuk wilayah Kecamatan Wori, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Karena fauna ekhinodermata mempunyai peranan pada ekosistem lamun sebagai jaringan makanan dan juga sebagai herbivora, carnivora, omnivora ataupun sebagai pemakan detritus telah dilaporkan oleh beberapa pakar seperti CLARK & ROWE (1971). Salah satu contoh adalah



beberapa jenis teripang dan bulu babi merupakan sumber pakan untuk berbagai jenis ikan lamun

Sebagaimana diketahui, potensi sumberdaya alam dan jasa lingkungan yang ada di wilayah yang terkenal paling produktif di dunia ini mempunyai makna yang sangat penting. Fakta menunjukkan bahwa sekitar 60% (140 juta) rakyat Indonesia hidup dan menggantungkan hidupnya di wilayah pesisir. Selain itu, wilayah pesisir mendukung hampir semua kegiatan perikanan Indonesia yang tersebar di wilayah pesisir.

Oleh karenanya, apabila kelestarian dan keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya alam dan jasa lingkungan yang ada ingin tetap dipertahankan, maka diperlukan komitmen dari semua pihak (*stakeholders*) untuk menjaga dan mengelola kualitas dan daya dukung lingkungan wilayah yang unik tersebut. Salah satu faktor penting yang menjadi kunci keberhasilannya adalah peran dan keterlibatan masyarakat, mengingat upaya menjaga dan mengelola sumberdaya alam tersebut hanya dapat dicapai jika masyarakat dan pemangku kepentingan (*stakeholders*) lainnya memiliki informasi, pemahaman, dan visi yang sama dalam mengelola sumberdaya perairan. Pembinaan dan pengembangan masyarakat pesisir bisa berhasil dengan baik, hanya jika *stakeholders*, utamanya masyarakat pesisir, berpartisipasi secara aktif.

Informasi mengenai kehadiran fauna ekinodermata dari perairan Darunu, Sulawesi Utara belum pernah dilaporkan. Beberapa informasi yang telah dilaporkan adalah di perairan Lombok Barat bagian utara (AZIZ, 1995), Lombok Barat bagian selatan (AZIZ & SUGIARTO, 1994), dan perairan Maluku telah diungkapkan oleh beberapa pakar JANGOUX & SUKARNO (1974), MEYER (1976), SOEMODIHARDJO *et al* (1980), YUSRON & PITRA (2004) dan YUSRON (2009).

Tulisan ini merupakan hasil penelitian dari proyek Direktorat Perguruan Tinggi kerjasama dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dengan judul penelitian Biodiversitas biota laut di perairan Darunu, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Semoga tulisan ini dapat memberikan sumbangan untuk melengkapi informasi biota laut dari perairan Indonesia.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di perairan Darunu, Minahasa Utara, Sulawesi Utara yang terletak pada koordinat  $09^{\circ} 54' 00''$  LS dan  $116^{\circ} 20' 30''$  BT, pada bulan Juli dan September 2008, lokasi penelitian meliputi 3 stasiun (Gambar 1).

Pengambilan contoh biota ekinodermata pada setiap lokasi dilakukan dua kali pengamatan menggunakan "metoda transek kuadrat". Tali transek ditarik tegak lurus dari posisi titik surut terendah ke arah tubir karang sepanjang 100 meter, dengan digunakan frame kerangka pralon berukuran 1 x 1 m. Titik plot pengamatan dilakukan tiap jarak 10 meter sepanjang garis transek, jarak antara transek 50 meter, pengamatan dilakukan pada saat air menjelang surut. Setiap fauna ekinodermata yang terdapat dalam kerangka frame tersebut dicatat jumlah jenis dan jumlah individunya. Selain itu juga dicatat macam substrat untuk memberikan zonasi dari sebaran lokal fauna tersebut.

Untuk melengkapi data kuantitatif ini juga dilakukan koleksi bebas dan pengamatan secara visual untuk memberikan gambaran mengenai sebaran lokal dan kekayaan jenis fauna ekinodermata di lokasi pengamatan.

Identifikasi jenis ekinodermata dilakukan dengan bantuan kepastakaan ROWE (1969), ROWE & DOTY (1977), CLARK & ROWE (1977), COLIN & ARNESON (1995), GOSLINER, BEHRENS & WILLIAMS (1996) ALEN & STEENE (1999), dan ASHLEY (2002). Beberapa karakter komunitas yaitu, kekayaan jenis dan keanekaragaman jenis ekinodermata dapat ditelaah dengan menggunakan indeks Margalef (D), keragaman Pielou (J) dan pemerataan Shannon (H) (MAGURAN, 1988) sebagai berikut :



Indeks Margalef  $(D) = S - 1/\log N$

Indeks Shannon-Wiener  $(H) = -\sum (n_i/N) \ln (n_i/N)$

Indeks Pielou  $(J) = H / \log S$

Dimana :  $S$  = Jumlah total jenis,  
 $N$  = Jumlah total individu yang diamat  
 $n_i$  = Jumlah individu jenis ke I

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Diskripsi lokasi penelitian*

Pada lokasi perairan Darunu kondisi sebaran lamun dapat diketahui dengan melakukan pengukuran mulai dari garis pantai sampai batas tubir berkisar antar 250 – 500 meter. Pada stasiun I mempunyai substrat pasir halus dan ditumbuhi lamun dari pantai 300 meter kearah laut, stasiun II substrat pasir juga ditumbuhi lamun dari pantai 400 meter kearah laut, stasiun III substrat pasir dan karang mati yang ditumbuhi lamun dari pantai 250 meter kearah laut. Pada ketiga lokasi tersebut dapat dikatakan bahwa ekosistem lamun di lokasi penelitian masih dapat tumbuh/berkembang dengan baik dan banyak ditumbuhi berbagai jenis lamun diantaranya jenis *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Syringodium isoetifolium* dan *Thalassia hemprichii*.

### *Komposisi Fauna Ekhinodermata*

Dari hasil pengamatan dan koleksi fauna ekhinodermata pada tiga stasiun di perairan Darunu, didapatkan 4 kelompok kelas (holothuroid, echinoid, asteroid, ophiuroid), sedangkan kelas crinoid tidak ditemukan pada kelima stasiun penelitian. Hal ini disebabkan biota tersebut biasanya tempat hidupnya di daerah tubir dan dibawah batu sehingga sulit untuk dikoleksi.

Selama pengamatan di tiga stasiun pada perairan Darunu ditemukan 21 jenis fauna ekhinodermata yang termasuk dalam 4 kelas (Tabel 1), kelas Holothuroidea (teripang) diwakili oleh 5 jenis, kelas Echinoidea (bulu babi) diwakili oleh 7 jenis, kelas Asteroidea (bintang laut) diwakili oleh 5 jenis dan kelas Ophiuroidea ( bintang mengular) diwakili oleh 4 jenis. Kelompok yang paling tinggi kehadirannya dalam pengamatan ini adalah bulu babi (Echinoidea), dari jenis *Tripneustes gratilla* yang ditemukan melimpah pada lokasi yang padang lamun padat, terutama pada stasiun I.

Bila dibandingkan dengan kondisi fauna Ekhinodermata di perairan Selat Lembeh Bitung, Sulawesi Utara relatif miskin, terutama dalam jumlah jenis dan individu (YUSRON, 2009); AZIZ (1995) menemukan 32 jenis fauna Ekhinodermata dari perairan Lombok Barat bagian Utara. Kemudian DARSONO *et al* (2001) melaporkan sekitar 52 jenis fauna Ekhinodermata ditemukan di perairan terumbu karang Pulau-pulau Derawan, Kalimantan Timur. Miskinnya fauna Ekhinodermata di perairan Darunu disebabkan dari kelompok teripang banyak diambil oleh masyarakat setempat karena mempunyai harga jual tinggi dan juga disebabkan fauna ini relatif tersebar, sehingga tidak tertangkap dalam transek kuadrat.

Dari hasil perhitungan pada setiap stasiun penelitian mempunyai jumlah jenis antara 13 - 18 jenis, dan jumlah individu antara 37 – 66, sedangkan untuk melihat pada setiap stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Secara kuantitatif data hasil transek disajikan pada Tabel 2. Dari analisa kuantitatif diperoleh suatu gambaran bahwa nilai indek diversitas (indek Shannon) tertinggi di perairan Talise bagian Barat ditemukan pada Stasiun I pada transek 2 ( $H' = 1,142$ ), nilai indek pemerataan tertinggi (nilai Pielou) terdapat pada Stasiun III pada transek 1 ( $J = 0,952$ ), sedangkan nilai indek kekayaan jenis (indek Margalef) tertinggi didapatkan pada Stasiun II pada transek 2 ( $D = 0,101$ ). Dari hasil penelitian YUSRON ( 2003 a) di perairan daerah terumbu



karang di Pulau-pulau Muna, Sulawesi Tenggara masing mempunyai nilai indek diversitas ( $H' = 1,189$ ), indek pemerataan ( $J = 0,911$ ) dan indek kekayaan jenis ( $D = 2,674$ ). Sedangkan hasil penelitian DARSONO & AZIZ (2002) di perairan Teluk Lampung, Sumatera pada 5 lokasi mempunyai nilai indek diversitas antara ( $H' = 1,359 - 2,450$ ), indeks pemerataan ( $J = 0,838 - 0,973$ ) dan indek kekayaan jenis ( $D = 1,707 - 3,219$ )

**Tabel 1. Jenis ekinodermata dari transek di perairan Darunu, Minahasa Utara**

No	Kelas/jenis	L o k a s i					
		Stasiun I		Stasiun II		Stasiun III	
		1	2	1	2	1	2
<b>I</b>	<b>Holothuroidea (Teripang)</b>						
1	<i>Holothuria atra</i>	1	2	1	0	2	0
2	<i>Holothuria hilla</i>	1	2	1	3	1	1
3	<i>Holothuria scabra</i>	2	1	0	0	1	2
4	<i>Bochadschia marmorata</i>	1	2	1	0	0	0
5	<i>Synapta maculata</i>	3	2	1	0	0	0
<b>II</b>	<b>Echinoidea (Bulu babi)</b>						
6	<i>Diadema setosum</i>	6	8	4	12	6	7
7	<i>Diadema savignyi</i>	3	5	3	2	4	2
8	<i>Mespilia globulus</i>	12	5	3	2	4	2
9	<i>Tripneustes gratilla</i>	14	12	9	11	6	7
10	<i>Echinothrix calamaris</i>	1	2	0	0	2	1
11	<i>Echinothrix diadema</i>	0	0	3	5	4	2
12	<i>Echinometra mathaei</i>	2	3	0	0	2	1
<b>III</b>	<b>Asteroidea (Bintang laut)</b>						
13	<i>Archaster typicus</i>	2	3	0	0	2	1
14	<i>Linckia laevigata</i>	0	0	3	1	0	0
15	<i>Culcita novaeguineae</i>	2	2	1	0	0	0
16	<i>Protoreaster nodosus</i>	3	1	0	2	3	2
17	<i>Pentaster obtusatus</i>	1	2	0	0	0	0
<b>IV</b>	<b>Ophiuroidea (Bintang mengular)</b>						
18	<i>Ophiocoma erinaceus</i>	2	1	2	2	0	0
19	<i>Ophioarthrum pictum</i>	4	3	2	5	3	2
20	<i>Ophiarachna incrassata</i>	0	0	4	3	0	0
21	<i>Ophiomastix variabilis</i>	6	3	7	10	5	4
	<b>Jumlah Jenis</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>13</b>
	<b>Jumlah Individu</b>	<b>66</b>	<b>59</b>	<b>53</b>	<b>65</b>	<b>42</b>	<b>37</b>
	<b>Indek Diversitas (H)</b>	<b>1,092</b>	<b>1,142</b>	<b>1,093</b>	<b>1,023</b>	<b>1,091</b>	<b>1,025</b>
	<b>Indek Kemerataan (J)</b>	<b>0,870</b>	<b>0,910</b>	<b>0,907</b>	<b>0,893</b>	<b>0,952</b>	<b>0,920</b>
	<b>Indek Kekayaan Jenis (D)</b>	<b>0,097</b>	<b>0,078</b>	<b>0,081</b>	<b>0,101</b>	<b>0,067</b>	<b>0,089</b>

Ekinodermata adalah merupakan salah satu komponen penting dalam hal keanekaragaman fauna di daerah lamun (BAKUS, 1973; CLARK, 1976). Hal ini karena lamun berperan sebagai tempat berlindung dan sumber pakan bagi fauna ekinodermata. Secara ekologi fauna ekinodermata berperan sangat penting dalam ekosistem lamun, terutama dalam rantai makanan (*food web*), karena biota tersebut umumnya sebagai pemakan detritus dan predator (BIRKELAND, 1989). Salah satu contoh jenis ophiuroid dan holothuroid adalah sebagai pemakan detritus, tapi ada beberapa jenis echinoid adalah herbivora.

Pada Tabel 2. penyebaran ekinodermata berdasarkan mikrohabitat di perairan Darunu terlihat umumnya kelompok biota menyukai mikrohabitat lamun (17 jenis), 8 jenis menempati mikrohabitat pasir, 4 jenis menempati mikrohabitat rumput laut. Dari hasil penelitian YUSRON (2003 b) di perairan Teluk Sekotong, Lombok Barat - Nusa Tenggara Barat



mendapatkan biota ekinodermata menyukai mikrohabitat rumput laut (21 jenis), 18 jenis menempati mikrohabitat lamun, 15 jenis menempati mikrohabitat karang dan 7 jenis menempati mikrohabitat pasir.

Dari kelompok teripang banyak menempati mikrohabitat lamun (5 jenis) dan pasir (3 jenis). Gustato & Villari dalam Heryanto (1984) mengemukakan bahwa di daerah rumput laut dan lamun cukup banyak ditemukan teripang. Banyaknya di mikrohabitat tersebut oleh karena kebutuhan akan perlindungan dari sinar matahari. Masing-masing habitat tersebut didominasi oleh jenis-jenis ekinodermata tertentu, seperti lili laut (Crinoidea) biasanya merupakan anggota kelompok ekinodermata yang kehadiran cukup banyak di zona tubir karang dan lereng terumbu. Sebaran fauna ekinodermata pada ketiga habitat tersebut terutama dipengaruhi oleh faktor makanan dan cara makan tiap jenisnya

**Tabel 2. Penyebaran Ekinodermata berdasarkan mikrohabitat di perairan Ternate, Maluku Utara.**

No	Kelas / Jenis	Pasir	Lamun	Rumput Laut
<b>I</b>	<b>Holothuroidea (Teripang)</b>			
1	<i>Holothuria atra</i>	+	+	-
2	<i>Holothuria scabra</i>	-	+	+
3	<i>Holothuria hilla</i>	+	+	-
4	<i>Bohadschia marmorata</i>	+	+	-
	<i>Synapta macula</i>	-	+	-
<b>II</b>	<b>Echinoidea (Bulu babi)</b>			
6	<i>Diadema setosum</i>	+	+	-
7	<i>Diadema savignyi</i>	+	+	-
8	<i>Mespilia globules</i>	-	+	-
9	<i>Tripneutes gratilla</i>	-	+	+
10	<i>Echinothrix calamaris</i>	-	+	+
11	<i>Echinothrix diadema</i>	-	+	-
12	<i>Echinometra mathaei</i>	-	-	-
<b>III</b>	<b>Asteroidea (Bintang laut)</b>			
13	<i>Archaster typicus</i>	-	+	-
14	<i>Linckia laevigata</i>	+	-	-
15	<i>Culcita novaeguineae</i>	+	+	-
16	<i>Protoreaster nodosus</i>	-	+	-
17	<i>Pentaster obtusatus</i>	-	+	+
<b>IV</b>	<b>Ophiuroidea (Bintang mengular)</b>			
18	<i>Ophiocoma erinaceus</i>	-	+	-
19	<i>Ophiarthrum pictum</i>	-	+	-
20	<i>Ophiarachna incrassate</i>	-	-	-
21	<i>Ophiomastix variabilis</i>	+	-	-

Catatan : + = Present - = Absent

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan di tiga Lokasi di perairan \Darunu ditemukan 21 jenis species ekinodermata yang termasuk dalam 4 kelas yaitu kelas Holothuroidea (teripang) diwakili 5 jenis, kelas Echinoidea (bulu babi) diwakili oleh 7 jenis, kelas Asteroidea (bintang laut) diwakili oleh 5 jenis dan kelas Ophiuroidea (bintang mengular) diwakili 4 jenis, bila dibandingkan dengan komposisi jenis ekinodermata di perairan Tanjung Pai Padaido, Biak Numfor - Papua ditemukan 31 jenis, maka kekayaan jenis ekinodermata di perairan Talise, Likupang Barat, Minahasa Utara relatif miskin, terutama dalam jumlah jenis.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, A. P. Darsono dan W. Kastoro. 1980. Penelaahan epifauna di daerah rata-rata terumbu bagian selatan Pulau Pari. *Dalam: Sumber Daya Hayati Bahari*. Rangkuman berbagai hasil penelitian Pelita II (Editor). Lembaga Oseanologi Nasional – LIPI. Jakarta : 43 – 56.
- Aziz, A dan H. Sugiarto. 1994. Fauna ekhinodermata padang lamun di pantai Lombok selatan. *Dalam : Kiswara, W; M.K. Moosa dan M. hutomo (eds), Struktur Komunitas Biologi Padang lamun di Pantai Selatan Lombok dan kondisi Lingkungannya*. Puslitbang Oseanologi – LIPI, Jakarta : 52 –63.
- Aziz, A. 1995. Beberapa catatan mengenai fauna Ekhinodermata dari Lombok. *Dalam : praseno , D.P; W.S. Atmadja; I. Supangat; Ruyitno dan B.S. Sudibjo (eds). Pengembangan dan Pemanfaatan Potensi kelautan : Potensi Biota, Teknik Budidaya dan Kualitas Perairan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI, Jakarta : 43 –50.
- Aziz, A. 1999. Fauna Ekhinodermata dari rata-rata terumbu karang teluk Saleh, Sumbawa. *Dalam pesisir dan Pantai Indonesia I*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI, Jakarta : 69 –75.
- Alen G.R and R. Steene. 1999. *Indo-Pacific coral reef field guide*. Tropical Reef Research. CSI, Australia 378 pp.
- Ashley Miskelly. 2002. Sea urchin of Australia and The Indo-Pacific. Capricornica Publications, Sydney, Australia 179 pp.
- Bakus, G. J. 1973. The Biology and Ecology of tropical holothurian, *In : Biology and Geology of Coral Reef*. (O.A. Jones & R. Endean. Ads) Vol 2, Academic Press, New York : 325 -357
- Birkeland, C. 1989. The influence of echinoderm on coral reef communities. *In : Echinoderms Studies M. Jangoux & J.M. Lawrence, (Eds), vol. 3. A.A. Balkema, Rotterdam, Netherland :79 pp.*
- Best, M. B. 1994. Biodiversity of the coral reefs of south-west Sulawesi. *Torani spec. issue 5 : 22 – 29.*
- Clark, A. M and F. W. E, Rowe. 1971. *Monograph of shallow-water Indo West Pasific Echinoderms*. Trustees of the British Museum (Natural History). London : 238 pp.
- Clark, A. M. 1976. Echinoderm of coral reefs, *In : Jones, O. A. and Endean (eds) Geology and Ecology of Coral Reefs*. 3. Acad. Press, New York : 95 –123.
- Endean, R. 1973. Population explotions of *Acanthaster planci* and associated destruction of hermatypic corals in the Indo-West Pacific region. *In : Biology and Geology of Coral Reefs (O.A .Jones & Endean, eds). Vol 2 (Biol. 1) : 389 - 438*
- Darsono, P dan A. Aziz. 2001. Fauna Ekhinodermata dari rata-rata terumbu karang Pulau-pulau Derawan, Kalimantan Timur. *Dalam Pesisir dan Pantai Indonesia VI*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI. Jakarta : 213 – 225.
- Darsono, P dan A. Aziz. 2002. Fauna Ekhinodermata dari beberapa pulau di Teluk Lampung. *Dalam Perairan Indonesia: Oseanografi, Biologi dan Lingkungan (A. Aziz, M. Muchtar. Eds)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI. Jakarta : 103 – 120.
- Gross, O. 1992. A. manual for use of the COMM program. Prepared for. Dr. D. Ellis. University of Victoria, B.C. Canada . 52 pp (unpublished).
- Gosliner, T.M; D.W. Behrens and G.C. Williams. 1996. *Coral reefAnimans of the Indo-Pacific*. Sea Challengers, CA, California. 314 pp.
- Heryanto, 1984. Suatu studi tentang kepadatan dan penyebaran berbagai jenis teripang (Echinodermata = Holothuroidea) di pesisir gugus Pulau Pari Teluk Jakarta. Karya Ilmiah. *Fakultas Perikanan IPB*. Bogor : 70 hal.
- Jangoux, M and Sukarno 1074. The echinoderms collected during the Rumphius Expedition I. *Oseanologi di Indonesia 1 : 36 – 38.*
- Lewis, J.B. and R. B. Bray . 1983. Community structure of Ophiuroids (Echinodermata) from three different habitats on a coral reef in Barbados, West Indies. *Mar. Biol.* 73 : 171 – 176.
- Meyer, D. I. 1976. The Crinoidea of the Rumphius Expedition II. *Oseanologi di Indoensia 6 : 39 – 44.*
- Moran, P.J. 1986. The *Acanthaster* phenomenon. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev : 379 – 480.*
- Maguran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement, Croom Helm, London. 146 pp
- Potts, D. C. 1981. Crown –of-thorn starfish-man induced pest or natural phenomenon. *In : The Ecology of pests. Some Australian case histories ( R.L. Kitching & R.E. Jones, eds.)*. CSIRO, Melbourne : 55 – 86/



- Roberts, D. and P. Darsono. 1984. Zonation of reef flat echinoderm at Pari island, Seribu Island. Indonesia. *Oceanologi di Indonesia* 17 : 33 – 41.
- Rowe, F. W. E. and J. E. Doty. 1977. The Shallow - water Holothurian of Guam. *Micronesica* 13 (2) : 217 - 250.
- Rowe, F.W.E. 1969. A Review of family Holothuroidea (Holothuroidea = Aspidochirotida). *Bull.Br. Mus. Nat. His. Zool.* London : 117 – 170.
- Soemodihardjo, S, Burhannuddin, A. Djamali, V. Toro, A. Aziz, Sulistijo, O.K. Sumadiharga, G.A. Horridge, P. Cals, D. F.Dunn, J. Schochet. 1980. Laporan Ekpedisi Rumphius III. *Oceanologi di Indonesia* 13 : 1 – 60.
- Shirley, T.C. 1982. The importance of echinoderm in the diet of fishes of a sublittoral rock reef In : Chapman and J. W. Tunel (ads), South Texas Fauna. Caesar Kleberg Wild Life Researches Institute : 49 – 55.
- Yusron, E. 2003 <sup>a</sup>. Fauna Ekhinodermata di daerah terumbu karang di Pulau-pulau Muna, Sulawesi Tenggara. *Dalam Pesisir dan Pantai Indonesia* VIII. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Jakarta : 135 –140.
- Yusron, E. 2003 <sup>b</sup>. Beberapa catatan Fauna Ekhinodermata dari perairan Sekotong, Lombok Barat – Nusa Tenggara Barat. Prosiding Seminar Riptek Kelautan Nasional, Jakarta 30 – 31 Juli 2003 : 42 – 47.
- Yusron, E dan P. Widianwari 2004. Struktur Komunitas Teripang (Holothuroidea) Di Beberapa Perairan Pantai Kai Besar, Maluku Tenggara *dalam Jurnal Makara Sains*, Vol 8. No. 1. Universitas Indonesia : 15 – 20.
- Yusron, E. 2009. Biodiversitas Fauna Ekhinodermata Di Perairan Selat Lembeh, Bitung – Sulawesi Utara. *Oceanologi dan Limnologi Di Indonesia*. Vol 35, No.2 : 225 – 237.



## DISTRIBUSI MAKROALGA COKLAT (PHAEOPHYTA) DI PANTAI BARAT CAGAR ALAM PANANJUNG PANGANDARAN JAWA BARAT

Suryana

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Bandung

E-mail : [isur\\_8769@yahoo.com](mailto:isur_8769@yahoo.com)

Penelitian distribusi makroalga coklat (Phaeophyta) telah dilakukan di Pasir Putih Pantai Barat Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat pada Mei 2009. Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi dan mengetahui penyebaran makroalga coklat (Phaeophyta). Metode penelitian yang dilakukan adalah survai. Teknik pengumpulan sampel adalah transek yang dikombinasikan dengan plot kuadrat. Hasil penelitian ditemukan dua spesies makroalga coklat yaitu *Padina australis* dan *Turbinaria conoides*. Jenis dengan penyebaran tertinggi adalah *Padina australis* dengan frekuensi relatif 75,68% kemudian *Turninaria conoides* dengan frekuensi relatif sebesar 24,32%.

Kata Kunci : Makroalga Coklat, Distribusi, Pangandaran

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara kepulauan terbesar di dunia. Dengan jumlah pulau sebanyak 17.480 pulau. Indonesia telah dikenal luas sebagai negara kepulauan yang 2/3 wilayahnya adalah lautan dan mempunyai garis pantai terpanjang di dunia yaitu 95.181 km. Didalam lautan terdapat bermacam-macam makhluk hidup baik berupa tumbuhan air maupun hewan air. Salah satu makhluk hidup yang tumbuh dan berkembang di laut adalah alga (Putra, 2006).

Alga laut merupakan jenis alga yang menjadi sumber makanan utama bagi hewan laut. Alga merupakan organisme fotosintetik aerobik. ( Dawes, 1981). Organisme ini mengandung klorofil a, klorofil jenis lainnya dan pigmen-pigmen fotosintetik. Habitat alga adalah di tempat tergenang air yang tersedia cahaya matahari dengan kelembaban dan nutrient sederhana. Alga laut sebagian besar mempunyai bentuk makro dan banyak dibudidayakan karena banyak golongan alga laut yang memiliki nilai ekonomi seperti menghasilkan agar-agar, karagin, algin, dan bahan industri lainnya (Sumich, 1992).

Menurut Nontji (1987), alga berukuran besar yang hidup di laut tergolong ke dalam tiga kelas, yaitu Chlorophyceae (alga hijau), Phaeophyceae (alga coklat), dan Rhodophyceae (alga merah). Tiap kelas memiliki karakteristik dan penyebaran di zona intertidal yang membedakan satu jenis dengan jenis lainnya. Alga hijau yang berbentuk lembaran (*Ulva*) mendominasi bagian terbawah, sedangkan bagian atas didominasi oleh alga merah seperti *Endocladia*. Bagian tengah yang biasanya batu-batu karang didominasi oleh alga coklat (*Fucus*). (Dawes, 1981).

Alga laut tersebar luas di laut dengan jenis yang beragam, diantaranya dari Kelas Chlorophyta, Rhodophyta dan Phaeophyta Dawes (1981). Dengan wilayah kelautan Indonesia yang luas maka alga laut dapat ditemukan di beberapa daerah pantai Indonesia. Adanya perbedaan sifat dan biologis alga mengakibatkan perbedaan cara penyebaran di wilayah Indonesia. Pantai Barat Cagar Alam Pananjung Pangandaran Jawa Barat merupakan salah satu wilayah penyebaran makroalga coklat (Phaeophyta) di Indonesia. Namun informasi hasil penelitian di wilayah ini belum banyak terungkap secara ilmiah. Disamping itu, Phaeophyta (alga coklat) merupakan salah satu jenis alga yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti bahan pangan, industri komestika, farmasi, medium pertumbuhan untuk penelitian laboratorium dan lain-lain.



Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis dan distribusi makroalga dari Divisi Phaeophyta di Pantai Barat Pangandaran sehingga dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk penelitian lebih lanjut dalam upaya peningkatan budidaya rumput laut mengingat bahwa Phaeophyta merupakan salah satu sumber makanan masa depan

## BAHAN DAN METODA

### Metode Penelitian

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah survey dengan teknik sampling menggunakan kombinasi transek dan plot kuadrat. Metode ini dilakukan dengan membuat 3 transek yang dipasang secara vertikal sejauh 100 meter dari batas surut di garis pantai, dengan jarak satu transek dengan transek lainnya adalah 50 meter. Masing-masing transek terdapat 10 plot dengan jarak satu plot dengan plot yang lainnya adalah 10 meter. Pada setiap plot dilakukan pengambilan sample dengan menggunakan ukuran plot kuadrat 1 x 1 meter. Diukur pula beberapa parameter fisika dan kimia lokasi penelitian sebagai data sekunder

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut : Frame paralon ukuran 1x1 meter, Tali raffia, Termometer, Salinometer, pH meter, Kamera, Kantung plastic, dan Alkohol 70%

### Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara menghitung frekuensi dan frekuensi relatif dengan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi (F)} & \quad \text{FM} = \sum \text{Plot ditemukannya jenis alga coklat} \\ \text{Frekuensi Relatif} & \quad \text{FR} = (\text{FM spesies alga coklat} / \sum \text{frek. dari semua spesies}) \times 100\% \end{aligned}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh diketahui bahwa jenis alga coklat (Phaeophyta) yang ditemukan dan dapat diidentifikasi terdiri dari 2 spesies dengan ordo, famili, dan genus yang berbeda. Alga coklat (Phaeophyta) yang paling banyak ditemukan adalah *Padina australis* dengan Frekuensi Relatif 75,68%. Jenis alga coklat (Phaeophyta) yang lainnya adalah *Turbinaria conoides* Frekuensi Relatif 24,32%. Di bawah ini adalah Tabel Jenis dan Distribusi ditemukan Alga Coklat di lokasi penelitian.

**Tabel 1. Data Jenis dan Distribusi Alga Coklat di Lokasi Penelitian**

No	Nama Spesies	F	FR (%)
1	<i>Padina australis</i>	28	75,68
2	<i>Turbinaria conoides</i>	9	24,32
Jumlah		37	100%

*Padina australis* ditemukan di daerah intertidal (pasang surut) dengan keadaan melimpah dan menyebar, di mana daerah ini merupakan daerah tergenang air dan menempel pada batu. Alga coklat (Phaeophyta) lainnya, yaitu *Turbinaria conoides* tidak ditemukan sebanyak *Padina*. *Turbinaria* ditemukan pada substrat laut yang lebih dalam yaitu zona sublitoral dan zona litoral. Jenis ini dapat ditemukan di pesisir pantai karena terdampar oleh ombak dan holdfastnya menempel pada karang yang sudah mati. Jenis *Turbinaria* yang ditemukan pada plot yang berada di tengah atau ujung akhir transek, dengan kondisi morfologi yang hanya bagian tubuhnya yang berupa tangkai saja, sedangkan bagian yang seperti daun sudah tidak ditemukan, namun pada beberapa masih ditemukan. Hal ini dimungkinkan telah lepas terbawa ombak.



*Padina australis*



*Turbinaria conoide*

Di zona intertidal, gerakan ombak mempunyai pengaruh yang terbesar terhadap organisme dan komunitas dibandingkan dengan daerah-daerah laut lainnya (Nybakken, 1988). Gerakan ombak dapat menghanyutkan dan menghancurkan benda yang terkena ombak. Pada pantai-pantai yang terdiri dari pasir atau kerikil, kegiatan ombak yang besar dapat membongkar substrat di sekitarnya sehingga mempengaruhi bentuk zona (Dawes, 1981). Aktifitas ombak pada zona intertidal dapat memperluas batas zona, hal ini terjadi karena penghempasan air pantai lebih tinggi dibandingkan pada saat pasang surut normal sehingga pertumbuhan *Padina* tumbuh dengan pesat dan lebih mudah tersebar. Gerakan air juga penting dalam pertukaran mineral dan zat hara serta menghindari pengendapan untuk menunjang pertumbuhan Dawes (1981). Gerakan air yang keras dapat menyebabkan terlepas jenis ini dari substrat berpasir lalu menempel pada tempat lain.

Faktor cahaya menyebabkan *Padina* tumbuh subur di zona intertidal. Alga pada zona intertidal memerlukan cahaya dengan panjang gelombang terpanjang (merah) yang diserap oleh air dengan cepat. Makin banyak cahaya yang diserap, maka suhu air akan semakin naik, begitu juga sebaliknya (Putra, 2006). Pembentukan spora dan pembelahan sel alga dapat terangsang oleh cahaya merah berintensitas tinggi. Suhu air akan berpengaruh jika terlalu tinggi atau terlalu rendah yang menyebabkan pertumbuhan alga terhambat dan penyebarannya berkurang. Karena mendapat sinar matahari dalam waktu lama, maka persediaan untuk fotosintesis dapat berlangsung lama dan menghasilkan persediaan makanan (Nybakken, 1988). Hal ini dapat diasumsikan bahwa *Padina* sesuai hidup di daerah yang memiliki banyak cahaya dengan suhu tropik.

Binatang laut tertentu seperti *moluska*, ikan herbivore dan bulu babi dapat berpengaruh terhadap persporaan alga. Dalam satu plot, apabila terdapat banyak moluska maka alga yang terdapat pada plot tersebut sedikit, apabila banyak terdapat alga maka moluska jumlahnya sedikit. Moluska, limpet dan *Littoria* dapat memakan spora dan menghambat pertumbuhan stadia muda alga. Dipihak lain ikan herbivore melalui 'grazing' dan 'browsing' (pemakan alga) dapat merusak thalli dan mengurangi jumlah spora alga yang dihasilkan.

Terdapatnya padang lamun (Sea grass) di Pantai Barat Pangandaran dapat mempengaruhi pertumbuhan alga. Padang lamun bersaing dengan alga dalam hal perebutan nutrisi, sehingga pada hamparan padang lamun tidak ditemukan alga yang menempel.

Pada dasarnya alga coklat (Phaeophyta) dan alga merah (Rhodophyta) merupakan alga yang hidup pada karang di kedalaman tertentu. Kedua alga ini akan banyak dijumpai pada daerah tersebut, tapi tidak untuk semua alga pula dari kedua jenis ini cocok pada daerah tersebut. Oleh karena itu, mengapa beberapa jenis alga ditemukan pada zona intertidal yang mendekati subtidal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Dawes, C.S. 1981. *Marine Botany*. New York : Jhon Willey & Sons
- Nontji, Anugrah, DR. 1987. *Laut Nusantara*. Djambatan.
- Nyabakken, J.W. 1988. *Biologi Laut; Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta : Gramedia.
- Sumich,, J.L. 1992. *An Introduction on The Biology Marine Life*. Fifth Edition. Dubuque USA : Wm.C Brown Publisher.
- Putra. 2006. *Alga Laut sebagai Biotarget Industri*.  
<http://www.energi.lipi.go.id/utama.cgi?artikel&1158681917&2>.





## GENETIC DIVERSITY OF HUMPBAC GROUPE CROMILEPTES ALTIVELIS FROM SOUTH SULAWESI

Agus Hery Susanto<sup>1</sup>, Agus Nuryanto<sup>1</sup>, and Petrus Hary Tjahja Sudibya<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Faculty of Biology, Jenderal Soedirman University, Purwokerto, <sup>2)</sup> Faculty of Sciences and Technique, Jenderal Soedirman University, Purwokerto

Humpback grouper is one of the most popular fish in the international live trade in Asia-Pacific regions. The price for one kilogram live of humpback grouper, especially in Spermonde Archipelago South of Sulawesi, is range from 350,000-400,000 IDR, whereas in the retail level in Hong Kong the price was about 92 US\$. This condition leads to the reduction of nature population due to overexploitation. Overexploitation may cause loss of genetic diversity due to genetic drift and inbreeding depression and lead to reduce of potential adaptive, population resistance, and productivity. Therefore, it is important to do some efforts to avoid adverse effect of overexploitation on humpback grouper population in Indonesia. One of the valuable efforts is providing genetic information such as genetic diversity of humpback grouper *Cromileptes altivelis*. Analysis was based on 618 base pairs fragment of cytochrome c oxidase I gene from nine individuals (sequences) of *Cromileptes altivelis* collected at Spermonde Archipelago. The result showed that humpback grouper population from Spermonde Archipelago South Sulawesi has a high haplotype and nucleotide diversity and high polymorphism. High level genetic diversity and polymorphisms are vital related to adaptive potential to environmental alteration.

Key words: genetic diversity, humpback grouper, South Sulawesi

### INTRODUCTION

Grouper are the most popular fish in the international live fish industries in the Asia-Pacific areas. Therefore, it is not surprising that those areas are the biggest producer on International live fish trade. In 1997, Asia-Pacific areas were contributed for 90% of world's aquaculture product, whereas regional production for cultured grouper was only about 15.000 ton, with the biggest producer is China with 8.000 ton and followed by Indonesia (SEAFDEC, 2001).

There are several well known grouper species by Indonesian fisherman, such as brown marbled grouper (*Epinephelus fuscogatus*), estuary grouper (*Epinephelus coioides*), leopard coral grouper (kerapu sunuk, *Plectrocopomus leopardus*) and humpback grouper. Humpback grouper (*Cromileptes altivelis*) has higher economic value due to their market price is higher compared with other species. Muchtadi (2007) has been reported that the price for 1 kg live of humpback grouper at the fisherman level might reach 200.000 IDR. However during the field trip in the Spermonde Archipelago South of Sulawesi in May 2009, the price for 1 kg live was reached 350.000 – 400.000 IDR (personal observation), whereas the price for 1 kg live humpback grouper in the retail level in Hong Kong was 92, US\$ (McGilvary and Chan, 2003).

The high price of humpback grouper leads to uncontrolled and unsafe exploitation. Mous *et al.* (1999) note it is common phenomenon that the fishermen catch the fishes using cyanide and bomb. This fisheries method might kill non target species and also can cause coral reef destruction as the habitat for many coral reef organisms. Even, this fish is sole in so called closed or black market if not said as illegal market. This mean there is special channel for marketing without passing through a governmental fisheries harbour (personal observation).

Population decreasing due to overexploitation might cause a loss of genetic diversity within a given population and potentially reduce adaptive capability, population resistance and productivity (Hauser *et al.* 2002). Overexploitation and the use of unsafe collecting method are suggested as reason for the reduction of natural population of humpback grouper in almost



around Indonesia. It is, therefore, important to make some efforts to avoid adverse effect of overexploitation on humpback grouper population in Indonesia for their sustainable use.

Mariculture is one of the alternative techniques to minimize a pressure on natural population of humpback grouper. There are some efforts to develop mariculture of humpback grouper. At present, there are four governmental breeding centres for humpback grouper. The rest of those are only growing the collected wild fry into market size. However, these efforts are depend on the availability of natural fry.

In order to support mariculture efforts by providing stock information with better genetic quality, a study on genetic diversity is needed. Genetic study on given populations are intended to evaluate genetic diversity of those populations. Compare to morphological analysis, genetic data are relatively stable and are not or less affected by the environmental. Suryadi (2002) has note that genetic variation study is an important aspect on preservation and the use of germ plasma. Moreover, Indriani *et al.* (2002) notes that higher genetic diversity provide a higher opportunity to obtain organisms with the expected performance. Furthermore, genetic diversity is needed by the organisms to keep their capability on reproduction and adaptation to their environmental (Fe'ral, 2002) including their resistance to several diseases.

Genetic diversity study on natural population can be done directly using DNA marker or indirectly using proteomic polymorphisms. The use of DNA as a genetic marker provides direct information about the variation in certain organisms (Ward and Grewe, 1994).

Genetic population structure can be studied using genetic marker such as the fragment of the mitochondrial DNA cytochrome c oxidase I (COI) gene. The usage of this gene on genetic population structure studies have several advantages as follow e.g. high rate of mutation, has not had recombination process since it is inherited maternally (Hebert *et al.* 2003a), highly divergent among populations (Bucklin *et al.* 2003), and has broader phylogenetic sign (Hebert *et al.* 2003b). It was proved that COI gene is suitable for such genetic studies (Barber *et al.* 2002, Luthikhuizen *et al.* 2003, Shefer *et al.* 2004, and Duran *et al.* 2005, Kochzius and Nuryanto 2008, Nuryanto and Kochzius 2009).

This research project is aimed to provide genetic data for humpback grouper for its stock assessment.

## **MATERIAL AND METHOD**

### ***Sample collection and DNA Isolation***

Tissue samples were collected at Spermonde Archipelago South of Sulawesi during the field trip in April-June 2009. Fin clips were cut off from caudal fins with the help of forceps and scissors. Tissue samples were preserved on 96% of ethanol and later on stored at 4°C until DNA analysis. Total genomic DNA was isolated using DNA tissue kits (Merchery Nagel GmbH, Germany) following the protocols from the company.

### ***DNA amplification and sequencing***

A fragment of Cytochrome c oxidase I (COI) gene was amplified using a pair of universal coral reef fish primers fwd\_seq: TCAACCAACCACAAAG ACATTGGCAC, and rev\_seq: TAGACTTCTGGG TGGCCAAAGAATCA (Ward *et al.*, 2005). This primers were amplified a fragment of COI gene with approximately of 700 bp length.

The PCR reactions were carried out in a total volume of 50 µl contained 29,8 µl ultrapure water; 10X PCR buffer 5 µl, MgCl<sub>2</sub> (50 mM) 5 µl, 2 µl (0.01 mM) of each primer, 2 µl of dNTPs (0.05mM), 1 U Taq polymerase, and 4 µl of template DNA. The thermal cycles were as follow:

one cycle at 95 °C for 5 minutes, followed by 35 cycles of 1 minute at 94 °C, 1 minute annealing temperature at 54 °C, and 1,5 minutes at 72 °C. The final extension was carried out at 72 °C for 10 minutes (Ward *et al.*, 2005). PCR products were visualized on 1% Agarose gel. Clear and strong PCR products were selected for sequencing. Unpurified PCR products were sent to Macrogen Inc. Korea for sequencing.

### Data Analysis

All sequences were initially aligned and edited manually using Bioedit software (ver. 7.0.4.1; Hall 1999). Multiple sequences alignment was done using ClustalW (Thompson *et al.* 1994) as implemented in Bioedt ver. 7.0.4.1 (Hall 1999). The orthology to previous published sequences available in NCBI sequence data base (*C. altivelis* DQ107097.1; DQ107905.1; DQ107892.1) was also verified. Haplotype diversity  $h$  (Nei 1987) and nucleotide diversity  $\pi$  (Nei dan Jin 1989) were calculated with the programme Arlequin (ver. 2.0; Schneider *et al.* 2000).

## RESULT AND DISCUSSION

### Genetic diversity

The chromatogram (Figure 1) showed that from approximately 700 bp length of PCR products, 682 base pair of sequences were obtained. A multiple sequences analysis result a length of 618 base pair of COI gene fragment from 9 individuals of *C. altivelis* collected at Spermonde Archipelago.

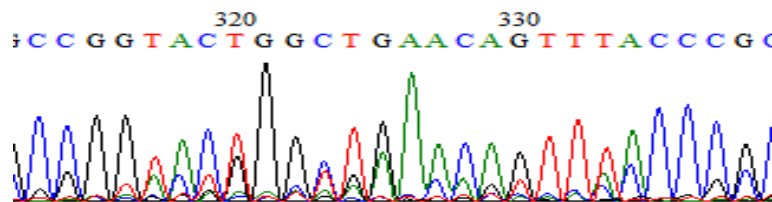


Figure 1 A fragment of COI gene chromatogram from humpback grouper *Cromileptes altivelis*

Sequences verification proved that the resulted sequences have a sum of 98% similarity with the sequences from the same species available in GenBank sequences data base. Among a total of 9 (sequences) individuals, 9 haplotype were obtained with 37 polymorphic sites (5.98%) and 70 mutations (Table 1). This proves that the marker (COI gene) showed high polymorphisms since the frequency of most common allele less than 99% (Hartl and Clark, 1997).

The population has high level of haplotype diversity ( $h = 1.00 \pm 0.05$ ). This means that all the sequences are different among one to another. Nucleotide diversity was 1.89 % (Table 1). It is prove that the population showed high genetic diversity. The level of genetic diversity obtained in this study was comparable to other studies on several coral reef organisms such as in bivalve (Luttikhuisen *et al.* 2003, Shefer *et al.* 2004, Kochzius and Nuryanto 2008, Nuryanto and Kochzius 2009), and shrimp (Barber *et al.* 2002, 2006; Sugama *et al.* 2002).

From conservation point of view, high genetic diversity, and polymorphisms of *C. altivelis* population is very advantages. It is because genetic diversity can be used as an indicator for potential adaptive related to environmental alteration O'Brien (1994). Therefore, it is expected that high genetic diversity and polymorphisms of *C. altivelis* population from the Spemonde Archipelago could indicate high adavtive of the population to their environmental. A high genetic diversity might improve population resistance (Hughes and Stachowicz, 2004; Tarpy, 2003). In contrast, loss of genetic diversity has deleterious effect on population fitness (Reed and Frankham, 2003).



**Table 1 Sample sites, number of sequences (n), number of haplotypes (Nhp), haplotype diversity (h) and nucleotide diversity ( $\pi$ ) in *Cromileptes altivelis* from Pulau Seribu, Jepara, Situbondo, and Spermonde Archipelago**

No	Sample site	n	Nhp	H	$\pi$ (%)
1.	Spermonde	9	9	1,00 $\pm$ 0,05	1,86 $\pm$ 1,06

However, we have to pay high attention on exploitation rate of *C. altivelis* population in the Spermonde Archipelago South of Sulawesi. This species is highly exploited and using unsafe method. Mous *et al.* (1999) note it is common phenomenon that the fishermen around Spermonde Archipelago catch the fishes using cyanide and bomb. Overexploitation might lead to loss of genetic diversity on those populations. This condition has a further consequence on sustainable use of those species in Spermonde Archipelago South of Sulawesi. Ledig (1992) and Hauser *et al.* (2002) note that *overexploitation* has caused a deep loss of genetic diversity within population. This situation has adverse effect on the sustainability of population because loss of genetic diversity has *deleterious* effect on *population fitness* (Reed and Frankham, 2003). Conversely, a low genetic diversity might lead to low potential adaptive, population resistance and reproductivity (Hauser *et al.*, 2002), whereas high genetic diversity might improve population resistance (Hughes and Stachowicz, 2004; Tarpy, 2003).

### CONCLUSION

A fragment of cytochrome c oxidase 1 has high level of polymorphism, haplotype and nucleotide diversity.

### REFERENCES

- Barber, P.H., M.V. Erdmann, and S.R. Palumbi. 2006. Comparative phylogeography of three codistributed stomatopods: origins and timing of regional lineage diversification in the coral triangle. *Evolution*. Vol. 60: 1825-1839.
- Barber, P.H., S.R. Palumbi, M.V. Erdmand, and M.K. Moosa. 2002. Sharp genetic breaks among populations of *Haptosquilla pulchella* (Stomatopoda) indicate limits to larval transport: patterns, causes and consequences. *Molecular Ecology*. Vol. 11: 659-674.
- Bucklin, A., B.W. Frost, J. Bradford-Grieve, L.D. Allen, and N.J. Copley. 2003. Molecular systematic and phylogenetic assessment of 34 calanoid copepod species of the Calanidae and Clausocalanidae. *Marine Biology*. Vol. 142: 3333-3343.
- Duran, S., C. Palacin, M.A. Becerro, X. Turon, and G. Giribet. 2004. Genetic diversity and population genetic of the commercially harvested sea urchin *Paracentrotus lividus* (Echinodermata, Echinoidea). *Molecular ecology*. Vol. 13: 3317-3328.
- Fe'ral, Jean-Pierre. 2002. How useful are the genetic markers in attempts to understand and manage marine biodiversity? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 268: 121– 145.
- Hall, TA. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*. Vol. 41: 95-98.
- Hartl, D.L. and A.G. Clark. 1997. *Principles of Population Genetics*. Third edition. Sinauer Associates Inc. Publisher, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Hauser, L., G.J. Adcock, P.J. Smith, J.H. Bernal Remirez, and G.R. Carvalho. 2002. Lost of microsatellite diversity and low effective population size in an overexploited population of New Zealand snapper (*Pagrus auratus*). *PNAS*. Vol. 19 (18): 11742-11747.
- Hebert, P.D.N., R. Ratnasingham, and J.R. de Waard. 2003a. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit I divergences among closely related species. *Proceeding Royal Society London B (suppl.)*. Vol. 270: S96-99.
- Hebert, P.D.N., A. Cywinska, S.L .Ball, and J.R. de Waard. 2003b. Biological identification through DNA barcodes. *Proc. R. Soc. Lond. B*. Vol. 270: 313-321.
- Hughes, A.R. and J.J. Stachowicz. 2004. Genetic diversity enhances the resistance of a seagrass ecosystem to disturbance. *PNAS* 101 (24): 8998-9002.



- Indriani, F.C., L. Soetopo, Sudjindro, dan A.N. Sugiharto. 2002. Genetic diversity of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) germ plasma and closed related species based isozymes analysis. *Biosains*. Vol. 2 (1): 29 – 39.
- Kochzius, M., and A. Nuryanto. 2008. Strong genetic population structure in the boring giant clam *Tridacna crocea* across the Indo-Malay Archipelago: implications related to evolutionary processes and connectivity. *Molecular Ecology*. Vol. 17: 3775-3787
- Ledig, F.T. 1992. Human impact on genetic diversity in forest ecosystems. *Oikos*. Vol. 63: 87-108.
- Luttikhuisen, P.C., J. Drent, and A.J. Baker. 2003. Disjunct distribution of highly diverged mitochondrial lineage clade and population subdivision in marine bivalve with pelagic larval dispersal. *Molecular Ecology*. Vol. 12: 2215-2229.
- McGilvary, F. and T. Chan. 2003. Market and industry demand issues in the live reef food fish trade. *SPC Live Reef Information Bulletin*. Vol. 11: 36-39.
- Mous, P.J., A. Halim, and J.S. Pet. 1999. Harvest Characteristics of Gango, a Method to Capture Fingerling Groupers from Mangrove Areas in West Flores, Indonesia. The Nature Conservancy, Yayasan Pusataka Alam Nusantara, Komodo.
- Muchtadi, T.R. 2007. National strategic research for the improvement of animal food product. Paper presented on Seminar, Bogor, November 27, 2007.
- Nei, M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press, New York.
- Nei, M. and Li Jin. 1989. Variances of the average number of nucleotide substitutions within and between populations. *Molecular Biology Evolution*. Vol. 6 (3): 290-300.
- Nuryanto, A. and M. Kochzius. 2009. Highly restricted gene flow and deep evolutionary lineages in the giant clam *Tridacna maxima*. *Coral Reefs*. Vol. 28:607–619.
- O'Brien, S. J. 1994. A role for molecular genetics in biological conservation. *Proc. Natl. Acad. Sci*. Vol. 21: 5748–5755.
- Reed, D.H. and R. Frankham. 2003. Correlation between fitness and genetic diversity. *Conservation Biology*. Vol. 17 (1): 230-237.
- Schneider, S., D. Roessli, and L. Excoffier. 2000. *Arlequin, version 2.000*. University of Geneva, Geneva.
- Southeast Asian Fisheries Development Centre (SEAFDEC). 2001. Husbandry and health management of grouper. ASIA-PACIFIC Economic Cooperation, Philippines.
- Sugama, K., Haryanti, J.A.H. Benzie, and E. Ballment. 2002. Genetic variation and population structure of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon*, in Indonesia. *Aquaculture*. Vol. 205: 37-48
- Surjadi, H. 2002. IBSAP Draft of Document part 3/8: Biodiversity as a productive for sustainable development. [www.polarhome.com](http://www.polarhome.com) (email: [nasionala@polarhome](mailto:nasionala@polarhome)). Access on March 18, 2006
- Tarpy, D.R. 2003. Genetic diversity within honeybee colonies prevents severe infections and promotes colony growth. *Proc. R. soc. Lond. B*. Vol. 270: 99-103.
- Thompson, J.G., D.G. Higgins, and T.J. Gibson. 1994. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignments through sequence weighting, position specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*. Vol. 22: 4673–4680.
- Ward, R.D. and P.M. Grewe. 1994. Appraisal of molecular genetics techniques in fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. Vol. 4: 300 - 325.
- Ward, R.D., T.S. Zemlak, B.H. Innes, P.R. Last, and P.D.N. Hebert. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Phil. Trans. R. Soc. B*. Vol. 360: 1847-1857.



## KEANEKARAGAMAN MAKROALGAE DI PANTAI SUNDAK, YOGYAKARTA

**Mei Ria Santi, Yeni Rahmawati, Zulfikar Achmad Tanjung**

*Kelompok Studi Kelautan, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada*

*Email : meiriasanti@yahoo.com*

Makroalgae atau rumput laut, merupakan tumbuhan tingkat rendah yang hidup dalam air laut, kehadirannya dapat dijumpai di pantai yang mempunyai paparan terumbu karang. Makroalgae dikoleksi pada zona intertidal di perairan pantai Sundak pada tanggal 17 April 2010. Kondisi pantai yang masih sangat alami dan belum adanya data penelitian tentang keanekaragaman makroalgae di pantai tersebut menyebabkan hal tersebut menarik untuk diteliti. Dari hasil penelitian, ditemukan keanekaragaman makroalgae sebanyak 17 spesies (17 genus, 11 famili). Dari hasil tersebut, famili yang dominan adalah famili Ulvaceae, Cladophoraceae, Codiaceae, Rhodomelaceae, Sargassaceae, dan Dictyotaceae.

### PENDAHULUAN

Makroalgae atau rumput laut, merupakan tumbuhan yang hidup dalam air laut, kehadirannya dapat dijumpai di pantai yang mempunyai paparan terumbu karang (Kadi, 2006). Sebagian besar makroalgae sudah dikenal manfaatnya oleh masyarakat sekitar seperti untuk dibuat sayur maupun untuk bahan industri (Sulastris *et al.*, 1975). Pantai Sundak merupakan pantai yang masih alami yang berlokasi di Selatan Pulau Jawa, yaitu tepatnya di Selatan Yogyakarta. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang keanekaragaman makroalgae di Pantai Sundak, Yogyakarta. Sehingga dapat digunakan sebagai informasi tentang sumber daya alam yang bermanfaat dalam kepentingan lokal maupun industri.

### BAHAN DAN METODA

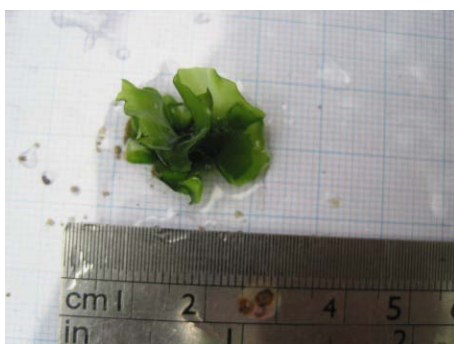
Makroalgae diambil secara langsung di zona intertidal di pantai Sundak pada tanggal 17 April 2010. Preservasi dilakukan sebanyak dua kali, yaitu preservasi awal ketika di lapangan dan preservasi akhir. Preservasi awal dilakukan dengan pencucian alga menggunakan air laut untuk menghilangkan kotoran dan organisme yang dapat menyebabkan pembusukan awal kemudian dimasukkan ke plastik bening. Setelah itu, dilakukan preservasi akhir dengan melakukan pencucian ulang dengan air tawar. Lalu sampel di fiksasi dengan alkohol 70% didalam botol jam. Setelah itu spesimen disimpan dan diidentifikasi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini diperoleh total 17 spesies (17 genus, 11 famili).

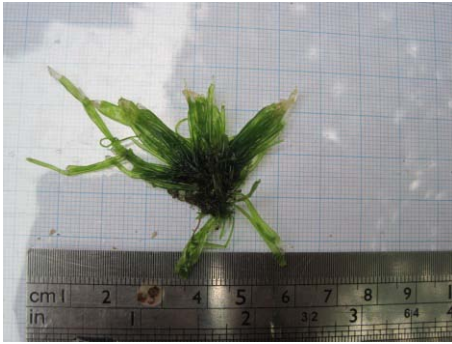
#### *Famili Ulvaceae*

1. *Ulva fasciata* Delile :



Spesies ini memiliki talus menyerupai lembaran halus dengan pinggiran yang ikal berombak. Ukuran lebar talus dapat mencapai 5 cm dengan panjang mencapai 25 cm. Warna thalli umumnya hijau cerah. Alga jenis ini tumbuh di daerah rata-rata terumbu melekat pada substrat batu atau dapat juga bersifat epifit. Populasi pertumbuhannya dapat berlimpah dan menutupi substrat dengan areal yang meluas.

2. *Enteromorpha intestinalis* Linnaeus :



Genus *Enteromorpha* memiliki talus berbentuk filament pada ujungnya dan bentuk silinder pada pangkalnya. Panjang talus mencapai 17 cm. Warna talus hijau cerah dan bersifat monostomatik (1 lapis sel).

#### **Famili Cladophoraceae**

##### 3. *Chaetomorpha crassa* (C. Agardh) Kützing :



Spesies ini ditandai dengan talus tebal, tidak bercabang, silindris dan bersegmen.

##### 4. *Chaetomorpha linum* (Müller) Kützing :



Spesies ini memiliki talus tipis dan hidupnya tidak menempel pada substrat.

#### **Famili Valoniaceae**

##### 5. *Borgesenia forbesii* (Harvey) :



Talus berbentuk seperti balon yang mirip gada melengkung dan bagian pangkalnya sangat mengecil tempat melekatkan diri, warna hijau transparan, berdinding tipis dan bagian dalamnya berisi cairan.



**Famili Codiaceae**

6. *Codium taylori* Silva :



Genus ini hidup melekat pada substat. Talus berwarna hijau gelap bersifat dikotomus, tebal, dengan konsistensi talus seperti spon.

7. *Halimeda tuna* (Ellis dan Solander) Lamouroux



Genus ini memiliki talus yang terkalsifikasi dan tumbuh tegak bercabang. Alga ini tumbuh pada substrat karang.

**Famili Rhodomelaceae**

8. *Laurencia corallopsis* (Montagne) Howe



Genus ini memiliki ujung talus yang tumpul dan tumbuh tegak dengan percabangan silindris dan tidak teratur.

9. *Acanthophora spicifera* (Vahl) Børgesen



Spesies ini memiliki talus yang runcing dan tumbuh tegak dengan membentuk spiral pada aksis.



**Famili Dictyotaceae**10. *Padina minor* Yamada

Genus ini memiliki talus berwarna coklat dan berbentuk seperti kipas yang memiliki garis konsentris. Garis tersebut merupakan kalsifikasi dari kalsium karbonat.

11. *Dictyota volubilis* Kützing *sensu* Vickers

Talusnya pipih berwarna pirang dengan ujung bercabang dikotomus.

**Famili Sargassaceae**12. *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh

Spesies ini memiliki bentuk filoid kerucut segitiga seperti terompet dengan pinggir bergerigi dan bagian tengah filoid melengkung ke dalam.

13. *Sargassum* sp. C. Agardh

Talus agak pipih, licin, tetapi batang utama bulat agak kasar, holdfast cakram menggaruk. Cabang pertama timbul pada bagian pangkal sekitar 1 cm dari holdfast. Percabangan berselang-seling teratur.



**Famili Corallinaceae**

14. *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) Lamouroux



Talus terkalsifikasi berwarna merah dan memiliki percabangan dikotomus.

**Famili Gracilariaceae**

15. *Gracilaria coronopifolia* (J. Agardh)



Talus tegak dan membentuk semak. Ujungnya bercabang subdikotomus.

**PUSTAKA**

- Kadi, A. 2006. Makro Algae di Paparan Terumbu Karang Perairan Teluk Lampung. Balitbang Biologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI. Cibinong.
- Taylor, W.r. 1972. Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coast of the Americas. The University of Michigan. USA.
- Trono, G.C. and E.T.Ganzon-Fortes. 1980. An Illustrated Seaweed Flora of Calatagan, Batangas, Philippines. Filipinas Foundation.
- Sulastrri, S. Susarsi, S.S.B. Rahayu, dan A. Pudjoarinto. 1975. Laporan Penelitian Tentang Distribusi Rumpun Laut Di Pantai Selatan Yogyakarta. Seri Penerbitan Penelitian. Yogyakarta.



## PENELITIAN FAUNA MEIOBENTHOS LAUT DALAM DI PERAIRAN PAPUA BARAT

**Susetiono**

*Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta*

*E-mail : susetio@indo.net.id*

Ekspedisi Widya Nusantara (Ewin) dengan menggunakan K.R. Baruna Jaya VIII telah melakukan sampling laut dalam di perairan Raja Ampat, Propinsi Papua Barat. Selama ekspedisi, 25 Nopember – 6 Desember 2007, sebanyak 20 stasiun dasar laut telah disampel dengan menggunakan *box core* pada kedalaman yang berkisar dari 56-4.592 m. Kelimpahan meiofauna dalam lokasi sampling tersebut bervariasi dari 11-753 ind/10 cm<sup>2</sup>. Kelimpahan meiofauna ini hampir sama dengan penelitian terdahulu yang dilakukan di Laut Sulu dan perairan sekitarnya, dengan kedalaman berkisar antara 534-5.209 m, kelimpahan meiofauna berkisar antara 31-408 ind/10 cm<sup>2</sup>. Hasil analisis terhadap keterkaitan antara meiofauna dan kedalaman pada lokasi sampling dan tipe sedimen substratnya diketahui tidak mempunyai keterkaitan. Namun demikian, beberapa individu meiofauna diduga baru bagi ilmu pengetahuan dan perlu dipelajari lebih lanjut.

### PENDAHULUAN

Ekspedisi yang dilakukan setiap tahun oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang diberi nama Ekspedisi Widya Nusantara (E-Win) pada tahun 2007 dengan menggunakan KR. Baruna Jaya VIII mengarungi perairan Raja Ampat, Propinsi Papua Barat. Dalam perairan Raja Ampat tersebut tercakup empat pulau besar, yaitu Pulau Waigeo, Pulau Batanta, Pulau Salawati, dan Pulau Misool serta ratusan pulau-pulau kecil yang tersebar. Keberadaan perairan yang merupakan lintasan arus dari Samudera Pasifik menuju samudera Hindia (Wyrski, 1961; Gordon & Fine, 1996) menyebabkan keanekaragaman hayati laut di kawasan ini cukup tinggi.

Meiofauna adalah metazoa kecil yang secara metodologi dikelompokkan sebagai organisme yang lolos pada saringan 500 sampai 1000  $\mu\text{m}$  tetapi tertahan pada saringan 32  $\mu\text{m}$  (Bouwman, 1987; Fenchel, 1978; Gerlach, 1971). Sedangkan organisme yang tertahan pada saringan 1000  $\mu\text{m}$  digolongkan sebagai makrobenthos. Meiofauna dapat dijumpai melimpah pada zona littoral sampai dengan abyssal. Peran meiofauna dalam ekosistem meliputi (1) sebagai sumber makanan bagi meiofauna lainnya, (2) pengurai bahan organik (Dye 1983), (3) makanan bagi tingkat trofik yang lebih tinggi, serta memberikan respon yang peka terhadap perubahan lingkungan (Coul, 1988).

Penelitian meiofauna di laut dalam dirintis oleh Wigley & McIntyre (1964), kemudian penelitian-penelitian berikutnya dilakukan di berbagai dasar laut dalam dunia, seperti di Atlantik, Pasifik, North Sea, Mediterranean, Red Sea, Gulf of Mexico, dan Weddell Sea (Soltwedel 2000). Penelitian serupa di perairan laut dalam di Indonesia masih belum pernah dilaksanakan, seiring dengan kegiatan E-Win 2007 maka penelitian meiofauna dari laut dalam dilaksanakan. Selanjutnya, penelitian meiofauna di perairan laut dalam Raja Ampat bertujuan untuk mengamati kelimpahan meiofauna dalam kaitannya dengan tingkat kedalaman dasar laut tersebut. Kegiatan serupa juga pernah dikerjakan oleh para peneliti di manca negara seperti Tietjen (1971), Coull *et al.* (1977), Shirayama (1984), Aller *et al.* (2002), Gutzmann *et al.* (2004), Netto *et al.* (2005).

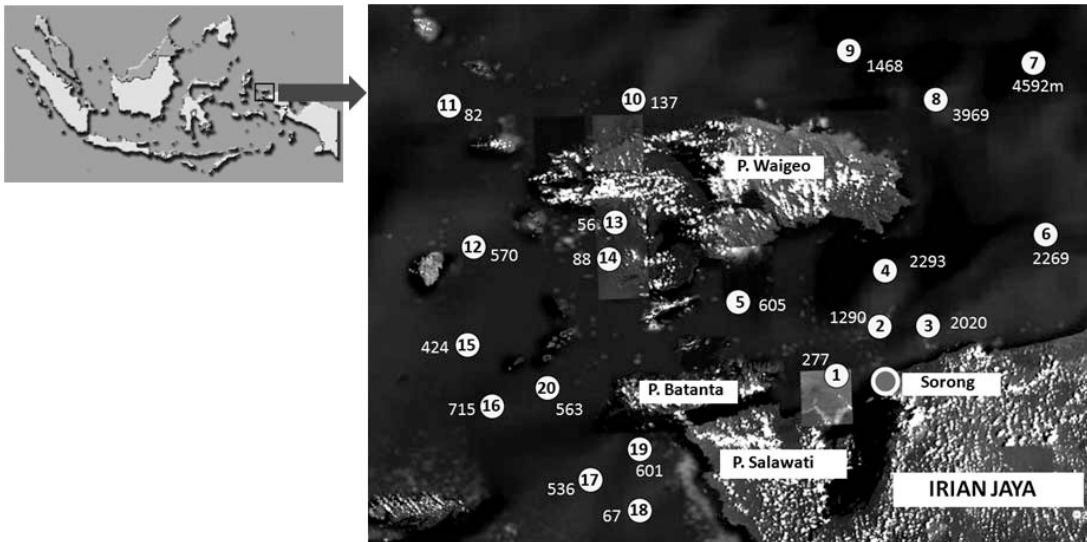
### BAHAN DAN METODE

Pada tanggal 25 November – 6 Desember 2007, sebanyak 20 titik di perairan Raja Ampat yang mempunyai kedalaman berkisar antara 56 – 4592 meter dilakukan pengambilan sampel sedimen dasar laut (Gambar 1). Pengambilan sampel substrat dasar perairan tersebut menggunakan box corer yang diturunkan dari KR. Baruna Jaya VIII. Sedimen yang tertampung



dalam box corer kemudian dilakukan sub-sampling dengan menggunakan tabung syringe 60 ml yang telah dipotong ujungnya, ukuran tabung tersebut diameter 3 cm panjang 10 cm. Setiap box corer dilakukan tiga ulangan sub-sampel. Sedimen sub-sampel diawetkan dalam larutan formalin 5% dan diberi pewarna rose Bengal.

Di laboratorium setiap sub-sampel dicuci melalui dua set saringan, yaitu paling atas saringan berukuran 1000  $\mu\text{m}$  mesh dan di bawahnya berukuran 32  $\mu\text{m}$ . Hewan yang tertampung pada saringan 32  $\mu\text{m}$  dikelompokkan sebagai meiofauna. Pemilahan meiofauna dari sedimen yang tertampung pada saringan 32  $\mu\text{m}$  dengan cara gabungan antara penggojokan kuat-kuat (Faubel 1982) dan pemilahan di bawah mikroskop. Meiofauna yang terwarnai dengan rose Bengal dihitung dan dikelompokkan dalam tingkatan taksonomi major.



**Gambar 1.** Titik pengambilan sampel sedimen dan kedalaman dasar perairannya. Angka dalam lingkaran menunjukkan nomor stasiun, sedangkan angka disampingnya merupakan kedalaman dasar perairan (meter).

Hubungan antara kelimpahan taksa meiofauna dengan setiap titik sampling dianalisa mengikuti cara klasifikasi dan ordinasi seperti yang diterapkan oleh Field *et al.* (1982). Semua data kelimpahan meiofauna ditransformasikan kedalam dua tingkat akar ( $Y_{ij} = \sqrt{V_{ij}^{1/4}}$ ) sebelum menyusun matriks similaritasnya. Matriks ini akan digunakan dalam membuat analisis klusternya. Kluster yang dimaksudkan berdasarkan pengukuran similaritas dari Bray-Curtis. Guna memvisualisasikan lokasi yang mempunyai kesamaan taksa di dalam sampel maka digunakan ordinasi non-metric multidimensional scaling (MDS). Selanjutnya, melalui hasil dari MDS tersebut dikorelasikan dengan faktor lingkungan yang dicatat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 20 titik pengambilan sampel sedimen yang telah dilakukan berikut kedalaman dan kondisi substrat dasar perairan serta posisinya disajikan dalam Tabel 1. Substrat yang terdapat di lokasi penelitian ini sebagian besar berupa substrat halus yang berupa lumpur sampai dengan pasir lumpuran, sedangkan pasir kasar hanya terdapat di empat lokasi (Lokasi 1, 10, 11, dan 15).

Dari seluruh titik pengambilan sampel menunjukkan kelimpahan meiofauna yang bervariasi, yaitu mulai dari yang kepadatan paling rendah di Lokasi 11 (11 ind./10  $\text{cm}^2$ ) sampai pada kepadatan paling tinggi di Lokasi 1 (752 ind./10  $\text{cm}^2$ ) (Tabel 2).

**Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel, kedalaman, tipe sedimen dasar perairan dan posisi masing-masing.**

Lokasi	Kedalaman (m)	Tipe sedimen	Posisi
1	277	Pasir kasar	00°49'32" S ; 131°05'29" E
2	1290	Lanau lumpuran	00°39'26" S ; 131°09'59" E
3	2020	Lanau lumpuran	00°41'47" S ; 131°24'27" E
4	2293	Lanau lumpuran	00°30'34" S ; 131°18'24" E
5	605	Pasir lumpuran	00°36'51" S ; 130°46'27" E
6	2269	Lanau lumpuran	00°25'28" S ; 131°44'29" E
7	4592	Lanau lumpuran	00°00'02" N ; 131°44'32" E
8	3969	Lanau lumpuran	00°01'16" N ; 131°20'08" E
9	1468	Pasir lumpuran	00°13'47" N ; 131°00'33" E
10	137	Pasir kasar	00°02'59" N ; 130°29'25" E
11	82	Pasir kasar	00°03'00" N ; 129°58'46" E
12	570	Pasir lumpuran	00°23'39" S ; 129°59'04" E
13	56	Lumpur	00°15'47" S ; 130°30'33" E
14	88	Lumpur	00°23'05" S ; 130°25'05" E
15	424	Pasir kasar	00°43'44" S ; 129°59'43" E
16	715	Lumpur	00°55'36" S ; 130°06'43" E
17	536	Lumpur	01°04'32" S ; 130°22'00" E
18	67	Lumpur	01°14'50" S ; 130°27'07" E
19	601	Lumpur	00°56'56" S ; 130°31'40" E
20	563	Pasir lumpuran	00°50'33" S ; 130°13'38" E

Selanjutnya, berdasarkan analisis klasifikasi kelimpahan taksa meiofauna dari semua lokasi sampling tersebut diperoleh hasil bahwa kluster kesamaan dari Bray-Curtis (Bray-Curtis similarity cluster) menghasilkan tiga kluster utama pada tingkat kesamaan 60% (Gambar 1). Tiga kluster utama yang dimaksudkan adalah pertama terdiri atas 13 lokasi (lokasi 13, 3, 7, 11, 12, 18, 15, 9, 4, 8, 10, 2, dan 14), kedua enam lokasi (lokasi 17, 1, 19, 5, 6, dan 20), dan kluster ketiga hanya terdiri atas satu lokasi yaitu lokasi 16. Pada kluster yang kedua merupakan kelompok lokasi yang mempunyai keragaman taksa meiofauna yang paling beragam, kluster pertama menunjukkan keberagaman taksa meiofauna yang lebih sedikit, sedangkan pada kluster ketiga hanya diisi oleh tiga taksa meiofauna saja.

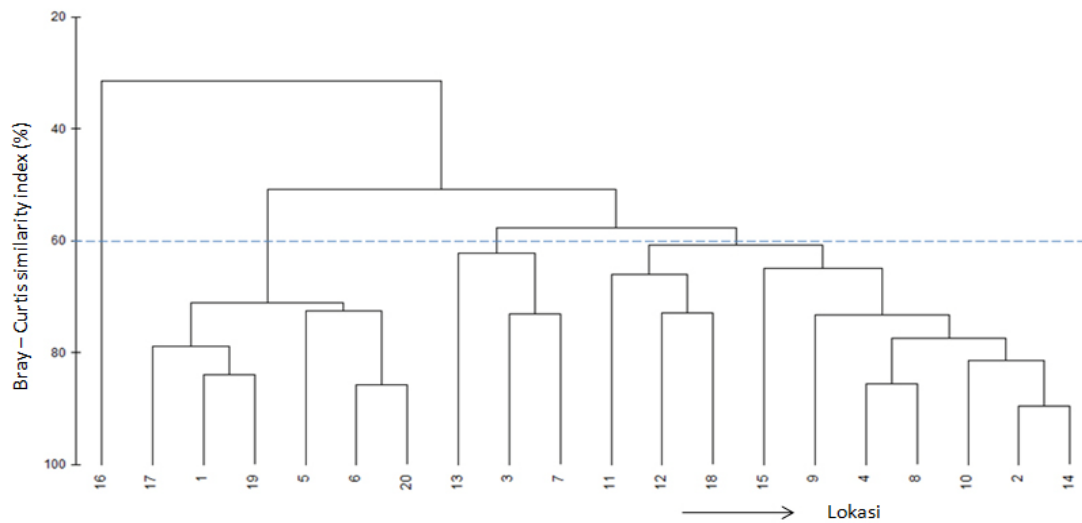
"Multidimensional scaling (MDS)" terhadap data yang sama dengan kluster seperti tersebut diatas diperoleh pengelompokan lokasi yang lebih jelas dengan tingkat stres (stress value) = 0,11 (Gambar 2a). Kelompok kluster kedua yaitu yang mempunyai taksa meiofauna yang lebih beragam berada ditengah sedangkan kluster pertama yang mempunyai keragaman meiofauna lebih sedikit berada pada posisi paling kiri, selanjutnya kluster yang ketiga berada pada posisi yang menjauh ke kanan dari kedua kluster yang lain.

Setelah dalam 2-D MDS yang menerangkan kelompok kluster tersebut di setiap lokasi diplotkan dengan kelimpahan meiofaunanya maka tampak pada kelompok di sebelah kiri tersusun atas lokasi-lokasi yang mempunyai kelimpahan meiofauna relatif tinggi (Gambar 2b). Masih dari analisis yang sama kemudian diplotkan terhadap kedalaman masing-masing lokasi pengambilan substrat untuk sampel meiofauna seperti tertera pada Gambar 2c. Dapat diterangkan dari gambar tersebut bahwa kedalaman dasar lokasi pengambilan substrat tidak mempengaruhi terhadap kelimpahan meiofauna. Pada Lokasi 7 dengan kedalaman 4592 m dijumpai sebanyak 68 ind./10 cm<sup>2</sup> sedangkan Lokasi 13 (56 m) mempunyai kelimpahan meiofauna 69 ind./10 cm<sup>2</sup>. Bila dikaitkan dengan Lokasi 1 dengan kedalaman 277m yang mempunyai kelimpahan meiofauna sebanyak 752 ind./10cm<sup>2</sup> maka tampak bahwa kepadatan meiofauna di lokasi penelitian ini tidak dipengaruhi oleh kedalaman substratnya.



**Tabel 2. Kepadatan dan keanekaragaman taksa meiofauna dalam setiap lokasi pengambilan sampel pada perairan Raja Ampat. Jumlah individu dinyatakan dalam ind./10 cm<sup>2</sup>.**

Taksa meiofauna	Lokasi																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nematoda	477	80	55	154	271	260	57	91	42	67	64	15	59	98	106	9	375	17	461	266
Harpacticoida	71	30	3	43	103	28	7	42	38	4	66	6	0	29	25	0	127	38	87	41
Isopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0
Ostracoda	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0	4	1	8	1
Tanaidacea	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	1
Amphipoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cumacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Kinorhynchia	17	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	1	20	7
Polychaeta	18	13	1	6	22	6	0	6	8	10	8	4	3	13	3	1	0	4	4	13
Oligochaeta	11	6	0	7	13	0	0	3	0	5	6	6	4	10	0	1	10	3	1	8
Acari	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	0	1	0
Tardigrada	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loricifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Priapulida	10	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
Aplacophora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Turbellaria	29	0	3	3	0	13	0	0	0	0	11	8	0	1	3	0	4	3	1	14
Sipuncula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Nauplii	59	0	0	0	0	8	4	0	0	0	11	4	0	0	1	0	36	3	11	7
Foraminifera	50	1	0	3	9	7	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	25	24
Juvenile bivalve	0	16	0	9	12	0	0	9	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<b>Jumlah</b>	<b>752</b>	<b>146</b>	<b>63</b>	<b>228</b>	<b>435</b>	<b>325</b>	<b>68</b>	<b>158</b>	<b>94</b>	<b>92</b>	<b>176</b>	<b>43</b>	<b>69</b>	<b>152</b>	<b>148</b>	<b>11</b>	<b>583</b>	<b>72</b>	<b>634</b>	<b>266</b>

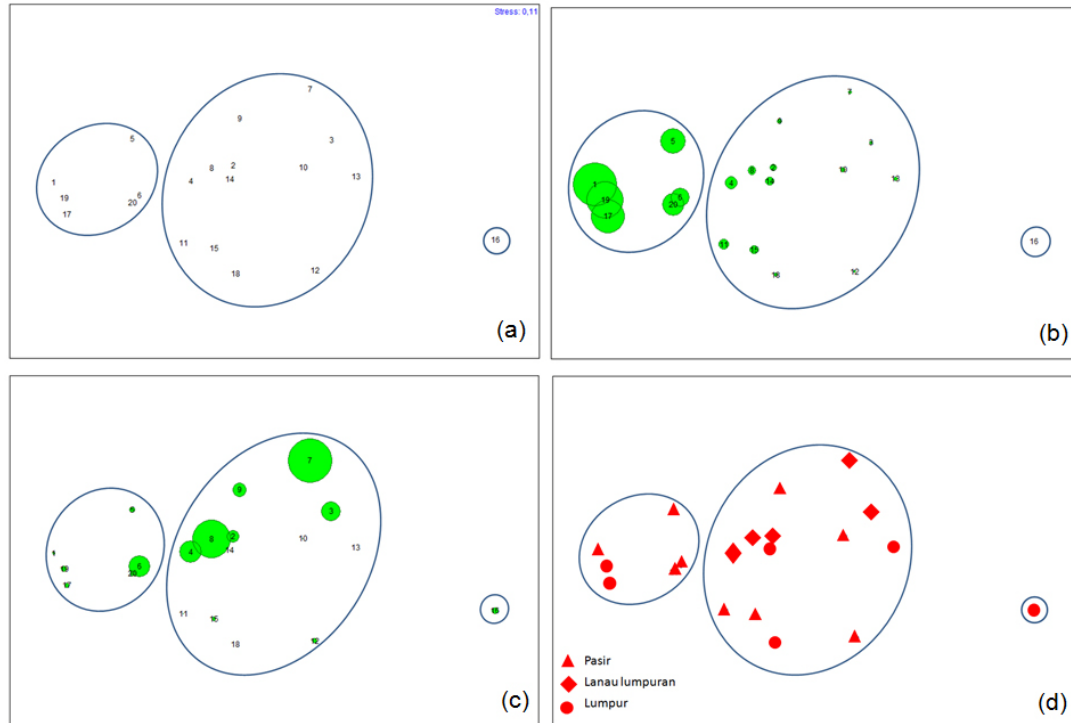


**Gambar 1. Kluster analisis klasifikasi terhadap kelimpahan meliofauna di perairan laut dalam Raja Ampat.**

Seperti telah diketahui bahwa substrat dasar perairan laut dalam di perairan Raja Ampat bila dikelompokkan secara makro terlihat terdiri atas tiga macam tipe substrat, yaitu pasir, lanau lumpuran, dan lumpur. Ketiga substrat tersebut selanjutnya diplotkan pada lokasinya tampak substrat yang menyebar atau tidak terdapat satu kelompok lokasi yang hanya mempunyai satu jenis tipe substrat, kecuali untuk Lokasi 16 yang memang hanya terbentuk dari satu lokasi tersebut (Gambar 2d).

Berdasarkan dari hasil-hasil yang diutarakan pada Gambar 2a-d, dapat disimpulkan bahwa kedalaman dan tipe substrat dasar perairan di lokasi penelitian tidak menunjukkan pengaruhnya yang jelas terhadap sebaran dan kelimpahan meiofauna. Penelitian sebaran

meiofauna laut dalam yang terdahulu, bahwa kelimpahan meiofauna sangat erat kaitannya dengan kedalaman suatu perairan yaitu semakin menuju ke dasar perairan yang semakin dalam akan didapatkan semakin sedikit kelimpahan meiofauna (Vanhove *et al.* 2004; Baguley *et al.* 2006).



**Gambar 2.** Konfigurasi dua-dimensi (multidimensional scaling ordination, MDS) terhadap kelimpahan meiofauna. (a) Ordinası kelımpahan meiofauna dengan nilai stres (stress value) = 0,11. (b) Konfigurasi 2-D MDS dari lokasi dengan kelımpahan meiofauna (lingkaran terbesar = 752 ind./10 cm<sup>2</sup>, lingkaran terkecil = 11 ind./10 cm<sup>2</sup>). (c) Konfigurasi serupa dengan kedalaman substrat (lingkaran terbesar = 4592 m, lingkaran terkecil = 56 m). (d). Sebaran substrat yang dihuni meiofauna dalam konfigurasi 2-D MDS pada data kelımpahan meiofauna yang sama.

Bila dibandingkan dengan hasil penelitian serupa yang dilakukan dari berbagai kawasan laut dalam lainnya (Tabel 3), tampak dasar perairan laut dalam di Raja Ampat juga menunjukkan jumlah meiofauna yang relatif tinggi. Berdasarkan hasil-hasil seperti yang telah dilaporkan di atas dan berbagai penelitian terdahulu maka dapat diduga bahwa kelimpahan meiofauna di dasar perairan Raja Ampat sangat dipengaruhi oleh adanya kesediaan sumber makanan yang terdapat di dalam sedimen. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Pfannkuche (1985), Soetaert *et al.* (1991), Soltwedel (1997) juga menyebutkan ketersediaan makanan di dasar perairan dalam merupakan faktor penghambat terhadap kehidupan meiofauna. Lebih lanjut, Miao & Thunell (1993) melaporkan bahwa selain ketersediaan makanan di dasar perairan laut dalam juga faktor ketersediaan oksigen yang tersedia dalam sedimen dan kandungan karbon organik sangat mempengaruhi kelangsungan hidup meiofauna tersebut.

Dari hasil pengambilan sampel dasar perairan laut dalam pada penelitian ini terdapat beberapa taksa meiofauna yang sangat jarang dijumpai ketika dilakukan penelitian di perairan dangkal. Dalam Tabel 2 ditunjukkan beberapa individu yang tergolong dalam dua taksa meiofauna yang jarang dijumpai, yaitu Loricifera dan Priapulida. Disamping juga dijumpai beberapa organisme epibion yang hidup pada bagian tubuh harpacticoid copepod. Organisme epibion pada umumnya hanya dijumpai di dasar perairan dangkal. Temuan Loricifera,



Priapulida, dan epibion merupakan sesuatu yang baru bagi ilmu pengetahuan sehingga untuk mengenalinya lebih lanjut diperlukan penelitian yang lebih mendalam.

**Tabel 3. Total kelimpahan meiofauna dari berbagai perairan laut dalam**

Kawasan	Kisaran kedalaman (m)	Alat sampling	Kedalaman sedimen (cm)	Total kelimpahan (ind./10cm <sup>2</sup> )	Pustaka
<b>Western Pacific Ocean</b>					
0°– 33° N, 143°–159°E	2090 – 8260	BC	30	37 – 1315	Shirayama (1984)
38°– 39° N, 142°–145°E	120 – 7460	BC, OG	3	191 – 2060	Shirayama & Kojima (1994)
<b>Central Pacific Ocean</b>					
3 –11° N	4750–5250	G	4	100	Thiel (1975)
<b>Northeastern Pacific Ocean</b>					
14° N, 130° W	5015	BC	2.5	82	Renand-Mornant & Gourbaut (1990)
11°40' N, 120° W	4400	MC	6	86–394	Radziejewska (2002)
<b>Central Indian Ocean</b>					
10° N, 76°E	5300	BC	10	35–45	Ingole <i>et al.</i> (2000)
<b>Northeastern Atlantic Ocean</b>					
49°–53° N, 17°–11° W	500–4850	MC	5	315–2604	Pfannkuche (1985)
Sulu Sea	534-5569	MC	3	31-408	Shimanaga <i>et al.</i> (2007)
Raja Ampat	56-4592	BC	10	11-752	Studi ini

Keterangan: BC=box corer, G=grab, OG=Okean grab, MC=multiple corer

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Kapten dan Anak Buah Kapal K.R. Baruna Jaya VIII yang telah membantu kegiatan penelitian dapat terlaksana. Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan EWIN 2007 pada Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aller, J.Y., R.C. Aller, and M.A. Green, 2001. Benthic faunal assemblages and carbon supply along the continental shelf/shelf break-slope of Cape Hatteras, North Carolina. *Deep-Sea Research II*, 49: 4599-4625.
- Baguley, J.G., P.A. Montagna, L.J. Hyde, R.D. Kalke, and G.T. Rowe, 2006. Metazoan meiofauna abundance in relation to environmental variables in the northern Gulf of Mexico deep sea. *Deep-Sea Research II*, 53: 1344-1362
- Coull, B.C., 1988. Ecology of the marine meiofauna. *In: Introduction to the study of meiofauna*. R.P. Higgins & H. Thiel (Eds.). Smithsonian Institution Press. London, pp.: 18-38.
- Coull, B.C., R.L. Ellison, J.W. Fleeger, R.P. Higgins, W.D. Hummon, R.M. Rieger, W.E. Sterrer, H. Thiel, and J.H. Tietjen, 1977. Quantitative estimates of meiofauna from the deep-sea off North Carolina, USA. *Marine Biology*, 39: 233-240.
- Dye, A.H., 1983. Composition and seasonal fluctuations of meiofauna in a southern african mangrove estuary. *Marine Biology*, 73: 165-170.
- Faubel, A., 1982, Determination of individual meiofauna dry weight values in relation to definite size class. *Cahiers de Biologie Marine*, 23: 339 – 345.
- Field, J.G., K.R. Clarke, and R.M. Warwick, 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series*, 8: 37 – 52.
- Gordon, A.L., and Fine R.A, *Pathways of water between the Pacific and Indian Oceans in the Indonesian Seas*. *Nature*, 379: 146-149 (1996).
- Gutzmann, E., P. Marti'nez Arbizu, A. Rose, and G. Veit-Köhler, 2004. Meiofauna communities along an abyssal depth gradient in the Drake Passage. *Deep-Sea Research II*, 51: 1617-1628.





- Ingole, B.S., Z.A. Ansari, V. Rathod, and N. Rodrigues, 2000. Response of meiofauna to immediate benthic disturbance in the Central Indian Ocean Basin. *Marine Georesources and Geotechnology*, 18(3): 263-272.
- Miao, Q., and R.C. Thunell, 1993. Recent deep-sea benthic foraminiferal distributions in the South China and Sulu seas. *Marine Micropaleontology*, 22(1-2): 1-32.
- Netto, S.A., F. Gallucci, and G.F.C. Fonseca, 2005. Meiofauna communities of continental slope and deep-sea sites off SE Brazil. *Deep-Sea Research I*, 52: 845-859.
- Pfannkuche, O., 1985. The deep-sea meiofauna of the Porcupine Seabight and abyssal plain (NE Atlantic): population structure, distribution, standing stocks. *Oceanologica Acta*, 8(3): 343-353.
- Radziejewska, T., 2002. Responses of deep-sea meiobenthic communities to sediment disturbance simulating effects of polymetallic nodule mining. *International Review of Hydrobiology*, 87(4): 457-477.
- Renaud-Mornant, J., and N. Goubaut, 1990. Evaluation of abyssal meiobenthos in the eastern central Pacific (Clarion-Clipperton fracture zone). *Progress in Oceanography*, 24: 317-329.
- Shimanaga, M., H. Nomaki, K. Suetsugu, M. Murayama, and H. Kitazato, 2007. Standing stock of deep-sea metazoan meiofauna in the Sulu Sea and adjacent areas. *Deep-Sea Research II*, 54: 131-144.
- Shirayama, Y., 1984. The abundance of deep-sea meiobenthos in the western Pacific in relation of environmental factors. *Oceanologica Acta*, 7: 113-121.
- Shirayama, Y., and T. Kojima, 1994. Abundance of deep-sea meiobenthos off Sanriku, Northeastern Japan. *Journal of Oceanography*, 50 (1): 109-117.
- Soltwedel, T., 1997. Meiobenthos distribution pattern in the tropical East Atlantic: indication for fractionated sedimentation of organic matter to the sea floor? *Marine Biology*, 129(4): 747-756.
- Soltwedel, T., 2000. Metazoans meiobenthos along continental margins: a review. *Progress in Oceanography*, 46: 59-84.
- Soetaert, K., C. Heip, and M. Vinx, 1991. The meiobenthos along a Mediterranean deep-sea transect off Calvi (Corsica) and in an adjacent canyon. *P.S.Z.N.I.: Marine Ecology*, 12(3): 227-242.
- Thiel, H., 1975. The size structure of the deep-sea benthos. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 60 (5): 575-606.
- Tietjen, J., 1971. Ecology and distribution of deep-sea meiobenthos off North Carolina. *Deep-Sea Research*, 18: 941-957.
- Vanhove, S., H. Vermeeren, and A. Vanreusel, 2004. Meiofauna towards the South Sandwich Trench (750-6300m), focus on nematodes. *Deep-Sea Research II*, 51: 1665-1687.
- Wigley, R.L., and A.D. McIntyre, 1964. Some quantitative comparisons of offshore meiobenthos and macrobenthos south of Martha's Vineyard. *Limnology and Oceanography* 9: 485-493.
- Wyrtky, K, *Physical oceanography of the Southeast Asian Waters*. Naga Report, Volume 2. University of California Scripps Institute of Oceanography. La Jolla, California (1961).



## BIODIVERSITY OF MACROALGAE IN COASTAL OF SAYANGHEULANG, PAMENGPEUK, GARUT DISTRICT, WEST JAVA PROVINCE

**Titi Soedjiarti dan Arum Albuntana**

*Faculty of Mathematic and Natural Sciences, University of Indonesia, Jakarta*

*E-mail : titi.soedjiarti@ui.ac.id*

A comprehensive investigation on macroalgae communities has been conducted in coastal of Sayangheulang-Pamengpeuk, Garut District, West Java Province on March 2008. The research aims to investigate the biodiversity and frequency. Samples taken by combining quadrat and line transect. The biodiversity comprised of 21 species from 11 family, 10 order, and 3 division (Chlorophyta, Rhodophyta, Phaeophyta). Several species were found frequently, they are *Gracilaria salicornia* (Rhodophyta), *Sargassum binderri* (Phaeophyta) and *Ulva fasciata* (Chlorophyta).

Key words : biodiversity, communities, frequency, macroalgae

### PENDAHULUAN

Makroalga adalah tumbuhan tingkat rendah thalophyta yang secara morfologi dan reproduksinya berbeda dengan tumbuhan tingkat tinggi. Organ reproduksi jantan dan betina ada yang terdapat dalam satu tumbuhan ataupun terpisah serta ada pula dengan kantung spora atau karpospora. Selain itu perkembangbiakan dapat juga dilakukan secara vegetatif melalui bagian-bagian tubuh atau *thallus* (Sulistijo 2009). *Thallus* merupakan satu tubuh makroalga yang tersusun atas *holdfast*, *stipe*, *blade*, dan struktur reproduksi (Levinton 2001).

Makroalga terbagi menjadi empat divisi, yaitu divisi Cyanophyta (alga biru), Chlorophyta (alga hijau), Phaeophyta (alga coklat), dan Rhodophyta (alga merah) (Morton 1990). Pengklasifikasian tersebut didasarkan atas kandungan dominan pigmen warna yang dimilikinya. Pigmen dominan pada alga hijau adalah klorofil, alga merah yaitu fikoritritin dan fikosianin, alga coklat yaitu fukosantin, dan alga biru yaitu fikosianin (Sulistijo 2009).

Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan distribusi makroalga antara lain adalah cahaya matahari, suhu, pH, salinitas, arus air, kejernihan air, kompetisi dan *grazing* (Atmadja 1986). Kisaran suhu untuk pertumbuhan makroalga berkisar antara 20--35°C, sedangkan suhu optimum pertumbuhan makroalga adalah 25 °C (Dawes 1981). Kisaran pH untuk pertumbuhan makroalga adalah 6 --10 (Biebl 1962). Kisaran salinitas optimum untuk pertumbuhan makroalga adalah 33--40 o/oo (Bold & Wynne 1978). Arus air laut juga memberikan pengaruh yang penting terhadap pertumbuhan dan distribusi makroalga. Arus air yang terlalu kuat akan menyebabkan terganggunya pelekatan spora dan menghambat pertumbuhan makroalga yang memiliki struktur *thallus* yang rapuh, sedangkan arus lemah akan menyebabkan tingginya akumulasi sedimen yang menghambat difusi dan penyerapan nutrisi.

Makroalga sudah sejak lama di Indonesia dikenal sebagai bahan makanan tambahan, sayuran, dan bahan obat tradisional. Makroalga menghasilkan senyawa koloid yang disebut fikokoloid yaitu agar, alginin, dan karaginan. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki keanekaragaman makroalga yang sangat tinggi, sehingga disebut sebagai lumbung makroalga (Kadi 2004).

Perairan Indonesia memiliki keanekaragaman jenis makroalga yang sangat tinggi, namun masih sedikit jenis makroalga yang sudah dimanfaatkan oleh masyarakat baik sebagai bahan baku industri maupun obat-obatan. Pantai Sayangheulang merupakan paparan batu karang dengan panjang tubir kurang lebih 100 meter dari bibir pantai. Kawasan tersebut banyak ditumbuhi berbagai jenis makroalga, lamun, dan juga berbagai makrobentos dan kelompok

crustacea, seperti udang karang dan kepiting. Perairan pantai Pulau Jawa bagian selatan, seperti Pameungpeuk-Garut merupakan salah satu habitat makroalga yang stabil, artinya masih sedikit kerusakan habitat yang terjadi, sehingga makroalga masih dapat diperoleh secara langsung dari alam seperti *Gracilaria*, dan *Sargassum*. Masyarakat disekitar Pameungpeuk sudah mulai memanfaatkan makroalga tersebut sebagai bahan baku agar, namun masih terbatas pada marga *Gracilaria* saja. Hal tersebut kemungkinan disebabkan masih minimnya pengetahuan tentang berbagai jenis dan manfaat dari makroalga yang terdapat pada daerah tersebut.

Oleh karena itu, perlu dilakukan inventarisasi jenis-jenis makroalga, khususnya yang terdapat di pantai Sayangheulang-Pameungpeuk, Garut, sehingga dapat digunakan sebagai bahan informasi tentang jenis makroalga yang terdapat di daerah tersebut. Hasil penelitian tersebut diharapkan dapat membantu memberikan informasi tentang arti penting keberadaan makroalga secara ekologi dan manfaatnya, sehingga dapat digunakan untuk pengembangan aplikasinya, selain dari marga *Gracilaria* yang sudah dilakukan.

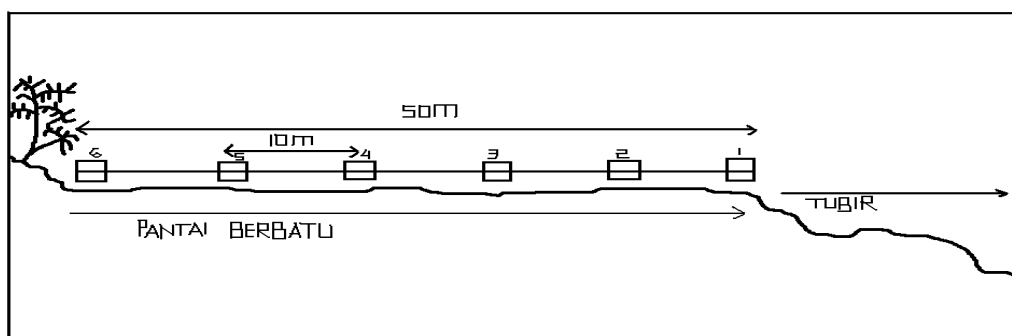
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman dan frekuensi kehadiran makroalga yang terdapat di perairan Pantai Sayangheulang-Pameungpek, Garut-Jawa Barat.

## BAHAN DAN METODA

Lokasi pengambilan sampel makroalga dilakukan di perairan Pantai Sayangheulang, Kecamatan Pameungpeuk, Garut-Jawa Barat. Identifikasi sampel makroalga dilakukan di Laboratorium Biologi Kelautan, Departemen Biologi FMIPA UI. Penelitian dilakukan pada bulan Maret - Juni 2009.

Pengambilan sampel makroalga dilakukan dengan menggunakan metode *purposive random sampling*. Pengambilan sampel dilakukan di tiga stasiun dengan metode *line transect* (garis transek tegak lurus dari arah laut (tubir) ke garis pantai sepanjang 50 meter) dengan jarak antar stasiun kurang lebih 200 meter (Yulianto 2007). Pada setiap stasiun ditentukan 6 substasiun dengan interval 10 meter dari masing-masing substasiun.

Pengambilan sampel dilakukan pada setiap substasiun dilakukan dengan kuadrat berukuran 50x 50 cm. Di setiap stasiun pengambilan sampel juga dilakukan pencatatan beberapa parameter lingkungan antara lain pH, salinitas, suhu air laut, kecepatan arus laut permukaan, dan posisi pengambilan sampel ditentukan dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS).



Gambar 1. Sketsa Profil Titik Pengambilan Sampel Makroalga

Identifikasi sampel dilakukan dengan menggunakan buku Atmadja *dkk.* 1996, dan Ismail 1995. Selanjutnya, sampel makroalga dibuat awetan basah dalam alkohol 70% dan awetan

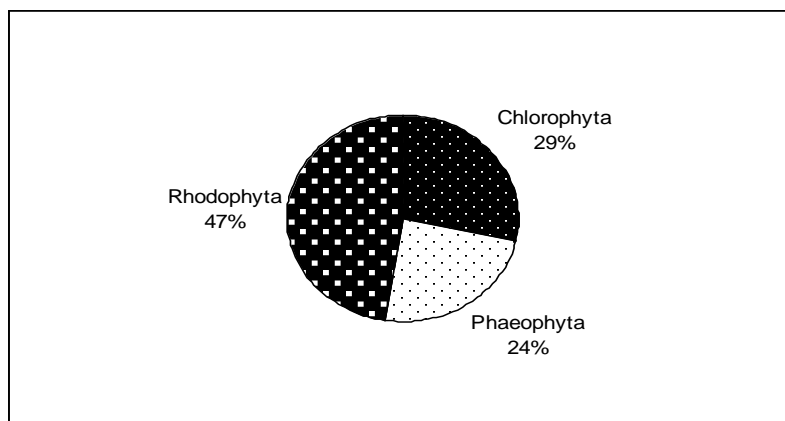


kering berupa herbarium. Analisis data dilakukan dengan menghitung kepadatan relatif dari jumlah frekuensi pemunculan setiap jenis atau marga dari hasil tiap transek (Tabel 1).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Keanekaragaman Jenis Makroalga

Hasil identifikasi makroalga pada 3 stasiun diperoleh 21 jenis makroalga yang berasal dari 11 suku dan 10 bangsa. Jenis-jenis makroalga tersebut terdiri dari 3 divisi yaitu Chlorophyta sebanyak 6 jenis (Gambar 3; Tabel 1), Phaeophyta sebanyak 5 jenis (Gambar 4; Tabel 1), dan Rhodophyta sebanyak 10 jenis (Gambar 5; Tabel 1). Jenis makroalga yang berasal dari divisi *Chlorophyta* adalah *Boergensia forbesii*, *Bornetella nitida*, *Caulerpa sertularoides*, *Chaetomorpha crassa*, *Ulva fasciata*, dan *Ulva lactuca*, sedangkan untuk divisi Phaeophyta adalah, *Hormophysa triquetra*, *Padina australis*, *Sargassum binderi*, *Sargassum duplicatum*, dan *Sargassum polycystum*. Makroalga dari divisi Rhodophyta yang menempati jumlah jenis terbanyak yaitu *Acanthophora muscoides*, *Amphiroa fraglissima*, *Gelidiella acerosa*, *Gelidium sp.*, *Coralina sp.*, *Gracilaria coronopifolia*, *Gracilaria gigas*, *Gracilaria salicornia*, *Gigartina affinis*, *Rhodymenia palmata*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

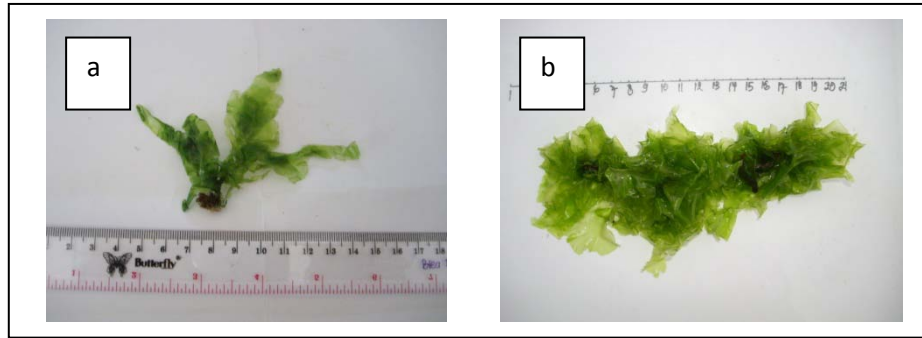


Gambar 2. Diagram Proporsi Divisi Makroalga di Pantai Pameungpeuk

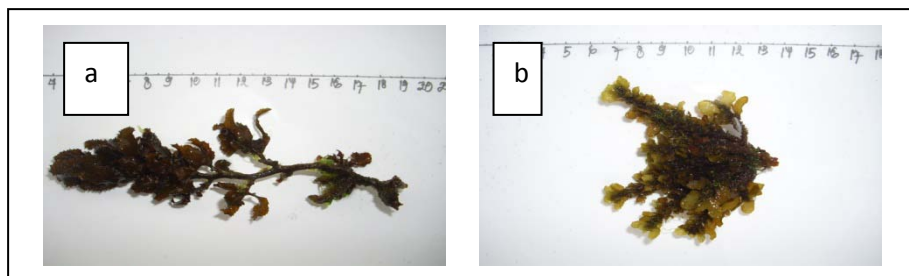
Hasil yang diperoleh tersebut jauh lebih banyak, apabila dibandingkan dari hasil penelitian Widiastuti (2001), yang dilakukan di Kecamatan Pameungpeuk dan Cikelat hanya diperoleh sebanyak 16 jenis.

### B. Frekuensi Kehadiran Makroalga

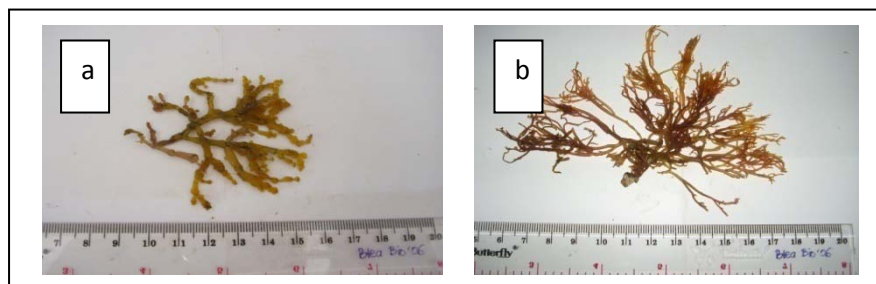
Frekuensi kehadiran tertinggi di pantai Sayangheulang diduduki oleh *Gracilaria* dan *Sargassum* dengan nilai kehadiran sebesar 12,5% (Tabel 1). Nilai tersebut hampir sama dengan penelitian Atmadja & Sulistijo 1978, dimana dipantai timur pangandaran pada bulan Juni ditumbuhi relatif banyak oleh *Gracilaria* sebanyak 12,17% yang tumbuh dalam komunitas lamun. Hasil yang sama juga diperoleh dari penelitian Widiastuti (2001), bahwa kontribusi terbesar terhadap total jumlah panen adalah Rhodophyta (*Gracilaria*) sebanyak 29,21%. Proporsi kelompok tertinggi makroalga di pantai Sayangheulang ternyata diduduki oleh Rhodophyta 47% dari 21 jenis makroalga yang ditemukan, menyusul Chlorophyta 29% dan Phaeophyta 24% (Gambar 2). Urutan tersebut ternyata sama dengan didaerah Pantai Penanjung, Pangandaran yang pernah diperoleh dari penelitian Atmadja & Sulistijo pada tahun 1978, namun dengan persentase yang berbeda.



**Gambar 3.** Jenis makroalga dari Divisi Chlorophyta yang tertinggi frekuensi kehadirannya a) *Ulva fasciata*, b) *Ulva lactuca*



**Gambar 4.** Jenis makroalga dari Divisi Phaeophyta yang tertinggi frekuensi kehadirannya a) *Sargassum binderi*, b) *Sargassum polycystum*



**Gambar 5.** Jenis makroalga dari Divisi Rhodophyta yang tertinggi frekuensi kehadirannya a) *Gracilaria coronopifolia* b) *Gracilaria salicornia*

Jenis tertinggi dari kelompok Rhodophyta adalah *Gracilaria Salicornia* sebesar 12,5%, dan diikuti oleh *Gracilaria coronopifolia* sebesar 10,4%. Sedangkan jenis makroalga yang lain dari marga seperti *Acanthophora*, *Amphiroa*, *Gelidiella* mendapatkan proporsi yang lebih rendah dari itu, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Jenis tertinggi dari kelompok Phaeophyta adalah *Sargassum binderi* sebesar 12,5%, kemudian disusul *Sargassum polycystum* sebesar 10,4%. Berbeda dari kedua jenis tersebut, makroalga dari marga lain seperti *Padina*, *Caulerpa*, dan *Hormophysa* memperoleh nilai kurang dari itu (Tabel 1). *Sargassum* banyak tumbuh pada substrat batu, umumnya didaerah rataaan terumbu, dekat bagian luar yang terkena gerakan air atau ombak yang relatif lebih kuat dan konstan. Sebaran makroalga jenis tersebut diantaranya di pantai selatan Jawa dan Maluku (Atmadja 1996). Sedangkan jenis tertinggi dari kelompok Chlorophyta diduduki oleh *Ulva fasciata* sebesar 10,4%, lalu diikuti oleh *Ulva lactuca* sebesar 6,3%. Jenis makroalga dari marga lain seperti *Bornetella* dan *Chaomorpha* hanya memperoleh nilai sebesar 4,2% (Tabel 1).



**Tabel 1. Frekwensi Kehadiran makroalgae di pantai Sayangheulang-Pameungpeuk, garut, Jawa Barat**

NO	DIVISI SPESIES	TRANSEK I						TRANSEK II						TRANSEK III						FA	FA	FR	FR								
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6												
CHOLOROPHYTA																															
1	<i>Boergensia forbesii</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
2	<i>Bornetella nitida</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2/21	0.095	2/48	4,2
3	<i>Caulerpa sertularoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
4	<i>Chaetomorpha crassa</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2/21	0.095	2/48	4,2
5	<i>Ulva fasciata</i>	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5/21	0.238	5/48	10.4
6	<i>Ulva lactuca</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3/21	0.142	3/48	6.3
PHAEOPHYTA																															
7	<i>Hormophysa triquetra</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
8	<i>Padina australis</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
9	<i>Sargassum binderi</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6/21	0.285	6/48	12.5
10	<i>Sargassum duplicatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
11	<i>Sargassum polycystum</i>	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5/21	0.238	5/48	10.4
RHODOPHYTA																															
12	<i>Acanthophora muscoides</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
13	<i>Amphiroa fraglissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
14	<i>Gelidiella acerosa</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2/21	0.095	2/48	4,2
15	<i>Gelidium sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
16	<i>Coralina sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
17	<i>Gracilaria coronopifolia</i>	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5/21	0.238	5/48	10.4
18	<i>Gracilaria gigas</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
19	<i>Gracilaria salicornia</i>	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6/21	0.285	6/48	12.5
20	<i>Gigartina affinis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
21	<i>Rhodymenia palmata</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/21	0.047	1/48	2
FA Total		5	9	2	0	0	0	5	7	5	0	0	0	6	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48/21	2.285	48/48	
FR Total																										100					

**Tabel 2. Keragaman jenis makroalgae di pantai Sayangheulang-Pameungpeuk, garut, Jawa Barat**

No	JENIS	SUKU	BANGSA	DIVISI/FILUM
1	<i>Boergensia forbesii</i>	Siphonocladaceae	Siphonocladales	Chlorophyta
2	<i>Bornetella nitida</i>	Siphonocladaceae	Siphonocladales	
3	<i>Caulerpa sertularoides</i>	Caulerpaeae	Caulerpales	
4	<i>Chaetomorpha crassa</i>	Cladophoraceae	Cladophorales	
5	<i>Ulva fasciata</i>	Ulvaceae	Ulvales	
6	<i>Ulva lactuca</i>	Ulvaceae	Ulvales	
7	<i>Hormophysa triquetra</i>	Cystoseiraceae	Fucales	Phaeophyta
8	<i>Padina australis</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	
9	<i>Sargassum binderi</i>	Sargassaceae	Fucales	
10	<i>Sargassum duplicatum</i>	Sargassaceae	Fucales	
11	<i>Sargassum polycystum</i>	Sargassaceae	Fucales	
12	<i>Acanthophora muscoides</i>	Rhodomelaceae	Rhodomelales	Rhodophyta
13	<i>Amphiroa fraglissima</i>	Corallinaceae	Corallinales	
14	<i>Gelidiella acerosa</i>	Gelidiaceae	Gelidiales	
15	<i>Gelidium sp.</i>	Gelidiaceae	Gelidiales	
16	<i>Coralina sp.</i>	Corallinaceae	Corallinales	
17	<i>Gracilaria coronopifolia</i>	Gracilariaceae	Gigartinales	
18	<i>Gracilaria gigas</i>	Gracilariaceae	Gigartinales	
19	<i>Gracilaria salicornia</i>	Gracilariaceae	Gigartinales	
20	<i>Gigartina affinis</i>	Gracilariaceae	Gigartinales	
21	<i>Rhodymenia palmata</i>	Rhodymeniaceae	Rhodymeniales	



**Tabel 3. Parameter lingkungan di pantai Sayangheulang-Pameungpeuk, garut, Jawa Barat**

Transek	Sub Stasiun	pH	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	Arus air (dtk)	Pukul WIB	Koordinat	
							S	E
I	1a	7,5	30	34	1,3	10.30	07 670 13	107 696 78
	1b						07 670 13	107 696 78
	1c						07 670 13	107 696 78
	1d						07 66 977	107 69 682
	1e						07 66 977	107 69 682
	1f						07 66 977	107 69 682
II	2a	7,5	36	29	12	12.33	07 66 977	107 69 682
	2b						07 66 977	107 69 682
	2c						07 66 977	107 69 682
	2d						07 66 690	107 69 754
	2e						07 66 690	107 69 754
	2f						07 66 690	107 69 754
III	3a	7,5	30	30	5	12.48	07 67 028	107 69 868
	3b						07 67 018	107 698 70
	3c						07 67 018	107 698 70
	3d						07 67 018	107 698 70
	3e						07 67 018	107 698 70
	3f						07 67 018	107 698 70

### KESIMPULAN

Keanekaragaman jenis rumput laut dipantai Sayangheulang, Pameungpeuk, Garut-Jawa Barat relatif kecil, yaitu sebanyak 21 jenis. Jumlah jenis makroalga sebagian besar diduduki oleh kelompok Rhodophyta, sedangkan frekuensi kehadiran tertinggi diduduki oleh *Gracilaria Salicornia* (Rhodophyta) dan *Sargassum binderi* (Phaeophyta).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan FMIPA-UI atas bantuan dana hibah yang diberikan melalui HIBAH SETILA FMIPA-UI Tahun Anggaran 2008/2009.

### PUSTAKA

- Atmadja, W.S. 1996. Pengenalan jenis algae merah (Rhodophyta).. *Dalam*: Atmadja, W.S., A. Kadi, Sulistijo, dan R. Satari. (eds). *Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia*. Puslitbang Oseanologi-LIPI, Jakarta:79--119.
- Atmadja, W.S. 1996. Pengenalan jenis algae coklat (Phaeophyta). *Dalam*: Atmadja, W.S., A. Kadi, Sulistijo, dan R. Satari. (eds). 1996. *Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia* Puslitbang Oseanologi-LIPI, Jakarta: 56--78.
- Atmadja, W.S.& Sulistijo.1978. Komunitas Rumput laut di pantai Pananjung, Pangandaran, Pantai Selatan Jawa Barat. *Oseana*. 11--21.
- Biebl, R. 1962. Seaweeds. *Dalam*. Lewin, R.A. (eds.). 1962. *Physiology and biochemistry of algae*. Academic press, New York: xviii+706 hlm.
- Bold, H.C.&M.J. Wynne. 1978. *Introduction to the algae: structure and reproduction*. 2nd ed. Practice Hall, Inc., Englewood Cliffs: vii+718 hlm.
- Ismail, Ahmad. 1995. Rumput laut Malaysia. Dewan Bahasa dan Pustaka., Selangor: x+277 hlm.
- Kadi, A. 1996. Pengenalan jenis algae hijau (Chlorophyta). *Dalam*: Atmadja, W.S., A. Kadi, Sulistijo, dan R. Satari. (eds). *Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia*. Puslitbang Oseanologi-LIPI, Jakarta: 6--55.
- Kadi, A. 2004. Potensi rumput laut di beberapa perairan pantai Indonesia. *Oseana*. 29(4): 25-38
- Levinton, J.S. 2001. *Marine biology: function, biodiversity, ecology*. 2nd ed. Oxford University Press, New York: xi+163 hlm.



- Morton, J. 1990. The shore ecology of the tropical pasific. Unesco Regional Office for Science and Technology for South-East Asia, Jakarta: v+282 hlm.
- Soegiarto, A., Sulistijo, W.S. Atmadja, dan H. Mubarak. 1978. Rumput laut (Algae): Manfaat, potensi, dan usaha budidayanya. LON, LIPI. Jakarta: 61 hlm.
- Sulistijo. 2009. Panduan identifikasi algae dalam Pelayaran kebangsaan ilmuawan muda. P2O-LIPI. Jakarta: ii + 24 hlm.
- Widiastuti, I.M. 2001. Pemanfaatan rumput laut oleh masyarakat Desa Mancagahar Kecamatan Pameungpeuk dan Desa Pamalayan Kecamatan Cikelet Kabupaten Garut.2003. 1hlm. <http://www.Gunadarma University Digital Library>. 24 Mei 2009, pk. 18.30 WIB.
- Yulianto, K. 2007. *Panduan survei tumbuhan laut (makroalga, lamun, mangrove)*. Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) – LIPI, Jakarta: iv+54 hlm.





## BIODIVERSITAS TERITIP INTERTIDAL DI PANTAI LAMPUNG

**Hendry Wijayanti, Romanus Edy Prabowo, dan Erwin Riyanto Ardli**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : hendry\_wijaya2@yahoo.com*

Teritip (*Cirripedia*) merupakan satu-satunya kelompok *Crustacea* yang sessil dan secara morfologi berbeda dari *Crustacea* lainnya. Keberadaan teritip sangat penting pada zona intertidal berbatu dan juga sebagai *fouling* pada instalasi buatan manusia di laut seperti dermaga dan lambung kapal. Teritip mendominasi hampir di seluruh wilayah intertidal dunia, hidup kosmopolit pada substrat keras dan mendiami laut di semua kedalaman mulai dari zona intertidal sampai laut dalam. Indonesia termasuk dalam *East Indies Triangle* yang meliputi Filipina, Semenanjung Malaya, dan New Guinea merupakan daerah yang memiliki kekayaan spesies yang terbesar di seluruh dunia dan memungkinkan tingkat kompetisi spesies tertinggi. Informasi teritip yang ditemukan di Pantai Lampung masih belum tercatat dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui biodiversitas teritip yang terdapat di Pantai Lampung dan menentukan provinsi fauna teritip berdasarkan batas fauna Wallace yang dimodifikasi Thomas Henry Huxley. Pengambilan sampel dilakukan di daerah intertidal ketika pasang terendah. Hasil penelitian didapatkan 17 spesies antara lain *Tetraclita squamosa*, *T. singaporensis*, *Amphibalanus amphitrite*, *A. reticulatus*, *Chthamalus malayensis*, *Caudoeuraphia caudata*, *Euraphia hambeli*, *Nesochthamalus intertextus*, *Octomeris brunea*, *Yamaguchiella coerulescens*, *Tetraclitella divisa*, *Astroclitella sp.*, *Ibla cumingi*, *Capitulum mitella*, *Lepas anserifera*, *Newmenella radiata*, *Tesseropora sp.*

Key words : Biodiversitas, Teritip, Intertidal, Pantai Lampung

### PENDAHULUAN

Teritip merupakan organisme dari Infraclassis *Cirripedia*, termasuk SubPhylum *Crustacea* (Martin dan Davis, 2001), Superordo *Thoracica* Darwin 1854, Subordo *Balanomorpha* Pilsbry 1916. Teritip ditemukan hampir mendominasi seluruh wilayah intertidal dunia (Chan, 2006) hidup kosmopolit pada substrat keras dan mendiami laut di semua kedalaman (Prabowo, 2005).

Teritip merupakan organisme sessil dan secara morfologi berbeda dari *Crustacea* lainnya (Prabowo, 2005). Teritip mempunyai dua macam tipe yaitu cangkangnya dibangun langsung menempel pada substrat (*sessile barnacles*) terdiri dari genus *Balanomorpha*, *Brachylepadomorpha*, dan *Verrucomorpha* dan teritip yang menempel dengan tangkai struktur, menyerupai kulit yang menempel pada substrat (*pedunculate atau stalked barnacles*) terdiri dari genus *Lepadomorpha* (Newman, 1996 dalam Harris, 2000).

Teritip dapat mempengaruhi struktur habitat, kelimpahan dan struktur populasi organisme intertidal lainnya, serta penting dalam keseimbangan ekologi pada sistem pantai (Kawai and Tokeshi, 2004 dalam Chan, 2006). Menurut Ballantine (1961) dalam Chan *et al.* (2004) menyatakan bahwa teritip sering dijadikan sebagai organisme contoh yang dapat mewakili organisme secara umum dalam studi proses-proses ekologi intertidal, karena teritip adalah organisme pantai yang dominan dan membentuk zona yang terlihat jelas di pantai. Skinner *et al.* (2007) menambahkan bahwa teritip cocok digunakan sebagai model ekologi dan program monitoring untuk merefleksikan kondisi lingkungan, karena kelompok hewan ini tersebar luas, mudah diidentifikasi dan informasi siklus hidupnya cukup memadai.

Biodiversitas teritip tertinggi berada di di daerah intertidal dari seluruh pantai di dunia. Indonesia termasuk dalam *East Indies Triangle* memiliki kekayaan spesies yang terbesar di seluruh dunia dan memungkinkan tingkat kompetisi spesies tertinggi (Prabowo, 2005). Darwin (1854), membagi fauna teritip dunia menjadi empat propinsi, salah satunya adalah *East Indian Archipelago* atau lebih dikenal *East Indies Triangle* yang merupakan propinsi (wilayah pengelompokan) fauna teritip ke-3, meliputi Filipina, Borneo, New Guinea, Sumatra, Jawa,



Maluku, dan Pantai India Timur. Darwin menemukan 37 spesies dimana 24 spesies diantaranya hanya ada di propinsi fauna teritip ini dan merupakan propinsi yang memiliki jumlah fauna teritip tertinggi. Sedangkan Prabowo (2005) membagi wilayah Indonesia menjadi dua daerah fauna teritip yaitu Indonesia Barat dan Indonesia Timur dimana batas faunanya segaris dengan batas fauna Wallace yang dimodifikasi Thomas Henry Huxley dan melaporkan tidak kurang dari 66 spesies dari *East Indies Triangle*.

Penelitian terkait fauna teritip yang terdapat di ekosistem perairan pantai yang berada di Propinsi Lampung yang merupakan bagian dari Pulau Sumatera masih belum banyak diketahui, dan dimungkinkan adanya Fauna teritip 'baru' sehingga tujuan penelitian ini untuk mengetahui biodiversitas teritip di Pantai Lampung dan menentukan provinsi fauna teritip yang ditemukan di sana.

## BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2009 di daerah intertidal di beberapa Pantai Propinsi Lampung, diantaranya Pelabuhan Ferry Dermaga 4 Bakauheni (8°34.55"S 105°75'08.86"E), Pantai Kalianda Bawah (5°74'05.13"S 105°58'99.43"E), Tambak Udang Teluk Suak Kalianda (5°54'75.9"S 105°46'59.18"E), Teluk Suak Kalianda (5°65'70.71"S 105°46'84.07"E), Inlet Outlet PLTU Pelabuhan Panjang Telukbetung (5°45'53.66"S 105°30'80.64"E), dan Teluk Semaka Kota Agung (5°49'96.34"S 104°61'99.97"E).

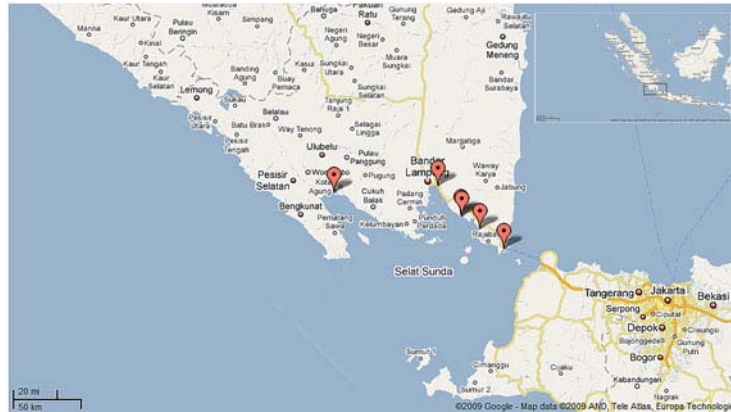
Alat dan bahan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah GPS (*Global Positioning System*), alat sampling berupa tang, pahat, palu, thermometer, *hand refraktometer*, aquades, ethanol 96%, botol sampel, kantong plastik sampel, kamera digital, data sheet, kertas label dan alat tulis.

Pengambilan sampel dilakukan di masing-masing pantai yang sudah ditentukan didasarkan pada beberapa pertimbangan sehingga diharapkan dapat mewakili daerah penelitian (*Purpose sampling method*) dan parameter pendukung penelitian diamati dan dihitung langsung di Pantai. Pengambilan data teritip diambil dengan dipotret menggunakan kamera digital yang sudah dimodifikasi dengan *plot frame* ukuran 44,7 x 44,7 cm setelah dipotret jumlah sampel teritip dalam transek diambil sebanyak  $\pm 20$  sampel.

Identifikasi teritip dilakukan di Laboratorium Biologi Akuatik Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. Penelitian ini dilakukan selama bulan Oktober 2009 - April 2010. Identifikasi teritip intertidal sampai tingkat spesies didasarkan pada karakter morfologi *hard part* dan *soft part*. Terminologi morfologi menggunakan referensi penelitian Darwin (1854), dan Newman *et al.* (1969). Determinasi spesies mengacu pada klasifikasi dan deskripsi oleh Darwin (1854), Pilsbry (1916), Nilsson-Cantell (1921, 1925, 1932), Pope (1945, 1965), Newman *et al.* (1967, 1969, 1996), Yamaguchi (1973, 1977, 1987), Puspasari *et al.* (2002), Pitombo (2004), Ren (1989), Ross (1971), (Prabowo, 2005), dan Chan *et al.* (2009).

Analisis data teritip intertidal disajikan dalam bentuk presence dan absence untuk setiap lokasi sampling. Data tersebut dicocokkan dengan Data Sekunder Prabowo (2005) dan selanjutnya dilakukan analisis cluster (*Cluster Analysis*). *Cluster Analysis* menggunakan indeks kesamaan Bray Curtis berdasarkan tingkat kesamaan komposisi spesies yang hasilnya berupa dendrogram untuk menentukan kemiripan teritip yang ditemukan di Lampung dengan Teritip dari Indonesia Timur dan Barat. MDS digunakan untuk membandingkan teritip intertidal yang ditemukan di daerah Indonesia Barat dan Indonesia Timur. Plot 2-dimensi (*Shepard Diagram*) dari MDS akan memberikan gambaran masing-masing faktor pengelompokan berdasarkan kesamaan atribut atau komposisi spesies (Clarke and Warwick, 2001). Analisis Cluster dan

*Multi-Dimensional Scaling* dihitung menggunakan PRIMER v5 (*Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research* versi 5).



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel (Googlemap, 2009)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Biodiversitas Teritip intertidal di Pantai Lampung*

Teritip intertidal yang ditemukan di enam Pantai di Lampung sebanyak 17 spesies antara lain *Tetraclita squamosa*, *T. singaporensis*, *Amphibalanus amphitrite*, *A. Reticulatus*, *Chthamalus malayensis*, *Caudoeuraphia caudata*, *Euraphia hambeli*, *Nesochthamalus intertexture*, *Octomeris brunea*, *Yamaguchiella coeruleascens*, *Tetraclitella divisa*, *Astroclitta sp.*, *Ibla cumingi*, *Capitulum mitella*, *Lepas anserifera*, *Newmenella radiata*, *Tesseropora sp.*, terdiri dari 15 genus, 10 subfamily, dan 6 family (Tabel 1 dan Gambar 2).

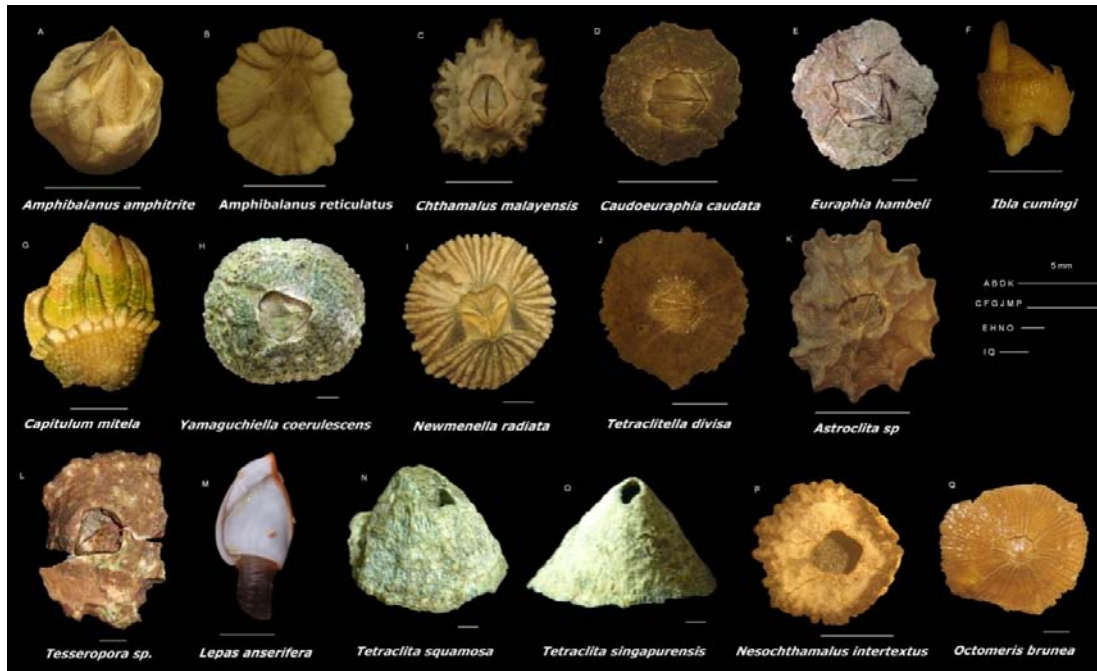
Tabel 1. Komposisi taxa teritip intertidal di Pantai Lampung

No.	Family	subfamily	Genus	spesies
1	Balanidae	1	1	2
2	Cthtamalidae	3	5	5
3	Tetraclitidae	3	6	7
4	Lepadidae	1	1	1
5	Policipedidae	1	1	1
6	Iblidae	1	1	1
	Total	10	15	17

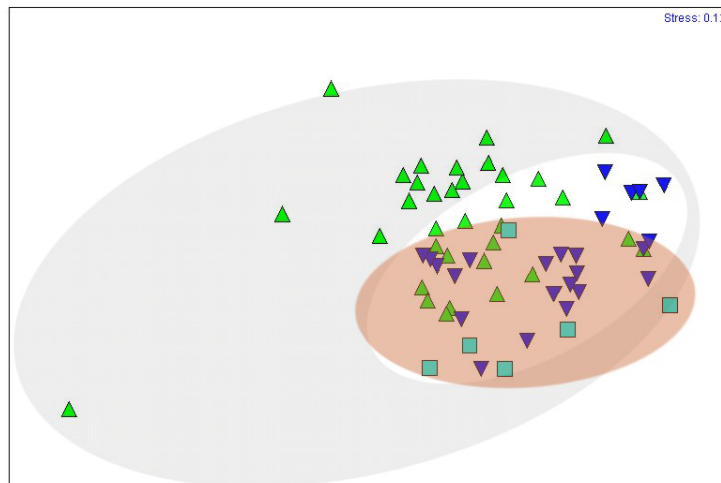
Teritip intertidal yang di temukan di Lampung didominasi oleh teritip Balanomorpha dari family Balanidae, Cthtamalidae, dan Tetraclitidae. Ketiga family tersebut terdistribusi di daerah *East Indies Triangle*. Teritip yang ditemukan di daerah *East Indies Triangle* memiliki taksa tinggi tetapi rendah pada tingkat spesiesnya (Prabowo, 2005). Lokasi yang paling banyak ditemukan spesies teritip berada di Pelabuhan Ferry Dermaga 4 Bakauheni dibandingkan dengan daerah intertidal lainnya.

### *Fauna Teritip Intertidal di Pantai Lampung*

Hasil analisis cluster dan MDS menunjukkan bahwa fauna teritip yang ditemukan di Lampung merupakan fauna teritip Indonesia Timur dan Barat (Gambar 3 dan 4). Fauna teritip yang ditemukan di daerah Pelabuhan Bakauheni Lampung merupakan bagian dari Fauna Teritip Indonesia Timur. Sedangkan untuk wilayah pantai yang lain teritip yang ditemukan menunjukkan fauna teritip Indonesia Barat.



Gambar 2. Teritip intertidal yang ditemukan di Pantai Lampung. Scale= 5 mm

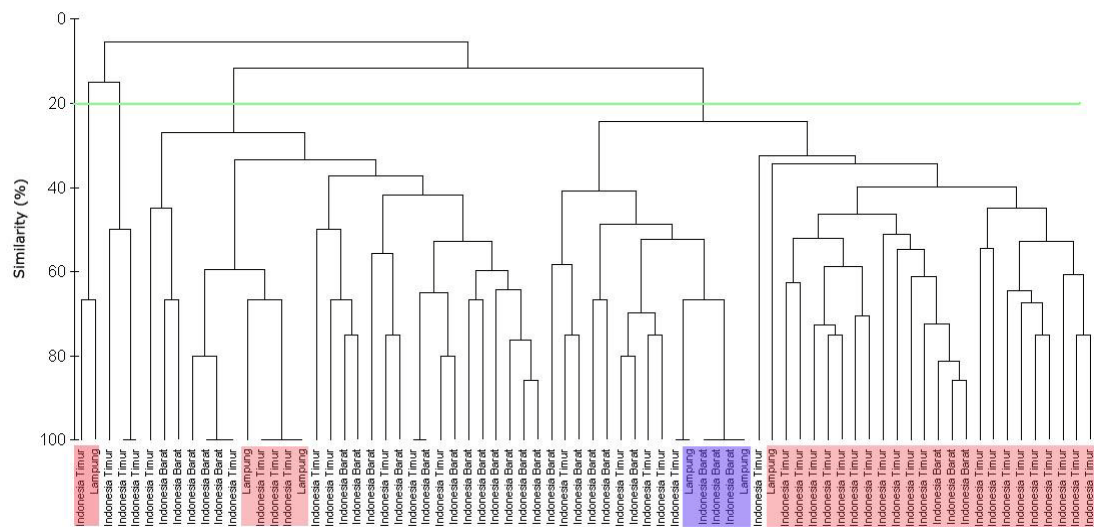


Gambar 3. Plot MDS teritip Intertidal di Pantai Lampung. Keterangan:

▲ = Teritip di Lampung, ■ = Teritip Indonesia Timur, ▼ = Teritip Indonesia Barat

Wilayah Pantai Lampung merupakan daerah pertemuan arus laut dalam Indonesia dan Samudera Hindia yang terjadi di Selat Sunda. Sehingga Spesies teritip yang ditemukan di Pantai Lampung merupakan pencampuran spesies teritip dari fauna barat dan timur. Pantai Lampung merupakan bagian dari daerah *East Indies Triangle* dan daerah tersebut memiliki teritip intertidal yang mempunyai distribusi luas antara lain dari genus *Cthamalus*, *Yamaguchiella*, *Tetraclitella*, dan *Tetraclita* (Prabowo, 2005).

Teritip yang ditemukan di daerah Bakauheni didominasi oleh teritip dari wilayah Indonesia Timur, hal ini dapat dimungkinkan bahwa pantai tersebut banyak dipengaruhi oleh arus dalam Laut Indonesia, selain itu Bakauheni merupakan jalur transportasi Jawa-Sumatera.



**Gambar 4. Analisis Cluster Teritip Intertidal di Lampung dengan Teritip yang ditemukan di Indonesia L=Lampung, I=Indonesia Timur dan Indonesia Barat.**

Pantai Lampung yang menghadap Samudera Hindia lebih banyak dipengaruhi oleh Samudera Hindia, sehingga spesies teritip yang ditemukan lebih menunjukkan Fauna Teritip Indonesia Barat.

**Tabel 2. Kontribusi Spesies Teritip Intertidal Indonesia Timur hasil analisis *Similarity Percentages* (SIMPER) dengan nilai similarity 23.54%**

Spesies	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Yamaguchiella coeruleascens</i>	0.58	5.16	0.65	21.90	21.90
<i>Tetraclita squamosa</i>	0.53	4.38	0.56	18.59	40.50
<i>Yamaguchiella vitiata</i>	0.40	2.17	0.41	9.22	49.72
<i>Chthamalus malayensis</i>	0.35	2.10	0.34	8.91	58.63
<i>Balanus amphitrite</i>	0.25	1.77	0.19	7.52	66.15
<i>Capitulum mitella</i>	0.35	1.75	0.34	7.43	73.57
<i>Balanus zhujiangensis</i>	0.28	1.55	0.23	6.57	80.14
<i>Balanus reticulatus</i>	0.20	0.88	0.18	3.73	83.87
<i>Chthamalus moro</i>	0.25	0.84	0.24	3.56	87.43
<i>Tetraclita serrata</i>	0.25	0.78	0.24	3.33	90.76

**Tabel 3. Kontribusi Spesies Teritip Intertidal Indonesia Barat hasil analisis *Similarity Percentages* (SIMPER) dengan nilai similarity 30.95%**

Spesies	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Chthamalus malayensis</i>	0.68	13.13	0.74	42.44	42.44
<i>Balanus reticulatus</i>	0.50	7.96	0.52	25.72	68.16
<i>Balanus amphitrite</i>	0.36	3.39	0.35	10.94	79.10
<i>Balanus variegatus</i>	0.32	2.61	0.31	8.43	87.53
<i>Tetraclita squamosa</i>	0.25	1.11	0.23	3.58	91.11

**Tabel 4. Kontribusi Spesies Teritip Intertidal Lampung hasil analisis *Similarity Percentages* (SIMPER) dengan nilai similarity 31.40%**

Spesies	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Chthamalus malayensis</i>	0.83	26.95	0.98	85.84	85.84
<i>Balanus amphitrite</i>	0.33	4.44	0.26	14.16	100.00



Nilai *similarity* teritip intertidal Indonesia Timur pada tabel 2 sebesar 23.54%. Spesies yang memberikan kontribusi terbesar yang mencirikan daerah tersebut adalah *Yamaguchiella coerulescens* sebesar 21.90% dan *Tetraclita squamosa* sebesar 18.59%. Nilai *similarity* teritip intertidal Indonesia Barat pada tabel 3 sebesar 30.95%. Spesies yang memberikan kontribusi terbesar yang mencirikan daerah tersebut adalah *Chthamalus malayensis* sebesar 42.44% dan *Balanus reticulatus* sebesar 25.72%. Sedangkan nilai *similarity* teritip intertidal Lampung pada tabel 4 sebesar 30.95%. Spesies yang memberikan kontribusi terbesar yang mencirikan daerah tersebut adalah *Chthamalus malayensis* sebesar 85.84% dan *Balanus amphitrite* sebesar 14.16%.

## PUSTAKA

- Chan, BKK; Romanus E P and Kwen-Shen Lee. 2009. Tin-Yam Chan (Ed). CRUSTACEAN FAUNA OF TAIWAN: Barnacles Volume I: Thoracica excluding: Pyrgomatidae and Acastina. National Taiwan Ocean University.
- Chan, B. K. K. 2006. Ecology and biodiversity of rocky intertidal barnacles along a latitudinal gradient; Japan, Taiwan and Hong Kong. *The Nagisa World Congress*: 1-10.
- Chan, B. K. K. and G. A. Williams. 2004. Population dynamics of the acorn barnacles, *Tetraclita squamosa* and *Tetraclita japonica* (Cirripedia: Balanomorphia) in Hong Kong. *Mar. Biol.* 146: 149–160. 418.
- Darwin, C. 1854. A Monograph on the Sub-Class Cirripedia: The Balanidae, the Verrucidae etc. Ray Society, London. P: 684.
- Martin, J. W and G. E. Davis 2001. An Up to date Classification of the Recent Crustacea. Science series 39, Los Angeles County: Natural History Museum.
- Newman, W. A. 1996. Cirripedia; Suborder Thoracica and Acrothoracica. In, J. Forest (ed), *Traite de Zoologie*, Tome VII, Crustacea, Fascicule 2:453-540, Paris: Masson.
- Nilsson-Cantell C. A. 1921. Cirripeden-studien. Zur Kenntnis der Biologie, Anatomie und Systematik dieser Gruppe. *Zool. Bidrag.* 7:75-395.
- Nilsson-Cantell C. A. 1932. Cirripeden aus Japan. *Ark. Zool.* 24A (4): 1-29.
- Pilsbry, H. A. 1916. The sessile barnacles (Cirripedia) contained in the collections of the U.S. National Museum; including monograph of the American species. *Buletin of the United States National Museum*, 93, 47-366.
- Pitombo, F. B. 2004. Phylogenetic analysis of the Balanidae (Cirripedia, Balanomorphia). *The Zoologica Scripta.* 33: 261-276.
- Pope, E. C. 1945. A simplified key to the sessile barnacles found on the rocks, boats, wharf piles and other installations in Port Jackson and adjacent waters. *Rec. Australian Mus.* 21(6):352-372.
- Pope, E. C. 1965. A review of Australian and some Indomalayan Chthamalidae (Crustacea: Cirripedia). *Proc. Linn. Soc. New South Wales.* 21(6):351-372.
- Prabowo, R. E.. 2005. Biogeography of intertidal barnacle in Indonesian and surrounding seas. Master Thesis. Chiba University.
- Prasetya, G. S. 1997. Identifikasi kompleksitas, karakteristik dan sistem pengelolaan zona pantai. *Oceanic III*: 142-154.
- Puspasari, I. A., T. Yamaguchi and A. Ross. 2002. New record of *Balanus zhujiangensis* (Cirripedia, Balanidae) from Okinawa. *J. Crust. Biol.* 22(2): 235-240.
- Ren, X. 1989. Two new species and one new record of Cirripedia Thoracica from South China Sea. *Oceanologia et limnologia Sinica.* 20 (5): 466-473.
- Romimohtarto, K dan Sri Juwana. 2005. Biologi Laut Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut. Puslitbang Oseanologi-LIPI, Jakarta.
- Ross, A. 1971. Studies on the Tetraclitidae (Cirripedia: Thoracica): a new tetraclitellan from India. *Trans. San Deigo Soc. Nat. Hist.* 16(8):216-224.
- Skinner, L. F., F. N. Siviero., R. Coutinho. 2007. Comparative growth of the intertidal barnacle *Tetraclita stalactifera* (Thoracica: Tetraclitidae) in sites influenced by upwelling and tropical conditions at the Cabo Frio region, Brazil. *Rev. Biol. Trop. (Suppl. 1)*: 71-78.



## KEKAYAAN JENIS RUMPUT LAUT DAN KALKULASINYA DI PULAU NUSA LAUT MALUKU TENGAH

Haerati Arfah<sup>1</sup> dan Kresno Yulianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UPT Balai Konservasi Biota laut, Ambon, <sup>2</sup>UPT LPKSDMO Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta  
E-mail : kresno\_07@yahoo.com

Penelitian rumput laut dilakukan pada 5 lokasi di Pulau Nusa Laut, Maluku Tengah pada bulan Oktober 2009. Tujuannya untuk mengetahui kekayaan jenis rumput laut dan kalkulasinya di pulau tersebut. Metode penelitian menggunakan metode transek biomassa. Ditemukan 32 jenis yang terdiri dari 15 jenis rumput laut hijau (Chlorophyta), 9 jenis rumput laut merah (Rhodophyta) dan 8 jenis rumput laut coklat (Phaeophyta). Pada umumnya rumput laut yang ditemukan dilokasi penelitian (Titawaai, Abubu, Ameth dan Nahalia) kepadatan maupun dominasinya diduduki oleh marga yang sama, kecuali rumput laut yang ditemukan di pantai Akoon, dimana di daerah tersebut didominasi oleh marga *Gracilaria*, tetapi kepadatannya diduduki oleh marga lain yaitu *Padina*. Di Nusa Laut di kenal penghasil 'cincao (agar-agar) yang dihasilkan dari rumput laut merah marga *Gracilaria* dan *Hypnea*, tetapi pada penelitian tidak mencerminkan kedua marga tersebut kepadatannya tinggi. Pergeseran nilai ini terus menurun berdasarkan dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya.

Key words : Rumput laut, Pulau Nusa laut, kalkulasi, agar-agar

### PENDAHULUAN

Dilaporkan oleh Moosa *dalam* Nontji (1998) bahwa di Indonesia ditemukan 782 jenis rumput laut yang terdiri dari 196 jenis rumput laut hijau (Chlorophyta), 134 jenis rumput laut coklat (Phaeophyta) dan 452 jenis rumput laut merah (Rhodophyta). Makro-algae laut hidup sebagai fitobentos (tumbuhan yang hidup di dasar perairan) dengan cara menancapkan atau melekatkan dirinya pada substrat karang mati, kulit kerang, fragmen karang mati, pasir, lumpur, batu maupun kayu. Faktor fisika, kimia dan dinamika serta macam substratnya sangatlah menentukan pertumbuhan makro-algae. Cahaya merupakan faktor utama yang dibutuhkan bagi rumput laut untuk proses metabolismenya (fotosintesa). Pada kedalaman dimana sinar matahari tidak mengenainya, makro-algae laut tidak akan hidup. Iklim dan letak geografis menentukan pula jenis-jenis algae laut yang tumbuh. Pada musim summer di laut Sargasso dipadati oleh makro-algae coklat (phaeophyceae) jenis *Sargassum natans* yang hidup terapung-apung pada perairan tersebut (Vashista, 1984). Di bagian selatan Pulau Makola Seram Timur ditemukan makro-algae merah yang melimpah setelah musim penghujan (Oktober-Nopember)(Yulianto & Sumadhiharga 1989). Kemudian di pantai selatan Pulau Jawa tepatnya di desa Mancagahar-Pameungpeuk, Garut Jawa Barat dijumpai algae coklat jenis *Sargassum duplicatum* tumbuh melimpah pada bulan Agustus-September (Yulianto, 2005). Pada umumnya rumput laut tumbuh melimpah di daerah tropis (termasuk Indonesia) pada saat laut tidak berombak (terlindung), kadar garam (salinitas) berkisar antara 28 - 34 o/oo, suhu 28 – 31 oC dan cahaya matahari sampai ke dasar perairan, namun demikian ada rumput laut yang subur pada musim ombak seperti jenis *Phorpyra marcosii* dan *Grateloupia* di Pulau Ambon Maluku, *Sargassum duplicatum* di Pantai selatan Pulau Jawa.

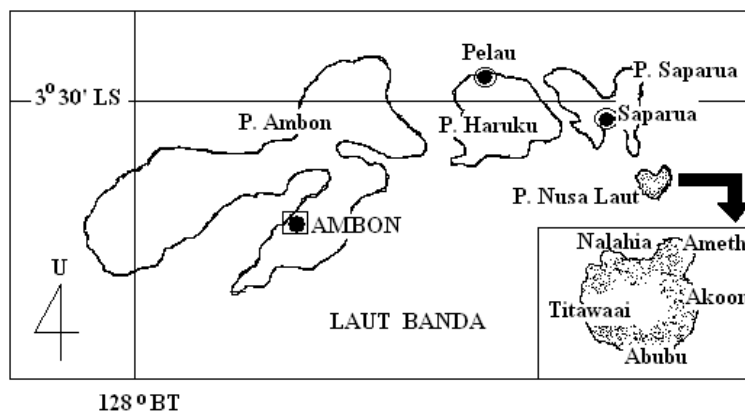
Tujuan penelitian ini adalah ingin mengetahui potensi rumput laut di Pulau Nusa Laut Maluku Tengah berdasarkan dari hasil kalkulasinya. Diharapkan tulisan ini akan menambah khasanah informasi tentang rumput laut di Indonesia.

### BAHAN DAN METODA

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2009 di Pulau Nusa Laut, Maluku Tengah (Gambar 1). Menginventarisir rumput laut dilakukan dengan metode transek yang mengacu pada metode SAITO et al. (1978) yaitu dengan membuat garis transek tegak lurus ke arah laut



sampai daerah tubir atau daerah dimana rumput laut sudah sangat jarang dijumpai. Setiap interval 10 m diletakan sebuah bingkai yang berukuran 50 x 50 cm, rumput laut dalam bingkai diambil, masukan dalam kantong plastik yang telah diberi label/tanda. Kemudian disortir dipisah-pisahkan berdasarkan morfologi yang sama kemudian ditimbang basah dan diidentifikasi menurut Magruder & Hunt (1979); Atmadja (1996a,b); Kadi (1996); Sulistijo (1996); Lewmanomont & Ogawa (1995); Ajisaka et., al. (1991); Noro & Abbott (1991). Menghitung Dominasi menggunakan rumus  $D = \sqrt{c \times f}$ ; dimana D = dominasi; c = nilai dalam prosen kepadatan total dan f = nilai dalam prosen frekuensi kehadiran. Kepadatan total dihitung berdasarkan penimbangan berat basah setiap marga pasa seluruh hasil transek. Menghitung proporsi berat/jenis berdasarkan dari jumlah berat atau jenis tiap filum dibagi jumlah/jenis seluruhnya kali 100 %.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian rumput laut di Pulau Nusa Laut, Maluku Tengah

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Di Pulau Nusa Laut, Maluku Tengah ditemukan 33 jenis yang terdiri dari 15 jenis rumput laut hijau (Chlorophyta), 9 jenis rumput laut merah (Rhodophyta) dan 9 jenis rumput laut coklat (Phaeophyta) (Tabel 1). Proporsi jenis diduduki oleh rumput laut yang variasi jenisnya terbanyak yaitu rumput laut hijau sebesar 45,45 %, disusul oleh rumput laut merah 27,27 dan rumput laut coklat 27,27 %. Dibandingkan dengan penelitian para pakar di palau-pulau lain di Indonesia jumlah jeninya dapat lebih besar maupun lebih kecil ( Rahayu, 1984; Yulianto & Arfah, 1998; Asmawi, 1998; Liao, 2004; Handayani & Kadi 2007) seperti yang tercermin pada tabel 2.

Di daerah tropis seperti di Indonesia kondisi perairannya tidak terlalu berfluktuasi, sehingga rumput laut yang tumbuh dari musim ke musim mempunyai bioritme yang teratur, kecuali lingkungan yang dirusak oleh aktivitas manusia seperti reklamasi, pencemaran, perusakan eksploitasi substratnya, lalu lintas pelayaran perahu-perahu baik besar maupun kecil dan lain sebagainya, yang membuat habitat rumput laut mengalami kerusakan. Hitungan (kalkulasi) vegetasi rumput laut di Pulau Nusa Laut proporsi jenis tertinggi diduduki oleh rumput laut hijau yaitu 45,45 % , disusul oleh rumput merah (27,27 %) maupun rumput laut coklat (27,27 %). Urutan proporsi berat basah pertama diduduki oleh rumput laut merah yaitu antara 26,0 - 82,0 % disusul oleh rumput laut hijau (2,2 - 58,2 %) dan rumput laut coklat (8,7 – 18,1 %) seperti yang tercermin pada table 3. Hal ini berkaitan dengan substrat dasar pasir dengan fragmen karang mati, merupakan tempat tumbuhnya yang subur bagi rumput laut merah. Oleh karena itu proporsi berat yang tertinggi diduduki oleh rumput laut merah dibanding rumput laut hijau maupun merah. Begitu juga dominasinya rumput laut merah mendominasi seluruh daerah penelitian.





**Tabel 1. Daftar jenis rumput laut yang terdapat di Pulau Nusa Laut, Maluku Tengah**

Rumput laut hijau (Chlorophyta)	Rumput laut merah (Rhodophyta)	Rumput laut coklat Phaeophyta)
<i>Boodlea sp.</i>	<i>Hypnea cervicornis</i>	<i>Hormophysa sp</i>
<i>Boorgesenia forbessi</i>	<i>Amphiroa sp</i>	<i>Sargassum sp 1</i>
<i>C. spiralis</i>	<i>Gracilaria crassa</i>	<i>Sargassum sp 2</i>
<i>C. cavernosa</i>	<i>Gracilaria lichenoides</i>	<i>S. crispifolium</i>
<i>Caulerpa cupressoides</i>	<i>Acantophora dendroides</i>	<i>Dictyota bartaeressy</i>
<i>Chaetomorpha crassa</i>	<i>Hypnea sp</i>	<i>Hydroclathrus clathratus</i>
<i>Chaetomorpha sp.</i>	<i>Galaxaura fastigiata</i>	<i>Padina crassa</i>
<i>Codium fragile</i>	<i>Gelidiella acerosa</i>	<i>S. Crassifolium</i>
<i>D. verluyssii</i>	<i>Chondrococcus sp.</i>	<i>Turbinaria ornata</i>
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>		
<i>Enteromorpha prolifera</i>		
<i>H. discoidea</i>		
<i>H. opuntia</i>		
<i>Halimeda macroloba</i>		
<i>Ulva reticulata</i>		

**Tabel 2. Jumlah jenis pada filum Chlorophyta, Rhodophyta dan Paeophyta di beberapa daerah di Indonesia.**

Lokasi	Komposisi				Sumber
	C	R	P	Jml	
Selat Sunda	37	54	24	115	1
Pulau-pulau Seribu	34	47	21	105	2
Pangandaran	14	25	11	50	3
Karimun Jawa	23	21	20	64	4
Tj. Bena Bali	15	22	7	44	5
Nusa Kambangan	14	19	5	38	6
Sulawesi Selatan dan Tenggara	13	31	10	64	7
Maluku Tenggara	27	42	17	86	7
Pulau Geser dan pulau Makola	12	27	9	48	8
Teluk Tering (Batam)	16	19	13	48	9
<i>Dalam Yulianto &amp; Arfah (1998)</i>					
Ameth (Pulau Nusa Laut)	10	23	16	49	10
Luhu Tuban (Pulau Manipa)	2	7	9	18	10
Pulau Buntal Seram Barat	14	15	5	34	10
Pulau Osi, Seram Barat	24	10	10	44	11
Kota Baru, Kalimantan Selatan	6	13	6	25	12
Kepulauan Anambas	29	23	22	74	13
Minahasa Utara	11	13	6	30	14

1 = Atmadja & Sulistijo (1985); 2 = Ibid (1988); 3 = Ibid (1980); 4 = Kadi & Sulistijo (1988); 5 = Sulistijo & Atmadja (1980); 6 = Kadi (1989); 7 = Kastoro et al. (1980); 8 = Yulianto & Sumadhiharga (1989); 9 = Kadi (1990); 10 = Rahayu (1984); 11 = Yulianto & Arfah (1998); 12 = Asmawi (1998); 13 = Liao et al. (2004); 14 = Handayani & Kadi (2007)

Habitat rumput laut hijau tumbuh berasosiasi dengan rumput laut merah, bahkan lebih variasi dimana dapat tumbuh pada substrat pasir murni seperti jenis *Halimeda macroloba* dan *Caulerpa cupressoides* maupun pada pasir lumpuran seperti *Codium fragile*. Oleh karena itu rumput laut hijau jenisnya lebih banyak dari kedua film yang lain (Rhodophyta dan Phaeophyta). Sedangkan habitat rumput laut coklat lebih banyak dijumpai dekat dengan tubir. Pulau Nusa Laut dikenal sebagai penghasil agar-agar cukup penting di Maluku. Bahan bakunya



rumpun laut merah marga *Gracilaria* dan *Hypnea*. Namun dilihat dari kalkulasi kepadatannya dan dominasinya hanya di daerah Akoon *Gracilaria* yang lebih tinggi dari jenis lainnya, dan hanya mendominasi 30 % dengan potensi 6,12 ton basah (612 gram/m<sup>2</sup>) atau 765 kg kering. *Hypnea* mendominasi 20,51% di daerah Abubu dengan potensi 1,5 ton basah ( 187,5 kg kering).

**Tabel 3. Kehadiran (kh), kepadatan total (Kt), kepadatan relative (Kr) dan dominasi rumput laut di Pulau Nusa Laut, Maluku Tengah**

	Genus	L O K A S I																				
		Titawaai				Akoon				Abubu				Ameth				Nalahia				
		Kh	Kt	Kr	Do	Kh	Kt	Kr	Do	Kh	Kt	Kr	Do	Kh	Kt	Kr	Do	Kh	Kt	Kr	Do	
	<b>RHODOPHYTA</b>																					
1	<i>Acanthopora</i>	10,17	213,0	10,55	10,36	16,67	127,0	12,64	14,51	14,28	86,0	22,57	17,93	14,49	1984	67,46	31,28	18,60	30,0	3,39	7,94	
2	<i>Amphiroa</i>	10,17	730,0	36,17	19,18	7,41	11,0	1,09	2,84	-	-	-	-	8,69	110,0	3,74	5,70	4,30	60	6,77	20,15	
3	<i>Hypnea</i>	6,78	64,0	3,17	4,63	11,11	101,0	10,05	10,57	21,43	75,0	19,63	<b>20,51</b>	7,25	44,0	1,50	3,30	-	-	-	-	
4	<i>Gracilaria</i>	20,34	72,0	3,17	4,63	29,63	306,0	30,45	<b>30,03</b>	10,71	35,0	9,16	9,90	17,39	218,0	7,41	11,35	6,98	20,0	2,26	3,97	
5	<i>Gelidiella</i>	3,39	22,0	1,09	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	2,90	20,0	0,68	1,40	-	-	-	-	
6	<i>Galaxaura</i>	10,17	385,0	19,08	17,93	-	-	-	-	-	-	-	-	2,90	25,0	0,85	1,57	9,30	120,0	13,54	11,22	
7	<i>Chondrococcus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	12,0	0,41	0,77	-	-	-	-	
	<b>CHLOROPHYTA</b>																					
8	<i>Boorgensenia</i>	5,08	22,0	1,09	2,35	-	-	-	-	7,42	10,0	2,62	4,32	2,90	10,0	0,34	0,99	-	-	-	-	
9	<i>Boodlea</i>	5,08	79,0	3,91	4,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	<i>Chaetomorpha</i>	3,39	22,0	1,09	1,92	-	-	-	-	17,86	106,0	27,75	22,26	4,35	10,0	0,34	1,22	-	-	-	-	
11	<i>Caulerpa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,90	10,0	0,34	0,99	-	-	-	-	
12	<i>Dictyoshaeria</i>	3,39	33,0	1,63	2,35	-	-	-	-	-	-	-	-	2,90	15,0	0,51	1,22	-	-	-	-	
13	<i>Enteromorpha</i>	-	-	-	-	3,70	10,0	0,99	1,91	-	-	-	-	5,79	20,0	0,68	1,98	-	-	-	-	
14	<i>Codium</i>	-	-	-	-	1,85	5,0	0,50	0,96	-	-	-	-	-	-	-	-	4,65	10,0	1,12	2,28	
15	<i>Halimeda</i>	5,08	201,0	9,96	7,11	5,56	67,0	6,67	6,09	-	-	-	-	-	-	-	-	6,98	20,0	2,26	3,97	
16	<i>Ulva</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,60	486,0	54,85	31,94	
	<b>PHAEOPHYTA</b>																					
17	<i>Dictyota</i>	-	-	-	-	3,70	10,0	0,99	1,91	-	-	-	-	2,99	20,0	0,68	1,42	6,98	25,0	2,82	4,44	
18	<i>Hormophysa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,65	30,0	3,39	3,97	
19	<i>Hydroclathrus</i>	-	-	-	-	1,85	5,0	0,50	0,96	-	-	-	-	2,99	12,0	0,40	1,09	4,65	20,0	2,26	3,24	
20	<i>Sargassum</i>	5,08	20,0	1,0	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	4,35	30,0	1,02	2,10	6,98	45,0	5,08	5,95	
21	<i>Padina</i>	5,08	35	1,7	2,93	12,96	320,0	31,64	20,31	14,28	40,0	10,47	12,23	10,14	331,0	11,25	10,68	6,98	10,0	1,13	2,81	
22	<i>Turbinaria</i>	6,78	120,0	5,90	6,32	5,56	30,0	2,99	4,08	7,14	10,0	2,62	4,32	5,79	70,0	2,38	3,71	2,32	10,0	1,13	1,62	
	<b>JUMLAH</b>		2018				1005				382				2941				886			

**DAFTAR PUSTAKA**

Ajisaka, T., T. Noro, G.C. Trono, Jr., Chiang Y.M. and Yoshida 1994. Several *Sargassums* pecies (Subgenus *Sargassum*) in east Asia with furcaly branching leaves. In: Isabella A. Abbott (Ed.). Taxonomy of Economic Seaweeds. With reference to some Oacific species. Vol. IV: 9-22.



- Atmadja, W.S. 1996a Pengenalan jenis-jenis algae coklat (Phaeophyta) *Dalam: W.S. Atmadja, Kadi, Sulistijo, Rachmaniar Satari (Eds). Pengenalan jenis-jenis Rumput laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi-LIPI Jakarta:56-78*
- Atmadja, W.S. 1996b. Pengenalan jenis- jenis algae merah (Rhodophyta) *Dalam: W.S.Atmadja, A.Kadi, Sulistijo Rachmaniar Satari (Eds). Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi-LIPI Jakarta: 79-119*
- Asmawi, S. 1998. Komunitas Algae bentik di Pulau Kerayaan Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan LIPI-UNHAS Kell: 24-27*
- Handayani, T dan A. Kadi 2007. Keanekaragaman dan Biomassa algae di Perairan Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. Vol. 33. No. 2: 199-211.*
- Kadi, A. 1996. Pengenalan jenis-jenis algae hijau (Chlorophyta). *Dalam: W.S. Atmadja, A. Kadi, Sulistijo, Rachmaniar Satari (Eds). Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi-LIPI Jakarta: 20-55*
- Lewmanomont, K. and H. Ogawa 1995. Common Seaweeds and Seagrasses of Thailand. Faculty of Fisheries Kasetsart University: 161 p
- Liao, L.M., F.A. Uy and N.A. Heyrosa 2004. Macrobenthic marine algae and seagrasses of the Anambas Expedition 2002. The Raffles Bulletin of Zoology. No. 11: 19-23
- Magruder, W.H. and J.W. Hunt 1979. Seaweeds of Hawaii. The Oriental Publishing Company. PO Box 2212. Honolulu, Hawaii 96822. 116 p.
- Nontji, A. 1998. Indonesian Potential in Developing Marine Biotechnology. Prosiding Seminar Bioteknologi Kelautan Indonesia: 13-22.
- Noro, T., T. Ajisaka and T. Yoshida 1994. Species of Sargassum (Fucales) with Compressed Primary Branches. In: Isabella A. Abbott (Ed.). Taxonomy of Economic Seaweeds. With reference to some Pacific species. Vol. IV:23-32
- Rahayu. D.L. 1984. Keanekaragaman jenis dan biomassa makroalgae di beberapa daerah di Maluku Tengah. *Oseanologi di Indonesia. No. 18: 21-24*
- Saito, Y., Sasaki and K. Wanatabe 1976. Succession of algae communities of the vertical substratum faces of break water in Japan. *Phycologia* 15 (1): 93-100
- Sulistijo 1996. Perkembangan budidaya rumput laut di Indonesia. *Dalam: W.S. Satari (Eds). Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi-LIPI Jakarta: 120-151.*
- Vashishta, B.R. 1984. *Botany for degree student. Algae.* S. Chand & Company Ltd. Ram Nagar, New Delhi 110055: 567 pp.
- Yulianto, K. dan H. Arfah 1998. Vegetasi alga laut di Pulau Osi, Seram Barat. Prosiding Seminar Nasional Kelautan LIPI-UNHAS ke II: 82-91
- Yulianto, K. 2005. Makroalgae coklat marga *Sargassum* sebagai sumber alginat dan kepadatannya di perairan pantai Pameungpeuk, Garut, Jawa Barat. *Dalam: A. Nontji, W.B. Setyawan, D.E.D. Setyono, P. Purwati dan A. Supangat (eds.), Pertemuan Ilmiah Tahunan ISOI-2003: 29-34.*



# ANALISIS KETEGUHAN TANAMAN *Rhizophora stylosa* PADA SISTEM POLA REHABILITASI RUMPUN BERJARAK UNTUK MENCEGAH ABERASI

**Endang Hilmi**

*Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : hilmi\_supandhi@yahoo.com*

*Rhizophora stylosa* adalah suatu jenis tanaman mangrove yang memiliki tinggi dapat mencapai lebih dari 6 meter, yang berakar tunjang, dan memiliki buah dengan diameter 1.5 – 2,0 cm dan panjang dapat mencapai 30 cm atau lebih. *Rhizophora stylosa* merupakan tanaman yang sangat khas dan tidak dapat tergantikan oleh jenis tanaman lainnya, karena dapat tumbuh di areal yang berkarang, berpasir dan terendam pasang surut air laut yang cukup lama. Jenis tanaman *Rhizophora stylosa* ini banyak di jumpai di areal pesisir Kepulauan Seribu. Hal ini dikarenakan sebagian besar wilayah pesisir di kepulauan seribu umumnya berkarang dan berpasir. Aberasi pantai merupakan suatu ancaman bagi keberadaan ekosistem pesisir pantai. Aberasi pantai merupakan suatu kondisi yang menyebabkan garis pantai menjadi berkurang akibat tergerus oleh gelombang air laut. Aberasi pantai telah menyebabkan banyak ekosistem pesisir yang rusak dan hilang. Untuk itu perlu upaya untuk melakukan kegiatan rehabilitasi pantai. Salah satu sistem yang di coba di areal pesisir kepulauan seribu adalah sistem rumpun berjarak. Sistem rumpun berjarak yang dibangun di Kepulauan Seribu menggunakan tanaman *Rhizophora stylosa* sebagai tanaman utama. Hal ini dikarenakan hanya *Rhizophora stylosa* yang dapat tumbuh pada areal pesisir yang berhabitat karang dan pasir. Sistem rumpun berjarak dengan tanaman *Rhizophora stylosa* ini dibangun dengan pola membuat rumpun tanaman dengan jarak tanaman dalam rumpun sekitar 10 cm x 10 cm – 15 cm x 15 cm. Sehingga dalam satu rumpun tanaman terdapat tanaman mangrove sekitar 200 – 500 tanaman. Jarak antara rumpun secara horizontal adalah antara 10 m – 20 m. Dan jarak rumpun tegak lurus pantai adalah juga sekitar 10 – 20 m. Dari hasil penanaman dengan sistem rumpun berjarak ini dapat dihasilkan tanaman *Rhizophora stylosa* dapat tumbuh subur dengan tinggi tanaman sekitar 5 – 6 m dan kondisi tanaman yang sangat baik. Dan yang paling utama adalah aberasi pantai di Kepulauan Seribu dapat dikurangi karena adanya bufferzone berupa greenbelt tanaman mangrove *Rhizophora stylosa* yang ditanam dengan sistem rumpun berjarak.

*Keyword.* *Rhizophora stylosa*, rumpun berjarak, aberasi pantai, kepulauan seribu.

## PENDAHULUAN

### *Latar Belakang*

Hutan mangrove adalah tipe hutan yang khas yang tumbuh di sepanjang pantai atau muara sungai yang terdapat sedimentasi dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Daerah hutan mangrove merupakan suatu tempat yang bergerak. Di daerah ini, tanah lumpur dan daratan secara terus menerus dibentuk oleh tumbuhan yang kemudian secara berlahan–lahan berubah menjadi daerah semi daratan. Mangrove akan tumbuh dengan baik pada daerah yang mempunyai muara sungai besar dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur dan pasir. Pada daerah yang terjal dan berombak besar dengan pasang surut kuat, mangrove tidak akan tumbuh karena tidak memungkinkan terjadinya pengendapan pasir dan lumpur serta substrat yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Hutan mangrove yang tumbuh di daerah pantai dan muara sungai atau daerah delta dapat mencapai tinggi antara 35–50 m dengan ukuran diameter antara 50–70 cm (Kusmana, 1995). Hutan mangrove berkembang di habitat dengan ciri-ciri sebagai berikut (Bengen, 2000) : Jenis tanahnya berlumpur, berlempung atau berpasir dengan bahan–bahan yang berasal dari lumpur, pasir atau pecahan karang, lahannya tergenang oleh pasang surut air laut secara berkala, baik setiap hari sampai daerah yang hanya tergenang saat pasang purnama. Frekuensi genangan ini menentukan komposisi vegetasi hutan mangrove, airnya payau dengan salinitas 2–22 ppm atau asin dengan salinitas 38 ppm, menerima pasokan air tawar yang cukup dari darat (sungai, mata air atau air tanah) yang



berfungsi untuk menentukan salinitas, menambah pasokan unsur hara dan lumpur. Dari pola adaptasi yang dimiliki tanaman, ada beberapa kekhasan jenis tanaman yang dimiliki ekosistem mangrove yang tidak dimiliki jenis tanaman dari ekosistem yang lain, yaitu mampu hidup pada kondisi habitat yang memiliki salinitas yang sangat tinggi, dengan tingkat genangan yang tinggi dan kondisi tekstur dan substrat berupa karang, pasir atau pecahan kerang. Jenis tanaman mangrove yang bisa tumbuh dengan baik pada kondisi tersebut adalah *Rhizophora stylosa*. *Rhizophora stylosa* merupakan jenis tanaman mangrove utama yang memiliki kekhasan yang tidak dimiliki jenis-jenis tanaman lainnya melalui pola adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan yang bersalinitas tinggi dan bersubstrat karang atau pecahan kerang.

Abrasi merupakan suatu proses mundurnya garis pantai dari kedudukan semula pada ekosistem pesisir, dan saat ini telah menjadi sesuatu yang dianggap sebagai suatu bencana. Hal ini dikarenakan abrasi dapat mengakibatkan hilangnya suatu garis pantai yang dapat berdampak pada kerusakan ekosistem daratan. Abrasi atau biasa disebut juga dengan erosi pantai adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang sifatnya merusak (Setiyono, 1996). Abrasi harus dicegah agar dampaknya tidak menjadi lebih besar. Salah satunya adalah melalui kegiatan rehabilitasi rumpun berjarak. Sistem rumpun berjarak merupakan suatu sistem rehabilitasi yang dikembangkan untuk menjaga agar tingkat keberhasilan tumbuh tanaman menjadi lebih besar walaupun dengan kondisi gelombang yang cukup tinggi. Sistem rumpun berjarak ini dibangun untuk merehabilitasi lahan-lahan terabrasi akibat gelombang yang tinggi yang tidak bisa diperbaiki dengan sistem rehabilitasi yang konvensional. Penanaman dengan sistem rumpun berjarak berfungsi untuk kekokohan, selain menjerat hara (lumpur) dan tanda ada kegiatan sehingga nelayan tidak menebar jaring di sana.

### **Tujuan**

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang keteguhan tanaman *Rhizophora stylosa* yang ditanam melalui sistem rumpun berjarak di Kepulauan Seribu.

### ***Rhizophora Stylosa***

*Rhizophora stylosa* Griff merupakan tanaman utama penyusun ekosistem mangrove dari marga Rhizophoraceae dengan nama lokal adalah bakau, bako-kurap, slindur, tongke-besar, wako, bako dan bangku. Klasifikasi dari *Rhizophora Stylosa* (Plantamor, situs dunia tumbuhan; 2008) adalah :

Nama umum  
Indonesia : Bakau merah  
Inggris : Red mangrove  
Kingdom : Plantae (Tumbuhan)  
Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)  
Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)  
Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)  
Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua/ dikotil)  
Sub Kelas : Rosidae  
Ordo : Myrtales  
Famili : Rhizophoraceae  
Genus : *Rhizophora*  
Spesies : *Rhizophora stylosa* Griff.

Tanaman ini memiliki ciri-ciri khas yaitu (1) ciri umum : tanaman berbentuk pohon dengan ketinggian > 6 meter, akar berbentuk akar tunjang, daun memiliki karakteristik : susunan helai simple dan opposite, bentuk daun elliptical, ujung daun aristate dengan ukuran panjang daun 10 – 18 cm. Batang tanaman berwarna abu-abu hingga hitam, relatif kecil. (2)



bunga : bunga memiliki 8 – 16 atau lebih flowered dichotomous cyme, petal 4 dan berwarna putih, calyx 4 berwarna kuning hijau. (3) buah memiliki karakteritik : ukuran diameter sekitar 1.5 – 2.0 cm, panjang buah lebih dari 30 cm, warna : hipokotil hijau sampai hijau kekuningan.

### SISTEM RUMPUN BERJARAK

Pertama, memilih persemaian mangrove, mencari bibit yang sehat berdaun dua sampai enam. Kedua, tahap prakondisi. Dengan aklimatisasi salinitas (kadar garam) antara 30 dan 35 ppm selama 7-10 hari. Pada waktu persemaian, disiram air tawar sehingga salinitas rendah. Mangrove ini akan ditanam dengan salinitas tinggi. Tahap ketiga, penanaman rapat per rumpun berjumlah 550 batang, 50 batang (panjang) dan 11 batang (lebar) dengan kedalaman 20-25 cm. Dalam empat tahun, tinggi mangrove itu mencapai tiga meter. Tinggi mangrove maksimal 4 meter sampai 5 meter. Tahap berikutnya dilakukan pengawasan intensif selama 3-6 bulan terhadap pagar dan bibit mangrove yang ditanam. Kalau misalnya tercabut, akan ditanami lagi. Pengawasan dilakukan sampai akarnya mencengkeram, antara 3-6 bulan (Yudista, 2009).

Mengapa perlu berumpun? Ini berfungsi untuk kekokohan, selain menjerat hara (lumpur) dan tanda ada kegiatan sehingga nelayan tidak menebar jaring di sana. Selain itu dilakukan pula pemagaran di luar lokasi penanaman mangrove dengan besi bekel berjarak 4 meter, disisip bambu rangkap setiap meternya,. lalu diberi jejaring. Fungsinya untuk menahan sampah agar tidak masuk ke lokasi penanaman mangrove dan mencegah abrasi pantai (Yudista, 2009).

Sistem rumpun berjarak dibangun di kepulauan seribu dengan maksud untuk mencegah aberasi pantai. Kekhasan sistem rumpun berjarak di kepulauan seribu adalah karena jenis tanaman yang dipakai dari jenis *Rhizophora stylosa* karena habitatnya berpasir dan berkarang. Tingginya tingkat aberasi dan tingginya gelombang menyebabkan perlu dibangun suatu sistem rehabilitasi mangrove yang tahan dari terjangan gelombang dan memiliki tingkat daya tahan hidup yang cukup tinggi.

### KETEGUHAN TANAMAN PADA SISTEM RUMPUN BERJARAK DI KEPULAUAN SERIBU

#### *Pengaruh Faktor Lingkungan*

Beberapa komponen lingkungan yang dianalisis untuk kondisi faktor lingkungan karena keberadaan tanaman *Rhizophora stylosa* pada sistem rumpun berjarak dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kondisi Kualitas Air pada Sistem Rumpun Berjarak**

Variabel Kualitas Air	Stasiun 1	Stasiun2
Suhu (°C)	33	33
pH	8	8
DO (ppm)	8	8
salinitas	30	30
BOD (ppm)	23	23.04
Aberasi	Tidak ada - rendah	Tidak ada - rendah

Berdasarkan standar kualitas air yang dikeluarkan oleh Peraturan Pemerintah No.20 Tahun 1990 untuk kegiatan budidaya laut dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 1 yang diujikan dengan PP no 20/1990 dapat dinyatakan bahwa keberadaan *Rhizophora stylosa* melalui sistem rumpun berjarak menyebabkan kualitas air untuk budidaya laut menjadi sangat layak. Kleyakan ini memberikan arti bahwa perbaikan kondisi lingkungan perairan dapat dilakukan



melalui penanaman tanaman mangrove dengan memanfaatkan sistem rumpun berjarak. Kondisi ini diperkuat dengan adanya budidaya padang lamun dan teripang dilokasi tempat kegiatan rehabilitasi pesisir dengan sistem rumpun berjarak dengan jenis tanaman *Rhizophora stylosa*.

**Tabel 2. Baku Mutu Kualitas Air untuk Budidaya Perikanan (PP no 20/1990)**

Variabel Kualitas Air	PP no 20/1990
Suhu (°C)	28 - 33.5
Ph	6 - 9
Salinitas	
DO (ppm)	>3
BOD (ppm)	

Selain kesesuaian lingkungan dan kualitas air, keuntungan dari sistem rehabilitasi rumpun berjarak adalah ketahanan pesisir untuk mempertahankan garis pantainya karena gempuran gelombang yang sering dikenal dengan aberasi pantai. Peristiwa terjadinya beberapa abrasi pada daerah pesisir pantai bersifat *imperceptibility* (tidak terasa), namun pada beberapa lokasi tertentu dapat pula diketahui dengan mengamati perubahan secara dramatis, yakni melalui hasil dari proses fisik, seperti pasang-surut dan angin, pemindahan partikel kecil dari pasir dan pengendapan pada zona dekat pantai. Aksi gelombang memberikan peranan yang besar terhadap pembentukan garis pantai tersebut. *Longshore currents*, *rip currents* dan *littoral transport* materi sedimen secara konstan berperan dalam pemindahan sedimen dan pasir pantai (Sulaiman, 1989).

Kerusakan garis pantai akibat abrasi dipacu oleh terganggunya keseimbangan alam daerah pantai tersebut oleh karena adanya tuntutan kebutuhan manusia, walaupun sebenarnya abrasi ini pada kondisi alami masih dikatakan terkendali. Perubahan keseimbangan lokal yang dominan memacu tingkat pengikisan pantai salah satunya adalah semakin terbukanya alur sepanjang pinggir pantai dengan hilangnya pemecah gelombang (*breaker*), sehingga energi dari gelombang dan arus laut langsung menerjang pinggiran pantai secara penuh (Budiarsyah, 2002).

Kawasan pantai akan berubah menjadi suatu lahan yang kritis, jika terjadi pengikisan pantai oleh abrasi. Abrasi dapat menyebabkan lapisan sedimen (endapan) akan terbawa ke wilayah lain ataupun hancur dan lenyap (Budiarsyah, 2002). Abrasi terjadi karena adanya ketidak seimbangan antara angkutan sedimen yang masuk dan yang keluar dari suatu bentang pantai. Akibat tidak seimbang pasok dan angkutan sedimen, maka pantai akan terabrasi (Diposaptono, 2001). Menurut Triatmodjo (1999) menyatakan bahwa suatu pantai yang mengalami abrasi tergantung pada sedimen yang masuk (suplai) dan yang meninggalkan pantai tersebut. Abrasi pantai terjadi apabila di suatu pantai yang ditinjau mengalami kehilangan atau pengurangan sedimen, artinya sedimen yang terangkut lebih besar dari yang diendapkan. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat dari Sulaiman (1989) yang menyatakan bahwa, abrasi terjadi jika terdapat banyak sedimen pada sepanjang pantai yang meninggalkan pada area dibandingkan dengan partikel yang masuk. Proses perpindahan suplai sedimen yang menyebabkan terjadinya abrasi dapat dideskripsikan melalui suatu visualisasi sifat fisik perairan, yakni dari kandungan padatan tersuspensi (*Total Suspension Solid*) pada badan perairan. Menurut Pariwono (1999), studi kasus dari Coastal Resource Management Project (1998) mengenai abrasi di pesisir Pantai Lampung melalui citra satelit dapat diketahui bahwa, secara umum proses abrasi dapat dicirikan dengan meningkatnya kekeruhan sebagai akibat dari tingginya kandungan padatan tersuspensi di badan air kawasan pantai, yang banyak ditemui di perairan Pantai Timur Propinsi Lampung, sedangkan di perairan Barat dan perairan



teluk kondisi badan perairan terlihat jernih karena kandungan padatan tersuspensinya sangat rendah, sebagai ciri sedikitnya proses abrasi.

Keberadaan tanaman *Rhizophora stylosa* menyebabkan daratan di kepulauan seribu terlindungi dari gempuran ombak dan pasang surut yang dikenal dengan aberasi pantai. Padahal kawasan Kepulauan Seribu memiliki tofografi datar hingga landai dengan ketinggian sekitar 0 –2 meter d.p.l dengan ketinggian pasang antara 1 – 1,5 meter. Kondisi lingkungan tersebut berpotensi untuk menyebabkan terjadinya aberasi pantai. Namun dengan keberadaan tanaman *Rhizophora stylosa* yang ditanam dengan sistem rumpun berjarak menyebabkan daratan di pesisir pantai menjadi terlindungi sehingga aberasi pantai dapat dikurangi.

**Keteguhan Tanaman pada Sistem Rumpun Berjarak**

Tingkat keteguhan tanaman dari sistem rumpun berjarak dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 didapatkan informasi bahwa sistem rumpun berjarak yang pertama kali ditanam pada tahun 2002 sampai 2007. Dari hasil pengamatan di lapangan yang dilihat pada Tabel 3 didapatkan hasil bahwa tingkat keteguhan tanaman untuk bertahan hidup sangat baik dengan jumlah tanaman yang dapat bertahan hidup dalam setiap rumpun mencapai 80 – 90 % dengan kisaran sekitar 186 – 430 pohon/rumpun. Hal ini menunjukkan bahwa deburan gelombang yang mencapai ketinggian 1 – 1.5 meter dapat diminimalisir pengaruhnya terhadap tingkat kematian tanaman karena sistem penanaman yang berumpun. Dengan adanya sistem tanaman rumpun berjarak juga tetap memberikan ruang untuk gelombang mencapai daratan namun dengan energi yang sudah kecil. Kondisi ini akan berdampak pada rendahnya tingkat kerusakan pantai akibat gelombang. Hal ini berarti tingkat aberasi juga menjadi berkurang.

**Tabel 3. Tingkat Keteguhan Tanaman *Rhizophora stylosa* pada Sistem Rumpun Berjarak.**

Variabel Tanaman	Stasiun1						Stasiun2			
	Plot1		Plot2		Plot3		Plot1		Plot2	
	Titik1	Titik2	Titik1	Titik2	Titik1	Titik2	Titik1	Titik2	Titik1	Titik2
Luas rumpun (cmxcm)	100x400	80x350	140x220	245x280	125x745	250x400	65x397	65x370	105x363	95x335
Jarak antar rumpun (cmxcm)	55x80	55x80	120x115	120x115	135x125	135x125	90x145	90x145	135x290	135x290
Jumlah pohon (individu)	430	320	425	250	212	186	250	375	430	390
Jarak tanam (cmxcm)	8x7	8x9	7x6	7x7	20x15	11x23	6x5	3x6	7x8	7x8
Diameter (cm)					3.0-5.3	2.5-3.8				
Tinggi (cm)	115-130	110-120	106-196	103-140	367-578	436-552	103-140	98-108	106-123	105-124

**KESIMPULAN**

Sistem rumpun berjarak adalah suatu sistem rehabilitasi yang harus digunakan pada kondisi pantai dengan gelombang yang cukup tinggi dan dapat mengakibatkan aberasi. Penggunaan jenis *Rhizophora stylosa* jika substrat tempat tumbuhnya adalah karang, pecahan karang dan pasir. Tingkat keberhasilan tanaman dengan sistem rumpun berjarak sangat tinggi yaitu sekitar 80 – 90 %. Presentase ini dapat ditingkatkan jika lebih dilakukan kegiatan perawatan, monitoring dan evaluasi dari tanaman yang ditanam.

**DAFTAR PUSTAKA**

Bengen, D. G. 2001. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor : Bogor.  
 Budiarsyah, F. A. 2002. *Mangrove sebagai alternatif mencegah abrasi pantai : Studi Kasus Pantai di Kalimantan Barat*. Makalah Falsafah Sains. Program Pascasarjana IPB. Bogor.  
 Kusmana, C. 1995. *Manajemen Hutan mangrove di Indonesia*. Lab Ekologi Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor





- Pariwono, J. I. 1999. *Kondisi Oseanografi Perairan Pesisir Lampung*. Proyek Pesisir Publication. Technical Report (TE-99/12-I) Coastal Resources Center, University of Rhode Island. Jakarta, Indonesia.
- Setiyono, Heryoso. 1996. *Kamus Oseanografi*. Cetakan Pertama. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Subandono, Diposaptono. 2001. *Erosi pantai (Costal Erosion)*. Direktorat Bina Pesisir. Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulu-pulau Kecil. Departemen Kelautan dan Perikanan RI. Hal 102-103.
- Sulaiman, D. M. 1989. *Proposed Coastal Erosion Management for the Northern Coast of Java Indonesia*. Special Project. Marine Resource Management Program College of Oceanography Oregon State University Corvallis, Oregon. 44 pages.
- Susanto, Handoko Adi. 1997. *Pemantauan Perubahan Garis Pantai Di Delta Bodri dan Pantai Tugu, Jawa Tengah dengan Memanfaatkan Data Penginderaan Jauh*. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Edisi Kedua. Beta Offset. Yogyakarta.



## ANALISIS *BIODIVERSITY* EKOSISTEM MANGROVE DI INDRAGIRI HILIR

Endang Hilmi

Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

E-mail : hilmi\_supandhi@yahoo.com

Ekosistem mangrove merupakan suatu ekosistem yang khas, unik, dan kompleks yang merupakan habitat bagi berbagai organisme baik organisme perairan maupun daratan. Salah satu tipe ekosistem yang lengkap dan khas adalah ekosistem mangrove di Indragiri Hilir Riau. Hamparan habitat mangrove yang terbentang di sepanjang pesisir Indragiri Hilir sekitar 115,821 ha. Potensi *Biodiversity* ekosistem mangrove terdiri dari *biodiversity* vegetasi hutan mangrove yang terdiri dari beberapa zona seperti *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera* dan *Bruguiera*. Biota air yang menghuni perairan mangrove terdiri dari organisme bentik dan pelagik. Beberapa organisme bentik dan diantaranya mempunyai nilai ekonomis penting adalah kerang (*Mollusca*), udang dan kepiting (*Crustacea*). Genera plankton yang ditemukan adalah *Amphora*, *Bacteriastrium*, *Ceratium*, *Chaetoceros*, *Closteriopsis*, *Coscinodiscus*, *Fragillaria*, *Melosira*, *Nitzschia*, *Oscillatoria*, *Pleurosigma*, *Thalassiotrix*, *Skeletonema*, dan *Rhizosolenia*; sedangkan organisme pelagik umumnya didominasi oleh larva dari beberapa ikan dan udang yang mempunyai nilai ekonomis penting bagi komoditi perikanan. Fauna daratan terdiri dari mamalia, reptil, dan burung. Sayangnya, potensi *biodiversity* ekosistem mangrove yang tinggi tidak diimbangi oleh pengelolaan yang baik, sehingga kerusakan dan kekritisan ekosistem terjadi. Analisis citra satelit dan survai lapangan menunjukkan bahwa tingkat kekritisan ekosistem mangrove di Indragiri Hilir sangat luas karena dari luas ekosistem mangrove 121.535,31 ha didapatkan areal mangrove rusak seluas 66.355,11 ha dan ekosistem rusak berat 55.180,19 ha atau dapat dinyatakan seluruh areal mangrove di Indragiri Hilir berada dalam kategori rusak (54,60%) dan rusak berat (45,40%). Untuk itu, upaya untuk melindungi ekosistem mangrove diperlukan agar tingkat kerusakan dan kepunahan *biodiversity* flora dan fauna di ekosistem mangrove tidak terjadi.

**Keyword** : Biodiversity, flora dan fauna mangrove, tingkat kekritisan mangrove, Indragiri Hilir.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Mangrove adalah ekosistem yang menggambarkan suatu varietas komunitas pantai tropik yang didominasi oleh beberapa spesies pohon-pohon yang khas atau semak-semak yang mempunyai kemampuan untuk tumbuh dalam perairan asin. Mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang bersifat kompleks dengan karakteristik terdiri: atas flora yang bersifat *halofit fakultatif* (Hilmi, 2005), fauna pantai dan dapat beradaptasi dengan ekosistem daratan dan laut. Hutan mangrove dapat tumbuh subur dan bersifat luas (*eury*) di daerah delta dan aliran sungai yang besar dan muara yang lebar. Mangrove yang tumbuh didaerah pantai dan muara sungai atau daerah delta dapat mencapai tinggi antara 35–50 m dengan ukuran diameter antara 50–70 cm (Kusmana, 1995). Mangrove adalah ekosistem yang terutama tumbuh pada tanah alluvial di daerah pantai dan sekitar muara sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut dan dicirikan oleh jenis-jenis pohon Api-api (*Avicennia marina*), Pedada (*Sonneratia alba*), Bakau (*Rhizophora mucronata*), Tancang (*Bruguiera gymnorhiza*), Tenyar (*Ceriops tagal*), Buta-buta (*Excoecaria agallocha*) dan Nyirih (*Xylocarpus moluccensis*), (Kusmana, C dan Istomo, 1995).

Mangrove memiliki karakteristik habitat keadaan tanah (lumpur atau pasir), salinitas, penggenangan, pasang surut, dan kandungan oksigen tanah. Untuk itu tanaman mangrove akan beradaptasi melalui perubahan dan ciri khusus pada fisiologis, morfologis, fenologi, fisiognomi, serta komposisi struktur vegetasi (Istomo, 1992), memiliki kemampuan untuk beradaptasi terhadap kondisi tanah yang berlumpur dan kekurangan oksigen, salah satu pemecahannya adalah dengan morfologi sistem perakaran yang istimewa dan berfungsi sebagai akar napas (*Pneumatofora*), tumbuh pada zona intertidal dengan jenis tanah



berlumpur, berlempung atau berpasir, mangrove tergenang oleh air laut secara berkala, baik setiap hari maupun yang hanya tergenang pada saat pasang purnama dan memiliki adaptasi yang khas dengan lingkungan bersalinitas dengan kemampuan hidup pada salinitas 2-22 ‰, namun ada mangrove yang mampu tumbuh pada salinitas 38 ‰. (MacNae, 1968; Chapman, 1976; Nybakken, 1993; dan Macintosh, Ashton and Havanon, 2001, Bengen, 2001., Hardjowigweno, 1986., Macintosh, Hamilton and Snedaker, 1984., Istomo, 1992., Kennish, 1990). Ekosistem mangrove pada umumnya mendominasi zona-zona pantai berlumpur dan delta estuaria pasang surut. Pada zona pasang surut yang luas mangrove membentuk hutan yang lebat, misalnya kawasan delta yang luas, lokasi penggenangan pasang surut, dan daerah yang merawa di muara sungai besar (Onrizal, 2002., Kusmana, 1996., Lugo and Snedaker. 1974).

Salah satu ekosistem mangrove yang khas adalah ekosistem mangrove yang ada di Kabupaten Indragiri Hilir Riau. Ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir merupakan ekosistem utama, karena sebagian besar wilayah terestrial kabupaten Indragiri Hilir merupakan ekosistem pulau dan pulau-pulau kecil yang dilalui oleh sungai Indragiri. Karena kekhasan wilayah Kabupaten Indragiri Hilir dan cocok sebagai habitat mangrove, menyebabkan Indragiri Hilir merupakan suatu kabupaten yang memiliki ekosistem mangrove yang luas, khas dan unik, dengan beranekaragam habitat, flora, maupun fauna baik akuatik maupun terestrial. Potensi ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir harus dipertahankan, karena pada dasarnya ekosistem mangrove di Indragiri Hilir sangat rentan terhadap kerusakan.

### **Tujuan**

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk memberikan gambaran tentang keanekaragaman habitat, flora maupun fauna mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir.

## **KEANEKARAGAMAN HABITAT DAN LUAS MANGROVE DI KABUPATEN INDRAGIRI HILIR**

Potensi luas ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1. ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir ini cukup luas yaitu sekitar 121.535,31 ha. Ekosistem mangrove di Indragiri Hilir dibentuk oleh komunitas hutan mangrove (bakau) sebagai komunitas utama. Hutan mangrove hidup di perairan pesisir paling dekat laut atau dekat muara sungai, dan banyak dipengaruhi oleh pasang surut, air sungai dan pantai. Hutan mangrove merupakan ekosistem klimaks edafis, yang tidak terpengaruh oleh iklim, biasanya tumbuh pada tanah lumpur, pasir atau lumpur berpasir, yang dapat hidup pada kondisi perairan yang terpengaruh oleh salinitas air laut. Ekosistem mangrove di Indragiri Hilir merupakan salah satu ekosistem yang dominan. Ekosistem mangrove ini banyak dipengaruhi oleh aliran sungai-sungai yang bermuara ke pesisir Indragiri Hilir.

**Tabel 1. Potensi Luas Ekosistem Mangrove Berdasarkan Kelas Kerapatan di Kabupaten Indragiri Hilir**

No	Kelompok	Luas (ha)
1	Rapat	0
2	Sedang	66.355,11
3	Jarang	4.194,18
4	Sangat Jarang	50.986,02
	Jumlah	121.535,31

Sumber data : Analisis Citra 2005

Potensi ekosistem mangrove di Indragiri Hilir masih didominasi oleh ekosistem mangrove dengan kerapatan sedang dan Sangat jarang. Kondisi ini memberikan pengetahuan kepada semua stakeholder bahwa ekosistem mangrove yang merupakan ekosistem utama dan



buffer bagi kestabilan wilayah pesisir Kabupaten Indragiri Hilir sudah mengalami kerusakan. Kondisi ini akan berakibat besar kepada kesetabilan ekosistem daratan dan perairan di Kabupaten Indragiri Hilir.

Hutan mangrove di Indragiri Hilir juga mempunyai 3 fungsi utama yaitu (1) fungsi fisik meliputi menjaga garis pantai agar tetap stabil, mempercepat perluasan lahan, melindungi pantai dan tebing sungai dan mengolah limbah. (2) fungsi biologis dan ekologis meliputi tempat benih ikan, udang dan kerang dan lepas pantai, tempat bersarangnya burung-burung besar, habitat alami bagi banyak biota, *nursery ground*, *feeding ground*, dan *shelter area* bagi biota perikanan. (3) fungsi ekonomi meliputi keberadaan tambak, tempat pembuatan garam, rekreasi serta hasil-hasil kayu dan non kayu.

Namun sangat disayangkan dari besarnya manfaat ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir, keberadaan ekosistem mangrove tidak terpelihara dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari tingkat kekritisannya. Tingkat kekritisannya ekosistem mangrove di Indragiri Hilir sangat luas dimana dari luas ekosistem mangrove 121.535,31 ha, areal mangrove rusak seluas 66.355,11 ha dan ekosistem rusak berat 55.180,19 ha atau dapat dikatakan seluruh areal mangrove di Indragiri Hilir berada dalam kategori rusak (54,60%) dan rusak berat (45,40%).

Areal mangrove kritis di Indragiri Hilir dapat dilihat pada Lampiran Peta Tingkat Kekritisannya Lahan Mangrove. Dari lampiran tersebut maka sebagian besar ekosistem mangrove yang kritis di Kabupaten Indragiri Hilir terjadi pada hampir sebagian besar wilayah pesisir.

Tingkat kekritisannya ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir disebabkan karena pengerukan pasir, degradasi pantai dan kekeruhan, degradasi ekosistem mangrove, teki, konversi hutan, eksploitasi yang berlebihan dan ilegal logging.

## KEANKERAGAMAN FISIK LINGKUNGAN

### *Tanah*

Karakteristik tanah di ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa (1) Kelas tekstur untuk daerah Kuala Enok adalah lempung liat berdebu, Concong kelas tekstur lempung, Bakung kelas tekstur lempung liat berdebu, Pulau Cawan kelas tekstur liat berdebu dan Pulau Burung kelas tekstur lempung liat berdebu, (2) Potensi pH tanah dan air tanah pada ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir dari hasil survey yang dilakukan berkisar antara 5,95 – 7,57, (3) Potensi bahan organik khususnya potensi C organik di kabupaten Indragiri Hilir berkisar antara 10,41 – 20,5 %. hal ini menunjukkan potensi bahan organik dalam kisaran sangat tinggi, (4) Potensi N pada ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir berkisar 0.18 – 0.49 %, dan termasuk kategori sedang (5) Potensi KTK pada ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir berkisar antara 26.7 – 56.6 me/100g. Potensi KTK di ekosistem mangrove Kabupaten Indragiri Hilir termasuk kelas tinggi.

### *Perairan*

Potensi perairan di ekosistem mangrove Indragiri Hilir adalah sebagai berikut : (1) suhu dan salinitas. Perairan pesisir Kabupaten Indragiri Hilir tergolong perairan dangkal, sehingga pengadukan sangat baik yang mengakibatkan pemanasan lebih intensif. Pada pengukuran suhu di beberapa stasiun di wilayah ini (Desember, 2000), tercatat suhu permukaan laut berkisar antara 29,6 – 31,4<sup>0</sup>C, sedangkan potensi salinitas adalah berkisar antara 15-27 ‰. Tingkat kekeruhan pada beberapa stasiun pengamatan mencapai 20 – 97 NTU dengan padatan tersuspensi berkisar antara 60 – 750 mg/l. Secara rinci gambaran lain dari kondisi kualitas air pada beberapa titik pengamatan dapat dilihat pada. Berdasarkan data yang terkumpulkan nampak bahwa kondisi kualitas pada beberapa stasiun pengamatan yang pernah dilakukan



menunjukkan adanya beberapa parameter kualitas air seperti kekeruhan, padatan tersuspensi, COD, senyawa fenol dan logam berat telah melebihi baku mutu air bagi biota laut, baik untuk keperluan budidaya perikanan maupun untuk taman laut konservasi (Kepmen No. 02/MENLH/I/1988).

**Tabel 2. Karakteristik Tanah Ekosistem Mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir**

Parameter Analisa	Unit	Lokasi Sampling				
		Kuala Enok	Congcong	Bakung	P. Cawan	P. Burung
Tekstur						
a. Pasir	%	10	29	9	8	9
b. Debu	%	50	42	60	52	78
c. Liat	%	40	29	31	40	13
pH (1 : 2.5)						
H <sub>2</sub> O		7.57	5.92	7.05	6.99	5.66
KCl		6.45	5.76	5.97	7.85	6.33
C-Organik	%	10.68	10.41	10.63	20.5	20.3
N-Total	%	0.37	0.31	0.49	0.18	0.21
C/N		15.20	27.30	21.70	26.65	25.51
P HCl 25%	ppm	218	200	250	181	100
K HCl 25%	ppm	1378	1192	1326	1762	1139
Ekstrak NH <sub>4</sub> Ac 1 N						
KTK	me/100g	43.3	42.2	56.6	26.7	33.7
K	me/100g	2.63	2.26	2.86	3.44	2.27
Ca	me/100g	6.56	8.43	11.43	7.71	5.24
Mg	me/100g	19.80	18.33	25.74	21.74	17.32
Na	me/100g	51.10	51.94	72.88	74.20	61.03

Suatu hal yang menarik disini adalah adanya kandungan beberapa logam berat yang juga terdeteksi melebihi baku mutu seperti Pb, Cd dan Cu. Sumber keberadaan logam berat di perairan pesisir ini masih belum banyak diketahui, karena sampai saat ini masih belum banyak pemantauan terhadap sumber-sumber Pb dalam perairan biasanya dapat menjadi *indicator unsure antropogenis*, karena umumnya Pb senyawa ikut dalam bahan bakar dan dapat masuk ke perairan melalui deposisi gas buang dari udara dan cecceran bahan bakar. Unsur Cd umumnya banyak dipakai sebagai campuran cat (anti-fouling panit), sedangkan Cu selain sebagai campuran cat, juga dipakai sebagai pengawet kayu. Berdasarkan gambaran ini, maka wilayah perairan yang banyak dipakai sebagai kegiatan transportasi seperti pelabuhan dan alur pelayaran, dapat menjadi potensi sebagai sumber logam berat tersebut. Hal ini juga dapat dilihat dari hasil pengamatan kajian Amdal (Analisis Dampak Lingkungan) Pelabuhan Tembilahan, dimana kandungan logam berat Pb, Cd dan Cu di sedimen masing-masing terdeteksi 3,917 mg/kg, 0,129 mg/kg, dan 1,483 mg/kg. Disini nampak jelas bahwa Pb merupakan unsur-unsur yang relatif tinggi. Seperti diketahui keberadaan logam dalam sedimen pada masa-masa tertentu terutama jika terjadi resuspensi, merupakan proses penting dalam pelarutan logam ke dalam media air. (PKSPL-IPB, 2000).

## KEANEKARAGAMAN HAYATI FLORA

### *Potensi Semai*

Potensi semai pada ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir dapat dilihat pada Tabel 3. Potensi semai di Indragiri Hilir umumnya didominasi oleh *Rhizophora alba*, *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba*.



**Tabel 3. Potensi Semai Ekosistem Mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir**

Daerah	INP (%)													
	A.m	A.a	A.o	S.a	S.c	R.a	R.m	B.g	B.s	B.p	X.g	L.l	N.f	A.f
Kuala Enok 1	31	43	-	53	23	20	30	-	-	-	-	-	-	-
Kuala Enok 2	97	-	-	53	20	30	-	-	-	-	-	-	-	-
Pulau Bakung	51	98	-	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sembuang (Mandah)	-	-	-	-	-	119	-	-	-	-	81	-	-	-
Guntung	-	124	-	18	-	34	8	-	-	-	8	8	-	-
Batang Rimba	-	-	-	-	-	124	15	30	-	2	15	-	4	-
Sungai Alay	-	-	-	-	-	65	10	25	17	-	78	-	5	-
Pulau Cawan	-	-	-	-	-	130	15	35	-	-	15	-	5	-
Pulau Burung	-	-	-	5	-	35	5	10	-	130	-	-	15	-
Sungai Laut	-	97	92	5	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Belaras/Mandah	-	123	-	13	-	54	10	-	-	-	-	-	-	-
Bekawan	-	135	-	13	-	27	13	-	-	-	3	-	9	-
Pulau Pucung	-	62	-	7	-	13	-	-	-	118	-	-	-	-

Keterangan: A.m= *Avicennia marina*; A.a= *Avicennia alba*; A.o= *Avicennia officinalis* S.a= *Sonneratia alba*; S.c= *Sonneratia caseolaris*; R.a= *Rhizophora apiculata*; R.m= *Rhizophora mucronata*; B.g= *Bruguiera gymnorhiza*; B.s= *Bruguiera sexangula*; B.p= *Bruguiera praviiflora*; X.g= *Xylocarpus granatum*; L.l= *Lumnitzera littorea*; N.f= *Nypa frutican*; A.f= *Aegiceras floridum*; X.m= *Xylocarpus mollucensis*

**Potensi Pancang**

Potensi Pancang pada ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir dapat dilihat pada Tabel 4. Potensi pancang hutan mangrove di beberapa daerah di Indragiri Hilir umumnya bervariasi tergantung karakteristik daerah masing-masing tempat bertumbuhnya hutan mangrove.

**Tabel 4. Potensi pancang Ekosistem Mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir**

Daerah	Kerapatan (ind/ha)														
	A.m	A.a	A.o	S.a	S.c	R.a	R.m	B.g	B.s	B.p	X.g	L.l	N.f	A.f	X.m
Kuala Enok 1	28	46	-	31	16	39	25	-	-	-	-	-	-	15	-
Kuala Enok 2	87	32	-	45	-	12	24	-	-	-	-	-	-	-	-
Pulau Bakung	64	111	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sembuang	-	-	-	-	14	129	27	-	-	-	14	-	-	-	-
Guntung	61	-	-	27	-	84	21	-	-	-	-	7	-	-	-
Batang Rimba	-	-	-	-	-	130	30	25	-	-	15	-	10	-	-
Sungai Alay	-	-	-	-	-	60	15	14	20	15	74	-	2	-	-
Pulau Cawan	-	-	-	-	-	120	33	34	-	-	10	-	3	-	-
Pulau Burung	-	10	-	5	-	58	5	7	-	79	22	-	24	-	-
Sungai Laut	-	103	62	12	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Belaras	-	125	40	11	-	15	-	7	-	-	2	-	-	-	-
Bekawan	-	133	12	17	-	25	-	2	-	-	8	-	3	-	-
Pulau Pucung	-	34	-	-	-	16	-	23	-	114	3	-	10	-	-

**Potensi Pohon**

Hutan mangrove di Indragiri Hilir terdapat pada daerah dataran rendah yang bersifat datar dan daerah payau yang dipengaruhi gelombang pasang surut air laut. Daerah mangrove ini terdapat pada ketinggian 0–100 m di atas permukaan laut. Kawasan hutan mangrove ini masih dipengaruhi oleh gelombang pasang dengan tinggi permukaan air sampai 1–1,5 m, sedangkan pada waktu surut permukaan air rata-rata dapat mencapai 0,5 – 0,75 m

Secara hidrologi, hutan mangrove di Indragiri Hilir akan dipengaruhi oleh sungai-sungai besar seperti Sungai Denai, Sungai Gaung, Sungai Enok Dalam, Sungai Niur, Sungai Tumu, Sungai Selensen dan Sungai Ibul. Sungai-sungai ini bermuara di Selat Malaka dengan kecepatan arus yang sangat lambat (tipe aliran daerah datar) karena gradien dasar sungai sangat landai. Formasi geologi terdiri dari jenis batuan Resen atau Alluvium, dengan jenis-jenis tanah seperti tanah Organosol, Podsolik Merah Kuning dan Gleihumus.

Dari hasil survei di lokasi, jenis-jenis vegetasi yang ditemukan di hutan mangrove adalah bakau (*Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata*), tumu (*Bruguiera gymnorrhiza*), lenggadai (*Bruguiera praxiflora*), nipah (*Nypa fruticosa*), tancang sukun (*Bruguiera sexangula*), nyirih batu (*Xylocarpus mollucensis*), nyirih (*Xylocarpus granatum*), api-api (*Avicennia marina*, *Avicennia officinalis* dan *Avicennia alba*), pedada (*Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris*), samir (*Lumnitzera littorea*), mange-kashian (*Aegiceras floridum*). Sedangkan jenis-jenis tumbuhan bawah yang ditemukan adalah: paku laut (*Acrostichum aureum*), jeruju (*Acanthus ilicifolius*).

Potensi pohon dapat dilihat dari potensi kerapatan, Potensi INP dan Potensi Kayu. Potensi kerapatan pohon pada ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Kerapatan Pohon Ekosistem Mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir**

Daerah	Kerapatan (ind/ha)														
	A.m	A.a	A.o	S.a	S.c	R.a	R.m	B.g	B.s	B.p	X.g	L.l	N.f	A.f	Xm
Kuala Enok 1	79	229	-	-	19	107	44	-	-	-	-	-	-	26	-
Kuala Enok 2	373	86	-	124	-	-	63	-	-	-	-	-	54	-	-
Pulau Bakung	180	442	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sembuang (Mandah)	-	-	-	-	35	108	57	-	-	-	41	10	-	-	-
Guntung	-	28	-	-	-	100	24	20	4	-	2	-	-	-	-
Batang Rimba	-	-	-	-	-	533	128	106	21	-	11	-	-	-	-
Sungai Alay	-	-	-	-	-	379	43	119	-	20	340	-	-	-	-
Pulau Cawan	-	-	-	-	-	813	155	170	-	-	23	-	-	-	-
Pulau Burung	-	-	-	105	-	222	-	23	-	175	-	-	-	-	-
Sungai Laut	-	220	220	-	-	73	18	18	-	-	-	-	-	-	-
Belaras/Mandah	-	660	30	30	-	129	15	21	-	-	15	-	-	-	-
Bekawan	-	260	-	40	-	40	-	13	-	7	20	20	-	-	-
Pulau Pucung	-	253	-	20	-	27	-	-	-	93	7	-	-	-	-

Potensi kerapatan menunjukkan tingkat kepadatan tanaman mangrove pada setiap ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir. Sedangkan Potensi INP menunjukkan tingkat dominansi pohon mangrove dengan memperhatikan dominansi relatif (berdasarkan potensi kayu), kerapatan relatif (berdasarkan potensi individu per hektar) dan frekuensi relatif (berdasarkan nilai jumlah plot ditemukan jenis atau dengan kata lain adalah pola penyebaran jenis di suatu ekosistem).

Potensi INP pohon pada ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir dapat dilihat pada Tabel 6. Hutan mangrove di beberapa daerah di Indragiri Hilir sudah mengalami kerusakan, terutama di daerah Kuala Enok, Pulau Bakung, Sembuang, Sungai Laut, Pulau Burung, Belaras, Bekawan dan Pulau Pucung. Daerah-daerah yang masih memiliki produktivitas yang baik untuk dieksploitasi mungkin hanya di Batang Tumu, Batang Rimba, Daerah Alay dan Pulau Cawan, dan beberapa daerah yang belum terekam dalam tulisan ini.



**Tabel 6. INP Pohon Ekosistem Mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir**

Daerah	INP (%)															
	A.m	A.a	A.o	S.a	S.c	R.a	R.m	B.g	B.s	B.p	X.g	L.l	N.f	A.f	X.m	
Kuala Enok 1	45	131	-	-	11	61	25	-	-	-	-	-	-	15	-	
Kuala Enok 2	160	37	-	53	-	-	27	-	-	-	-	-	23	-	-	
Pulau Bakung	81	199	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sembuang (Mandah)	-	-	-	-	42	130	68	-	-	-	49	11	-	-	-	
Guntung	-	55	-	22	-	193	30	-	-	-	-	-	-	-	-	
Batang Rimba	-	-	-	-	-	200	48	40	8	-	4	-	-	-	-	
Sungai Alay	-	-	-	-	-	134	15	42	-	7	102	-	-	-	-	
Pulau Cawan	-	-	-	-	-	210	40	44	-	-	6	-	-	-	-	
Pulau Burung	-	-	-	45	-	95	-	10	-	75	15	-	50	-	10	
Sungai Laut	-	120	120	-	-	40	10	10	-	-	-	-	-	-	-	
Belaras/Mandah	-	220	10	10	-	43	5	7	-	-	5	-	-	-	-	
Bekawan	-	195	-	30	-	30	-	10	-	-	5	-	15	-	-	
Pulau Pucung	-	290	-	15	-	20	-	-	-	70	5	-	-	-	-	

**KEANEGARAGAMAN HAYATI FAUNA**

**Fauna Darat**

Fauna yang ditemukan di ekosistem mangrove terdiri dari Jenis Mamalia, reptil, dan burung. Adapun jenis-jenis yang berhasil direkam dalam kegiatan identifikasi keanekaragaman hayati yang umum ditemukan di ekosistem mangrove di Propinsi Riau adalah sebagai berikut :

1. Jenis mamalia

Jenis mamalia yang ditemui di areal hutan adalah berang-berang (*Lutra perspicillata*), kera (*Macacus cynomolgus*), monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*), kancil (*Tragulus napu*), kucing bakau (*Felis viverrina*), kucing hutan (*Felis bilangensis*), musang (*Paradoxurus hermaphroditus*), siamang (*Hylobates syndactylus*), welisang (*Cynogale bennetti*), babi hutan (*Sus barbatus*), bajing (*Callociurus notatus*), harimau sumatra (*Panthera tigris sumatraensis*), linsang (*Prionodon linsang*), musang air (*Lutra spp.*), lutung (*Presbytis cristata*), kalong (*Pteropus vampyrus*), beruang madu (*Helarctus malaynus*), tikus (*Hapalomys sp.*), lutung bangat (*Presbytis hosei*), lutung simpai (*Presbytis melalophos*).

2. Jenis amphibia dan reptilia

Jenis amphibia dan reptilia adalah biawak (*Varanus salvato*), buaya (*Crocodylus biporatus*), katak hijau (*Rana cancrivora*), bulus (*Chitra indica*), ular bakau (*Trimerecurus pupuremaculatus*), ular sanca (*Aerochordus granulus*), ular sawah (*Phyton reticulatus*), kadal (*Mabuya multifasciata*), ular cincin emas (*Boiga dendrophila*), ular (*Cherberus rhynchops*), ular daun (*Bungarus laticep*).

3. Jenis burung

Jenis burung adalah bangau putih (*Ibis cinerius*), bangau tongtong (*Leptotilus javanicus*), bubut (*Centropus belangensis*), elang bondol (*Haliastur indus*), elang laut (*Ictinatus malayensis*), elang laut perut putih (*Haliaeetus leucogaster*), burung layang-layang (*Hirundo rustica*), enggang (*Bucerus rhinoceros*), gagak (*Corvus enca*), kowak merah (*Nyticorax caledonicus*), kutilang (*Pycnonotus aurigaster*), kuntul kecil (*Agretta garzeta*), raja udang (*Halcyow chloris*), pipit (*Lonchura chloris*), tekukur (*Turtur tigrinus*), wilwo (*Myxterea cinerea*), cangak sumatra (*Ardea sumatrana*), cangak abu (*Ardea cinerea*), cangak merah (*Ardea purpurea*), kokokan laut (*Butorides striatus*), kokokan (*Ixobrychus si nensis*), kuntul





(*Casmeodius abus*), kuntul kecil (*Egretta garzetta*), alap-alap (*Pandion haliaetus*), camar kecil (*Sterna albifrons*), camar (*Sterno hirundo*), cerucuk (*Pycnonotus simplex*)

#### **Fauna Perairan**

Famili perikanan yang bisa ditemukan di perairan umum di Kabupaten Indragiri Hilir adalah (1) famili cyprinidae, (2) Famili Bagridae, (3) famili siluridae, (4) Famili Channidae, (5) famili Mastacembelidae, (6) Famili Belontidae, (7) Famili Osphronemidae, (8) Famili helostomatidade, (9) Famili Peristolepididae, (10) Famili Anabantidae dan (11) Famili Claridae

#### **Plankton**

Flora air yang hidup di perairan pesisir Indragiri Hilir hanya fitoplankton, sedangkan rumput laut dan lamun tidak ditemui karena ketidaksesuaian habitat. Kelimpahan fitoplankton di sembilan titik pengambilan contoh di daerah pesisir tidak terlalu tinggi, yaitu berkisar antara 7.769 – 61.740 individu per liter dengan didominasi oleh kelompok diatom (*Bacillariophyceae*). Sedangkan keragaman fitoplankton termasuk sedang dengan nilai indeks keanekaragaman Shannon berkisar 1,15 – 1,95 dan indeks keseragaman berkisar 0,62 – 0,89, serta dominansi jenis fitoplankton tidak terlalu tinggi, yaitu 0,18 – 0,56.

- a. Zooplankton. Kelimpahan zooplankton di perairan pesisir Indragiri Hilir yang diamati pada 9 titik pengambilan contoh termasuk kategori sedang, yaitu 19 - 219 individu per liter. Keragaman zooplankton termasuk sedang dengan nilai indeks keanekaragaman Shannon berkisar antara 0,64 – 1,59 dan indeks keseragaman berkisar 0,47 – 0,92, sedangkan indeks dominansi jenis zooplankton tidak terlalu tinggi, yaitu antara 0,16 – 0,66.
- b. Benthos, di perairan pesisir Indragiri Hilir memiliki kepadatan yang berkisar antara rendah hingga sedang yaitu antara 75-600 individu/m<sup>2</sup>. Benthos yang umum ditemukan antara lain: *Capitella* sp., *Glysera* sp., *Nephtys* sp., *Lumbrineris* sp. dan golongan Crustacea. Kelompok cacing (Polychaeta) merupakan jenis benthos yang dominan. Sedangkan jenis *Orbinia* yang menyukai substrat lunak dan subur mendominasi di perairan habitat pohon bakau (mangrove) Kuala Enok.
- c. Larva. Jenis larva yang ditemui terdiri dari kelompok Crustacea (udang-udangan), Pisces (ikan), Polychaeta (cacing), Ophiroidea, Chatognatha dan Bivalvia (kerang). Larva udang (Crustacea) paling dominan ditemukan terutama di Sungai Guntung dan Muara Indragiri Hilir. Kelimpahan larva di perairan Indragiri Hilir berkisar antara 6 – 596 ind/m<sup>3</sup> yang tersebar hampir di seluruh perairan dangkal, sungai, muara dan ekosistem bakau (mangrove).

#### **KESIMPULAN**

Ekosistem mangrove di Kabupaten Indragiri Hilir merupakan suatu ekosistem utama yang harus di pertahankan keberadaannya. Namun sangat disayangkan keberadaannya tidak terpelihara dengan baik. Dari analisis kekritisian didapatkan bahwa tingkat kekritisian ekosistem mangrove di Indragiri Hilir sangat luas dimana dari luas ekosistem mangrove 121.535,31 ha, areal mangrove rusak seluas 66.355,11 ha dan ekosistem rusak berat 55.180,19 ha atau dapat dikatakan seluruh areal mangrove di Indragiri Hilir berada dalam kategori rusak (54,60%) dan rusak berat (45,40%).

Keberadaan ekosistem mangrove di Indragiri Hilir harus dapat dipertahankan karena ekosistem mangrove di Indragiri Hilir merupakan habitat yang sangat cocok bagi berbagai jenis tanaman mangrove, fauna darat, fauna air, plankton dan berbagai jenis burung.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aksornkoe, S. 1993. *Ecologi and Manajemen Mangrove*. IUCN. Bangkok. Thailand
- Ashton, E.C and D.J. Macintosh. 2002. Preliminary assessment of the plant diversity and community ecology of the Sematan mangrove forest Serawak Malaysia. *Forest Ecology and Management* 166(2002) : 111-129
- Barbier, E.B. 1993. *Economics and Ecology: New Frontiers and Sustainable Development*. Chapman & Hall, London.
- Bengen, D. G. 2001. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 59 hal
- Bird E. C. F. 1985. *Coastline Changes, A Global Review*. A Willey-Interscience Publication. Page Bros Ltd. Norwich
- Bosire J.O, F. Dahdouh-Guebas , M. Walton, B.I. Crona , R.W. Lewis, C. Field , J.G. Kairo and N. Koedam, 2008. Functionality of restored mangroves: A review. *Aquatic Botany* 89 (2008). 251-259
- Chapman. V.J. 1976. *Mangrove Vegetation*. Vaduz., J. Cramer. pp : 197
- Fauzi, A. 2004. *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hamilton, L.S. and S.C. Snedaker. 1984. *Handbook for Mangrove Area Management*. IUCN Commission on Ecology Gland. Honolulu.
- Hardjowigweno, S. 1986. Status pengetahuan tanah-tanah mangrove di Indonesia. Prosiding Seminar II Ekosistem Mangrove. LIPI.
- Hermanto, B. 1985. *Pemantauan Garis Pantai dengan Menggunakan Citra Satelit*. Majalah Oseana, Volume XI, Nomor 4. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Hilmi, Endang. 2005. *Ekologi Mangrove Pendekatan Karakteristik, Statistik dan Analisis Sistem Bagi Suatu Ekosistem*. PSPK, UNSOED. Purwokerto
- Istomo. 1992. Tinjauan Ekologi Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya di Indonesia. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor.
- Keraf, A.S. 2002. *Etika Lingkungan*. Penerbit Buku Kompas, Jakarta.
- Kurniawan, A. Undaharta N, K, E. Pendit, I. M. R. *Asosiasi Jenis-Jenis Pohon Dominan di Hutan Dataran Rendah Cagar Alam Tangkoko, Bitung, Sulawesi Utara*. *Biodiversitas* 9 (3): 199-203.
- Kusmana, C. 1996. A Estimation of Above and Below Ground Tree Biomass of a Mangrove Forest in East Kalimantan, Indonesia. Faculty of Forestry. Bogor Agricultural University. Bogor
- Lugo, A.E and S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangrove. *Annual Review of Ecology and Systematic*. 1974. 5 : 39 –64.
- Mac Nae, W. 1968. A general Account of the Fauna and Flora of Mangrove Swamps and Forest in the Indo-Pacific. *Adv. Mar. Biol.* 6:73-270
- Macintosh D. J. , E. C. Ashton and S. Havanon. Mangrove Rehabilitation and Intertidal Biodiversity: a Study in the Ranong Mangrove Ecosystem, Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (2002) 55, 331-345.
- Nagelkerken, I, S.J.M. Blaber, S. Bouillon , P. Green , M. Haywood , L.G.Kirton , J.O. Meynecke , J. Pawlik, H.M. Penrose , A. Sasekumar , P.J. Somerfield. 2001. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany*, 89 (2008) 155 – 185.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis*; alih Bahasa: H. Muhammad Eidman, Koesbiono, Dietrich G, Bengen, Malikusworo Hutomo, Sukristijono Sukardjo. P.T. Gramedia. Jakarta.
- Onrizal. 2002. *Flora dan Habitat Hutan Mnagrove Pantai Timur Sumatra*. Fakultas Pertanian Program Ilmu Kesehatan Universitas Sumatra Utara. Sumatra Utara.
- PKSPL-IPB. 2000. Profil Keanekaragaman Hayati Kabupaten Indragiri Hilir. Laporan Proyek.
- Snedaker, S.C and J.G. Snedaker. 1984. *The Mangrove Ecosystem ; Research Methods*. UNESCO.
- Soerianegara, I. 1971. Characteristic of Mangrove Soils of Java. *Rimba Indonesia*. 16 : 141 –150.
- Wickramasinghe, S, M. Borin, S.W. Kotagama, R. Cochard, A.J. Anceno, and O.V. Shipin, 2009. Multi-functional pollution mitigation in a rehabilitated mangrove conservation area. *Ecological Engeneering* 35(2009).898 -907.



## FLUKTUASI HARIAN PLANKTON DI KAWASAN PENGELOLAAN RAWA TIMUR SEGARA ANAKAN CILACAP

**Diah Etika Maharatih Setiarina, Moh. Husein Sastranegara, dan Christiani**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : dia\_etika@yahoo.com*

Plankton dapat terdistribusi berdasarkan tempat dan waktu. Secara umum, fitoplankton dominan pada saat siang hari dan sebaliknya untuk zooplankton. Penelitian bertujuan untuk mengetahui fluktuasi harian fitoplankton selama 24 jam, fluktuasi harian zooplankton selama 24 jam, serta hubungan antara fitoplankton, zooplankton dengan faktor fisik dan kimiawi air. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survai dengan teknik pengambilan sampel secara *purposive*. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2008 sampai Januari 2009 dan lokasi pengambilan sampel di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur, terutama Sungai Sapuregel dan Sungai Donan Segara Anakan Cilacap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis fitoplankton yang ada didominasi oleh fitoplankton air tawar (30 jenis), kelimpahannya berfluktuasi dan mendominasinya pada pukul 08:00 WIB (9.915 ind/l), terutama *Navicula placentula* (1.750 ind/l); serta jenis zooplankton yang ditemukan didominasi oleh zooplankton air tawar (10 jenis), kelimpahannya berfluktuasi dan mendominasinya pada pukul 22:00 WIB (6.127 ind/l), terutama *Calanus helgolandicus* (1.167 ind/l). Secara umum, hubungan fitoplankton dan zooplankton dengan parameter fisik kimiawi air adalah erat, terutama fitoplankton dan suhu ( $r = 0,726$ ) pada siang hari, sedangkan zooplankton dan suhu ( $r = 0,923$ ) pada malam hari.

Key words : daily fluctuation, plankton, Segara Anakan Cilacap

### PENDAHULUAN

Estuaria merupakan salah satu ekosistem pesisir yang sangat produktif dan paling mudah terganggu oleh tekanan lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan manusia maupun proses-proses alami (Dahuri *et al.*, 1996). Menurut Odum (1971), estuaria merupakan badan perairan setengah tertutup yang berhubungan dengan laut terbuka, sehingga sangat terpengaruh oleh gerakan pasang surut yang menyebabkan terjadinya percampuran air tawar dan air laut. Pertemuan air tawar dan air laut akibat dari pasang surut menyebabkan perairan estuaria mengalami kondisi yang fluktuatif. Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Salah satu contoh kawasan estuaria yang ada di Indonesia adalah Segara Anakan Cilacap.

Secara geografis, Segara Anakan terletak di  $7^{\circ}37' - 7^{\circ}45'$  LS dan  $108^{\circ}47' - 109^{\circ}03'$  BT. Kawasan ekosistem Segara Anakan merupakan laguna perairan laut di pantai selatan Pulau Jawa dan merupakan perairan terpisah dari Samudera Hindia dan terlindung oleh Pulau Nusakambangan, serta dihubungkan oleh dua kanal atau alur masuk yang dikenal sebagai Kawasan Rawa Barat dan Kawasan Rawa Timur. Kawasan Rawa Timur secara geografis terletak di  $07^{\circ}39'41,0'' - 07^{\circ}44'46,9''$  LS dan  $108^{\circ}54'48,3'' - 109^{\circ}02'02,0''$  LU (Pemerintah Daerah Kabupaten Cilacap, 2001). Di kawasan ini banyak mengalir sungai dari Pulau Jawa seperti Sungai Donan, Sapuregel, serta sungai kecil dari Pulau Nusakambangan. Daerah ini merupakan perairan berkelok-kelok yang dikelilingi oleh hutan mangrove (Pramudji, 2004).

Sungai Donan dan Sungai Sapuregel yang berada di Kawasan Rawa Timur yang digunakan sebagai daerah perikanan terutama perikanan udang (Yusron *et al.*, 1996). Kawasan Rawa Timur khususnya aliran sungai Donan, merupakan kawasan yang berbatasan langsung dengan kawasan industri, sehingga dari suplai air tersebut langsung atau tidak langsung akan menyebabkan penurunan kualitas perairan. Hasil pemantauan kualitas air yang dilakukan pada



tahun 1977-1993 menunjukkan bahwa pencemaran sudah terjadi di Sungai Donan, terutama pencemar minyak dan fenol (Soedradjad, 1997).

Sungai Sapuregel merupakan perairan yang dikelilingi oleh mangrove (Sutomo dan Djamali, 1996). Menurut Odum (1971), Odum dan Heald (1972), Unar (1972), Macnae (1974), serta Martosubroto dan Naamin (1977) *dalam* Sutomo *et al.* (1996), estuaria yang ditumbuhi mangrove merupakan ekosistem yang memiliki produktivitas yang lebih tinggi daripada perairan estuaria yang tidak ditumbuhi mangrove. Lear dan Turne (1977) *dalam* Genisa (1990) menyatakan bahwa daerah mangrove mempunyai produktivitas perairan yang tinggi karena memperoleh energi yang berupa zat-zat makanan (zat organik) yang diangkut oleh adanya pasang surut air.

Menurut Djamali *et al.* (1995), daerah perairan Sungai Donan dan Sungai Sapuregel merupakan daerah yang kaya akan juvenil ikan dan larva ikan. Hal ini karena hasil analisis plankton ditemukan larva ikan dan udang yang berlimpah terutama pada malam hari. Dalam hubungannya dengan rantai makanan, kehidupan hewan air sangat tergantung pada fitoplankton dan zooplankton dan beberapa jenis ikan kecil yang menjadi makanan hewan-hewan yang lebih besar, sehingga banyaknya ikan di suatu perairan erat hubungannya dengan kepadatan kandungan plankton di perairan tersebut (Sutomo dan Djamali, 1996).

Jumlah spesies plankton yang ada di daerah estuaria sedikit. Pada umumnya, fitoplankton yang ada didominasi oleh diatom. Kekeruhan yang tinggi dan cepatnya pergantian air dapat membatasi jumlah fitoplankton dan produktivitas di beberapa estuaria, tetapi di daerah yang kekeruhannya rendah dan waktu pergantian air panjang, timbul berbagai populasi dan produktivitas yang relatif tinggi. Jumlah fitoplankton dan produktivitas estuaria dapat sangat berbeda di tempat yang satu dengan yang lain tergantung pada kondisi tempatnya. Komposisi spesies juga bervariasi, baik secara musiman maupun dengan mengikuti gradient salinitas ke arah hulu estuaria. Beberapa zooplankton estuaria yang sebenarnya, terdapat pada estuaria yang lebih besar dan lebih stabil, di mana gradient salinitas tidak begitu bervariasi. estuaria yang dangkal dan cepat mengalami pergantian air dihuni terutama oleh sekelompok zooplankton laut yang khas yang terbawa ke luar dan masuk bersama pasang surut (Nybakken, 2002).

Kehidupan suatu organisme di perairan termasuk plankton selalu dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat hidupnya. Apabila kondisi perairan berubah sebagai akibat masuknya hasil berbagai aktivitas manusia misalnya limbah industri, limbah rumah tangga, pertanian, peternakan dan lainnya, akan menimbulkan terganggunya kualitas air dan terganggunya kehidupan organisme perairan atau disebut dengan pencemaran, yang ditandai dengan menurunnya kekayaan jenis (Sutomo dan Djamali, 1996).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana fluktuasi harian fitoplankton dan zooplankton selama 24 jam di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap. Serta bagaimana hubungan antara fitoplankton dan zooplankton dengan faktor fisik kimiawi air di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap.

## **BAHAN DAN METODA**

Pengambilan sampel plankton dilakukan di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap, yaitu di Sungai Sapuregel terletak di koordinat 07°40'03,8" LS-108°56'58,4" BT dan Sungai Donan terletak di koordinat 07°43'50,0" LS-108°59'06,0" BT pada bulan Desember 2008 sampai Januari 2009. Sampel diambil setiap dua jam selama 24 jam pada permukaan perairan dan permukaan dasar perairan.



Pengambilan sampel plankton yang ada di permukaan perairan adalah menggunakan plankton net No. 25, yaitu dengan cara penyaringan menggunakan ember plastik sebanyak 60 l. Sampel air yang telah disaring ditampung dalam botol sampel 30 ml. Kemudian sampel diberi larutan formalin 40% sehingga konsentrasi dalam botol sampel menjadi 4% sebagai pengawet dihitung dengan menggunakan rumus :

$$N1.V1 = N2.V2$$

Keterangan :

N1 = konsentrasi formalin yang dikehendaki (4%)

N2 = konsentrasi formalin yang tersedia (40%)

V1 = volume air yang terkonsentrasi dalam botol sampel (30 ml)

V2 = volume formalin yang dikehendaki

Setelah diberi formalin, ditambahkan larutan lugol sebanyak 2-3 tetes untuk menjaga fitoplankton agar warnanya tetap hijau tidak berubah.

Sampel plankton yang ada pada kedalaman 50 cm dengan menggunakan *water sampler*. Cara penggunaannya adalah bagian *water sampler* yang seperti pegangan diikat dengan tambang yang merupakan pemegang dan tempat diletakkannya mesenger, kemudian ke dua tutup *water sampler* dibuka dengan mengaitkan pengait ke tempatnya. Setelah itu *water sampler* diturunkan ke dalam air hingga kedalaman tertentu dan posisinya tegak lurus dengan permukaan air. Apabila sudah sesuai posisi mesenger di jatuhkan sampai mengenai katup dan *water sampler* akan tertutup sehingga sampel air yang berada di kedalaman tertentu dapat ditampung. Setelah sampel air diperoleh, sampel tersebut disaring menggunakan plankton net No. 25 seperti menyaring sampel air yang ada di permukaan.

Identifikasi plankton dilakukan di Laboratorium Biologi Akuatik Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. Identifikasi plankton menggunakan buku identifikasi dari Davis (1955), Thompson (Edmondson, 1959), dan Sachlan (1982). Perhitungan kelimpahan plankton yang ditemukan dalam satuan "individu/liter" (ind/l) menggunakan rumus dari Sachlan (1982) yaitu :

$$\text{Kelimpahan} = \frac{30}{0,05} \times \frac{18 \times 18}{25} \times \frac{\text{Jumlah Individu Plankton}}{\text{Volume air yang disaring (liter)}}$$

Keterangan :

30 = Volume air dalam botol sampel (ml)

0,05 = Volume air yang diamati (ml)

18 x 18 = Luas gelas penutup (mm<sup>2</sup>)

25 = Jumlah lapang pandang

Sampel plankton dianalisis secara :

1. Deskriptif untuk mengetahui keragaman fitoplankton yang ada di kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan.
2. Deskriptif untuk mengetahui keragaman zooplankton yang ada di kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan.
3. Untuk mengetahui hubungan antara fitoplankton dan zooplankton dengan faktor fisik dan kimiawi air menggunakan *Spearman's Rank Correlation* yang ada dalam program *Biodiversity Pro*.

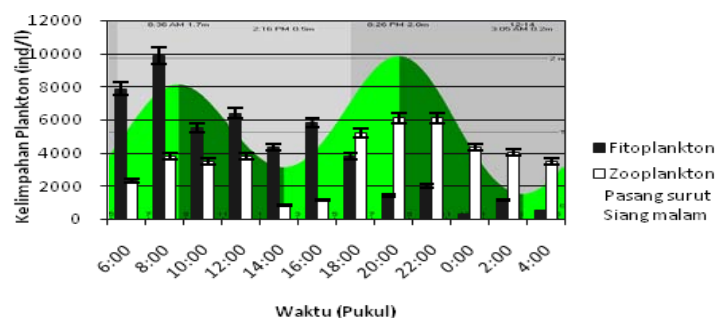


## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Fitoplankton

Kekayaan jenis fitoplankton yang ditemukan di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap didominasi oleh Divisio Chrysophyta (36 jenis), diikuti oleh Chlorophyta (5 jenis), Phyrophyta (4 jenis), Euglenophyta (4 jenis) dan Cyanophyta (3 jenis). Menurut Odum (1971), salah satu ciri khas perairan payau adalah fitoplanktonnya didominasi oleh Divisio Chrysophyta, yang kemudian diikuti oleh Divisio Chlorophyta, Divisio Cyanophyta, dan Divisio Phyrophyta. Oleh karena itu, Divisio Chrysophyta yang diperoleh dalam penelitian masih sesuai dengan pendapat Odum. Demikian pula, penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sachlan juga didominasi oleh Divisio Chrysophyta. Menurut Sachlan (1982), kelimpahan Chrysophyta yang mendominasi di suatu perairan disebabkan oleh tingginya ketersediaan bahan anorganik dan merupakan genera yang kosmopolitan. Fitoplankton yang ditemukan di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur didominasi dari jenis *Navicula placentula* (14.875 ind/l), *Nitzschia philipinerum* (9.040 ind/l), *Nitzschia vermicularis* (6.125 ind/l), *Thalassiothrix nitzchioides* (3.781 ind/l), *Tetmemorus granulatus* (2.916 ind/l), dan *Closterium lanceolata* (2.041 ind/l).

Fitoplankton yang ditemukan (49.294 ind/l) lebih mendominasi dari pada zooplankton (44.917 ind/l) terutama pada siang hari. Pada saat siang hari dari pukul 06:00 WIB sampai pukul 16:00 WIB fitoplankton lebih banyak ditemukan daripada zooplankton. Pada pukul 18:00 WIB sampai pukul 04:00 WIB zooplankton lebih mendominasi dibandingkan fitoplankton (Gambar 1). Menurut Davis (1955), fitoplankton terdistribusi baik di badan air yang cukup cahayanya, baik di air tawar ataupun air laut. Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan, fitoplankton yang ditemukan adalah dari jenis diatom.

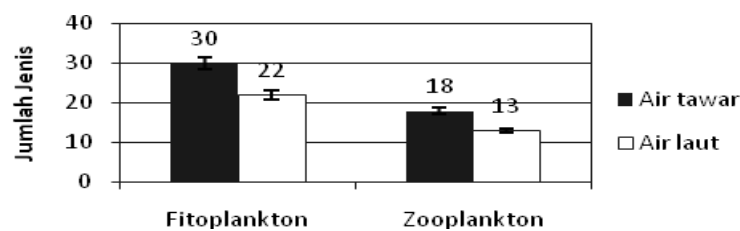


**Gambar 1. Kelimpahan Plankton di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap.**

Kelimpahan fitoplankton tertinggi (9.915 ind/l) terjadi pada saat pagi hari yaitu pada pukul 08:00 WIB yang didominasi oleh *Nitzschia philipinerum* (2.916 ind/l), diikuti oleh *Navicula placentula* (1.750 ind/l), *Nitzschia vermicularis* (1.750 ind/l), *Nitzschia acicularis* (583 ind/l), *Nitzschia closteris* (583 ind/l), *Nitzschia ricta* (583 ind/l), *Synedra affinis* (583 ind/l), dan *Closterium lanceolata* (583 ind/l). Pada jam tersebut fitoplankton lebih mendominasi dibandingkan dengan zooplankton (Gambar 1) dan lebih banyak berada di permukaan perairan (Gambar 3). Pada pukul 00:00 WIB, fitoplankton memiliki kelimpahan paling rendah (292 ind/l) dan hanya ditemukan satu jenis fitoplankton yaitu *Cosmarium ovale* (292 ind/l) yang ada di kedalaman perairan. Hal tersebut menunjukkan bahwa fitoplankton lebih banyak pada waktu siang hari dan lebih sedikit pada malam hari. Sachlan (1982) menyatakan bahwa fitoplankton hanya terdapat di tempat yang ada sinar matahari yang manusia bisa melihat karena fitoplankton merupakan organisme yang bersifat fototaksis positif.

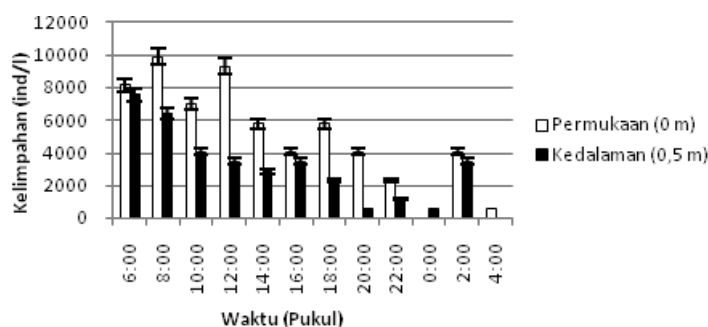
Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketika kondisi air pasang tertinggi kelimpahan fitoplankton rendah dan pada saat surut kelimpahan plankton tinggi. Sebaliknya, kelimpahan zooplankton tinggi ketika air pasang dan rendah ketika surut. Menurut Samawi (2000), tingginya kelimpahan fitoplankton saat surut disebabkan oleh pengaruh intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan tinggi sehingga mampu meningkatkan jumlah fitoplankton pada waktu surut yang terjadi saat siang hari.

Sebagian besar plankton yang ditemukan adalah berasal dari air tawar yaitu sebanyak 48 jenis (Gambar 2). Hal ini dikarenakan penelitian dilakukan pada saat musim penghujan, sehingga banyak air tawar yang masuk ke daerah Segara Anakan. Fitoplankton air tawar yang paling mendominasi dalam penelitian ini adalah dari jenis diatom yaitu *Nitzschia philipinerum* (9.040 ind/l). Fitoplankton air laut yang memiliki kelimpahan tertinggi yaitu *Thalassiothrix nitzschoides* (3.791 ind/l). Menurut Davis (1955), diatom sangat penting dan merupakan tumbuhan utama di air tawar dan air laut.



**Gambar 2. Plankton di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap.**

Fitoplankton yang ada di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap sebagian besar ditemukan di permukaan perairan, terutama pada siang hari, saat malam hari fitoplankton juga banyak ditemukan di permukaan. Pada pukul 04:00 WIB fitoplankton yang ditemukan hanya di permukaan, tidak ada yang di kedalaman perairan. Fitoplankton yang ditemukan pada pukul tersebut hanya satu jenis yaitu *Pinnularia robilis*. Pada pukul 00:00 WIB fitoplankton yang ditemukan hanya satu jenis *Cosmarium ovale* dan berada di kedalaman perairan (Gambar 3). Menurut Davis (1955), konsentrasi fitoplankton diperkirakan banyak ditemukan di permukaan perairan, dan secara berangsur-angsur jumlahnya akan menurun seiring dengan semakin dalamnya perairan. Menurut Jenkin (1937) dalam Davis (1955), produksi fitoplankton paling tinggi berada di bawah permukaan perairan.



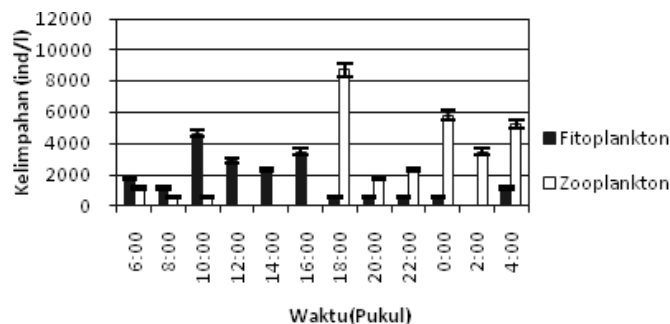
**Gambar 3. Kelimpahan Fitoplankton di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap.**

Fitoplankton merupakan komponen yang memegang peranan yang sangat penting yaitu sebagai produsen primer di suatu perairan karena fitoplankton mampu melakukan proses fotosintesis (Barus, 2002). Hubungan antara fitoplankton dan zooplankton, serta organisme perairan yang lain dalam biologi akuatik dapat digambarkan dengan menggunakan sebuah piramida biologi. Fitoplankton berada di dasar piramida tersebut, zooplankton ada di atasnya dengan area yang lebih sempit dan hewan benthik serta nekton menempati di ujung segitiga



karena fitoplankton sebagai produsen yang dimakan oleh zooplankton dan larva ikan yang baru menetas (Davis, 1955).

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang dilakukan di Sungai Sapuregel selama 24 jam diperoleh bahwa kelimpahan plankton tertinggi pada pukul 18:00 WIB dengan kelimpahan fitoplankton yang sedikit yaitu 583 ind/l dan zooplankton sebanyak 8.747 ind/l (Gambar 4). Fitoplankton yang ditemukan hanya satu jenis yaitu dari jenis *Protoceratium* sp. (583 ind/l). Pada pukul tersebut zooplankton sangat mendominasi dari pada fitoplankton. Fitoplankton yang memiliki kelimpahan tertinggi di Sungai Sapuregel adalah dari jenis *Nitzschia vermicularis* (2.333 ind/l), *Navicula placentula* (1.750 ind/l), *Nitzschia philippinerum* (1.166 ind/l), *Pinnularia robilis* (1.166 ind/l), *Rhopalodia ventricosa* (1.166 ind/l), *Tribonema* sp. (1.166 ind/l), dan *Closterium lanceolata* (1.166 ind/l).



**Gambar 4. Kelimpahan Plankton di Sungai Sapuregel Segara Anakan Cilacap.**

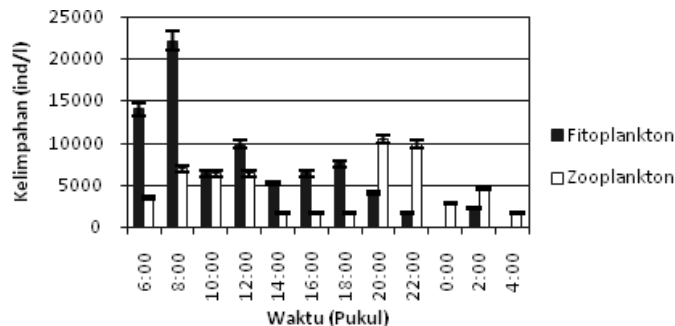
Kelimpahan plankton yang paling rendah (2.332 ind/l) terdapat pada pukul 08:00 WIB yang terdiri dari 2 jenis dari Divisio Chrysophyta yaitu *Corethron criophilum* (583 ind/l) dan *Fragillaria* sp. (583 ind/l). Fitoplankton yang kelimpahannya tertinggi terdapat pada pukul 10:00 WIB (4.664 ind/l) yang didominasi oleh *Tribonema* sp. (1.166 ind/l), diikuti oleh *Nitzschia vermicularis* (583 ind/l), *Rhizosolenia alata* (583 ind/l), *Surirella* sp. (583 ind/l), *Ceratium pantagonum* (583 ind/l), *Phacus* sp. (583 ind/l), dan *Trachelomonas euchlora* (583 ind/l). Pada pukul 18:00 WIB sampai pukul 00:00 WIB fitoplankton yang ditemukan memiliki kelimpahan yang sama yaitu 583 ind/l, dan masing-masing hanya ditemukan satu jenis fitoplankton yaitu *Protoceratium* sp., *Ceratium atrictum*, *Closterium lanceolata*, dan *Cosmarium ovale*.

Pada siang hari, fitoplankton lebih mendominasi dari pada zooplankton. Bahkan pukul 12:00 WIB sampai pukul 16:00 WIB hanya fitoplankton yang ditemukan, tidak ada zooplankton yang ditemukan. Kekayaan jenis fitoplankton yang ditemukan di Sungai Donan Segara Anakan Cilacap diperoleh 51 jenis yang terdiri dari 32 jenis fitoplankton dan 19 jenis zooplankton. Fitoplankton yang diperoleh adalah 25 jenis Divisio Chrysophyta, 3 jenis Divisio Chlorophyta, 2 jenis Divisio Euglenophyta, 1 jenis Divisio Cyanophyta dan 1 jenis Divisio Phyrophyta. Divisio Chrysophyta di Sungai Donan yang kelimpahan paling banyak adalah dari jenis *Navicula placentula* (15.745 ind/l), diikuti oleh *Thalassiothrix nitzschoides* (7.581 ind/l), *Tetmemorus granulatus* (5.832 ind/l), *Nitzschia vermicularis* (4.665 ind/l), *Pinnularia viridis* (4.665 ind/l), *Nitzschia closteris* (3.499 ind/l), *Closterium lanceolata* (2.915 ind/l) dan *Chaetoceros brevis* (2.333 ind/l).

Kondisi Sungai Donan sekarang ini yang sudah tercemar oleh limbah industri karena dekat dengan kawasan industri diduga telah menimbulkan dampak bagi plankton yang ada. Pada penelitian, kelimpahan plankton yang tinggi cenderung terjadi ketika jumlah jenis sedikit. Menurut Yusron (1990), kawasan aliran Sungai Donan dewasa ini sudah banyak kegiatan manusia dan pabrik-pabrik diantaranya kilang minyak pertamina, pengantongan pupuk, pabrik



semen dan pakan unggas. Cepat atau lambat buangan industri akan mencemari lingkungan perairan tersebut dan akan mengganggu kegiatan perikanan yang ada.



**Gambar 5. Kelimpahan Plankton di Sungai Donan Segara Anakan Cilacap.**

Kelimpahan fitoplankton tertinggi (22.159 ind/l) di Sungai Donan terjadi pada pukul 08:00 WIB (Gambar 4) dan didominasi oleh *Nitzschia philipinerum* (5.832 ind/l), *Navicula placentula* (3.499 ind/l), *Nitzschia vermicularis* (3.499 ind/l), *Pinnularia viridis* (3.499 ind/l), *Nitzschia acicularis* (1.166 ind/l), *Nitzschia closteris* (1.166 ind/l), *Nitzschia ricta* (1.166 ind/l), *Synedra affinis* (1.166 ind/l), dan *Closterium lanceolata* (1.166 ind/l).

Pada umumnya, distribusi vertikal fitoplankton terkait erat dengan intensitas cahaya matahari yang menembus perairan. Stratifikasi cahaya dalam kolom air menyebabkan kelimpahan fitoplankton terkonsentrasi pada permukaan air, sedangkan distribusi horisontal organisme fotoautotrof terkait erat dengan kondisi fisik lingkungannya (McNaughton dan Wolf, 1990 dalam Pitoyo *et al.*, 2002).

### **B. Zooplankton**

Kekayaan jenis zooplankton yang ada di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap terdiri dari 27 jenis dari Phylum Arthropoda, 4 jenis dari Phylum Protozoa, dan 2 jenis Phylum Euphaucia. Zooplankton yang ditemukan paling banyak adalah dari Phylum Arthropoda terutama dari kelas Copepoda. Selama penelitian, kelimpahan zooplankton tertinggi adalah dari jenis *Calanus helgolandicus* (9.041 ind/l), *Cyclops strenuus* (6.126 ind/l), *Rotalia beccari* (4.957 ind/l), *Calanus minor* (4.375 ind/l), *Mesocyclops orthonoides* (3.208 ind/l), *Diaptomus sicilatrix* (1.458 ind/l), *Kriphia apinifrons* (1.458 ind/l), *Euphauchia brevis* (1.458 ind/l). Zooplankton dari Phylum Protozoa yang terdiri dari 3 jenis dan Phylum Arthropoda sebanyak 16 jenis ditemukan di Sungai Sapuregel. Zooplankton yang memiliki kelimpahan paling banyak di Sungai Sapuregel adalah *Calanus helgolandicus* (7.581 ind/l), *Diaptomus sicilatrix* (2.916 ind/l), *Calanus minor* (2.332 ind/l), *Kriphia apinifrons* (2.332 ind/l), *Tretomphalus* sp. (1.749 ind/l), *Cyclops sirnuus* (1.749 ind/l). Zooplankton yang diperoleh di Sungai Donan adalah 19 jenis yang terdiri dari 17 jenis Phylum Arthropoda, 1 jenis Phylum Protozoa, dan 1 jenis Phylum Euphaucia. Phylum zooplankton yang paling banyak ditemukan adalah Phylum Arthropoda yaitu dari jenis *Cyclops strenuus* (11.664 ind/l), *Calanus helgolandicus* (10.498 ind/l), *Rotalia beccari* (9.329 ind/l), *Mesocyclops orthonoides* (6.415 ind/l), *Calanus minor* (6.414 ind/l), dan *Euphauchia brevis* (2.916 ind/l).

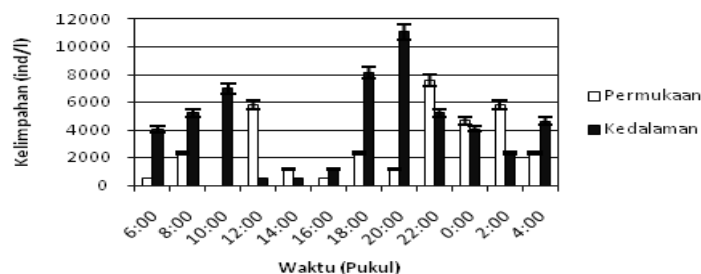
Pada pukul 22:00 WIB, zooplankton memiliki kelimpahan paling tinggi (6.127 ind/l) yang didominasi oleh *Euphauchia brevis* (1.458 ind/l), diikuti oleh *Calanus helgolandicus* (1.167 ind/l), *Cyclops strenuus* (1.167 ind/l), *Calanus minor* (875 ind/l), *Dinobryon* sp. (292 ind/l), *Cyclops fimbriatus* (292 ind/l), *Limnoacaea genuina* (292 ind/l), *Nauplius* dari *Diaptomus vulgaris* (292 ind/l), dan *Rotalia beccari* (292 ind/l). Pada waktu tersebut, zooplankton juga lebih mendominasi dari fitoplankton. Zooplankton yang memiliki kelimpahan paling rendah



adalah pada pukul 14:00 WIB (876 ind/l) yang terdiri dari jenis *Cyclops strenuus* (292 ind/l), *Limnoacaea genuina* (292 ind/l), dan *Pompholyx sulcata* (292 ind/l). Hasil penelitian menunjukkan bahwa zooplankton banyak ditemukan pada saat kondisi air pasang yang terjadi pada malam hari. Menurut Davis (1955), zooplankton memiliki sifat fototropisme negatif dan akan bermigrasi dari permukaan saat siang hari, sedangkan saat malam hari ketika cahaya berkurang zooplankton menyebar ke kedalaman.

Zooplankton air tawar lebih banyak ditemukan dari pada yang berasal dari laut dan yang lainnya. Tiga jenis zooplankton air tawar yang paling banyak ditemukan adalah *Cyclops strenuus* (6.126 ind/l), diikuti oleh *Mesocyclops orthonoides* (3.208 ind/l), dan *Diaptomus sicilatrix* (1.458 ind/l). *Calanus helgolandicus* (9.041 ind/l), *Rotalia beccari* (4.957 ind/l), dan *Calanus minor* (4.375 ind/l) merupakan tiga jenis zooplankton air laut yang paling banyak ditemukan selama penelitian. Copepoda merupakan Crustacea yang holoplanktonik berukuran kecil yang mendominasi zooplankton di samudera dan lautan. Copepoda merupakan mata rantai yang sangat penting antara produksi primer fitoplankton dengan karnivora besar dan kecil, karena Copepoda merupakan herbivora primer dalam laut (Nybaken, 1992). Copepoda merupakan zooplankton yang paling banyak ditemukan selama penelitian ini. Ada lima kelompok besar zooplankton yang ada di Segara Anakan, yaitu Copepoda, Rotifera, Ostracoda, Rhizopoda dan Penidae (Ecology Team Faculty of Fisheries, 1984).

Sebagian besar zooplankton di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur pada setiap jamnya ditemukan di kedalaman perairan. Beberapa faktor yang menyebabkan zooplankton berpindah dari permukaan ke bawah perairan antara lain adalah fototropisme negatif yang merupakan salah satu sifat zooplankton, yaitu zooplankton akan berpindah dari permukaan air saat siang hari dan kembali ke permukaan saat malam hari ketika sudah berkurang cahaya di permukaan, terjadinya perubahan suhu perairan, rasa lapar, dan adanya interaksi fototropisme dengan geotropisme (Davis, 1955).



**Gambar 6. Kelimpahan Zooplankton di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap.**

Menurut Lampert (2005), zooplankton mengapung di badan air. Populasi mereka menunjukkan distribusi secara horizontal dan vertikal. Pemilihan habitat secara aktif setidaknya menimbulkan migrasi secara vertikal. Migrasi secara vertikal merupakan contoh yang jelas dari respon terhadap perubahan habitat yang cocok. Kebanyakan zooplankton menghindari suhu yang hangat, cahaya, dan seringkali epilimnion yang kaya makanan selama siang hari untuk tinggal di tempat yang dingin, lapisan hypolimnion yang gelap dimana kemungkinan jumlah makanan yang sedikit dan kualitasnya rendah, untuk menghindari predasi oleh predator pemburu yang melihatnya. Mereka kembali ke permukaan pada saat malam hari ketika resiko dari predator sedikit. Sejumlah penelitian menunjukkan hal ini dikarenakan oleh kondisi makanan dan gradien suhu.

Zooplankton yang sering ditemukan dalam penelitian adalah dari kelas Copepoda. Menurut Sutomo *et al.* (1996), Sungai Sapuregel memiliki kandungan zooplankton yang tinggi dan didominasi oleh Copepoda yang selalu menempati peringkat pertama baik kepadatan total



maupun kepadatan relatif sepanjang tahun, bahkan meroplankton yang biasanya sangat peka terhadap pencemaran di jumpai di Sungai Sapuregel yaitu larva Decapoda (larva Brachyura) yang menempati kedudukan kedua setelah Copepoda.

Menurut Arinardi (1976) *dalam* Mulyadi (1985), populasi zooplankton akan selalu mengalami fluktuasi konsentrasi yang berhubungan dengan waktu (musim), tempat dan kedalaman. Banyak zooplankton yang bermigrasi secara vertikal, biasanya ke arah permukaan saat malam hari (Laevastu, 1996). Distribusi zooplankton secara vertikal terbagi menjadi tiga tipe yaitu epipelagik, mesopelagik, dan bathypelagik. Namun, pembagian ini tidak selalu konsisten seperti distribusi di kedalaman dan migrasi secara vertikal zooplankton sangat berubah-ubah menurut musim dan tempatnya (Morioka, 1972 *dalam* Laevastu, 1996).

### C. Sifat Fisik-Kimia Air

Plankton yang ditemukan di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap paling banyak ditemukan adalah fitoplankton yang berasal dari air tawar dan sebagian besar berada di kedalaman perairan. Berdasarkan hasil analisis fitoplankton, hubungan erat fitoplankton dengan suhu ( $r = 0,726$ ) diduga terutama dari 11 jenis seperti *Merismopedia* sp., *Oscillatoria* sp., *Pundera violeca*, *Ceratium atrictum*, *Ceratium pantagonum*, *Peridinium gracil*, *Protoceratium* sp., *Euglena oxyurus*, *Phacus* sp., *Trachelomonas euchlora*, dan *Trachelomonas* sp. Hubungan antara fitoplankton yang kelimpahan tertinggi yaitu *Navicula placentula* (14.875 ind/l) dan suhu perairan berdasarkan hasil analisis adalah cukup erat ( $r = 0,533$ ). *Calanus helgolandicus* (9.041 ind/l) merupakan zooplankton yang memiliki kelimpahan tertinggi juga berhubungan erat dengan suhu ( $r = 0,643$ ).

**Tabel 1. Nilai rata-rata parameter fisik kimia air di Segara Anakan Cilacap (Santoso, 2009).**

	Sungai Sapuregel	Sungai Donan
Suhu (°C)	28,1	29,1
Salinitas	21,2	22,8
Curah Hujan (mm)	491,6	
Oksigen Terlarut (mg/l)	4,5	4,5
pH	7,7	7,7

Menurut Nybaken (1992), suhu air di estuaria lebih bervariasi daripada di perairan pantai di *dekatnya*. Hal ini karena biasanya estuaria memiliki volume air yang lebih kecil sedangkan permukaan lebih besar. Dengan demikian, kondisi atmosfer yang ada, air di estuaria lebih cepat panas dan lebih cepat dingin. Selain itu, adanya variasi suhu di estuaria karena masukan air tawar yang dipengaruhi oleh suhu musiman daripada air laut.

Suhu rata-rata di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur Segara Anakan Cilacap adalah 28,6 °C. Suhu di Sungai Donan Segara Anakan Cilacap selama penelitian adalah sebesar 29,1 °C, berbeda dengan suhu yang ada di Sungai Sapuregel yang besarnya adalah 28,1 °C. Suhu di Sungai Donan lebih tinggi dari pada suhu di Sungai Sapuregel (Tabel 1). Besarnya suhu Sungai Donan yang lebih besar ini diduga berkaitan dengan letak sungai Donan yang sedikit sekali mendapat tutupan tumbuhan mangrove yang ada di sekitar sungai tersebut dan terjadinya pencemaran dari kawasan industri seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Sastranegara (2004) yang menemukan Cd dengan konsentrasi yang tinggi akibat dari aktivitas industri dan pertanian. Berbeda dengan Sungai Sapuregel yang di sekitarnya tutupan dari tumbuhan lebih banyak dari pada Sungai Donan sehingga daerah Sungai Sapuregel relatif masih baik. Menurut Barus (2002), pola suhu yang terjadi di perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya, ketinggian geografis dan faktor kanopi dari pepohonan yang tumbuh di tepi. Aktivitas fisiologi organisme juga mempengaruhi suhu perairan. Menurut Odum (1993), variasi suhu dalam air tidak sebesar



di udara. Hal ini merupakan faktor pembatas utama karena organisme akuatik sering kali mempunyai toleransi yang sempit. Suhu yang ada dalam perairan berubahannya terjadi lebih lambat dari pada di udara.

Segara Anakan memiliki iklim tropis dan lembab, angin musim tenggara merupakan musim kemarau dan angin musim di sebelah barat laut merupakan musim penghujan. Curah hujan selama musim penghujan mencapai 300 mm/bulan dan menurun hingga 100 mm/bulan pada musim kemarau. Suhu rata-ratanya adalah sekitar 23,7 dan 31,4°C (Thomascik *et al.*, 1997, BPS Jawa Tengah, 2005 dalam Ardli *et al.*, 2008). Menurut White *et al.*, (1989) dalam Ardli *et al.* (2008), Segara Anakan memiliki tipe pasang surut semidiurnal dengan amplitudo 0,2-2,6 m (rata-rata 1,8 m). Kedalaman Segara Anakan di bagian timur laguna mencapai 5-10 m yaitu di anak Sungai Sapuregel dan Sungai Donan karena masukan air tawar dan sedimen yang sedikit. Selama penelitian, musim hujan terjadi sehingga menimbulkan arus air yang begitu besar. Curah hujannya cukup tinggi yaitu sebesar 491,6 mm (Stasiun Meteorologi Cilacap, 2008). Tingginya curah hujan menyebabkan banyaknya air tawar masuk ke dalam laguna sehingga banyak plankton air tawar yang ditemukan selama penelitian.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa salinitas di Sungai Donan (22,8) lebih tinggi dibandingkan dengan Sungai Sapuregel (21,2). Menurut Davis (1955), salinitas merupakan nilai yang menunjukkan garam-garam terlarut dalam satuan volum air yang biasanya dinyatakan dengan satuan permil (‰). Salinitas air payau adalah sebesar 0,5-30‰. Secara alami kandungan garam akan meningkat seiring dengan menurunnya populasi fitoplankton. Hal ini terjadi karena melalui aktivitas respirasi dari hewan dan bakteri air akan meningkatkan proses mineralisasi yang menyebabkan kadar garam dalam air meningkat. Fitoplankton diduga memiliki hubungan erat dengan salinitas ( $r = 0,7090$ ) terutama dari 11 jenis fitoplankton yaitu *Merismopedia sp.*, *Oscillatoria sp.*, *Pundera violeca*, *Ceratium atrictum*, *Ceratium pantagonum*, *Peridinium gracil*, *Protoceratium sp.*, *Euglena oxyurus*, *Phacus sp.*, *Trachelomonas euchlora* dan *Trachelomonas sp.* Fitoplankton yang memiliki kelimpahan tertinggi yaitu *Navicula placentula* (14.875 ind/l) hubungannya dengan salinitas adalah memiliki nilai  $r = 0,5169$  yang berarti bahwa hubungannya cukup erat dengan salinitas. *Calanus helgolandicus* (9.041 ind/l) dengan salinitas erat hubungannya ( $r = 0,6266$ ).

Oksigen terlarut sangat dibutuhkan oleh hewan air yaitu untuk mempertahankan hidupnya dan dapat menjadi faktor pembatas dalam penentuan kehadiran makhluk hidup dalam air. Masuknya air tawar dan air laut secara teratur ke dalam estuaria, bersama-sama dengan pendangkalan, pengadukan, dan percampuran oleh angin, biasanya persediaan oksigen yang cukup di kolom air (Sastrawijaya, 1991). Nilai oksigen terlarut yang ada di Sungai Donan dan Sungai Sapuregel dalam penelitian ini memiliki nilai yang sama yaitu 4,5 mg/l, sedangkan nilai pH Sungai Donan dan Sapuregel masing-masing juga sama yaitu 7,7. Berdasarkan hasil analisis, zooplankton yang memiliki hubungan paling erat dengan kandungan oksigen terlarut adalah *Thysanopoda acutifrons* ( $r = 0,8711$ ), sedangkan fitoplankton yang memiliki kelimpahan paling banyak (*Navicula placentula*) berhubungan kurang erat dengan oksigen terlarut ( $r = 0,481$ ).

Nilai pH atau derajat keasaman merupakan salah satu parameter kualitas air yang penting karena menunjukkan sifat keasaman atau kebasaaan air yang banyak mempengaruhi nilai pemanfaatan air tersebut. Nilai pH yang rendah ( $pH < 7$ ) terjadi apabila dalam perairan terdapat banyak bahan organik yang membusuk yang dalam penguraiannya banyak membutuhkan oksigen. Menurut Pescod (1977), nilai pH untuk perikanan adalah antara 6,2-8,5. Wardhana (1995) menyatakan bahwa air normal yang memenuhi syarat untuk kehidupan organisme perairan mempunyai pH 6,5-7,5. Nilai pH di bawah 4 akan membatasi keragaman organisme. zooplankton yang memiliki hubungan paling erat dengan kandungan pH adalah



*Thysanopoda acutifrons* ( $r = 0,9204$ ), sedangkan fitoplankton yang memiliki kelimpahan paling tinggi (*Navicula placentula*) berhubungan kurang erat dengan pH ( $r = 0,5302$ ).

**Tabel 2. Nilai rata-rata nutrisi anorganik terlarut di Perairan Segara Anakan Cilacap (Santoso, 2009).**

	Sungai Sapuregel	Sungai Donan
Silikat ( $\mu\text{M}$ )	71,6	n.a
Nitrat ( $\mu\text{M}$ )	2,8	n.a
Nitrit ( $\mu\text{M}$ )	0	n.a
Ammonium ( $\mu\text{M}$ )	0	n.a
Phosphat ( $\mu\text{M}$ )	2,4	n.a

Perbedaan konsentrasi silikat dan fosfat di Sungai Donan dan Sungai Sapuregel dapat ditunjukkan bahwa ketika konsentrasi silikat rendah, konsentrasi fosfat tinggi. Ketika konsentrasi silikat mulai meningkat konsentrasi fosfat menurun (Tabel 2). Santoso (2009) menyatakan bahwa konsentrasi silikat menunjukkan hubungan yang negatif dengan salinitas. Silikat meningkat saat salinitas rendah dan menurun saat salinitas tinggi.

Menurut Santoso (2009), rata-rata konsentrasi nitrat di Sungai Sapuregel sangat rendah yaitu 2.8 dan 1.7  $\mu\text{M}$ . Hubungan antara jenis nitrogen anorganik terlarut dan salinitas menunjukkan hubungan yang negatif. Di pelawangan timur konsentrasi nitrat mengalami peningkatan saat pasang naik selama purnama. Senyawa nitrat, nitrit, dan amonia dalam air laut merupakan hasil dari gas nitrogen dalam air laut yang berasal dari limbah yang mengandung senyawa organik seperti pupuk nitrogen (Rositasari, 1994). Hasil penelitian (Tabel 2.) menunjukkan bahwa diantara nitrat, nitrit, dan amonia terutama yang ada di Sungai Sapuregel konsentrasi paling tinggi adalah nitrat.

Kesimpulan yang dapat diambil dari uraian hasil dan pembahasan di atas adalah sebagai berikut :

2. Jenis fitoplankton yang ada di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur didominasi oleh fitoplankton air tawar (30 jenis), kelimpahannya berfluktuasi dan mendominasinya pada pukul 08:00 WIB (9.915 ind/l) terutama *Navicula placentula* (1.750 ind/l).
3. Jenis zooplankton yang ada di Kawasan Pengelolaan Rawa Timur didominasi oleh zooplankton air tawar (10 jenis), kelimpahannya berfluktuasi dan mendominasinya pada pukul 22:00 WIB (6.127 ind/l) terutama *Calanus helgolandicus* (1.167 ind/l).
4. Hubungan fitoplankton dan zooplankton dengan parameter fisik kimia air secara umum berhubungan erat. Fitoplankton dan zooplankton berfluktuasi mengikuti pola secara umum. Bahwa jumlah fitoplankton lebih banyak pada siang hari, sedangkan zooplankton sebaliknya. Fitoplankton lebih berhubungan erat dengan suhu ( $r = 0,726$ ) pada siang hari; sedangkan zooplankton berhubungan erat dengan suhu ( $r = 0,9233$ ) malam hari.

## PUSTAKA

- APHA, AWWA, and WEF. 1992. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, New York.
- Ardli, E.R. and M. Wolff. 2008. Assesment of Changes in Tropic Flow Structure of The Segara Anakan Lagoon Ecosystem, Indonesia Between 1980's and 2000's. Faculty of Biology and Chemistry University of Bremen, Bremen.
- Barus, T.A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Davis, C.C. 1955. The Marine and Freshwater Plankton. Michigan State University Press, Chicago.



- Demers, S. and L. Legendre. 1982. Water Column Stability and Photosynthetic Capacity of Estuarine Phytoplankton: Long-Term Relationships. GIROQ, Departement de Biologie, Universite Laval, Quebec.
- Djamali, A., Soeroyo dan Sutomo. 1995. Komunitas Ikan di Perairan Mangrove Sungai Donan dan Sungai Sapuregel Cilacap. Prossiding symposium Perikanan Indonesia I. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta.
- Ecology Team Faculty of Fisheries. 1984. Ecological Aspect of Segara Anakan Relation to It's Future Management. Institute of Hydraulic Engenering Inc. with Faculty of Fisheries Bogor Agricultural University, Bogor.
- Fakultas Pertanian. 2003. Analisis Air dan Pupuk. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Genisa, S. A. 1990. Komunitas Ikan di Perairan Mangrove Sungai Donan dan Sungai Sapuregel Cilacap. Balitbang Biologi Laut, pustlitbang Oseanologi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Herrmann, R. 2007. Impact of Benthic Organisms and Anthropogenic Activities in Hinterland on The Carbon- and Nutrien- Biogeochemistry in The Mangrove Fringed Segara Anakan-Lagoon, Java, Indonesia. Zentrum Für Marine Tropenökologie, Bremen.
- Jeuken, M.C.J.L., Z.B. Wang, D. Keiller, I. Townend, and G.A. Like. 2003. Morphological Response of Estuaries To Nodal Tide Variation. International Conference on Estuaries and Coasts, Hangzhou.
- Lampert, W. 2005. Vertical Distribution of Zooplankton Density Dependence and Evidence for an Ideal Free Distribution with Costs. *BMC Biology*, 3: 1-12.
- Laevastu, T. 1996. Exploitable Marine Ecosystems: Their Behaviour and Management. Fishing News Books, Victoria.
- Lear, R. and T. Turne. 1977. Mangrove of Australia. University of Queensland Press, St. Lucia.
- Macnae, M. 1974. Mangrove Forest and Fisheries. FAO I OFC/DEF/74/34 : 35 PP.
- Marshall, H.G. and L. Burchardt. 2004. Phytoplankton Composition Within the Tidal Freshwater-Oligohaline Regions of the Rappahannock and Pamunkey Rivers in Virginia. Department of Biological Sciences, Old Dominion University, Norfolk, Virginia 23529-0266; Department of Hydrobiology, Adam Mickiewicz University, Poznan.
- Martosubroto, P. and Naamin. 1977. Relationship between Tidal Forest (Mangroves) and Commercial Shrimp Production in Indonesia. *Mar. Res. Indonesia*, 18: 81-86.
- Mulyadi, 1985. Zooplankton di Beberapa Perairan Mangrove di Indonesia. *Oseana*, 2: 78-84.
- Nybakken, J.W. 2002. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi. PT Gramedia, Jakarta.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology* 3<sup>rd</sup> Edition. W. B. Saunder, Philadelphia.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Odum, E.P. and E.J. Heald. 1972. Tropic Analysis of an Estuarine Mangrove Community. *Bull. Mar. Sci.*, 22 (3): 672-738.
- Pemda Kabupaten Cilacap. 2001. Peraturan Daerah Kabupaten Cilacap Nomor 6 Tahun 2001 Tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Segara Anakan. Pemerintah Kabupaten Cilacap, Cilacap.
- Pitoyo, A. dan Wiryanto. 2002. Produktifitas Primer Perairan Waduk Cengklik Boyolali. *Biodiversitas*, 3: 189-195.
- Pramudji. 2004. Penanganan Hutan Mangrove di Kawasan Pesisir Indonesia. : Suatu Program yang Sangat Mendesak. *Oseana*, 29: 19-26.
- Rositasari, R. Suhartati M.N., T. Susana dan Helfinalis. 1994. Tipe Estuari sebagai Faktor Pembatas pada Komunitas Foraminifera; Hasil Penelitian di Muara Sungai Ciawi dan Muara Sungai Bekasi. *Proceeding Pertemuan Ilmiah Tahunan XXIII Ikatan Ahli Geologi Indonesia Volume 1*. Puslitbang Oseanologi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Samawi, M.F. 2000. Hubungan antara Struktur Komunitas dan Biomassa Fitoplankton dengan Hara Nitrogen-Fosfor pada Berbagai Ekosistem Pantai Perairan Pulau Bone Batang. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Santoso, A.B. 2009. Spatio-temporal variation and fluxes of nutrients and organic carbon in Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. Thesis. Biology & Chemistry Faculty, University of Bremen, Bremen.
- Sastranegara, M.H. 2004. The Impact of Forest Use on the Intertidal Crab Community in Managed Mangrove of Cilacap, Central Java, Indonesia. Disertasi. Cuvillier, Göttingen.
- Sidjabat, M.M. 1973. *Pengantar Oseanografi*. Institut Pertanian Bandung, Bogor.



- Sinaga, T.P. 1987. Biota Air Tawar. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Soedradjad. 1997. Model Transpor Pencemar Minyak dan Fenol di Estuari Sungai Donan, Cilacap. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Sutomo, dan A. Djamali. 1996. Kepadatan Zooplankton di Sekitar Perairan Mangrove Sungai Sapuregel, Cilacap, Jawa Tengah. Puslitbang Oseanologi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Toha, H. 2004. Kelimpahan Plankton Di Perairan Bangka-Belitung Dan Laut Cina Selatan, Sumatera, Mei - Juni 2002. Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Thompson, R.H. 1959. Algae (Chapter 6) *dalam* Edmondson, W.T. (Editor). Freshwater Biology 2<sup>nd</sup> Edition. John Willey and Sons Inc., New York.
- Unar, M. 1972. Review of The Indonesian Shrimp Fishery and Its Present Development. Publ. Fish. Inst., 72: 1-91.
- Wardhana, W.A. 1995. Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi Offset, Yogyakarta.
- Wetzel, R.G. and G.E. Likens. 2000. Limnological Analyses 3<sup>rd</sup> Edition. Springer, New York.
- Wulandari, A. 2003. Struktur Komunitas Fitoplankton di Laguna Segara Anakan Cilacap Bagian Barat. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Yusron, E., A. Djamali dan O. K. Sumadhiharga. 1996. Makrobenthos di Dasar Perairan Sekitar Mangrove Sungai Donan dan Sungai Sapuregel Cilacap Jawa Tengah. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Universitas Gajah Mada Fakultas Biologi, Yogyakarta.



## KOMPOSISI DAN POLA ZONASI TUMBUHAN MANGROVE DI TANAH TIMBUL DONAN CILACAP

Ani Widyastuti, Sulistyani, Edy Yani, dan Erie Kolya Nasution

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

E-mail : a.widyastuti@unsoed.ac.id; widyass36@gmail.com

Tanah timbul pada hutan mangrove terbentuk karena proses sedimentasi yang terus menerus, terjadi secara alami, sehingga akan terjadi suksesi primer pada area tersebut. Penelitian dengan tujuan untuk mengetahui komposisi dan pola zonasi vegetasi mangrove telah dilakukan pada tanah timbul Donan Cilacap. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survai, dan pengambilan sampel dengan menggunakan petak kuadrat 1x1 m untuk semai, semak dan herba. Ukuran 5x5 m untuk tiang/ pancang dan ukuran 10x10 m untuk pohon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dua tanah timbul muncul di Donan. Pada tanah timbul 1, semai, semak dan herba yang paling dominan adalah *Acanthus illicifolius* dengan NP = 47,93%; tiang/ pancang yang paling dominan adalah *Avicenia marina* dengan NP = 39,06%; serta pohon yang paling dominan adalah *Rhizophora mucronata* dengan NP = 34,13%. Pada tanah timbul 2, semai, semak dan herba yang paling dominan adalah *Deris trifoliata* dengan NP = 48,15%; tiang/ pancang yang paling dominan adalah *Avicenia marina* dengan NP = 38,67%; serta pohon yang paling dominan adalah *Avicenia marina* dengan NP = 36,40%. Pola zonasi tidak terbentuk secara nyata, tetapi pengelompokan terjadi pada beberapa jenis mulai dari tepi ke arah daratan.

Kata kunci : tanah timbul, komposisi, zonasi

### PENDAHULUAN

Perairan Segara Anakan yang merupakan pertemuan muara Sungai Citanduy, Cimeneng, Cibereum, Cikonde, dan beberapa sungai lainnya. Sungai-sungai tersebut, kecuali memasok air tawar, juga terlebih pada waktu musim penghujan menumpahkan lumpur-lumpur hasil erosi tanah daratan, ke Segara Anakan. Akibatnya, Segara Anakan makin hari makin bertambah dangkal. Di sana-sini kemudian muncul tanah timbul atau *mud island*. Tanah timbul ini ternyata tidak hanya terjadi di laguna Segara Anakan saja, tetapi juga terjadi di daerah Donan. Penelitian mengenai tanah timbul di daerah Donan belum banyak dilakukan. Tanah timbul di daerah Donan ini diakibatkan oleh lumpur-lumpur yang dibawa oleh sungai Donan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai komposisi vegetasi yang terdapat di daerah tanah timbul Donan, faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhinya dan pola zonasinya.

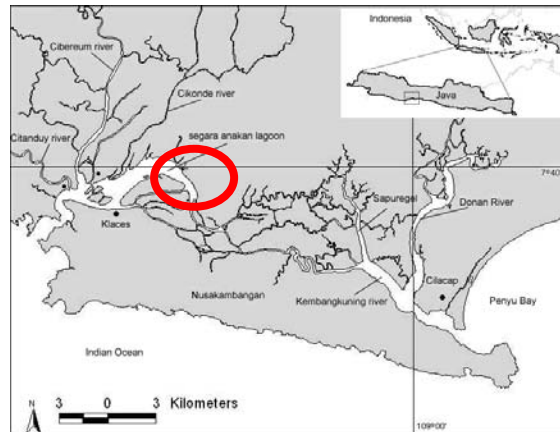
### MATERI DAN METODE PENELITIAN

1. Bahan : Vegetasi yang ada di tanah timbul Donan. Peta lokasi dalam gambar 1. Alat : Pita ukur (meteran), tali rafia, pita ukur (meteran) berukuran minimal 5 m untuk mengukur diameter pohon, parang atau gunting tanaman, spidol warna biru atau hitam, blangko pengamatan.
2. Metode Penelitian :
  - a. Teknik Pengambilan sampel : Pengambilan sampel dengan pembuatan sampel plot. Pada masing-masing plot diambil data vegetasi mangrove dengan ukuran 10m × 10m untuk pohon dengan diameter ≥ 10cm, untuk data pancang (1cm < diameter ≤ 10cm) diambil dalam subplot 5m × 5m dan data semai, semak dan herba (ketinggian ≤ 1m atau diameter = 1cm) diambil dalam subplot 1m × 1m. Identifikasi spesies vegetasi dilakukan langsung di lapangan berdasar pada Tomlinson (1994) dan Kitamura *et al.* (1997). Dihitung jumlah individu dan jumlah speciesnya.
  - b. Parameter lingkungan :
    - Salinitas : Pengukuran salinitas dengan menggunakan *salt refraktometer*.



- Jenis dan struktur tanah : Dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Unsoed
- Data pasang surut : Data pasang surut *didownload* dengan menggunakan software *WX tide*.

Untuk mengetahui faktor lingkungan yang berpengaruh dilakukan secara deskriptif.



**Gambar1. Peta lokasi penelitian (Sumber : Ardli E.R. and M. Wolff. 2008)**

### c. Metode Analisis

Data jumlah individu dan jumlah jenis digunakan untuk menghitung frekuensi relatif dan kerapatan relatif. Jenis yang paling dominan dapat diketahui dengan menghitung nilai pentingnya. Jenis yang mempunyai nilai penting tertinggi adalah species yang dominan. Rumus-rumus yang digunakan adalah Cox (1971) :

$$\text{Kerapatan species (K)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu species A}}{\text{Jumlah individu semua species}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan species A}}{\text{Jumlah kerapatan semua species}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\text{Jumlah plot species A}}{\text{Jumlah semua plot yang}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (KR)} = \frac{\text{Nilai frekuensi species A}}{\text{Jumlah semua nilai frekuensi}} \times 100\%$$

$$\text{Indeks nilai penting} = \text{KR} + \text{FR}$$

Spesies yang mempunyai indeks nilai penting yang tertinggi adalah spesies yang paling dominan. Untuk mengetahui kesamaan antara komunitas tanah timbul 1 dan tanah timbul 2 dengan menghitung index kesamaanya menggunakan rumus Sorrensen (Muller-Dombois dan Ellenberg 1974)

$$IS = \frac{2W}{a + b}$$

Keterangan :

IS = Koefisien kesamaan komunitas

W = Jumlah nilai yang sama dan nilai terendah ( $\leq$ ) dari spesies yang terdapat dalam dua tegakan yang dibandingkan

a, b = Jumlah nilai kuantitatif dari semua spesies yang terdapat pada tegakan pertama dan kedua



## HASIL PENELITIAN

### 1. Komposisi tumbuhan mangrove

#### Tanah timbul 1

Tabel 1. Semai Semak Herba

No	Species	KR	FR	NP
1	<i>Acanthus illicifolius</i>	32.14	15.79	47.93
2	<i>Deris trifoliata</i>	30.36	15.79	46.15
3	<i>Avicenia marina</i>	8.93	15.79	24.72
4	<i>Bruguiera mucronata</i>	7.14	15.79	22.93
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	7.14	15.79	22.93
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	8.93	10.53	19.45
7	<i>Sonneratia caseolaris</i>	5.36	10.53	15.88
	Jumlah	100	100	200

Tabel 2 Pancang

No	Species	KR	FR	NP
1	<i>Avicenia marina</i>	20.31	18.75	39.06
2	<i>Bruguiera mucronata</i>	18.75	18.75	37.50
3	<i>Sonneratia alba</i>	18.75	18.75	37.50
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	20.31	12.50	32.81
5	<i>Nypa fruticans</i>	7.81	18.75	26.56
6	<i>Sonneratia caseolaris</i>	14.06	12.50	26.56
	Jumlah	100	100	200

Tabel 3. Pohon

No	Species	KR	FR	NP
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	17.46	16.67	34.13
2	<i>Avicenia marina</i>	20.63	11.11	31.75
3	<i>Sonneratia alba</i>	14.29	16.67	30.95
4	<i>Sonneratia caseolaris</i>	14.29	16.67	30.95
5	<i>Nypa fruticans</i>	9.52	16.67	26.19
6	<i>Bruguiera mucronata</i>	14.29	11.11	25.40
7	<i>Ceriop tagals</i>	9.52	11.11	20.63
	Jumlah	100	100	200

#### Tanah timbul 2

Tabel 4. Semai semak/ Herba

No	Species	KR	FR	NP
1	<i>Deris trifoliata</i>	31.48	16.67	48.15
2	<i>Acanthus illicifolius</i>	11.11	16.67	27.78
3	<i>Sonneratia caseolaris</i>	9.26	16.67	25.93
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	14.81	11.11	25.93
5	<i>Avicenia marina</i>	14.81	11.11	25.93
6	<i>Bruguiera mucronata</i>	7.41	16.67	24.07
7	<i>Rhizophora apiculata</i>	11.11	11.11	22.22
	Jumlah	100	100	200

Tabel 5. Pancang

No	Species	KR	FR	NP
1	<i>Avicenia marina</i>	17.24	21.43	38.67
2	<i>Sonneratia alba</i>	17.24	21.43	38.67
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	22.41	14.29	36.70
4	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	18.97	14.29	33.25
5	<i>Sonneratia caseolaris</i>	15.52	14.29	29.80
6	<i>Nypa fruticans</i>	8.62	14.29	22.91
	Jumlah	100	100	200.00

Tabel 6. Pohon

No	Species	KR	FR	NP
1	<i>Avicenia marina</i>	18.75	17.65	36.40
2	<i>Sonneratia caseolaris</i>	14.06	17.65	31.71
3	<i>Nypa fruticans</i>	12.50	17.65	30.15
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	15.63	11.76	27.39
5	<i>Sonneratia alba</i>	15.63	11.76	27.39
6	<i>Bruguiera mucronata</i>	14.06	11.76	25.83
7	<i>Ceriop tagals</i>	9.38	11.76	21.14
	Jumlah	100	100	200.00

Pada tingkat semai, semak herba di tanah timbul 1 didominasi oleh *Acanthus illicifolius* (tabel 1), pada tanah timbul 2 *Acanthus illicifolius* ada pada posisi 2 (tabel 2). Hal ini disebabkan karena *Acanthus illicifolius* adalah tumbuhan pioneer, *Acanthus illicifolius* akan mengisi tanah timbul yang baru terbentuk, karena lebih tahan terhadap kondisi kritis.

Pada tingkat pancang baik pada tanah timbul 1 maupun tanah timbul 2 *Avicenia marina* merupakan species yang paling dominan (Tabel 2 dan 5). Menurut Pakpahan (1993) *Avicenia marina* mempunyai kemampuan adaptasi yang baik pada kisaran toleransi salinitas yang lebar. Keberhasilan hidupnya pada kisaran toleransi yang luas karena akarnya dapat menjangkit NaCl dari air, memiliki sel-sel khusus di dalam daun yang berfungsi menyimpan garam, memiliki sel penyimpan air yang digunakan untuk mengencerkan cairan sel yang kaku karena garamnya lebih tinggi dan daunnya mempunyai struktur stomata khusus untuk mengurangi penguapan. *Avicenia marina* juga merupakan species yang paling dominan pada tingkat pohon di tanah timbul 2 (Tabel 6). Meskipun mendominasi pada tingkat pancang dan pohon, *Avicenia marina* tidak mendominasi pada tingkat semai karena *Avicenia marina* mempunyai biji yang kecil-kecil sehingga dapat dengan mudah terbawa arus atau gelombang. Jadi walaupun tumbuhan dewasanya banyak ditemukan tetapi semainya bisa jadi tumbuh di tempat yang jauh.

Pada tingkat pohon di tanah timbul 1 didominasi oleh *Rhizophora mucronata* (Tabel 5). Menurut Budiman (1992) dan Sumarjani (1993), bahwa *Rhizophora* dan *Avicennia* umum tumbuh baik pada tanah dengan fraksi liat. Hal ini sesuai dengan kondisi tanah pada tanah timbul Donan (Tabel 8).

## 2. Faktor Lingkungan

- a. Data pasang surut : Data pasang surut *download* (Tabel 7) dengan menggunakan software *WX tide*. Pengambilan sampel dilaksanakan pada tanggal 23 Mei 2009. Sebagai perbandingan diperlihatkan pula data pasang surut pada hari sebelum dan sesudahnya. Karena letak dari tanah timbul 1 dan tanah timbul 2 tidak terlalu jauh maka hanya tercatat 1 data.



**Tabel 7. Data pasang surut**

No	Jam	Tanggal		
		22 Mei	23 Mei	24 Mei
1	0000	1.05	0.81	0.63
2	0001	1.28	1.04	0.82
3	0002	1.47	1.30	1.08
4	0003	1.58	1.52	1.37
5	0004	1.58	1.66	1.61
6	0005	1.47	1.67	1.75
7	0006	1.30	1.55	1.75
8	0007	1.12	1.36	1.60
9	0008	0.96	1.13	1.35
10	0009	0.87	0.92	1.07
11	0010	0.85	0.78	0.82
12	0011	0.90	0.72	0.65
13	0012	1.01	0.76	0.59
14	0013	1.14	0.88	0.65
15	0014	1.26	1.04	0.80
16	0015	1.32	1.21	1.01
17	0016	1.30	1.32	1.22
18	0017	1.19	1.34	1.36
19	0018	1.02	1.25	1.39
20	0019	0.83	1.08	1.31
21	0020	0.67	0.88	1.12
22	0021	0.57	0.69	0.89
23	0022	0.56	0.57	0.69
24	0023	0.64	0.55	0.56

b. Fisika kimia

**Tabel 8. Data fisika kimia pada tanah timbul Donan**

No	Parameter	TT 1	TT2
1	pH tanah	5.8	6.0
2	Salinitas	25	25
3	Suhu udara (°C)	32	31
4	Kandungan air dalam tanah (gram)	22.39	26.81
5	Nitrogen total (%)	0.249	0.261
6	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total (%)	0.063	0.065
7	Pasir (%)	6.43	6.449
8	Debu (%)	30.759	30.789
9	Liat (%)	62.763	62.563
10	Kelas tekstur	Liat	

Pengaruh faktor lingkungan pada pertumbuhan hutan mangrove merupakan suatu kesatuan kompleks. Dari hasil penelitian diketahui bahwa data pasang surut antara tanah timbul 1 dan tanah timbul 2 adalah sama ( hanya 1 data). Data fisika kimia antara tanah timbul 1 dan tanah timbul 2 memberikan angka yang tidak jauh berbeda (Tabel 8). Hal ini mengakibatkan komposisi tumbuhan mangrove antara tanah timbul 1 dan tanah timbul 2 baik pada tingkat semak, pancang maupun pohon hampir mendekati kesamaan, ditunjukkan dengan perhitungan indeks kesamaan antara 2 komunitas disajikan pada tabel 9.

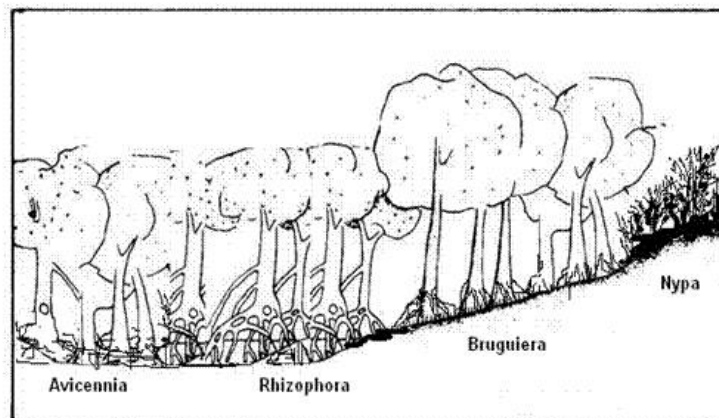
**Tabel 9. Tabel indeks kesamaan antara tanah timbul 1 dan tanah timbul 2**

No	Bentuk Hidup	Indeks Kesamaan
1	Semak	75,38 %
2	Pancang	95,24 %
3	Pohon	94,85 %

### 3. Zonasi.

Menurut Bengen (2004) sebaran jenis mangrove berdasarkan zonasi :

1. Daerah yang paling dekat dengan laut, dengan substrat agak berpasir, sering ditumbuhi oleh *Avicennia sp.* Pada zona ini biasa berasosiasi *Sonneratia sp* yang dominan tumbuh pada lumpur kaya bahan organik.
2. Lebih ke arah darat, hutan mangrove umumnya di dominasi oleh *Rhizophora sp.*
3. Zonasi berikutnya, didominasi oleh *Bruguiera sp.*
4. Zonasi transisi antara hutan mangrove dengan hutan dataran rendah biasanya ditumbuhi oleh *Nypa fruticans* dan beberapa palem lainnya.



**Gambar 2. Zonasi Mangrove (Sumber : Muhamaze, 2008)**

Pada tanah timbul 1 dan tanah timbul II Donan pola ini tidak terbentuk dengan jelas. Tetapi sudah terbentuk pengelompokan seperti tersebut di atas. Hal ini karena adanya parit-parit diantara tanah timbul yang terbentuk.

### KESIMPULAN

1. Komposisi tumbuhan mangrove di tanah timbul Donan.
2. Kondisi pasang surut dan sifat fisika kimia yang tidak terlalu jauh berbeda menyebabkan komposisi mangrove pada tanah timbul 1 dan tanah timbul 2 mendekati kesamaan.
3. Zonasi pada tanah timbul Donan tidak terbentuk secara nyata, karena adanya parit diantara tanah timbul yang terbentuk

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2004. Mangrove + Aquaculture : A framework for a Sustainable Shoreline. <http://www.courses.washington.edu/larescue/projects/mangrove/mangrove.htm>. Diakses tanggal 1 Februari 2010 jam 20.00.
- Anwar, C. Hendra Gunawan, 2006. Peranan Ekologis dan Sosial Ekonomi Hutan Mangrove dalam Mendukung Pembangunan Wilayah Pesisir. Makalah Utama pada Ekspose Hasil-hasil Penelitian : Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan. Padang, 20 September 2006



- Ardli E.R. and M. Wolff. 2008. Quantifying Habitat and Resource Use Changes in The Segara Anakan Lagoon (Cilacap, Indonesia) Over the Past 25 Years (1978 – 2004). *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 5 (4): 59-67.
- Bahri, S., 2009. Komposisi dan Pola Zonasi Vegetasi Hutan Mangrove. <http://syamsul-bahri-mydataskripsi.blogspot.com/2009/05/komposisi-dan-pola-zonasi-vegetasi.html>. Diakses tanggal 19 Maret 2010
- Bengen, D.G. 2004. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan-Institut Pertanian Bogor. Bogor, Indonesia.
- Departemen Kehutanan, 2008. Status Kepemilikan Lahan Pada Kawasan Pantai dan Hutan Mangrove. [http://www.dephut.go.id/INFORMASI/RRL/STS\\_Mangrove .HTM](http://www.dephut.go.id/INFORMASI/RRL/STS_Mangrove.HTM). Diakses tanggal 19 Februari 2010 jam 20.00.
- Kitamura, S., C. Anwar, A. Chaniago and S. Baba. 1997. Handbook of mangrove in Indonesia: Bali & Lombok. International Society for Mangrove Ecosystem. Denpasar. 119 hlm.
- Muhamaze. 2008. Zonasi Mangrove. <http://muhamaze.wordpress.com/2008/11/20/zonasi-mangrove-lanjutan>. Di akses tanggal 1 Juni 2010 jam 19.00 WIB.
- Pakpahan, A.M. 1993. Kerusakan dan Upaya Rehabilitasi Hutan Mangrove di Cagar Alam Pulau Rambut, Teluk Jakarta. *Buletin Ilmiah Instiper* 4(2) : 1-8
- Purnama, A. 2008. Reorientasi Kebijakan Penyelamatan Hutan Bakau Kawasan Segara Anakan 31-Okt-2008, 23:00:31 WIB. <http://www.kabarindonesia.com/berita>. Di akses tanggal 1 Februari 2010 jam 19.00 WIB
- Sumarjani, L 1993. Pembangunan Hutan Mangrove di PT Ciptanas Unisuber Air Sugihan, Sumatera Selatan. *Buletin Ilmiah Instiper* 4(2) : 16-23
- Tomlinson, P.B. 1994 *The Botany of Mangrove*. Cambridge University Press, New-York. 419 hlm.
- Yusron, Edy., A.Djamali, O.K.Sumadiharga. 1990. Makrobentos di Dasar Perairan sekitar Mangrove Sungai Donan dan Sapuregel, Cilacap. Jawa Tengah. Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut, Ambon.



# STUDI HUBUNGAN KELIMPAHAN PLANKTON DENGAN WARNA AIR TAMBAK DI WILAYAH PERTAMBAKAN WANAMINA PERCONTOHAN, KELURAHAN MARUNDA, JAKARTA UTARA

Riani Widiarti dan Titi Soedjiarti

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Jakarta  
Email : rianiwid@yahoo.co.id

Penelitian mengenai hubungan antara kelimpahan fitoplankton dan zooplankton dengan warna air tambak telah dilakukan di wilayah pertambakan wanamina percontohan Kelurahan Marunda, Jakarta Utara pada minggu pertama Januari 2010. Warna air tambak dan hubungannya dengan kelimpahan plankton di dalamnya dapat digunakan sebagai indikator baik buruknya kualitas perairan tambak. Pengambilan sampel air di empat lokasi tambak dilakukan dengan plankton net. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kelimpahan plankton tertinggi terdapat di lokasi tambak dengan perairan berwarna hijau muda kekuningan, yaitu sebesar 518.000 sel/trikom per liter, sedangkan kelimpahan plankton terendah terdapat di dua lokasi tambak dengan perairan berwarna hijau kecoklatan, yaitu masing-masing sebesar 33.500 dan 64.000 sel/trikom per liter. Pada tambak dengan air berwarna hijau kekuningan, fitoplankton ditemukan dari jenis *Spirulina* sp. (sianobakteria) yang mendominasi jenis plankton lainnya sebesar 47,68%, sedangkan tambak dengan air berwarna hijau kecoklatan lebih banyak ditemukan jenis-jenis plankton dari kelompok dinoflagellata. Pada penelitian ini, jenis dinoflagellata juga ditemukan yang perlu diwaspadai karena dapat menyebabkan *Harmful Algal Blooms* (HAB) yaitu *Ceratium furca* dan *Gymnodinium sanguineum*.

## PENDAHULUAN

Akuakultur merupakan suatu usaha budidaya di perairan. Berdasarkan habitat atau sumberdaya air yang digunakan, akuakultur dapat dibedakan menjadi : *fresh-waterculture* (budidaya air tawar, salinitas 0‰ – 5‰), *brackish-waterculture* (budidaya air payau, salinitas 6‰ – 29‰), dan *mariculture* (budidaya air laut, salinitas 30‰ – 35‰) (Effendi, 2004). Budidaya di tambak merupakan budidaya air payau, dan biasanya biota yang dibudidayakan terutama adalah udang windu dan bandeng. Biota lainnya yang dapat dibudidayakan dalam tambak antara lain : ikan kerapu, ikan mujaer, ikan nila, dan kepiting bakau (Primavera, 2000).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya tambak adalah: pasang surut, topografi, iklim, sifat tanah, sumber air, dan kualitas air (Boyd, 1991; Pedini, 1985). Sumber air yang digunakan untuk mengairi tambak harus memenuhi syarat, baik kualitas maupun kuantitasnya. Kualitas air di dalam tambak dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor kimia, fisika dan biologi (Afrianto & Liviawati, 1991). Faktor lingkungan baik biotik (parasit, predator, *blooming* fitoplankton) dan abiotik (pH, suhu air, salinitas, oksigen terlarut, senyawa-senyawa toksik) dapat menjadi faktor pembatas yang mengganggu kelangsungan hidup biota budidaya dalam tambak.

Pemantauan kualitas air adalah penting dalam budidaya tambak. Hal tersebut diperlukan agar mutu air tambak dapat selalu sesuai bagi pertumbuhan biota budidaya. Pemantauan mutu air sebaiknya dilakukan secara rutin. Sayangnya, alat yang digunakan umumnya sulit diperoleh dan harganya terlalu mahal bagi para petambak. Oleh sebab itu, pemantauan yang mudah, murah, dan dapat sewaktu-waktu dilakukan oleh para petambak adalah melalui pengamatan secara visual terhadap warna air tambak.

Plankton, disamping sebagai makanan alami udang, dapat pula merusak mutu air jika tumbuh berlebihan (*blooming*). Jenis plankton tertentu dapat mempengaruhi warna air sehingga merupakan salah satu petunjuk tentang kondisi air tambak. Perubahan warna air yang disebabkan oleh ledakan populasi (*blooming*) sejenis fitoplankton umumnya disebabkan

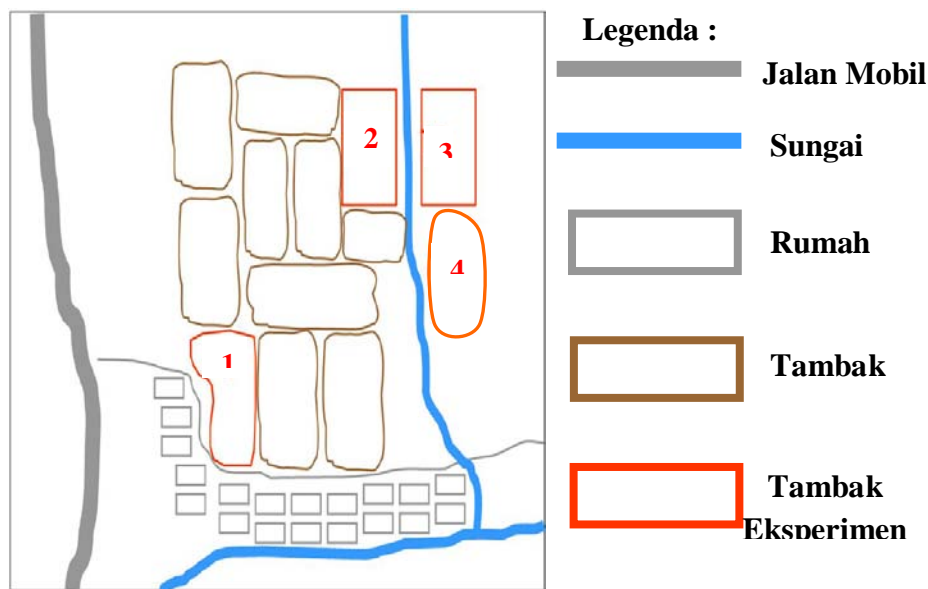


oleh warna utama dari pigmen fitoplankton yang sedang tumbuh melimpah tersebut (Praseno & Adnan, 1994).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan plankton dengan warna air tambak di lokasi pertambakan wanamina percontohan Kelurahan Marunda, Cilincing. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu para petambak untuk melakukan pemantauan dengan metode yang lebih mudah dan dengan biaya yang lebih terjangkau.

### METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di lokasi pertambakan wanamina percontohan wilayah Kelurahan Marunda (RW.04 / RT.003) Jakarta Utara, pada tanggal 26 Desember 2009. Sampel air diambil di empat kolam tambak milik warga setempat (Gambar 1) yaitu petak tambak I seluas 7.781 m<sup>2</sup>, petak tambak II dan III seluas 6095 m<sup>2</sup>, serta petak tambak IV seluas 5.250 m<sup>2</sup>. Biota yang dibudidayakan dalam tambak adalah ikan bandeng, udang windu, dan ikan kakap putih.



Gambar 1. Peta Lokasi Tambak Di Marunda (Sumber : Andrio Adiwibowo, 2010)

Sampel plankton (fitoplankton dan zooplankton) dalam air tambak diambil menggunakan plankton net dengan ukuran mata jaring 20 µm. Sampel sebanyak 1 ml, yang telah diawetkan dengan formalin, ditetaskan ke dalam *Sedgewick Rafter Cell* untuk kemudian dicacah dan diidentifikasi di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 10 x 10. Pengukuran parameter lingkungan yang diambil adalah terhadap suhu, salinitas, dan pH dengan alat multiparameter, serta kecerahan air dengan cakram secchi. Pengamatan secara visual terhadap warna air tambak juga dilakukan pada saat pengambilan sampel plankton.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan diperoleh fitoplankton dari kelompok sianobakteria, diatom, dan dinoflagellata, serta zooplankton (Tabel 1.). Kelimpahan tertinggi terdapat pada tambak I, dengan jumlah mencapai 12.367 plankter/liter, dimana kelompok Dinoflagellata mendominasi hingga 58,6% (Gambar 2). Jenis Dinoflagellata yang paling banyak ditemukan adalah *Ceratium furca* dengan jumlah mencapai 6.653 plankter/liter. Kelimpahan tertinggi terlihat juga di tambak II yang mencapai jumlah 3.761 plankter/ liter, dimana kelompok sianobakteria mendominasi hingga 43,7% dari total seluruh kelompok plankton yang diperoleh (Gambar 3).





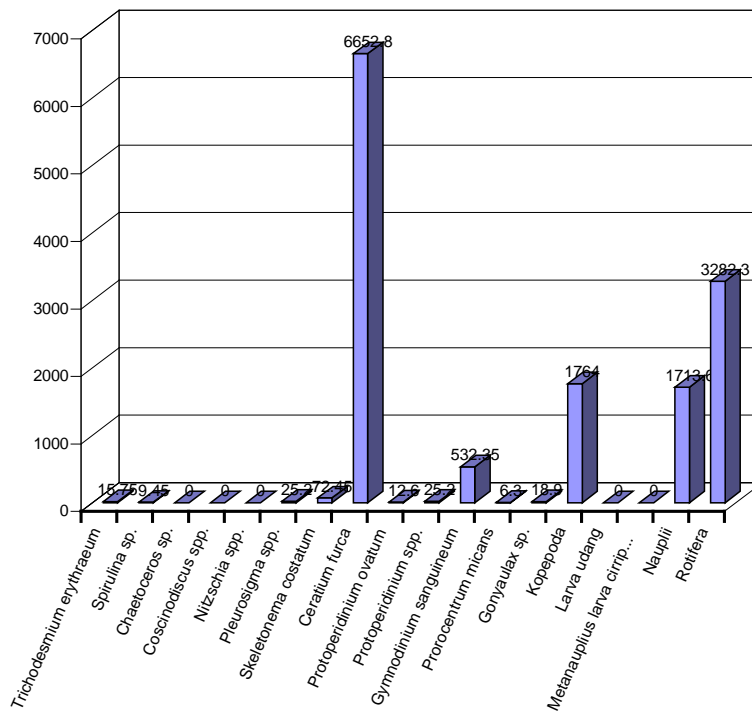
Kelompok sianobakteria tersebut diwakili oleh *Spirulina* sp. dengan jumlah mencapai 1.556 plankter/liter sedangkan *Trichodesmium erythraeum* mencapai jumlah 88 plankter/liter.

**Tabel 1. Komposisi plankton yang ditemukan pada keempat tambak**

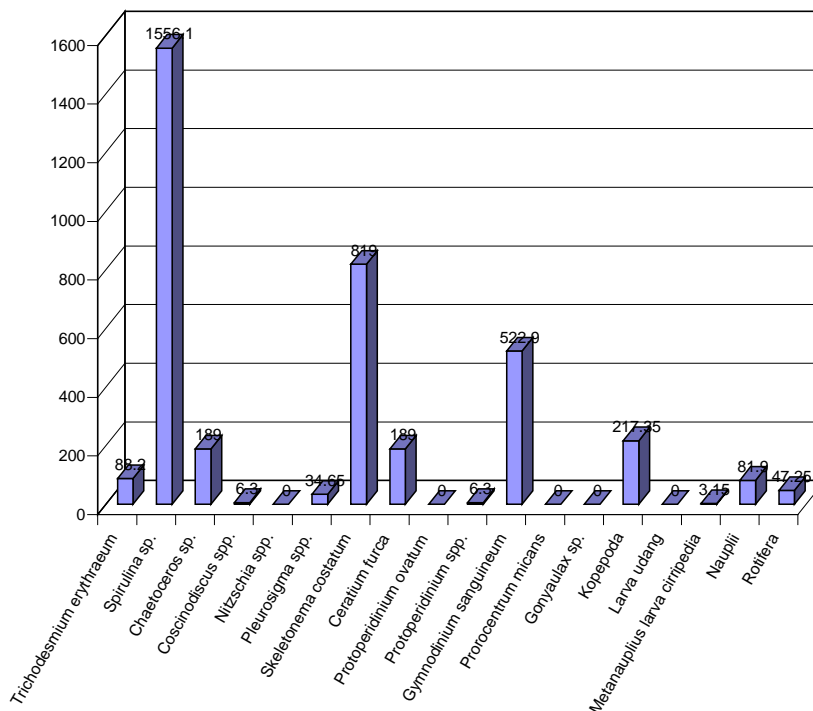
No.	Nama plankton	Lokasi Tambak			
		I	II	III	IV
	Fitoplankton				
	Cyanophyta				
1	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	+	+	+	+
2	<i>Spirulina</i> sp.	+	++	+	+) }
	Diatom				
1	<i>Chaetoceros</i> sp.	-	+	-	-
2	<i>Coscinodiscus</i> spp.	-	+	+	-
3	<i>Nitzschia</i> spp.	-	-	+	-
4	<i>Pleurosigma</i> spp.	+	+	+	+
5	<i>Skeletonema costatum</i>	+	+	-	-
	Dinoflagellata				
1	<i>Ceratium furca</i>	++	+	+	+
2	<i>Protoperdinium ovatum</i>	+	-	-	-
3	<i>Protoperdinium</i> spp.	+	+	-	-
4	<i>Gymnodinium sanguineum</i>	+	+	+	+
5	<i>Prorocentrum micans</i>	+	-	-	-
6	<i>Gonyaulax</i> sp.	+	-	-	-
	Zooplankton				
1	Kopepoda	++	+	+	+
2	Larva udang	-	-	+	-
3	Metanauplius larva cirripedia	-	+	-	-
4	Nauplii	++	+	+	+
5	Rotifera	++	+	-	-

Keterangan : ++ ditemukan dalam jumlah > 1000 plankter/liter  
 + ditemukan dalam jumlah < 1000 plankter/ liter  
 - tidak ditemukan

Kelimpahan fitoplankton dari kelompok sianobakteria, khususnya dalam hal ini *Spirulina* sp., secara visual menyebabkan warna air pada tambak II berbeda dibandingkan dengan warna air pada ketiga tambak lainnya. Air tambak II berwarna hijau muda kekuningan, sedangkan ketiga tambak lainnya didominasi oleh warna coklat yaitu coklat kehijauan pada tambak I dan coklat muda pada tambak III dan IV. Praseno dan Adnan (1994) menyatakan bahwa perubahan warna air yang disebabkan oleh ledakan populasi (*blooming*) fitoplankton tertentu umumnya disebabkan oleh warna utama dari pigmen fitoplankton yang sedang tumbuh melimpah tersebut. Pigmen utama dari kelompok sianobakteria adalah fikosianin, yang merupakan pigmen berwarna hijau-biru. Selain itu pada tambak II juga ditemukan jenis *Skeletonema costatum*, yaitu fitoplankton dari kelompok diatom, dengan jumlah mencapai 819 plankter/liter. Kelompok diatom disebut juga dengan *golden brown algae*, akibat dominasi warna pigmen kekuningan yaitu karotenoid yang dimilikinya (Raymont, 1980). Kombinasi antara melimpahnya fitoplankton dari kelompok sianobakteria yaitu *Spirulina* sp., dengan fitoplankton dari kelompok diatom yaitu *Skeletonema costatum* dapat menyebabkan air pada tambak II berwarna hijau muda kekuningan.



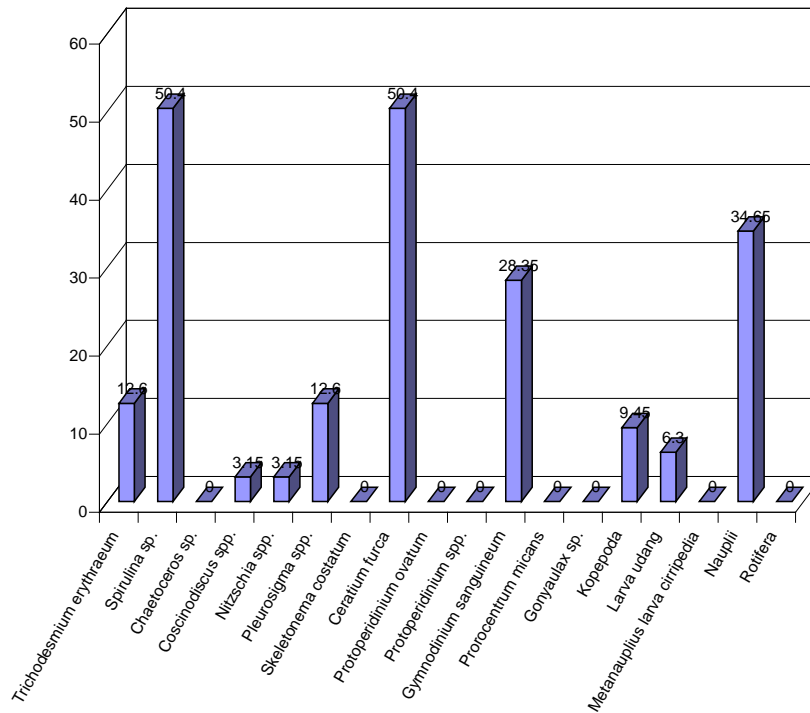
Gambar 2. Kelimpahan plankton (plankter/liter) di Tambak I



Gambar 3. Kelimpahan plankton (plankter/liter) di Tambak II

Pada tambak I, dinoflagellata mendominasi perairan hingga 58,6%, dengan kelimpahan tertinggi berasal dari jenis *Ceratium furca*, yang mencapai jumlah sel hingga 6653 plankter/liter. Kelompok dinoflagellata memiliki pigmen xantofil, dan apabila mengalami ledakan populasi maka akan menunjukkan warna coklat atau coklat tua pada perairan (Raymont, 1980; Okaichi,

2003). Pada tambak I juga ditemukan zooplankton dari kelompok rotifera, yaitu *Brachionus* sp., yang mencapai 3.282 plankter/liter. Keberadaan *Brachionus* sp. dalam suatu perairan dapat digunakan sebagai indikator tingginya kadar nutrisi (Arinardi *dkk.*, 1997). *Brachionus* sp. sama sekali tidak dijumpai pada tambak III dan tambak IV, yang dapat dihubungkan dengan kurang suburanya perairan di kedua tambak tersebut. Hal tersebut ditunjukkan pula dengan rendahnya kelimpahan plankton di tambak III dan tambak IV (Gambar 4 dan 5), jika dibandingkan dengan tambak I maupun tambak II.



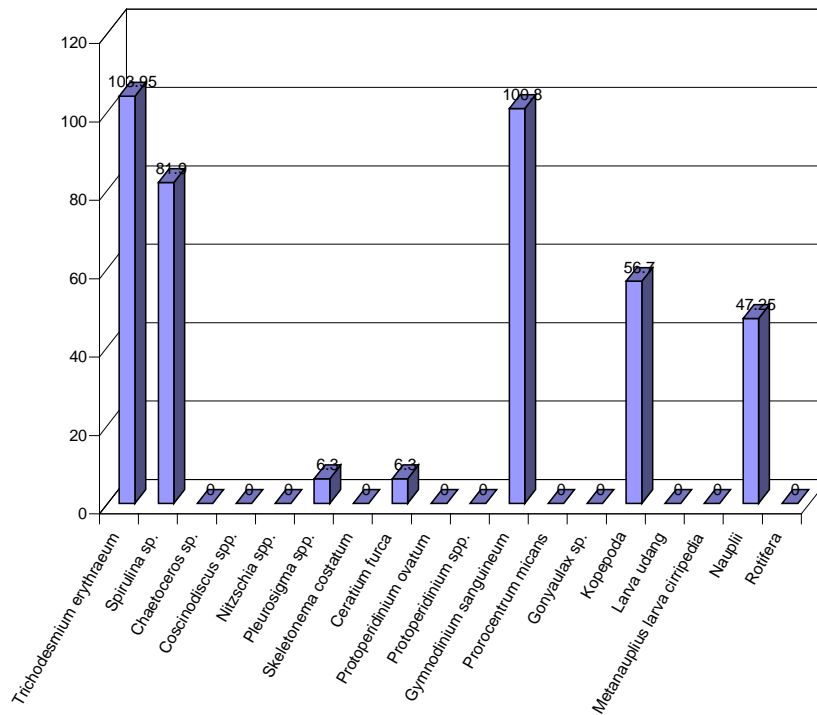
**Gambar 4. Kelimpahan plankton (plankter/liter) di Tambak III**

Apabila dihubungkan antara warna air tambak dengan komposisi dan kelimpahan plankton di keempat tambak, maka dapat dilihat bahwa warna hijau kecoklatan seperti pada tambak I dan warna hijau muda kekuningan seperti pada tambak II, menunjukkan kelimpahan jumlah plankton yang cukup tinggi. Berdasarkan tabel karakteristik warna air, jenis plankton dominan, dan perlakuan, yang dikeluarkan oleh Dirjen Perikanan pada tahun 1998, maka warna hijau muda menunjukkan air tambak yang baik dan harus dipertahankan. Pada air tambak II terdapat pakan alami yang baik bagi biota budidaya, dalam hal ini udang windu dan ikan bandeng. Pakan alami tersebut berupa fitoplankton seperti halnya *Spirulina* sp., yang merupakan sumber makanan yang bergizi bagi biota budidaya dalam tambak tersebut.

Pakan alami berupa dinoflagellata dan zooplankton juga merupakan pakan yang baik bagi biota budidaya, khususnya ikan-ikan karnivora seperti halnya ikan kakap putih. Pada tambak I dijumpai dua jenis dinoflagellata yang telah dikategorikan ke dalam penyebab Harmful Algal Bloom yaitu *Ceratium furca* dan *Gymnodinium sanguineum*. Kedua jenis tersebut dalam jumlah normal merupakan makanan yang sangat penting bagi berbagai larva ikan (Hallegraeff, 1991), tetapi harus diwaspadai bila ditemukan dalam jumlah yang sangat melimpah (*blooming*). *Blooming Gymnodinium sanguineum* yang sering ditemukan bersamaan dengan *Ceratium furca*, dapat menyebabkan air berubah warna menjadi merah, bahkan berasosiasi dengan kematian ikan. Beberapa jenis mikroalga planktonik yang mengalami ledakan populasi dapat menyebabkan berkurangnya selera makan ikan dan meningkatkan



tingkat stres pada ikan, yang pada akhirnya akan menghambat pertumbuhan dan ikan menjadi lebih rentan terhadap penyakit (Hallegraeff, 1991). Selain itu, ledakan populasi mikroalga dapat menurunkan konsentrasi oksigen di perairan dan beberapa jenis tertentu (seperti halnya *G. sanguineum*) dapat menyebabkan kerusakan pada insang ikan (Hallegraeff, 1991). Berdasarkan tabel karakteristik warna air, jenis plankton dominan, dan perlakuan, yang dikeluarkan oleh Dirjen Perikanan pada tahun 1998, warna coklat kehijauan pada tambak menunjukkan dominansi jenis plankton dari kelompok dinoflagellata, dan air tambak harus diberi perlakuan pengenceran. Hal tersebut memang dirasa perlu untuk dilakukan, sebagai antisipasi timbulnya ledakan populasi dari jenis-jenis dinoflagellata penyebab Harmful Algal Blooms (HAB).



**Gambar 5. Kelimpahan plankton (plankter/liter) di Tambak IV**

Kelimpahan plankton yang sangat rendah di tambak III dan tambak IV kemungkinan tidak menimbulkan pengaruh terhadap warna air tambak, dalam hal ini coklat muda. Hal tersebut dikarenakan warna air sangat tergantung pada ukuran, bentuk, dan jumlah konsentrasi sel fitoplankton yang terkandung di dalamnya (Okaichi, 2003). Warna coklat pada air tambak dapat disebabkan oleh pengaruh sedimentasi, yang didukung pula oleh rendahnya tingkat kecerahan di kedua tambak tersebut. Selain dari komposisi dan kelimpahan fitoplankton, warna air tambak juga dapat dipengaruhi oleh berbagai tumbuhan air yang umum tumbuh di dasar tambak, seperti misalnya lumut dan kelekap (*Chaetomorpha* dan *Enteromorpha*) (Brotowidjoyo dkk., 1995).

Hasil pengukuran parameter lingkungan perairan air tambak menunjukkan bahwa pH berkisar antara 6 – 7, suhu 31,6°C – 32,9°C, salinitas 8‰ – 9,8‰, kandungan oksigen terlarut 3,3 – 8,1 mg/L, dan kecerahan 23,5 – 42 cm. Nilai pH, suhu, salinitas, dan kandungan oksigen terlarut masih berada dalam kisaran bagi pertumbuhan optimal plankton yang umum ditemukan di perairan payau. Suatu perairan tambak dianggap baik apabila nilai kecerahan antara 25 – 35 cm. Apabila kecerahan menunjukkan nilai lebih kecil atau lebih besar 25 – 35



cm, maka perairan tersebut berkualitas rendah. Rata – rata perairan di keempat tambak pada lokasi penelitian berada di rentang nilai yang menunjukkan perairan yang berkualitas baik.



Warna air tambak I : coklat kehijauan



Warna air tambak II : hijau muda kekuningan



Warna air tambak III : coklat muda



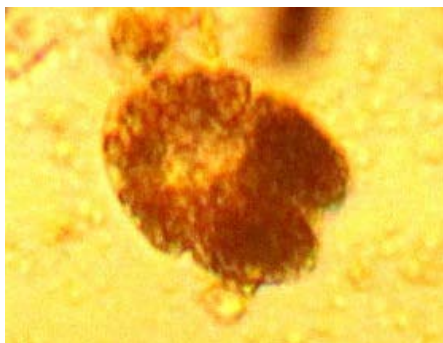
Warna air tambak IV : coklat muda



Sel dinoflagellata *Ceratium furca*  
(fotomikrograf : Yudha Fariska)



Sel sianobakteria *Spirulina* sp.



Sel dinoflagellata *Gymnodinium sanguineum*



## KESIMPULAN

Warna air tambak dapat dihubungkan dengan kelimpahan plankton, sehingga dapat pula digunakan sebagai indikator baik buruknya kualitas perairan tambak. Warna coklat kehijauan dan hijau muda kekuningan dapat menjadi indikator perairan tambak yang berkualitas dan kaya akan pakan alami, karena mengandung fitoplankton dan zooplankton sebagai nutrisi bagi biota budidaya. Hal yang perlu diwaspadai adalah bila ditemukannya jenis fitoplankton, terutama dari kelompok dinoflagellata, yang dapat menyebabkan ledakan populasi alga beracun (*Harmful Algal Blooms*).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Hibah Kompetisi Institusi Universitas Indonesia Tahun 2009 atas dana yang telah diberikan untuk penelitian ini, kepada Sdr. Andrio Adiwibowo, M.Sc., Sdr. Maulana Akbar, dan Sdr. Eko Burhanuddin, atas bantuannya selama pengambilan sampel dan pengukuran parameter lingkungan, serta kepada Bapak Drs. Wisnu Wardhana, M.Si. atas bantuannya dalam proses pengolahan data.

## DAFTAR ACUAN

- Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 1991. Teknik Pembuatan Tambak Udang. Kanisius, Jakarta: 132 hlm.
- Arinardi, O.H., A.B. Sutomo, S.A. Yusuf, Trimaningsih, E. Asnaryanti, dan S.H. Riyono. 1997. Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Timur Indonesia. P3O-LIPI, Jakarta : iv + 140 hlm.
- Brotowidjoyo, M.D., D. Tribawono, dan E. Mulbyantoro. 1995. Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air. Liberty, Yogyakarta: xiv + 259 hlm.
- Boyd, E.C. 1991. Water quality management and aeration in shrimp farming. Central Research Institute for Fisheries, Jakarta.
- Effendi, I. 2004. Pengantar akuakultur. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hallegraeff, G.M. 1991. Aquaculturists' Guide to Harmful Australian Microalgae. CSIRO, Australia : 111 hlm.
- Okaichi, T. 2003. Red Tides. Ocean Sciences Research. Terra Scientific Publishing Company, Tokyo: xiii + 439 hlm.
- Pedini.1985. Brackishwater aquaculture in the tropic: *Problem of acid sulfate soils*. FAO, Rome.
- Primavera, J.H.2000. *Integrated mangrove aquaculture system in Asia*. In : Integrated coastal zone management.
- Raymont, J.E.G. Plankton and Productivity in the Ocean 2<sup>nd</sup> ed. Pergamon Press, Oxford: xiv + 489 hlm.



## MANGROVE GOBIES FROM SELINDUNGAN VILLAGE, SEKOTONG WEST LOMBOK

Yuliadi Zamroni<sup>1,2</sup> and Zeehan Jaafar<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Postgraduate Student at Bogor Agricultural University, <sup>2)</sup> Staff at Mataram University, <sup>3)</sup> Staff at National University of Singapore  
Email : yzamroni81@gmail.com

Gobies are the largest family of marine fishes and are also well represented in brackish and freshwater. Taxonomically it is one of the most poorly known groups and the family contains numerous undescribed species. Both the higher and specific taxonomy of members of the family Gobiidae are highly complex and volatile. Due to their small size and cryptic nature, many new species continue to be discovered each year, especially in unexplored areas. To this end, several gobiid specimens were collected from Lombok Island, an oceanic island in the Western Nusa Tenggara Province. The objective of this research is to carry out preliminary assessment of the gobiid fauna present in a mangrove system at Sekotong, located on the western side of Lombok Island. Identification result in this study are six species from five genera and three subfamilies. The six species of mangrove gobies from Selindungan are *Periophthalmus argentilineatus*, *Amoya raveni*, *Acentrogobius viridipuncatus*, *A. audax*, *Pseudogobius javanicus*, and *Oxyurichthys tentacularis*.

Key words : Gobies, Mangrove, Selindungan

### INTRODUCTION

Gobies is a small fish with big member families. There are approximately 2000 species of gobies (family Gobiidae) in over 200 genera (Allen 1991). This makes gobies the most speciose family of vertebrates, second only to the Cyprinidae (Nelson 2006). Gobies are most diverse in the marine environment but are also well represented in brackish and freshwater habitats (Larson & Lim 2005). Taxonomically, it is one of the most poorly known groups and contains numerous undescribed species (Kottelat et al 1993). This family can be identified by pelvic fins united and it is usually forming a sucking disk (Chan & Kottelat 2003). Forming sucker used as adhesive equipment to the substrate/water bed. (Nelson 2006).

Both the higher and specific taxonomy of members of the family Gobiidae are highly complex and volatile. Due to their small size and cryptic nature, many new species continue to be discovered each year, especially in unexplored areas. To this end, several gobiid specimens were collected from Lombok Island, an oceanic island in the Western Nusa Tenggara Province. The objective of this exercise is to carry out preliminary assessment of the gobiid fauna present in a mangrove system at Sekotong, located on the western side of Lombok Island.

### MATERIAL AND METHOD

Gobiid fishes were collected from mangrove forests at January to February 2010 on Selindungan Village in Sekotong, Lombok. Sampling was carried out during low tide in pools and creeks found within the mangrove forests. A mixture of one part clove oil to two parts 50% alcohol was used to anesthetize these fishes and were subsequently caught using a hand net.

Identification to the generic level was based on Larson & Murdy (2001) and to the specific level based on Larson & Lim (2005) and Jaafar & Larson (2008). Morphometric and meristic methods followed Huang & Chen (2007), and Chen & Tan (2005). Standard lengths (SL) were taken for each specimen. Specimens are deposited at the Raffles Museum of Biodiversity Research, National University of Singapore (RMBR), Laboratory of Biology, Mataram University and LIPI Ancol Museum, Indonesia.



## SYSTEMATICS AND DESCRIPTIONS

### *Periophthalmus argentilineatus* (Valenciennes, 1837)



Figur 1. *Periophthalmus argentilineatus*, 37,91 mm in SL

#### Material Examined

16 spesimens with size range 29,84 to 67,63 mm in SL.

Table 1. Morphometric of *Periophthalmus argentilineatus* (n=16)

In % Standard Length (SL)	Range	Mean
Head Length (HL)	26,53-29,07	27,38
Predorsal Length	35,68-37,41	36,75
Snout to 2 <sup>nd</sup> dorsal fin	56,73-63,94	60,67
Snout to anal fin	57,98-65,15	61,29
Snout to ventral fin	20,10-30,13	24,99
Caudal peduncle length	15,96-17,52	16,93
Caudal peduncle depth	7,90-8,63	8,34
1 <sup>st</sup> dorsal fin base	11,22-18,85	14,69
2 <sup>nd</sup> dorsal fin base	22,03-24,76	23,62
Anal fin base	18,31-20,03	19,24
Caudal fin length	23,65-27,73	25,56
Pectoral fin length	18,06-23,11	21,13

Table 2. Meristic of *Periophthalmus argentilineatus* (n=16)

	Range
<b>Fin-ray counts</b>	
First dorsal fin	XI
Second dorsal fin	I,10
Anal fin	I,9-10
Pectoral fin	11-.12
Segmented caudal-fin rays	13-14
<b>Scale counts</b>	
Lateral scale row	60-68
Transverse scale row	16-20
Predorsal scale row	21

#### Diagnosis

Body elongate, a little compressed, covered with 60-68 small cycloid scale. Eyes in anterior half of the head, close together and prominent above the dorsal profile, lower eyelid well developed. Mouth inferior. Pectoral fins with a muscular base, this fin can be bent on the place of the insertion of the rays.



No frenum between pelvic spines; pelvics fin without membrane uniting both posterior rays; first dorsal fin pointed and without black spots posteriorly, grey to blackish with white-bordered sub-marginal black stripe. The second dorsal fin also has a similar broad stripe. This species can be identified from a distance by the bright silvery-white vertical lines along the sides of the body.

***Pseudogobius javanicus* (Bleeker, 1856)**



**Figur 2. *Pseudogobius javanicus*, 26,20 mm in SL**

**Material Examined**

18 spesimens with size range 22,63 to 27,53 mm in SL.

**Table 3. Morphometric of *Pseudogobius javanicus* (n=18)**

In % Standard Length (SL)	Range	Mean
Head Length (HL)	24,24-25,83	25,73
Predorsal Length	34,04-35,50	34,79
Snout to 2 <sup>nd</sup> dorsal fin	53,14-54,35	53,15
Snout to anal fin	57,97-60,04	59,02
Snout to ventral fin	22,86-25,50	24,18
Caudal peduncle length	28,62-29,30	29,12
Caudal peduncle depth	12,90-13,59	13,05
1 <sup>st</sup> dorsal fin base	10,17-13,63	11,92
2 <sup>nd</sup> dorsal fin base	15,73-22,29	19,12
Anal fin base	18,23-22,90	20,57
Caudal fin length	25,84-27,68	26,76
Pectoral fin length	14,16-18,67	16,42

**Table 4. Meristic of *Pseudogobius javanicus* (n=18)**

	Range
<b>Fin-ray counts</b>	
First dorsal fin	VI
Second dorsal fin	I,7
Anal fin	I,7
Pectoral fin	14-16
Segmented caudal-fin rays	13-16
<b>Scale counts</b>	
Lateral scale row	24-31
Transverse scale row	6-.7
Predorsal scale row	7



***Oxyurichthys tentacularis* (Valenciennes, 1837)**



**Figur 3. *Oxyurichthys tentacularis*, 56,31 mm in SL**

**Material Examined**

16 spesimens with size range 53,41 to 58,92 mm in SL.

**Table 5. Morphometric of *Oxyurichthys tentacularis* (n=16)**

In % Standard Length (SL)	Range	Mean
Head Length (HL)	26,22-27,58	26,75
Predorsal Length	32,27-34,26	33,53
Snout to 2 <sup>nd</sup> dorsal fin	51,61-54,11	52,67
Snout to anal fin	53,61-55,70	54,58
Snout to ventral fin	24,13-28,04	25,44
Caudal peduncle length	8,69-9,38	9,14
Caudal peduncle depth	9,83-10,00	9,89
1 <sup>st</sup> dorsal fin base	17,30-17,92	17,89
2 <sup>nd</sup> dorsal fin base	36,19-39,74	38,40
Anal fin base	37,85-40,37	38,92
Caudal fin length	43,15-49,88	47,28
Pectoral fin length	28,25-32,33	29,98

**Table 6. Meristic of *Oxyurichthys tentacularis* (n=16)**

	Range
<b>Fin-ray counts</b>	
First dorsal fin	VI
Second dorsal fin	I,11-12
Anal fin	I,9-13
Pectoral fin	16-20
Segmented caudal-fin rays	15-16
<b>Scale counts</b>	
Lateral scale row	42-50
Transverse scale row	12-.14
Predorsal scale row	-

**Diagnosis**

Body elongate and compressed. Scales of head and anterior part of body cycloid, posteriorly pointed and increasing in height. Preopercle and opercle naked, tentacle at upper margine of eye. Upper lip constricted in the middle. Caudal fin lanceolate, teeth in the upper jaw with single row. Snout obtuse, as long as or shorter than eye; tip before lower margin of eye. Anterior nostril in a short tube. Mouth oblique, lower jaw prominent. Maxillary extends to below posterior part of eye.

***Amoya raveni* (Bleeker, 1875)**



**Figur 4. *Amoya raveni*, 45,08 mm in SL**

**Material Examined**

8 spesimens with size range 42,84 to 54,05 mm in SL.

**Table 7. Morphometric of *Amoya raveni* (n=8)**

In % Standard Length (SL)	Range	Mean
Head Length (HL)	22,36 – 27,03	25,12
Predorsal Length	30,63 – 33,52	32,05
Snout to 2 <sup>nd</sup> dorsal fin	51,12 – 56,06	53,44
Snout to anal fin	56,23 – 60,85	58,62
Snout to ventral fin	30,28 – 32,06	30,96
Caudal peduncle length	17,10 – 20,68	18,35
Caudal peduncle depth	11,56 – 12,49	11,94
1 <sup>st</sup> dorsal fin base	12,18 – 17,30	15,42
2 <sup>nd</sup> dorsal fin base	28,04 – 29,79	28,94
Anal fin base	18,77 – 21,17	19,91
Caudal fin length	34,82 – 50,33	42,03
Pectoral fin length	20,24 – 23,94	22,26

**Diagnosis**

Body elongated, compressed, covered with 36-45 ctenoid scale on longitudinal scale row, 9 – 10 scale on transverse scale row, and 9 – 15 on predorsal scale row. Dorsal fin VI, I 10-12, anal fin I, 6 and pectoral fin 13-16 rays. Caudal fin lanceolate. First dorsal fin with filamentous extension.

**Table 8. Meristic of *Amoya raveni* (n=8)**

	Range
<b>Fin-ray counts</b>	
First dorsal fin	VI
Second dorsal fin	I,10-12
Anal fin	I,6
Pectoral fin	13-16
Segmented caudal-fin rays	12-.13
<b>Scale counts</b>	
Lateral scale row	36-45
Transverse scale row	9-.10
Predorsal scale row	9-.15



***Acentrogobius viridipunctatus* (Valenciennes, 1837)**



**Figur 5. *Acentrogobius viridipunctatus*, 59,08 mm in SL**

**Material Examined**

8 spesimens with size range 53,09 to 82,78 mm in SL.

**Diagnosis**

Body elongate, compressed, covered with 29-31 ctenoid scales on Longitudinal scale row and predorsal scaled up to behind eyes. Opercles and uppermost part of cheek behind eyes scaled. Transverse papillae rows below eye. The spots above the pectoral base may be most distinct.

**Table 9. Morphometric of *Acentrogobius viridipunctatus* (n=8)**

In % Standard Length (SL)	Range	Mean
Head Length (HL)	29,93-32,49	30,66
Predorsal Length	39,22-40,20	39,72
Snout to 2 <sup>nd</sup> dorsal fin	59,80-60,73	60,25
Snout to anal fin	58,52-67,56	62,11
Snout to ventral fin	30,45-34,75	32,92
Caudal peduncle length	16,59-17,83	17,23
Caudal peduncle depth	11,78-13,42	12,33
1 <sup>st</sup> dorsal fin base	13,77-19,82	16,94
2 <sup>nd</sup> dorsal fin base	22,35-24,34	23,21
Anal fin base	13,81-18,16	16,38
Caudal fin length	24,21-29,28	27,12
Pectoral fin length	20,42-24,95	22,36

**Table 10. Meristic of *Acentrogobius viridipunctatus* (n=8)**

	Range
<b>Fin-ray counts</b>	
First dorsal fin	VI
Second dorsal fin	1,9-10
Anal fin	1,8
Pectoral fin	15-19
Segmented caudal-fin rays	14-15
<b>Scale counts</b>	
Lateral scale row	29-31
Transverse scale row	8-.9
Predorsal scale row	20-29

***Acentrogobius audax* (Smith, 1959)**



**Figur 6. *Acentrogobius audax*, 40,98 mm in SL**

**Material Examined**

6 spesimens with size range 38,04 to 42,45 mm in SL.

**Table 11. Morphometric of *Acentrogobius audax* (n=6)**

In % Standard Length (SL)	Range	Mean
Head Length (HL)	27,38 – 31,14	29,38
Predorsal Length	33,58 – 39,53	37,26
Snout to 2 <sup>nd</sup> dorsal fin	56,60 – 59,01	57,74
Snout to anal fin	58,02 – 60,67	59,58
Snout to ventral fin	31,77 – 34,28	33,06
Caudal peduncle length	16,72 – 18,02	17,24
Caudal peduncle depth	11,36 – 13,12	12,31
1 <sup>st</sup> dorsal fin base	14,35 – 17,55	15,79
2 <sup>nd</sup> dorsal fin base	27,99 – 28,47	28,29
Anal fin base	22,57 – 25,39	24,42
Caudal fin length	27,02 – 32,01	29,07
Pectoral fin length	20,58 – 26,55	23,23

**Diagnosis**

Body elongate, compressed, covered with 23 to 26 ctenoid scales on Longitudinal scale row. Scale on nape is cycloid. Preopercle and opercle totally scaled. The large, rounded blackish-brown blotches along the side are very distinctive, as are this species 'large eyes', making it easy to identify the fish from a distance.

**Table 12. Meristic of *Acentrogobius audax* (n=6)**

	Range
<b>Fin-ray counts</b>	
First dorsal fin	VI
Second dorsal fin	1,9-10
Anal fin	1,8
Pectoral fin	16-17
Segmented caudal-fin rays	13-14
<b>Scale counts</b>	
Lateral scale row	23-26
Transverse scale row	7-9
Predorsal scale row	10-11



## DISCUSSION

72 samples gobies was obtained from mangrove forest at Selindungan Village. Identification result is a six species from five genera and three subfamilies. Six species gobies from Selindungan : *Periophthalmus argentilineatus*, *Amoya raveni*, *Acentrogobius viridipuncatus*, *A. audax*, *Pseudogobius javanicus* and *Oxyurichthys tentacularis*.

All samples gobies is common gobies from brackish areas. The diversity of gobies in this area may be related to mangal diversity, because they are a facultatif mangal associate (Murdy 1989). Mangrove at Selindungan was dominated by *Rhizophora apiculata*, *Avicenia lanata* and *A. officinalis* (Zamroni and Rohyani 2007). Mangrove is a serves area of several fish including gobies for spawning, nursery and feeding grounds.

This specimens are not represented yet all gobies from Western Lombok, because sample not collected from all mangrove forest in this area, so for complete data needed take more sample from other areas (Sepi Bay, Bangko-bangko Lembar Tereng and other mangrove areas in Western Lombok). Only a detailed survey of diversity of both gobies and mangrove, locality by locality, can be assess the degree to which mangroves affect and influence gobies distributions.

## LITERATURE CITED

- Allen, G R 1991. Field guide to the freshwater fishes of New Guinea. Christensen Research Institute, Madang, Papua New Guinea.
- Chan I and Kottelat M. 2003. Papuligobius uniporus, a New Genus and Species of Freshwater Goby (Perciformes : Gobiidae) from North-Eastern Laos. *Ichthyol. Explor. Freshwater* 14:243-248
- Chen I and Tan HH. 2005. A New Species of Freshwater Goby (Teleostei : Gobiidae: Stiphodon) from Pulau Tioman, Pahang, Peninsular Malaysia. *The Raff Bull of Zool* 53:237-242.
- Huang S and Chen I. 2007. Three New Species of Rhinogobius Gill, 1859 (Teleostei : Gobiidae) from The Hanjiang Basin, Shouthern China. *The Raff Bull of Zool* 14:101-110
- Jaafar Z and H K Larson. 2008. A New Species of Mudskipper, *Periophthalmus takita* (Teleostei : Gobiidae: Oxudercinae), from Australia, with a key to the genus. *Zoological Science* 25 : 946-952.
- Kottelat M and A J Whitten. 1993. Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi. Periplus Editions, Indonesia.
- Larson H K and K K P Lim. 2005. A Guide to Gobies of Singapore. Singapore Science Centre, Singapore.
- Larson H K and E O Murdy. 2001. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes : The Living Marine Resources of The Western Central Pacific Vol. 6. Edited K E Carpenter and V H Niem. FAO, Rome.
- Murdy E O. 1989. A Taxonomic Revision and Cladistic Analysis of The Oxudercinae Gobies (Gobiidae : Oxudercinae). *Records of the Australian Museum Supplement* 11. 31 August 1989.
- Nelson JS. 2006. *Fish of The World, Fourth Edition*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- Zamroni Y and I S Rohyani. 2007. Produksi Serasah Hutan Mangrove di Perairan Pantai Dusun Selindungan, Lombok Barat. *Seminar Nasional Perkembangan MIPA dan Pendidikan MIPA Menuju Profesionalisme Guru dan Dosen*. Universitas Mataram, Mataram 3 November 2007.



## ANALISIS VARIASI MORFOMETRIK DAN MERISTIK *Scylla serrata* FORSKAL HASIL TANGKAPAN DARI DUA HABITAT

Indarmawan, Muh. Nadjmi Abulias, Dian Bhagawati, dan Agus Nuryanto

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

E-mail : indarmawan@unsoed.ac.id

Variasi fenotip pada Kepiting bakau, *Scylla serrata*, menumbuhkan perdebatan berkaitan dengan status taksonominya. Taksonomi *S. serrata* menjadi membingungkan dan berlanjut sangat rumit oleh adanya deskripsi baru yang muncul berdasarkan pada ciri-ciri morfologinya. Penelitian-penelitian dengan dasar elektroforesis allozim, rangkaian DNA mitokondria dan analisis morfometrik telah menghasilkan revisi genus *Scylla* menjadi empat species. Studi lebih lanjut menyimpulkan bahwa karakter morfologi, bentuk gigi depan, spinasi pada *carpus* dan *propodus* pada *cheliped* dan warna tubuh membedakan species dari genus *Scylla*. Hasil analisis sementara terhadap data morfometrik dan meristik *scylla serrata* hasil tangkapan dari perairan laut utara dan selatan Jawa Tengah menunjukkan perbedaan yang tidak begitu signifikan.

Kata kunci : Variasi, morfometrik, meristik, hasil tangkapan, habitat.

### PENDAHULUAN

Permasalahan identifikasi species kepiting bakau dari genus *Scylla* menjadi hal yang kontroversi karena dulunya species dari genus *Scylla* hanya satu yaitu *S. serrata*. Pada masa kini, banyak peneliti melaporkan bahwa genus *Scylla* memiliki beberapa species (Watanabe dan Fuseya, 1997). Berdasarkan ciri-ciri morfologi eksternal kepiting bakau, yaitu warna karapaks dan kaki, gigi-gigi anterolateral karapaks dan duri bagian luar *cheliped* karpus, Estampador (1949), dengan menggunakan species yang dikoleksi dari Philippina, mengklasifikasikan kepiting bakau menjadi tiga species dan satu varietas, yaitu *S. serrata*, *S. oceanica*, *S. tranquebarica* dan *S. serrata* var. *paramamosain*.

Menurut Stephenson dan Campbell (1960) keempat species itu sebenarnya hanya satu species berdasarkan kesimpulan hasil penelitiannya terhadap specimen yang dikoleksi dari Queensland dan New South Wales, Australia. Keduanya berpendapat bahwa perbedaan-perbedaan morfologi yang terdapat pada genus *Scylla* itu diakibatkan oleh adanya perbedaan kondisi lingkungan tempat hidup kepiting tersebut. Keduanya juga merekomendasikan bahwa keempat species yang dikemukakan oleh Estampador (1949) itu merupakan suatu sinonim.

Variasi fenotip pada *S. serrata* itu menumbuhkan perdebatan berkaitan dengan status taksonominya (Kathirval dan Srinivasagam, 1992). Taksonomi *S. serrata* menjadi membingungkan dan berlanjut sangat rumit oleh adanya deskripsi yang lebih baru berdasarkan pada ciri-ciri morfologi yang umum. Hasil penelitian Overton (1997) tentang morfometrik dan meristik *S. serrata* di Asia Tenggara, menunjukan bahwa dari 22 karakter pembentuk data morfometrik pada *S. serrata*, terdapat hanya empat ukuran morfometrik yang berbeda. Studi-studi morfometrik dan allozim telah digunakan untuk meneliti spesiasi dalam genus (Sugama dan Hutapea, 1999). Penelitian-penelitian dengan dasar elektroforesis allozim, rangkaian DNA mitokondria, dan analisis morfometrik telah menghasilkan revisi genus *Scylla* menjadi empat species, yaitu *S. serrata*, *S. tranquebarica*, *S. olivacea* dan *S. paramamosain*. (Keenan et.al., 1998). Lebih lanjut, studi lanjut menyimpulkan bahwa empat species itu dapat dipisahkan berdasarkan karakter morfologi, bentuk gigi depan, spinasi pada *carpus* dan *propodus* pada *cheliped* dan warna tubuh.

Pembicaraan taksonomi *S. serrata* itu dapat menjadi basis informasi biologi pada taraf species, khususnya yang relevan dengan pengelolaan dan akuakultur perikanan (Keenan, 1999). *S. serrata* merupakan kelompok kepiting berenang dari familia Portunidae, yang



dicirikan oleh adanya pasangan-pasangan kaki belakang yang pipih dan kehidupannya berasosiasi sangat dekat dengan lingkungan mangrova. Walaupun *S. serrata* predominan di lingkungan estuarin, namun *S. serrata* sangat bergantung kepada lingkungan perairan laut untuk kegiatan memijah dan kehidupan awal larvanya (Arriola, 1940). Secara umum, *S. serrata* ini dikenal sebagai kepiting bakau (*mangrove crab*) atau kepiting lumpur (*mud crab*) yang hidupnya tersebar di wilayah Indo-Pasifik Barat, terutama di daerah yang terletak pada garis lintang tropis, namun juga dapat ditemukan di lingkungan yang lebih temperata, seperti China dan Jepang (Macnae, 1968).

Hingga saat ini, informasi tentang dinamika populasi *S. serrata* di Asia Tenggara, termasuk Indonesia, masih dirasa sangat kurang (Tan dan Ng, 1994). Walaupun sumber kepiting ini telah dieksploitasi secara lokal, sangat sedikit studi tentang morfometrik kepiting (Anetekhai *et. al.*, 1994). Oleh karena itu, penelitian tentang morfometrik dan meristik *S. serrata* hasil tangkapan perlu terus dilakukan. Kegiatan penelitian ini diarahkan untuk meneliti morfometrik dan meristik *S. serrata* hasil tangkapan dari dua habitat, yaitu perairan laut Utara dan Selatan Jawa Tengah. Informasi tentang morfometrik dan meristik *S. serrata* ini diperlukan untuk menduga dan memastikan apakah kegiatan penangkapan *S. serrata* dapat berlangsung berkelanjutan dan menjadi dasar untuk pencantumannya dalam program pengamanan bahan makanan regional.

Menurut FAO/SIDP, Kepiting bakau *Scylla serrata* merupakan kepiting berenang yang besar yang memiliki karapas halus, berwarna hijau hingga hampir hitam, yang dilengkapi dengan alur-alur transversal yang jelas; 4 (empat) gigi depan tumpul yang semuanya lebih kurang berada dalam satu garis; 9 (sembilan) gigi lebar pada setiap sisi anterolateral yang semuanya berukuran sama dan terproyeksi agak mengarah keluar dan pada daerah gastrik (lambung) pada karapas membentuk alur berbentuk huruf "H" yang dalam. *Cheliped* (capit)-nya kuat dengan duri-duri yang berkembang baik pada permukaan luar *carpus* dan pada bagian-bagian dorsal anterior dan posterior *propodus*, dan kaki-kakinya seperti marmer.

Perairan laut Utara dan Selatan Jawa Tengah merupakan daerah penangkapan *S. serrata*. Guna mengungkap kondisi *S. serrata* di kedua perairan tersebut akan dilakukan penelitian dengan mengamati morfometrik (karakter morfologi), dan meristik (kondisi duri/spinasi dan gigi/dentisi) dan warna tubuh *S. Serrata*.

Penelitian ini bertujuan untuk melengkapi data tentang variasi morfometrik dan meristik *Scylla serrata* hasil tangkapan dari perairan laut Utara dan Selatan Jawa Tengah untuk pertimbangan eksploitasinya

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dasar kepada nelayan dan pedagang kepiting di pantai Utara dan Selatan Jawa Tengah tentang species dan kondisi ukuran *Scylla serrata* di perairan laut Utara dan Selatan Jawa Tengah sebagai pertimbangan dalam kegiatan eksploitasi atau penangkapan dan upaya kelestariannya. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang bentuk-bentuk penelitian taksonomi, sekaligus memperkaya bahan kuliah dan pengembangan ilmu taksonomi Hewan

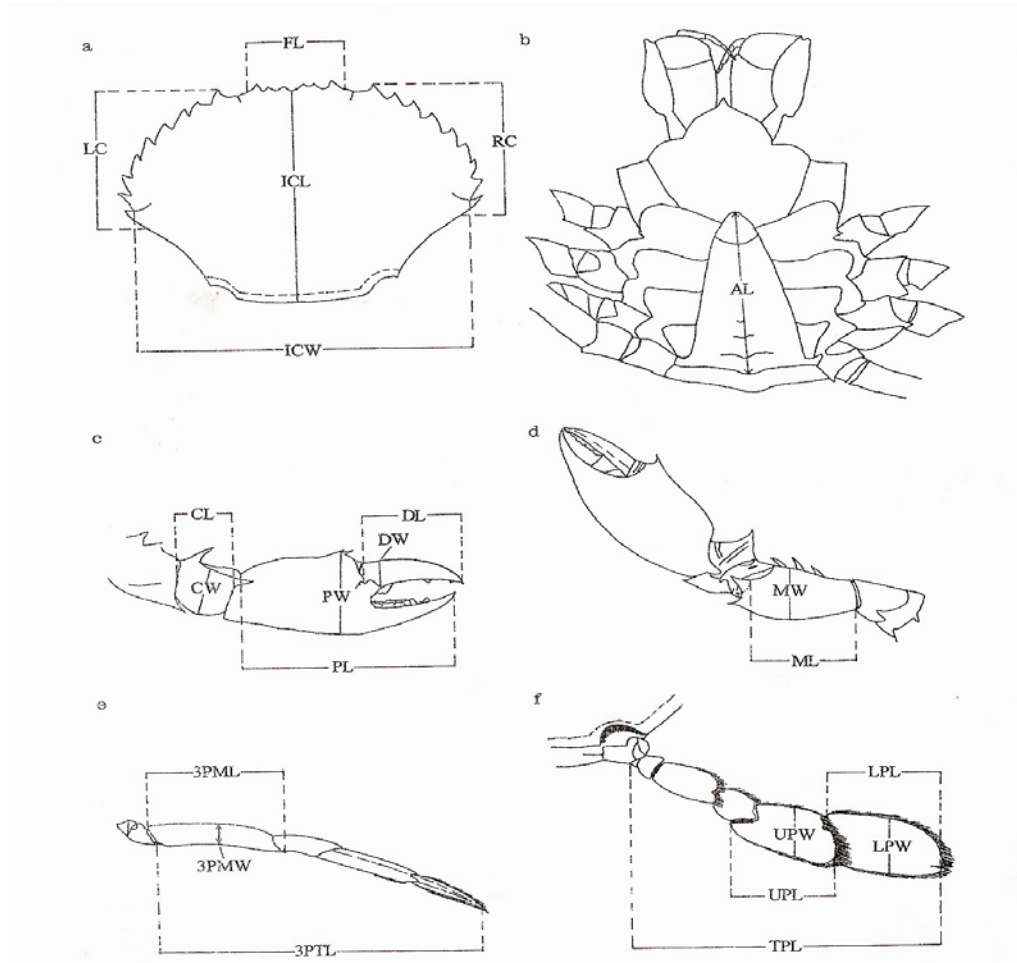
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode survai. Sampel diambil dengan teknik pengambilan sampel berdasarkan kelompok (*group sampling*) (Steel and Torrie, 1982), yaitu *S. serrata* diambil dari dua kelompok pengepul *S. serrata* secara acak dari perairan laut Utara Jawa Tengah (Pekalongan) dan perairan laut Selatan Jawa Tengah (Cilacap). *S. serrata* yang dikoleksi untuk dijadikan bahan amatan adalah individu yang sehat dengan semua anggota badan lengkap, berkelamin jantan (guna mengeliminasi pengaruh variasi akibat dimorfisme



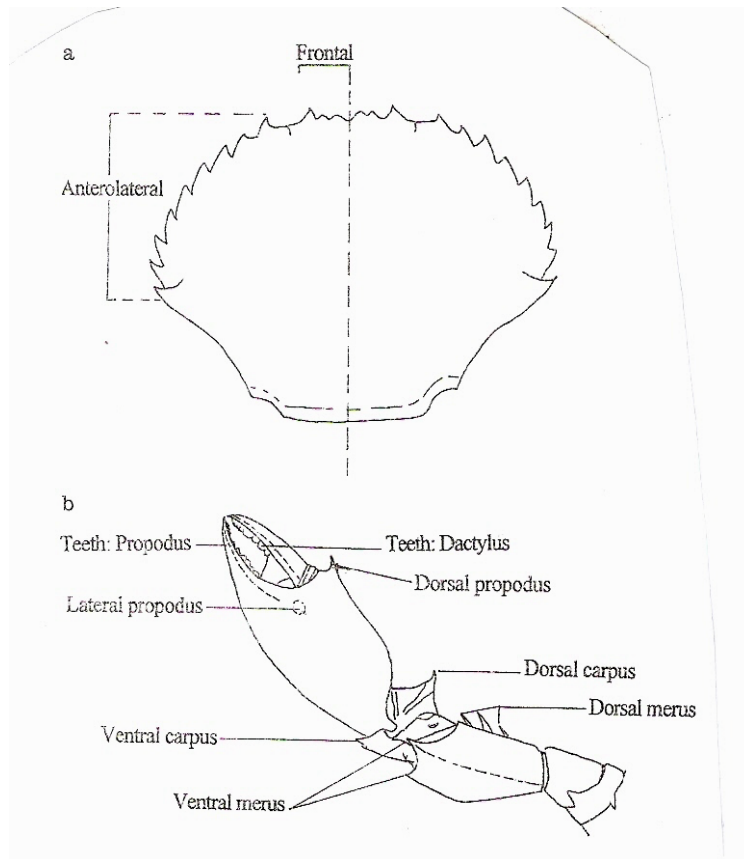
seksual), dan ukuran bobot tubuhnya relatif sama (untuk meminimalkan pengaruh ontogenik pada bentuk tubuh) (Overton *et. al*, 1997)

*S. serrata* yang terambil sebagai sampel ditempatkan dalam ember plastik tertutup, dibersihkan dengan air keran, diamati kondisi warna pada karapaks dan pereopodanya, dan dimatikan dengan tusukan jarum preparat pada bagian otaknya. 22 karakter morfometrik *S. Serrata* (Gambar 1. dan 2., menurut Overton *et. al*, 1997) diukur dengan menggunakan Calliper berketelitian 0,1 mm, diamati kondisi dan jumlah duri (spinasi), kondisi dan jumlah gigi (dentisi) serta warnanya. *S.serrata* yang telah diamati dan diukur kemudian diawetkan dalam toples yang berisi alkohol 70 %.



**Gambar 1. 22 Karakter morfologi yang diukur (Overton *et. al*, 1997)**

Keterangan : a.Karapaks; b:Abdomen; c. Pandangan anterior cheliped; d. Pandangan posterior cheliped; e. Pereopoda kanan ketiga; f. Pereopoda kanan kelima AL: *Abdominal Length*; CL: *Carpus Length*; CW: *Carpus Width*; DL: *Dactyl Length*; DW:*Dactyl Width*; FL: *Frontal Length*; ICL: *Internal Carapax Length*; ICW: *Internal Carapax Width*; LC: *Left anterolateral length of Carapax*; LPL: *Lower Paddle Length*; ML: *Merus Length*; MW: *Merus Width*; PL: *Propodus Length*; 3PML: *Third Pereopod Merus Length*; 3PMW: *Third Pereopod Merus Width*; 3PTL: *Third Pereopod Total Length*; PW: *Propodus Width*; RC: *Right anterolateral length of Carapax*; TPL: *Total length of swimming leg*; UPL: *Upper Paddle Length*; UPW: *Upper Paddle Width*.



**Gambar 2. Detil duri-duri dan dentisi (gigi-gigi) pada carapaks (a) dan kiri dan kanan cheliped (b) yang menyusun data mersitik**

Data yang diperoleh berupa 22 ukuran morfometrik, jumlah spinasi dan dentisi yang berasal dari *Scylla serrata* hasil tangkapan nelayan di perairan laut Utara Jawa Tengah dan perairan laut Selatan Jawa Tengah dianalisis dengan uji nilai "t" Pola hubungan antara lebar karapas internal (ICW, *internal carapace width*) dan panjang karapas internal (ICL, *internal carapace length*) antara kedua kelompok sampel *S. serrata* diuji dengan uji homogenitas dua koefisien regressi (Gomez dan Gomez, 1976).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data terhadap data morfometrik, kondisi duri dan gigi serta warna pada dua kelompok kepiting bakau *S.serrata*, adalah sebagai berikut:

1. Hasil uji nilai "t" terhadap data karakter morfometrik dan uji homogenitas hubungan antara ICL (panjang karapaks internal) dan ICW (lebar karapaks internal). Hasil uji homogenitas hubungan antara ICL (panjang karapaks internal) dan ICW (lebar karapaks internal) menunjukkan bahwa persamaan linier yang menggambarkan hubungan antara ICL (Panjang karapaks internal,  $X=$ *independent variable*) dan ICW (Lebar karapaks internal,  $Y=$ *dependent variable*) pada sampel kepiting bakau yang berasal dari Pekalongan adalah  $Y = 1,54 + 1,21 X$  ( $r= 0,85$ ) dan dari Cilacap adalah  $Y = -2,72 + 1,81 X$  ( $r=0,80$ ). Hasil uji homogenitas terhadap kedua persamaan tersebut ( $p>0,01$ ) ternyata kedua persamaan itu menunjukkan koefisien regressi yang tidak homogen. Hasil uji homogenitas ini menunjukkan bahwa pola pertumbuhan lebar karapaks internal pada kepiting bakau yang berasal dari laut Utara Jawa Tengah lebih cepat dibandingkan dengan yang berasal dari laut Selatan Jawa Tengah.

**Tabel 1. Hasil uji nilai "t" terhadap 22 karakter morfometrik**

No.	Karakter Morfometrik	Pekalongan	Cilacap	Hasil uji t
1.	ICL	8,06 ± 0,22	7,69 ± 0,56	t <sub>c</sub> = 1,19 <sup>ns</sup>
2.	ICW	11,84 ± 0,50	10,84 ± 0,79	t <sub>c</sub> = 2,17 <sup>ns</sup>
3.	FL	3,05 ± 0,23	2,90 ± 0,25	t <sub>c</sub> = 1,00 <sup>ns</sup>
4.	LC	4,73 ± ,38	4,33 ± 0,39	t <sub>c</sub> = 0,50 <sup>ns</sup>
5.	RC	4,47 ± 0,35	4,05 ± 0,42	t <sub>c</sub> = 1,68 <sup>ns</sup>
6.	AL	4,86 ± 0,41	4,40 ± 0,40	t <sub>c</sub> = 1,84 <sup>ns</sup>
7.	CL	2,55 ± 0,18	2,99 ± 0,21	t <sub>c</sub> = 3,38*
8.	CW	2,04 ± 0,20	2,18 ± 0,16	t <sub>c</sub> = 1,40 <sup>ns</sup>
9.	PL	6,91 ± 0,46	7,61 ± 0,72	t <sub>c</sub> = 1,79 <sup>ns</sup>
10.	PW	3,02 ± 0,32	3,19 ± 0,31	t <sub>c</sub> = 0,17 <sup>ns</sup>
11.	DL	3,26 ± 0,13	3,57 ± 0,48	t <sub>c</sub> = 0,97 <sup>ns</sup>
12.	DW	1,39 ± 0,23	1,40 ± 0,28	t <sub>c</sub> = 0,06 <sup>ns</sup>
13.	MW	2,04 ± 0,27	2,19 ± 0,16	t <sub>c</sub> = 1,15 <sup>ns</sup>
14.	ML	3,93 ± 0,24	4,13 ± 0,34	t <sub>c</sub> = 1,00 <sup>ns</sup>
15.	3PML	4,09 ± 0,34	4,72 ± 0,60	t <sub>c</sub> = 1,85 <sup>ns</sup>
16.	3PMW	1,20 ± 0,31	1,22 ± 0,06	t <sub>c</sub> = 0,20 <sup>ns</sup>
17.	3PTL	11,45 ± 0,62	12,20 ± 1,20	t <sub>c</sub> = 1,12 <sup>ns</sup>
18.	TPL	8,29 ± 0,84	8,10 ± 0,45	t <sub>c</sub> = 0,51 <sup>ns</sup>
19.	UPL	2,88 ± 0,13	2,84 ± 0,20	t <sub>c</sub> = 0,33 <sup>ns</sup>
20.	LPL	3,26 ± 0,40	3,67 ± 0,28	t <sub>c</sub> = 2,05 <sup>ns</sup>
21.	UPW	1,72 ± 0,09	1,71 ± 0,11	t <sub>c</sub> = 0,17 <sup>ns</sup>
22.	LPW	1,85 ± 0,07	1,72 ± 0,12	t <sub>c</sub> = 1,86 <sup>ns</sup>

## 2. Kondisi gigi, duri dan warna keping

**Tabel 2. Kondisi gigi, duri dan warna keping bakau**

No.	Item pengamatan	Pekalongan	Cilacap	Kondisi
1.	Gigi di bagian depan karapaks	Jumlah gigi 4, ukuran relatif sama, tumpul	Jumlah gigi 4, ukuran relatif sama, tumpul	Sama
2.	Gigi di bagian antero-lateral karapaks	Jumlah gigi 9, ukuran relatif sama, tajam	Jumlah gigi 9, ukuran relatif sama, tajam	Sama
3.	Duri pada <i>merus</i>	Jumlah duri besar 3, di bagian tengah dan 2 gigi kecil bagian posterior	Jumlah duri besar 3, di bagian tengah dan 2 gigi kecil bagian posterior	Sama
4.	Duri pada <i>carpus</i>	Jumlah duri 1, di bagian tengah dan 2 di bagian luar	Jumlah duri 1, di bagian tengah dan 2 di bagian luar	Sama
5.	Duri pada <i>propodus</i>	Jumlah duri 1, pada persendian carpus dan sepasang duri dorsal di atas pangkal dactylus.	Jumlah duri 1, pada persendian carpus dan sepasang duri dorsal di atas pangkal dactylus.	Sama
6.	Warna karapaks	Abu-abu muda	Abu-abu tua	Relatif sama
7.	Warna dactylus	Putih kemeraham pada ujungnya	Kecoklatan	Berbeda

Berdasarkan uji "t" terhadap 22 karakter morfometrik keping bakau yang berasal dari laut Utara dan Selatan Jawa Tengah tersebut pada Tabel 1. ternyata dapat diperoleh dua informasi penting. Pertama, kedua kelompok keping bakau yang berasal dari dua habitat itu memperlihatkan ukuran morfometrik yang relatif sama karena 21 dari 22 karakter atau 95, 45 % menunjukkan ukuran yang berbeda tidak nyata. Kedua, hanya ukuran CL (*carpus length*,



panjang carpus) atau sebesar 4,45% yang menunjukkan berbeda nyata atau panjang *carpus* keping bakau yang berasal dari perairan laut Utara Jawa Tengah lebih panjang dari pada keping bakau yang berasal dari laut Selatan Jawa Tengah.

Tingginya tingkat similaritas ukuran karakter morfologi antara kedua kelompok keping bakau dan perbedaan pola hubungan antara pertumbuhan ukuran panjang dan lebar karapaks itu menunjukkan adanya daya tarik tersendiri untuk melakukan penelitian yang berkaitan dengan similaritas ukuran karakter morfometrik dan sifat tumbuh *S.serrata* dari beragam perairan. Everton *et.al.* (1997) dengan menggunakan analisis *multivariate* terhadap sampel keping bakau *S. serrata* dari empat lokasi di Asia Tenggara menunjukkan adanya empat karakter morfometrik yang berbeda yaitu ICW (*Internal carapace width*), FL (*Frontal length*), RC (*Right anterolateral length of Carapax*), dan LC (*Left anterolateral length of Carapax*) atau sebesar 18,18 % atau yang sama sebesar 81,82%. Menurut Keenan *et. al.* (1998), tingginya tingkat similaritas atau kesamaan ukuran karakter morfometrik antara kedua kelompok *S. serrata* di kedua habitat itu diduga berkaitan dengan penyebaran dan kompetisi di habitatnya akibat dari mekanisme evolusi primer. Lebih lanjut dikemukakannya bahwa kompetisi antar individu keping bakau dalam populasinya sering menghasilkan spesialisasi terutama pada perubahan morfologi akibat dari adanya perubahan diet dan habitat, sedangkan speciasi melalui allopatry sering menghasilkan sedikit perubahan morfologi.

Status taksonomi *S. serrata* merupakan salah satu factor yang menentukan pengelolaan dan teknik pengembangan pembesaran *S.serrata* dalam budidaya kepinging. Banyak laporan menyatakan bahwa lebih dari satu varietas *S. serrata* pada populasi lokal. Sebagai contoh: Nelayan dan pedagang di Malaysia, Thailand, India, Filipina dan Australia mengenalkan *S. serrata* dengan warna dan ukuran tubuh yang berbeda-beda (Lee, 1992). Penggunaan nama-nama umum seperti kepinging hitam (*black crab*), kepinging berpunggung emas (*golden-backed crab*) dan kepinging hijau (*green crab*) menunjukkan bahwa adanya variasi pada morfologi *S. Serrata*.

Warna kepinging bakau, *Scylla serrata*., sangat bervariasi bergantung kepada hasil pengamatan penelitiannya. Menurut Macintosh *et. al.* (1979), warna *S. serrata* hijau keabu-abuan atau ungu-coklat. Stephenson dan Campbell (1960) menyatakan bahwa warna *S. serrata* adalah coklat abu-abu hingga coklat agak keungu-unguan. Warna itu hanya dapat digunakan untuk memisahkan *S. serrata* yang masih segar. Taksonomi *S. serrata* dapat membingungkan karena pengungkapan satu atau beberapa species *S. serrata* bergantung kepada penelitiannya. Overton *et. al.* (1997) melaporkan bahwa *S. serrata* menunjukkan fenotipe yang berbeda dan memberikan catatan bahwa beragamnya sebutan kepada *S. serrata* itu merupakan perbedaan berdasarkan warna. Oleh karena itu, penelitian tentang *S. serrata* perlu terus dilakukan, baik menggunakan deskripsi morfometrik fenotipe yang lebih rinci, maupun dengan elektroforesis allosim dan *sequencing* gen DNA mitokondria untuk beragam daerah penyebarannya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *S. serrata* yang hidup di laut Utara dan Selatan Jawa Tengah menunjukkan similaritas yang tinggi dengan perbedaan pada ukuran panjang *carpus* dan warna karapaks dan *dactylus*nya.

## DAFTAR PUSTAKA

Anetekhai, M.A., Owodeinde, F.G., and Ogbe, F.G., 1994. Meristic and Morphometric Features, Age and Growth Pattern in *Cardisoma armatum* (Herklots) from Lagos Lagoon, Nigeria. *Nig.J.Sei.*, 19 (1): 12 – 18.



- Arriola, F.J. 1940. A Preliminary Study on the Life History of *Scylla serrata* Forskal. Philippine Journal of Science, 73: 437 – 454.
- Chen, L.C. 1990. Aquaculture in Taiwan. Fishing News Books, Oxford.
- Estampador, E.P. 1949. Studies on *Scylla* (Crustacea: Portunidae), 1. Revision of the Genus . Philipp.J. Sci. 78: 95-109.
- FAO/SIDP Species Identifications Sheets. 2001. [http://www.oceansatlas.com/world\\_fisheries\\_and\\_aquaculture/html/resources/capture/mainspecs/default.htm](http://www.oceansatlas.com/world_fisheries_and_aquaculture/html/resources/capture/mainspecs/default.htm).
- Fushimi, H and S.Watanabe. 1999. Problems in Species Identification of The Mud Crabs Genus *Scylla* (Brachiura: Portunidae). UNJR Technical Report, 28: 9-13.
- Gomez, K.A. and A.A.Gomez. 1976. Statistical Procedures for Agricultural Research with Emphasis on Rice. The International Rice Research Institut. Los banos, Laguna. Philippines.
- Harvey, M. 1990. Mud Crab Culture in Thailand. INFOFISH int. FAO, Kuala Lumpur): 1990 (6): 55 - 57.
- Kathirval, M and Srinivasagam S. 1992. Taxonomy of the Mud Crab *Scylla serrata* (Forsk) from India. In: Angel CA (ed). The Mud Crab. Report on the Seminar on Mud Crab Culture and Trade Held at Surat Thani, Thailand, November 5-8, 1991. Bay of Bengal Programme, Madras, India, pp 127-132 (Rep.No.51)
- Keenan, C.P, P.J.F. Davie dan D.L.Mann. 1998. A Revision of The Genus *Scylla* de Haan, 1833 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Portunidae). Raffles Bulletin of Zoology 46: 217 – 245.
- Keenan, C.P. 1999. Aquaculture of the Mud Crab, genus *Scylla*-Past, Present and Future. In: Mud Crab Aquaculture and Biology (eds. C.P.Keenan and A. Blackshaw). ACIAR Proceeding 78: 9 – 13.
- Lee, C. 1992. A Brief Overview of the Ecology and Fisheries of the Mud Crab, *Scylla serrata* in Queensland. In: Angel CA (ed). The Mud Crab. Report on the Seminar on Mud Crab Culture and Trade Held at Surat Thani, Thailand, November 5-8, 1991. Bay of Bengal Programme, Madras, India, pp 65-70 (Rep.No.51)
- Macintosh, D.J., Thongkum C, Swamy K, Cheeswasedthum C, and Paphisit N. 1993. Broodstock Management and the Potential to Improve the Exploitation of Mangrove Crabs, *Scylla serrata* (Forsk) Through Pond Fattening in Ranong. Thailand. Aquacult. Fish Mgmt., 24: 261 – 269
- Macnae, W. 1968. General Account of the Fauna and Flora of Mangrova Swamps and Forests in the Indo-West-Pacific Region. Adv. Mar. Biol., 6: 74 – 270.
- Overton, J.L., D.J. Macintosh dan R.S.Thorpe. 1997. Multivariate Analysis of The Mud Crab *Scylla serrata* (Brachiura: Portunidae) from Four Locations in South East Asia. Marine Biology(1997), 128: 55-62.
- Stephenson, W. and B. Campbell. 1960. The Australian Portunids (Crustacea: Portunidae). IV. Remaining Genera. Aust J. Mar. Freshwat. Res. (11): 73 – 122.
- Sugama, K dan J.H. Hutapea. 1999. Genetic Characterization in the Mud Crab *Scylla* (Brachyura: Portunidae) . In: Mud Crab Aquaculture and Biology (eds C.P. Keenan and A. Blackshaw). ACIAR Proceeding 78: 43 – 47.
- Tan C.G.S, Ng P.K.L. 1994. An Anotated Checklist of Mangrove Brachiurans Crabs in Malaysia and Singapore. Hydrobiologia, 285: 75 – 84.
- Watanabe, S and R. Fuseya.1997. Notes on the Identification of the Species in genus *Scylla*. Cancer.(6):33-36.



## KERAGAMAN ZOOPLANKTON GUA ANJANI, DESA TLOGO GUO, PURWOREJO

**Ahmad Zulfikar Abdullah dan Tatag Bagus Putra Perkasa**

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta*

*E-mail : baby\_emo182@yahoo.co.id*

Pegunungan Sewu adalah nama untuk deretan pegunungan yang terbentang memanjang di sepanjang pantai selatan Daerah Istimewa Yogyakarta, Kabupaten Wonogiri (Jawa Tengah), sampai Kabupaten Tulungagung (Jawa Timur) di Pulau Jawa. Pegunungan ini memiliki bentang alam kawasan karst yang sangat unik. Hal tersebut dicirikan dengan adanya fenomena di permukaan (eksokarst) dan bawah permukaan (endokarst). Luas wilayahnya sangat sempit, tetapi berbagai macam bentang alam terdapat disana. Kawasan karst ini letaknya terisolir dari pantai dan dari kawasan karst manapun. Seharusnya, karst yang letaknya menjauhi pantai memiliki usia yang tua. Justru sebaliknya, Menoreh adalah kawasan karst dengan usia batuan muda. Penelitian bertempat di Gua Anjani, Desa Tlogoguo, Kecamatan Kaligesing, kabupaten Purworejo dilaksanakan selama bulan Maret 2010. Penelitian bertujuan mengetahui keragaman komunitas zooplankton yang mendiami gua tersebut. Pengambilan sampel dilakukan di tiap titik di masing-masing zona gua. Zooplankton yang ditemukan meliputi tiga kelas (Crustacea, Rotifera dan Ciliata) diantaranya adalah *Copepoda* sp., *Brachionus* sp., *Monostyla* sp., *Notholca* sp., *Paramecium* sp., dan *Asplanchna* sp. Plankton-plankton ini mendiami di tiap zona yang berbeda-beda dalam gua.

Kata kunci : karst, gua, zooplankton

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang mempunyai kawasan karst yang tersebar di hampir semua pulau-pulau besar dari Sumatra sampai Papua. Namun sampai saat ini keberadaan kawasan karst di Indonesia masih terpinggirkan terutama untuk kawasan konservasi, yang menonjol hanyalah potensi dari sisi ekonomi seperti penambangan batu kapur. Perhatian terhadap potensi kawasan karst dan guanya dari sisi non ekonomi mulai meningkat beberapa tahun terakhir, namun kemauan untuk perlindungan yang menyeluruh belum juga terwujud.

Ekosistem karst sampai saat ini belum banyak tersentuh, ekosistem ini menyimpan potensi keanekaragaman hayati yang sangat tinggi baik terestrial maupun akuatik baik di permukaan maupun di dalam gua. Beberapa penelitian di kawasan karst menunjukkan temuan yang cukup menarik dan mencengangkan dengan banyak ditemukannya jenis baru maupun catatan baru. Sampai saat ini gua-gua di Indonesia menduduki kekayaan keanekaragaman hayati yang tinggi di daerah tropis (Deharveng and Bedos 2000). Sementara data dari Jawa masih belum terdokumentasi dengan baik. Hal ini menjadi sebuah tantangan tersendiri mengingat laju kerusakan dan kehancuran ekosistem karst di Jawa menghadang terutama dengan aktivitas penambangan dan penurunan kualitas lingkungan baik di karst maupun di luar kawasan karst.

### *Lingkungan Gua*

Gua merupakan habitat yang sangat spesifik. Kondisi di dalam gua yang tidak pernah mendapat sinar matahari secara langsung menyebabkan suhu dan kelembapan yang relatif tetap sepanjang tahun. Oleh sebab itu biota gua menjadi sangat adaptif dan khas. Lingkungan gua lazim dibagi menjadi 4 zona yaitu mulut gua, zona peralihan (Zona remang-remang), zona gelap dan zona gelap abadi. Masing-masing mempunyai karakteristik lingkungan (abiotik) yang berbeda-beda begitu juga kehidupan faunanya (biotik) (Howarth 1983, Howarth and Stone 1990, Howarth 1991).



*Mulut gua* merupakan daerah yang menghubungkan luar gua dengan lingkungan gua dan masih mendapatkan cahaya matahari dan kondisi lingkungannya masih sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan luar gua. Temperatur dan kelembaban berfluktuasi tergantung kondisi luar gua. Mulut gua mempunyai komposisi fauna yang mirip dengan komposisi fauna di luar gua. Kondisi iklim mikro di mulut gua masih sangat dipengaruhi oleh perubahan kondisi di luar gua. Zona berikutnya adalah *zona peralihan* atau *zona remang-remang* yang dicirikan dengan kondisi yang sudah gelap namun masih dapat terlihat berkas cahaya yang memantul dinding gua yang tergantung tipe gua. Di zona peralihan kondisi lingkungan masih dipengaruhi oleh luar gua yaitu masih ditemukan aliran udara. Temperatur dan kelembaban masih dipengaruhi lingkungan luar gua. Komposisi fauna mulai berbeda baik jumlah jenis maupun individu. Kemelimpahan jenis dan individu lebih sedikit dibandingkan di daerah mulut gua. *Zona gelap* adalah daerah yang gelap total sepanjang masa, kondisi temperatur dan kelembaban mempunyai fluktuasi yang sangat kecil sekali. Jenis fauna yang ditemukan sudah sangat khas dan telah teradaptasi pada kondisi gelap total. Fauna yang ditemukan biasanya mempunyai jumlah individu yang kecil namun mempunyai jumlah jenis yang besar (Deharveng and Bedos 2000). Zona yang terakhir adalah *zona gelap total* dimana sama sekali tidak terdapat aliran udara kondisi temperatur dan kelembaban mempunyai fluktuasi yang sangat kecil. Biasanya mempunyai kandungan karbondioksida yang sangat tinggi. Zona ini biasanya terdapat pada sebuah ruangan yang lorongnya sempit dan berkelok-kelok.

### **Fauna Gua**

Gua sebagai lingkungan yang gelap dapat berperan sebagai perangkap fauna dari luar gua. Sehingga gua dapat memicu terjadinya proses evolusi fauna dari luar gua untuk dapat beradaptasi dan bertahan hidup di dalam gua. Bentuk adaptasi di dalam gua bermacam-macam baik secara morfologi, perilaku maupun fisiologi, sehingga fauna gua mempunyai bentuk bahkan perilaku yang berbeda dengan kerabatnya yang ada di luar gua. Adaptasi yang paling utama adalah mereduksinya organ penglihatan karena kondisi lingkungan gua yang gelap total. Karena tidak berfungsinya indra penglihatan menyebabkan perkembangan indra lain untuk menggantikan indra penglihatan. Di dalam kelompok Arthropoda, khususnya serangga indra penglihatan digantikan oleh indra peraba yaitu antena. Antena serangga gua dapat mencapai 10 kali panjang tubuhnya seperti pada jangkrik gua. Sedangkan kelompok Arthropoda yang tidak mempunyai antena seperti kelompok Arachnida (Laba-laba) mengalami adaptasi dengan berubah fungsinya kaki yang paling depan menjadi indra peraba yang berfungsi seperti antena contohnya pada kala cemeti (*Amblypygi*). Kondisi lingkungan gua yang terkadang minim bahan organik menyebabkan fauna gua mempunyai laju metabolisme yang lebih lambat (Cahyo Rahmadi 2007).

Lingkungan gua mempunyai kondisi iklim mikro yang relatif stabil baik temperatur, kelembaban, kandungan karbondioksida dan oksigen. Hal ini disebabkan kondisi lingkungan yang relatif stagnan karena minimnya aliran udara dalam gua. Kondisi ini mempengaruhi adaptasi fauna gua pada lingkungan yang relatif stabil sehingga mempunyai kisaran toleransi yang sempit. Sedikit perubahan dalam lingkungan gua akan berpengaruh sekali pada kehidupan fauna gua. Sehingga fauna yang telah teradaptasi pada lingkungan gua sangat rentan terhadap gangguan. Perubahan lingkungan yang drastis seperti tercemarnya perairan gua akan berpengaruh pada kehidupan fauna akuatik maupun terrestrial.

### **Zooplankton**

Salah satu organisme yang mendiami ekosistem akuatik gua adalah plankton. Plankton ini dimanfaatkan oleh hewan-hewan perairan gua (ikan) untuk dijadikan sebagai sumber



makanan. Data mengenai keanekaragaman plankton goa masih minim. Fitoplankton memegang peranan yang sangat penting dalam suatu perairan, fungsi ekologisnya sebagai produsen primer dan awal mata rantai dalam jaring makanan. Zooplankton merupakan konsumen pertama yang memanfaatkan produksi primer yang dihasilkan fitoplankton. Peranan zooplankton sebagai mata rantai antara produsen primer dengan karnivora besar dan kecil dapat mempengaruhi kompleksitas rantai makanan dalam ekosistem perairan. Plankton adalah mikroorganisme yang hidup melayang dalam air, dimana kemampuan renangannya terbatas, menyebabkan mikroorganisme tersebut mudah hanyut oleh gerakan atau arus air (Bougis, 1976). Plankton sebagai organisme yang tidak dapat menyebar melawan pergerakan massa air, yang meliputi fitoplankton (plankton nabati), zooplankton (plankton hewani) dan bakterioplankton (bakteri). Menurut Nybakken (1992), plankton adalah kelompok-kelompok organisme yang hanyut bebas dalam laut dan daya renangannya sangat lemah. Kemampuan berenang organisme-organisme planktonik demikian lemah sehingga mereka sama sekali dikuasai oleh gerakan air, hal ini berbeda dengan hewan laut lainnya yang memiliki gerakan dan daya renang yang cukup kuat untuk melawan arus laut.

Menurut ukurannya, plankton dibagi ke dalam beberapa kelompok, yaitu makroplankton (lebih besar dari 1 mm), mikroplankton (0,06 mm – 1 mm) dan nanoplankton (kurang dari 0,06 mm) meliputi berbagai jenis fitoplankton. Diperkirakan 70 % dari semua fitoplankton di laut terdiri dari nanoplankton dan inilah yang memungkinkan terdapatnya zooplankton sebagai konsumen primer (Sachlan, 1972). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mempelajari jenis-jenis zooplankton yang terdapat di perairan Gua Anjani.

### METODE

- a. Lokasi dan Waktu Pengambilan sampel dilakukan di Gua Anjani, Dusun Pager Tengah, Desa Tlogoguo, Kecamatan Kaligesing, Purworejo selama bulan Maret 2010.
- b. Pengumpulan Spesimen Pengumpulan spesimen diambil dari masing-masing zona gua (3 zona) dengan 3 titik pengambilan dan tiap titik dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Faktor fisik yang dihitung meliputi suhu, pH, kelembapan dan intensitas cahaya.
- c. Analisis Data Identifikasi jenis zooplankton menggunakan buku *Planktonologi* terbitan Lembaga Oceanologi Indonesia karangan M. Sachlan (1978) dan dideskripsikan secara langsung.

### HASIL & PEMBAHASAN

Penelitian ini mengambil sampel secara langsung di lapangan pada masing-masing zona gua. Berikut ini disajikan data parameter fisik pada masing-masing zona.

**Tabel 1. Data pengukuran parameter fisik**

Stasiun	Titik	Parameter			
		Turbiditas (mg/l)	Intensitas cahaya (candela)	Suhu ( °C )	pH
Zona 1	1	2	0,53	22,3	7,7
	2	2	0,49	22,4	7,8
	3	2	0,41	22,3	7,7
Zona 2	1	3	0	22,3	8
	2	1	0	22,3	7,6
	3	2	0	22,4	7,6
Zona 3	1	3	0	22,4	7,3
	2	3	0	22,4	7
	3	3	0	22,4	6,5





### **1. Turbiditas (tingkat kekeruhan)**

Kekeruhan adalah suatu ukuran biasan cahaya di dalam air yang disebabkan oleh adanya partikel koloid dan suspensi yang terkandung dalam air (Wardoyo, 1974). Selanjutnya dikatakan bahwa warna air umumnya disebabkan oleh senyawa-senyawa organisme nabati seperti tanin, asam humus, gambut, plankton dan tanaman air. Kekeruhan air umumnya memiliki sifat-sifat yang berlawanan dengan kecerahan air. Kekeruhan merupakan sifat optik dari suatu larutan yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya dan tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua zat suspensi karena bergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir (Alaerts dan Santika, 1987).

Boyd (1979) menyatakan kekeruhan dapat disebabkan oleh suspensi partikel, yang secara langsung dan tidak langsung akan mempengaruhi organisme perairan. Kekeruhan yang tinggi mengakibatkan pertumbuhan organisme yang menyesuaikan diri pada air yang jernih menjadi terhambat dan dapat pula menyebabkan kematian karena mengganggu pernafasan (Michael, 1994). Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi misalnya pernafasan dan daya lihat organisme akuatik termasuk zooplankton, sehingga dapat mempengaruhi perkembangbiakan plankton larva dan dapat mengakibatkan kematian (Effendi, 1997). Menurut Baka (1996) bahwa kekeruhan perairan yang kurang dari 5 NTU tergolong perairan yang jernih.

Turbiditas yang didapat dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa kekeruhan perairan Gua Anjani relatif jernih. Zona terkeruh berada di zona ke 33 yaitu zona gelap total. Hal ini dikarenakan banyaknya kelelawar yang menghuni daerah ini. Kelelawar ini secara terus menerus menghasilkan kotoran yang disebut guano dan menyebabkan perairan di zona ini menjadi keruh.

### **2. Intensitas Cahaya**

Intensitas cahaya di dalam lingkungan gua merupakan salah satu faktor pembatas organisme yang hidup di dalamnya. Pada tabel 1 hampir di semua zona tidak terdapat cahaya yang masuk kecuali pada zona 1 yaitu zona remang meskipun dengan nilai yang sangat kecil berkisar antara 0,41-1,53 foot candle.

### **3. Suhu**

Hasil pengukuran suhu di semua zona menunjukkan bahwa suhu di dalam gua relatif stabil. Menurut Asmawi (1986:34), kisaran suhu yang baik bagi kehidupan organisme perairan berkisar antara 18<sup>o</sup>C-30<sup>o</sup>C. Menurut Hutabarat dan Evans (1988), suhu adalah salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di lautan, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangbiakan organisme tersebut. Selanjutnya Odum (1971) menyatakan bahwa suhu air mempunyai peranan penting dalam kecepatan laju metabolisme dan respirasi biota air, sehingga kebutuhan akan oksigen terlarut juga meningkat. Menurut Wardoyo (1974), makin tinggi suhu, kadar garam dan tekanan parsial gas-gas yang terlarut dalam air maka kelarutan oksigen dalam air berkurang.

Pengaruh suhu pada plankton larva tidak seragam di seluruh perairan dan terhadap masing-masing kelompok atau populasi. Pada telur yang sedang berkembang dan larva dari hewan laut, toleransi terhadap suhu air cenderung bertambah ketika mereka menjadi lebih tua. Dalam perubahan suhu tersebut, pertumbuhan larva dipercepat oleh suhu yang lebih tinggi.

### **4. pH**

Nilai pH merupakan hasil pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam larutan dan menunjukkan keseimbangan antara asam dan basa air. Adanya karbonat, hidroksida dan



bikarbonat akan meningkatkan keasaman (Saeni, 1989). Boyd dan Linchtkopler (1979) menyatakan bahwa pH air sangat dipengaruhi oleh karbondioksida sebagai substansi asam. Fitoplankton dan vegetasi air lainnya mengurangi konsentrasi karbondioksida dalam air selama proses fotosintesis sehingga pH air akan turun pada malam hari. Nilai pH suatu perairan adalah salah satu parameter yang cukup penting dalam memantau kualitas air. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktifitas biologis misalnya fotosintesis dan respirasi organisme (Pescod, 1973).

Nilai pH pada Gua Anjani zona 1 berkisar antara 7,7-7,8; zona 2 berkisar antara 7,6-8; dan zona 3 berkisar antara 6,5-7,3. Menurut Culver (1982), kisaran pH pada perairan karst yang memiliki arus tinggi berkisar antara 7,0-7,7. Sedangkan pada perairan karst yang memiliki kecepatan arus yang rendah, pH berkisar pada 7,4-8,5. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme air pada umumnya antara 7-8,5. Jadi nilai pH yang terdapat di masing-masing zona Gua Anjani masih dalam kisaran normal untuk kehidupan plankton.

Beberapa kondisi klimatik diatas banyak berpengaruh terhadap sebaran zooplankton yang ada di perairan Gua Anjani. Berikut daftar zooplankton yang ditemukan di ketiga zona Gua Anjani.

**Tabel 2. Zooplankton Gua Anjani**

Zooplankton	Zona		
	1	2	3
Kelas Crustacea			
<i>Diaptomus gracillis</i> (nauplius)	-	✓	✓
<i>Cyclops fuscus</i>	-	✓	✓
<i>Cyclops strenuous</i> (nauplius)	-	✓	-
<i>Diaptomus</i> sp. (kopepoda)	-	✓	✓
Kelas Rotifera			
<i>Keratella cochlearis</i>	✓	✓	-
<i>Asplanchna</i> sp.	✓	-	-
<i>Notholca</i> sp.	✓	✓	-
Kelas Ciliata			
<i>Paramecium</i> sp.	✓	-	-

**1. Kelas Krustasea**

Krustasea merupakan satu-satunya kelas dari filum arthropoda yang dapat hidup sebagai plankton. Jenis ini merupakan zooplankton yang penting bagi predatornya baik di air tawar maupun di laut. Dari kelas ini yang paling banyak ditemukan ialah jenis kopepoda. Kopepoda merupakan kelompok entomostracan dengan jumlah spesies terbesar, yaitu sekitar 8.400 spesies, sebagian besar hidup bebas dan sekitar 25% nya sebagian ektoparasit. Kebanyakan kopepoda terdapat di laut dan sebagian lagi di air tawar, baik sebagai plankton maupun fauna interstisial. Beberapa spesies hidup dalam hamparan lumut dan humus. Umumnya berukuran kurang dari 2 mm. Bentuk tubuh kopepoda biasanya silindris dan pendek. Tubuh terdiri atas kepala yang agak membulat, 7 ruas thorax dan 3 sampai 5 abdomen. Bagian posterior kepala tumbuh menyatu dengan satu atau dua ruas thorax menjadi cephalothorax (yang tertutup karapak). Ruas thorax keempat dan kelima atau kelima atau keenam acap kali tumbuh menyatu dengan ruas abdomen pertama. Di ujung abdomen terdapat sepasang caudal rami dengan setae diujung masing-masing. Kopepoda hidup bebas dan berperan penting dalam rantai makanan sebagai penghubung antara bakteri, ganggang



dan protozoa disatu pihak dengan predator (termasuk ikan) di pihak lain. Jenis yang ditemukan dalam penelitian ini meliputi *Cyclops fuscus*, *Diaptomus* sp. Dua spesies merupakan nauplius dari *Diaptomus gracillis* dan *Cyclops strenuus*. Dari keempat jenis yang ditemukan hampir semuanya mendiami zona 2 dan zona 3. Hal ini dimungkinkan karena krustasea yang mempunyai alat gerak lengkap sehingga bisa mencapai zona remang-remang bahkan zona gelap.

## 2. Kelas Rotifer

Merupakan zoo-plankton sejati dalam perairan air tawar dimana terdapat banyak nanno-plankton atau dedritus seperti di danau, rawa, kolam dan waduk. Bergerak dengan bantuan cilia yang terletak di anterior di sekitar mulutnya. Cilia ini juga berfungsi menggerakkan nanno-phyto-plankton ke arah mulutnya. Dahulu merupakan satu filum dengan cacing. Hanya saja yang membedakan ialah cilia yang terdapat di sekitar mulutnya. Saat ini merupakan filum terpisah dan cilia di sekitar mulutnya merupakan kunci determinasi plankton ini. Untuk mengenal rotifer lebih jauh lagi maka yang harus diperhatikan ialah bentuk –bentuk alat pengunyah. Bagian tubuhnya yang satu ini juga sering digunakan untuk mendeterminasi kelas ini.

Jenis yang ditemukan dari kelas ini antara lain *Asplanchna* sp., *Notholca* sp., dan *Keratella cochlearis*. Ketiga jenis ini dapat dijumpai di zona 1. Jika dilihat dari alat gerak yang dimiliki ketiganya, besar kemungkinan jenis ini terbawa oleh arus air yang bergerak ke luar gua. Di zona 3 tidak ditemukan sama sekali plankton dari kelas rotifer.

## 3. Kelas Ciliata

Ciliata sebagian besar hidup bebas di air tawar dan hanya sebagian kecil di laut. Ciliata bukan merupakan zooplankton sejati di air tawar meskipun banyak yang hidup diantara Periphyton dan di dasar perairan tawar sebagai benthos dimana terdapat banyak dedritus yang sedang membusuk. Banyak diantara Ciliata yang hidupnya tergantung dari bangkai udang-udang kecil. Ciliata ini tinggal di dinding udang tersebut yang terbuat dari kitin dan sulit dihancurkan. Jenis dari kelas ini juga dapat digunakan sebagai indikator perairan yang tercemar oleh pembusukan bahan organik (*Paramaecium caudatum* dan *Vorticella microstoma*). Sistematik Ciliata didasarkan pada letak alat gerak yang berupa cilia : holocilia (terdapat di seluruh tubuh) dan pericilia (terdapat hanya di salah satu sisi tubuh).

Genus *Paramaecium* merupakan jenis yang paling banyak diteliti. Hal ini dikarenakan manusia sudah mulai bisa memanfaatkan jenis ini. Selain mudah untuk penelitian dasar genetika, jenis ini juga banyak dipelihara untuk bahan makanan hewan peliharaan sejenis ikan. Membudidayakannya pun tidak sulit. Cukup dengan merendam jerami dengan air selokan maka akan banyak bermunculan jenis ini.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Beberapa jenis zooplankton yang dapat ditemukan di perairan gua Anjani terdiri dari 3 kelas (Krustasea, Rotifera, dan ciliata). Jenis-jenis tersebut antara lain : *Cyclops fuscus*, *Diaptomus* sp., *Diaptomus gracillis* (nauplius), *Cyclops strenuus* (nauplius), *Asplanchna* sp., *Notholca* sp., *Keratella cochlearis*, dan *Paramaecium* sp.

### 2. Saran

Indonesia merupakan wilayah yang sebagian besar berupa perairan baik perairan tawar maupun laut (marine). Penelitian mendalam tentang keanekaragaman perairan tersebut sangat penting dalam rangka konservasi sumber daya perairan di Indonesia.



Gambar 2. Pengambilan data di mulut gua



Gambar 3. Pengambilan data di dalam gua



Gambar 4. Salah satu lorong gua



Gambar 5. *Notholca* sp.



Gambar 6. *Asplanchna* sp.



Gambar 7. *Diaptomus gracillis* (nauplius)



Gambar 8. *Cyclops fuscus*



Gambar 9. *Cyclops strenuus* (nauplius)



Gambar 10. *Keratella cochlearis*



Gambar 11. *Diaptomus*



## DAFTAR PUSTAKA

- Asmara, A. 2005. *Hubungan Struktur Komunitas Plankton dengan Kondisi Fisika-Kimia Perairan Pulau Pramuka dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu*. Bogor : Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Handayani, S., M.P. Patria. 2005. *Komunitas Zooplankton di Perairan Waduk Krenceng, Cilegon, Banten*. Makara, Sains, vol. 9. No. 2. Nopember 2005: 75-80
- Hutabarat, S.,S.M. Evans. 1986. *Kunci Identifikasi Zooplankton*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Rahmadi, C.,Y.R. Suhardjono. 2007. *Arthropoda Gua di Nusakambangan, Cilacap, Jawa Tengah*. Zoo Indonesia Vol. 16(1):21 – 29
- Rahmadi, C. 2001. *Ekosistem karst dan Gua*. KAPEDAL Wonosari : Gunung Kidul.
- Sachlan, M. 1978. *Planktonologi*. Jakarta : Lembaga Oceanologi Indonesia
- Sulawesty, F. 2005. *Komunitas Zooplankton Situ Cibuntu*. Limnotek 2005 Vol. XII



# KAJIAN DAMPAK PENCEMARAN TERHADAP STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS DAN STABILITAS EKOSISTEM DI MUARA SUNGAI BABON SEMARANG

**Muh. Yusuf**

*Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang*

*E-mail : muh\_yusuf\_undip@yahoo.co.id*

Muara sungai Babon saat ini sedang mengalami tekanan yang serius dari berbagai kegiatan industri yang ada di sekitar sungai. Dampak nyata yang dapat cermati adalah terjadinya pencemaran yang berakibat terhadap menurunnya kualitas air yang sangat membahayakan, terutama bagi kehidupan organisme makrobenthos. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui dan mengkaji: (1) kualitas perairan; (2) struktur komunitas organisme makrobenthos; dan (3) stabilitas ekosistem di muara sungai Babon. Metode penelitian yang digunakan Studi Kasus. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali ulangan, dengan interval 14-15 hari. Penelitian dilaksanakan mulai April-November 2005, di muara sungai Babon, Kecamatan Genuk, Kota Semarang. Berdasarkan hasil pengukuran parameter fisik-kimiawi air menunjukkan bahwa beberapa parameter seperti total padatan tersuspensi (TSS), oksigen terlarut, BOD<sub>5</sub>, COD, deterjen, logam berat Cr<sup>6+</sup> dan Cd telah melampaui Baku Mutu Air Laut yang diinginkan. Berdasarkan hasil sampling selama penelitian, 24 genus makrobenthos diketemukan. Dari jumlah ini, kelas Gastropoda terdapat 9 genera; kelas Bivalvia terdapat 9 genera; kelas Polychaeta terdapat 5 genera; kelas Crustacea terdapat 1 genus; dan kelas Schaphoda terdapat 1 genus. Nilai indeks keanekaragaman jenis (H') berkisar dari rendah sampai sedang (0,36-2,27), sedangkan nilai indeks keseragaman jenis (E) berkisar dari rendah sampai tinggi (0,33-0,96). Hasil uji kesesuaian model menunjukkan bahwa kondisi ekosistem yang tampak membaik ke arah yang stabil dari waktu ke waktu adalah stasiun II dan V, ditunjukkan oleh perubahan model dari Motomura ke Preston, sedangkan kondisi lingkungan yang tampak semakin memburuk ke arah yang tidak stabil adalah stasiun IV dan VI, ditunjukkan oleh perubahan model dari Preston ke Motomura. Kondisi lingkungan yang tampak selalu buruk dari waktu ke waktu adalah stasiun I, sedangkan yang selalu tampak baik adalah stasiun III.

Kata Kunci : sungai Babon, kualitas perairan, makrozoobenthos

## PENDAHULUAN

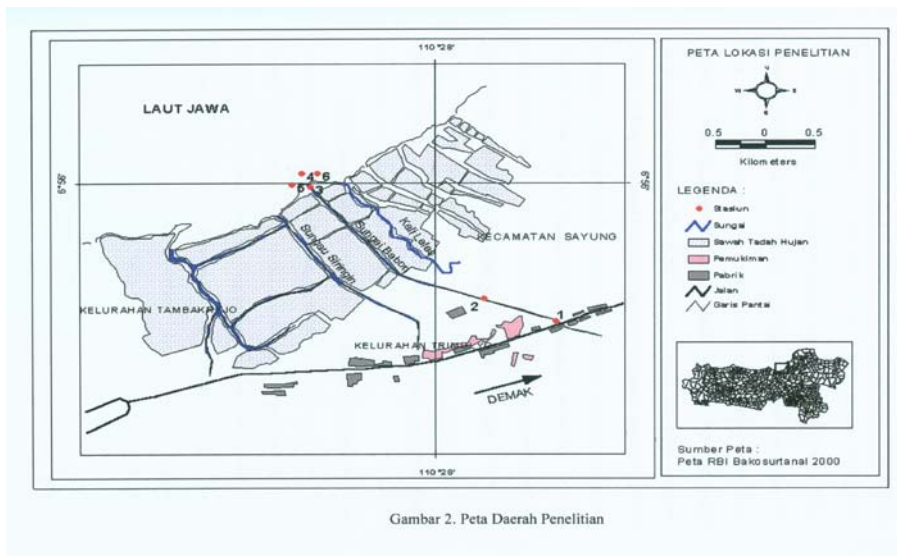
Perairan muara sungai Babon terletak di wilayah Kelurahan Trimulyo, Kecamatan Genuk, Semarang. Perairan ini secara nyata telah menerima limbah yang berasal dari kegiatan industri yang berada di sekitar muara sungai Babon, dan limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga (domestik). Limbah yang berasal dari kegiatan industri secara fisik selain mengeluarkan bau yang tidak sedap juga menyebabkan air sungai menjadi berubah warna kemerahan atau kehitam-hitaman, dan mengandung bahan beracun seperti deterjen, amonia dan logam berat. Limbah kegiatan domestik dapat meningkatkan kandungan bahan organik, lemak-minyak di dalam perairan serta bahan non organik yang sulit terdegradasi seperti sampah plastik.

Menurunnya kualitas air dan berubahnya sifat-sifat fisika-kimia akibat pencemaran yang terjadi akan membahayakan bagi kehidupan organisme perairan terutama makrozoobenthos, karena sifat hidupnya yang relatif menetap di dasar perairan. Perubahan terhadap struktur komunitas organisme perairan akibat pencemaran berdampak pula terhadap stabilitas ekosistem dimana organisme perairan itu tinggal. Menurut Hawkes (1978), komunitas benthos dipengaruhi oleh 14 faktor fisika-kimia perairan, 8 diantaranya termasuk penentu kriteria kualitas perairan yaitu kesadahan, pH, bahan beracun, oksigen terlarut, suhu, kekeruhan, nutrien dan padatan tersuspensi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak pencemaran perairan terhadap: (1) kualitas perairan; (2) struktur komunitas organisme makrobenthos (kelimpahan individu, indeks keanekaragaman jenis H', keseragaman jenis E), dan (3) stabilitas komunitas/ekosistem.

## BAHAN DAN METODA

Penelitian ini mengambil lokasi di muara sungai Babon, dan secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kelurahan Trimulyo, Kecamatan Genuk, Pemerintah Kota Semarang, Propinsi Jawa Tengah. Penelitian ini telah dilaksanakan selama lebih kurang 8 (delapan) bulan, dengan lama waktu sampling di lapangan 1 bulan, terhitung mulai bulan April – Nopember 2005. Adapun jumlah stasiun penelitian sebanyak 6 buah. Sampling dilakukan sebanyak 3 kali, interval antar sampling 14-15 hari. Lokasi stasiun penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 2. Peta Daerah Penelitian

### Gambar 1. Lokasi Stasiun Penelitian di Muara Sungai Babon, Kel. Trimulyo, Kecamatan Genuk,

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa: sampel air, sampel makrozoobentos, dan substrat (sedimen) dasar perairan yang diambil dari sejumlah stasiun penelitian. Sampel air diambil secara langsung pada lapisan permukaan (kedalaman air < 1 m) dengan menggunakan botol-botol sampel. Organisme benthos dan sedimen diambil dengan alat *Van Veen Grab* ukuran 15 x 15 cm. Sampel organisme makrobentos yang terambil, dipisahkan dari lumpur (sedimen) dengan menggunakan saringan berdiameter 1,0 mm. Sampel benthos selanjutnya diawetkan dengan larutan formalin 4 %, dan diberi pewarna *rosebengale*. Selanjutnya dilakukan identifikasi di bawah mikroskop binokuler dengan menggunakan beberapa buku petunjuk identifikasi dari Dharma (1988), Gosner (1971), (Hutchings (1974).

Pengukuran terhadap parameter fisika-kimia perairan, metode pengukuran dan metode analisisnya menggunakan Standar Laboratorium (Nasional) seperti ketentuan yang telah direkomendasikan oleh Departemen/Balai Laboratorium yang bersangkutan.

Sampling organisme makrobentos yang telah terambil, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai indeks keanekaragaman jenis ( $H'$ ) dan keseragaman jenis ( $E$ ) dengan menggunakan acuan dari Odum (1971).

Perubahan stabilitas ekosistem perairan akibat pengaruh pencemaran dianalisis dengan menggunakan model distribusi kelimpahan individu spesies (Amanieu, 1981; Giller 1984). Model distribusi tersebut memperlihatkan suatu mekanisme pembagian sumberdaya di dalam komunitas (Dennis dan Patil, 1977 dalam Yusuf, 1994). Model ini juga dapat dipakai untuk menggambarkan kondisi stabilitas komunitas atau ekosistem, dilihat dari aspek biologis. Model yang dipakai dalam pendekatan ekologi kuantitatif tersebut adalah : model Log Linier (*Motomura*); model Log Normal (*Preston*); dan model Brocken Stick (*Mac. Arthur*).



Model *log linier* (Motomura) menggambarkan keadaan ekosistem dimana organisasi komunitasnya bersifat kompetitif dan mengalami gangguan, produktivitas rendah, pembagian sumberdaya dalam komunitas tidak merata (Southwood, 1978), terdapat dominasi oleh suatu spesies tertentu (Poole, 1974), lingkungannya sangat terganggu (Dennis dan Patil, 1977) atau dalam tingkat suksesi awal (Giller, 1984).

Model *log normal* (Preston) menggambarkan organisasi komunitas yang layak (Southwood, 1978), pembagian relung mantap atau merata, lingkungannya seimbang atau stabil, sehingga mencirikan suatu komunitas yang seimbang (*equilibrium*). Model *Brocken Stick* menggambarkan organisasi komunitas yang lebih merata dibandingkan Log Normal, dimana pembagian relung mengacak tanpa tumpang tindih (Southwood, 1978; Giller, 1984), lingkungannya sangat seimbang (stabil) dan produktif.

Model yang sesuai untuk tiap lokasi (stasiun) ditentukan dengan Uji Kesesuaian Model dari Distance Matusita (DM), dimana model yang sesuai ditentukan oleh nilai DM yang terkecil (Sukimin, 1984 dalam Yusuf, 1994).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Penilaian Kualitas Perairan Berdasarkan Baku Mutu Air Laut*

Nilai rata-rata pengukuran kualitas perairan (fisika dan kimia) disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 dapat diterangkan bahwa beberapa parameter telah melebihi baku mutu air laut yang ditetapkan, yaitu : total padatan tersuspensi (TSS), oksigen terlarut, BOD<sub>5</sub>, COD, amonia, deterjen, dan logam berat Cr<sup>6+</sup> dan Cd.

Tingginya nilai TSS di stasiun I dan II yang telah melampaui baku mutu diduga karena di stasiun tersebut letaknya sangat dekat dengan sumber pencemar yang membuang limbah ke sungai Babon, diantaranya pabrik bumbu masak, cold storage, penyamakan kulit, dan garment. Rendahnya kandungan oksigen terlarut di daerah penelitian terutama di stasiun I dan II, tingginya nilai BOD<sub>5</sub>, COD, amonia, deterjen dan logam berat Cr<sup>6+</sup>, Cd di hampir semua stasiun penelitian yang telah melebihi baku mutu air laut (Tabel 1) menunjukkan bahwa pencemaran yang terjadi di daerah penelitian sudah cukup tinggi. Diduga pencemaran yang terjadi ini lebih disebabkan oleh keberadaan industri yang berada di sekitar muara Babon yang masih membuang limbah dari kegiatan operasinya ke sungai tersebut. Warna air yang kemerahan, kehitam-hitaman dan bau air yang cukup menyengat menusuk hidung yang dijumpai pada saat sampling ke lapang dan informasi yang diperoleh dari beberapa orang pembudidaya ikan (tambak) memperkuat dugaan hal tersebut.

### *Struktur Komunitas Makrozoobenthos*

#### *a. Keanekaragaman Jenis (H'), Keseragaman Jenis (E).*

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ditemukan 25 genus organisme makrobenthos, meliputi kelas Gastropoda (9 genus), kelas Bivalvia (9 genus), kelas Polychaeta (5 genus), kelas Crustacea (1 genus), dan kelas Schapoda 1 genus. Dari jumlah ini, kelas Polychaeta memiliki kelimpahan individu yang terbanyak terutama dari genus *Capitella sp* dan *Nerreis sp* (Lampiran 1). Indeks H' rata-rata di setiap stasiun penelitian berkisar antara 0,36 - 2,27 (Tabel 2). Kisaran nilai indeks H' di daerah penelitian ini masih tergolong *rendah* sampai dengan *sedang* (di bawah 2,0 dan diantara 2,0 - 2,5). Stasiun penelitian yang memiliki indeks H' di atas 2,0 hanya ditemukan di stasiun VI, sedangkan di stasiun yang lainnya di bawah 2,0; dan bahkan di stasiun II indeks H' sebesar 0,36 serta di stasiun I adalah 0 (tidak bisa dihitung).



**Tabel 1. Nilai Rata-rata Kualitas Air yang Terukur Di Daerah Penelitian, Muara Sungai Babon.**

Parameter	Satuan	Stasiun Penelitian						Baku Mutu Air Laut *
		I	II	III	IV	V	VI	
<b>Fisika :</b>								
Suhu	°C	29,83	29,5	29,83	28,5	27,5	28,5	alami
Kedlman	m	1,22	0,9	0,47	0,69	0,44	0,69	-
Kecrhan	m	0,40	0,35	0,31	0,25	0,24	0,37	> 5
Kekrhan	NTU	1,14	1,37	1,41	1,49	1,92	1,88	< 5
K. Arus	m/d	0,07	0,11	0,12	0,12	0,05	0,08	-
TSS	mg/l	33	26,33	14,33	12	14	16,33	< 25
<b>Kimia :</b>								
Sal	‰	18,67	24,33	30,83	32,33	32,83	32,83	alami
pH	-	8,40	8,37	8,07	7,97	8,07	8,17	6,5- 8,5
DO	mg/l	2,40	2,1	2,63	3,0	2,80	3,20	> 6
BOD5	mg/l	40,46	30,26	53,18	30,78	40,46	35,94	< 25
COD	mg/l	169,7	126,8	276,3	147,9	195,7	181,8	< 40
NO3	mg/l	0,22	0,23	0,5	0,26	0,51	0,27	-
NH3	mg/l	0,46	0,27	0,19	0,19	0,23	0,24	< 0,3
PO4	mg/l	2,13	2,78	3,59	1,39	1,81	1,48	-
SO4	mg/l	0,016	0,01	0,009	0,007	0,007	0,035	-
Deterjen	mg/l	0,213	0,146	0,204	0,253	0,263	0,260	nihil
<b>Logam :</b>								
Cr <sup>6+</sup>	mg/l	,0001	,0003	,0004	,0002	,0001	,0002	,00004
Cd	mg/l	,003	,002	,007	,005	,003	,001	,0002

Keterangan: \*) Berdasarkan Baku Mutu Air Laut (yang diinginkan) untuk Kehidupan Biota Laut (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No: 02/MEN.KLH/I/1988).

Rendahnya nilai indeks H' tersebut, menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di daerah penelitian dianggap kurang/tidak mampu mendukung bagi berlangsungnya kehidupan organisme perairan secara baik. Di stasiun I dan II nilai indeks H' jauh berada di bawah 2,0, dan hal ini didukung oleh kondisi kualitas air di ke dua stasiun tersebut yang tergolong sangat buruk. Jika dikaitkan dengan parameter kualitas air yang secara langsung berpengaruh terhadap kehidupan organisme makrobenthos seperti total padatan tersuspensi dan kandungan amonia di ke dua stasiun tersebut, ternyata nilai yang terukur lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya (Tabel 1).

Nilai indeks keseragaman (E) rata-rata di setiap stasiun penelitian berkisar antara 0,33 – 0,96. Nilai indeks E pada masing-masing stasiun penelitian umumnya relatif tinggi mendekati 1,0 kecuali di stasiun I dan II nilainya ekstrim rendah. Nilai keseragaman jenis (E) mendekati yang tinggi (mendekati 1,0) menunjukkan bahwa kelimpahan individu antar spesies pada masing-masing stasiun penelitian cenderung merata, kompetisi antar jenis relatif kecil, dan produktivitas biologis relatif tinggi. Rendahnya nilai indeks H' tersebut, menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di daerah penelitian dianggap kurang/tidak mampu mendukung bagi berlangsungnya kehidupan organisme perairan secara baik. Di stasiun I dan II nilai indeks H' jauh berada di bawah 2,0, dan hal ini didukung oleh kondisi kualitas air di ke dua stasiun tersebut yang tergolong sangat buruk. Jika dikaitkan dengan parameter kualitas air yang secara langsung berpengaruh terhadap kehidupan organisme makrobenthos seperti total padatan tersuspensi dan kandungan amonia di ke dua stasiun tersebut, ternyata nilai yang terukur lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya (Tabel 1).



**Tabel 2. Jumlah Jenis (S), Nilai Indeks Keanekaragaman Jenis (H'), dan Nilai Keseragaman Jenis (E)**

Stasiun Penelitian	Parameter	Waktu Pengamatan (Sampling)			
		I	II	III	Rata-rata
I	S	1,00	0	0	0,33
	H'	0	0	0	0
	E	0	0	0	0
II	S	0	0	3	1,0
	H'	0	0	1,09	0,36
	E	0	0	0,99	0,33
III	S	2	3	6	3,67
	H'	0,63	1,07	1,73	1,14
	E	0,91	0,98	0,96	0,95
IV	S	5	6	9	6,67
	H'	1,55	1,69	2,09	1,78
	E	0,96	0,94	0,95	0,95
V	S	8	6	9	7,67
	H'	1,98	1,71	2,13	1,94
	E	0,95	0,95	0,97	0,96
VI	S	9	12	11	10,67
	H'	2,13	2,38	2,30	2,27
	E	0,12	0,09	0,10	0,10

Nilai indeks keseragaman (E) rata-rata di setiap stasiun penelitian berkisar antara 0,33 – 0,96. Nilai indeks E pada masing-masing stasiun penelitian umumnya relatif tinggi mendekati 1,0 kecuali di stasiun I dan II nilainya ekstrim rendah. Nilai keseragaman jenis (E) mendekati yang tinggi (mendekati 1,0) menunjukkan bahwa kelimpahan individu antar spesies pada masing-masing stasiun penelitian cenderung merata, kompetisi antar jenis relatif kecil, dan produktivitas biologis relatif tinggi.

*b. Stabilitas Ekosistem*

Berdasarkan hasil uji kesesuaian model (Tabel 3), ternyata terdapat perbedaan model antara stasiun satu dengan lainnya dari waktu ke waktu. Stasiun I dan II dari waktu ke waktu modelnya sama, tidak mengalami perubahan yaitu Motomura. Kondisi ini menunjukkan bahwa di stasiun I dan II lingkungannya tidak stabil (tidak seimbang). Kondisi stabilitas ekosistem di stasiun III ternyata memiliki karakteristik yang khas atau unik dibandingkan dengan stasiun penelitian yang lainnya. Dari waktu ke waktu model yang didapat tetap Preston. Kondisi ini menunjukkan bahwa dari waktu ke waktu kondisi lingkungan di stasiun III selalu stabil (seimbang). Kondisi lingkungan di stasiun IV dan VI hampir sama yakni semula (sampling ke 1) model yang sesuai adalah Preston namun kemudian pada sampling ke 3 berubah menjadi model Motomura. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di ke dua stasiun tersebut tidak stabil, mengalami tekanan ekologi, terjadi kompetisi yang kuat antar spesies yang ada dan adanya dominasi jenis benthos tertentu.

Kondisi lingkungan di stasiun V mengalami perbaikan ke arah yang stabil dari waktu ke waktu. Model yang semula Motomura (kondisi yang tertekan dan tidak stabil) mengalami perubahan ke model Preston. Model ini menggambarkan bahwa ekosistem-nya stabil, seimbang dan tidak mengalami tekanan ekologi yang berarti.



**Tabel 3. Nilai Uji Kesesuaian Model dari Distance Matusita (DM) di Muara Sungai Babon.**

Sampling ke	Stasiun Penelitian.	Motomura (DM)	Preston (DM)	Mc.Arthur (DM)	Model yg Sesuai
<b>1</b> 24/8/05	I	0	0	0	Motomura
	II	0	0	0	Motomura
	III	0,0848	0	0,0921	Preston
	IV	0,1068	0,1039	0,2715	Preston
	V	0,0794	0,0812	0,2309	Motomura
	VI	0,0815	0,0762	0,2733	Preston
<b>2</b> 7/9/05	I	0	0	0	Motomura
	II	0	0	0	Motomura
	III	0,0792	0,0469	0,2607	Preston
	IV	0,0742	0,0768	0,0399	Mc.Arthur
	V	0,0742	0,0721	0,2258	Preston
	VI	0,0917	0,0938	0,2619	Motomura
<b>3</b> 22/9/05	I	0	0	0	Motomura
	II	0,1277	0	0,0968	Preston
	III	0,1893	0,0877	0,2632	Preston
	IV	0,0735	0,0812	0,2263	Motomura
	V	0,0815	0,0762	0,2733	Preston
	VI	0,0748	0,0825	0,2417	Motomura

### KESIMPULAN

Kondisi kualitas perairan di daerah penelitian telah tercemar, diindikasikan oleh sejumlah parameter telah melebihi baku mutu air laut, meliputi : total padatan tersuspensi, oksigen terlarut, BOD<sub>5</sub>, COD, amonia, deterjen, logam berat Cr<sup>6+</sup> dan Cd.

Dari 25 genus Makrozoobenthos yang diketemukan, kelas Polychaeta memiliki kelimpahan individu yang terbanyak terutama dari genus *Capitella sp.*, dan *Nereis sp.* Nilai indeks H' umumnya relatif rendah, sebaliknya nilai indeks E relatif tinggi.

Hasil uji kesesuaian model Distance Matusita (DM) menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang selalu *tidak stabil* dan tertekan dari waktu ke waktu adalah stasiun I dan II; kondisi lingkungan yang selalu *stabil* adalah stasiun III; kondisi lingkungan yang mengalami *penurunan ke arah yang tidak stabil* adalah stasiun IV dan VI; dan kondisi lingkungan yang mengalami perbaikan ke arah yang stabil adalah stasiun V.

### DAFTAR PUSTAKA

Amanieu, M. 1981. Models de Distribution d'abundance cours de Biometrie et Dynamique Populations Animales. Uni.Sci. Tech. Languedoc., Montpellier.

Dennis, B. and G.P. Patil. 1977. The Use of Community Diversity Indices for Monitoring Trends in Water Pollution Impacts. Trop. Ecol., 18:36-51.

Dharma, B. 1988. Siput dan Kerang Indonesia (*Indonesian Shells*). PT. Sarana Graha Jakarta.

Giller, P.S. 1984. Community Structure and the Nice. Chapman and Hall, New York.

Gosner, K.L. 1971. Guide to Identification of Marine Estuarine Invertebrate. John Wiley and Sons, Inc. Toronto.

Hawkes, H.A. 1978. Invertebrates as Indicator of River Water Quality. John Willey and Sond, Toronto.

Hutchings, P. 1984. An Illustrated Guide to The Estuarine Polychaeta Worms of New South Wales. The Australian Museum 6 – 8 College Street, Sydney NSW 2000.

Odum, H.T. 1971. Fundamentals of Ecology. 3 rd Edition. Toppan Co. Ltd., Tokyo.

Poole, R.W. 1974. An Introduction to Quantitative Ecology. Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd. Japan.

Southwood, T.R.E. 1978. Ecological Methods. With Particular Reference to the Study of Insect Populations. Chapman and Hall, New York.



Yusuf, Muh. 1994. Dampak Pencemaran Terhadap Kualitas Lingkungan Perairan dan Struktur Komunitas Hewan Makrobenthos di Pulau Tirangcawang Semarang. Tesis S2, Program Pascasarjana IPB Bogor.

**Lampiran 1. Kelimpahan Individu Jenis Makrozoobenthos (ind/m<sup>2</sup>) Di Daerah Penelitian Muara Sungai Babon, Semarang**

No	Genus	Stasiun I			Stasiun II			Stasiun III			Stasiun IV			Stasiun V			Stasiun VI		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Gastropoda</b>																			
1	<i>Architeconica sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44
2	<i>Bulla sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	88	88	44	-	88	-	
3	<i>Cerithium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	88	-	88		
4	<i>Littorina sp</i>	-	-	-	-	44	-	-	88	-	-	132	-	-	132	132	88	132	
5	<i>Planaxis sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	-	-	
6	<i>Pyramidella sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	-	44	88	
7	<i>Pyrene sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	44	-	
8	<i>Rhinoclavis sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	88	44	
9	<i>Telescopium sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	-	-	
<b>Bivalvia</b>																			
1	<i>Anadara sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	88	44	88	88	132	-	88	88	132	88	
2	<i>Asaphis sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	-	
3	<i>Atrina sp</i>	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	44	-	-	-	132	44	44	
4	<i>Crassostrea sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	-	-	
5	<i>Gafrarium sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	44	-	44	-	-	44	
6	<i>Lithophaga sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	<i>Lutraria sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	88	-	88	88	44	44	88	88	-	44	
8	<i>Mactra sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	88	-	-	-	
9	<i>Septifer sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Scaphopoda</b>																			
1	<i>Dentalium sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	44	-	
<b>Polychaeta</b>																			
1	<i>Arenicolida sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	-	-	-	-	-	
2	<i>Capitella sp</i>	-	-	-	-	-	88	88	44	-	44	132	88	88	132	-	88	132	
3	<i>Lumbrinerreida sp</i>	44	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	88	-	-	-	
4	<i>Nerreis sp</i>	-	-	-	-	44	44	132	88	-	132	88	44	132	88	44	44	88	
5	<i>Serpulida sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	44	-	
<b>Crustacea</b>																			
1	<i>Scylla sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-	
Jumlah		44	-	-	-	132	132	308	396	264	440	704	572	484	792	792	792	836	

Keterangan : 1, 2, 3 = periode ulangan waktu dalam pengambilan Sampel



## BIODIVERSITAS EKTOPARASIT PADA GURAME YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA MINA AYAM

**Rokhmani, Edy Riwidharso, dan Edi Basuki**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : rokhmani@unsoed.ac.id*

The aims of this research is to find out ectoparasite biodiversity of any kind of attacking such as cathfish as culture Mina Ayam. The research method was survey with sampling technique of random sampling of 5 -10 % population in culture Mina Ayam Pedaging and Mina Ayam Petelur. The size of each fish was 10 – 20 cm for cathfish. The research also found that the ectoparasites were *Copepoda* sp. Water quality each Mina Ayam Pedaging pH 5,5 ; BOD 831,60 mg/l ; Amoniak 537,41 mg/l ; Sulfida 14,08 mg/l and DO 0 mg/l . In culture Mina Ayam Petelur, pH 5,4 ; BOD 50,40 mg/l ; Amoniak 5 187,5 mg/l ; Sulfida 0,22 mg/l and DO 0,6 mg/l. Indeks biodiversity not acaunt, because also faund one spesies. The ectoparasite prevalence of cathfish in Mina Ayam Pedaging (8,3%) and Mina Ayam Petelur (12,5%). Water quality not optimal in culture.

Key words : Biodiversity, Ectoparasite, Cathfish, Mina Ayam

### PENDAHULUAN

Pemeliharaan ikan secara mina ayam didapati beberapa manfaat yaitu selain ketersediaan pakan bagi ikan dapat terpenuhi dari pakan ayam yang jatuh dari kotoran ayam tersebut. Dampak lainnya adalah terganggunya kualitas air. Misalnya kandungan bahan organik di air kolam akan makin meningkat maka makin tinggi pula populasi organisme air yang hidup., kandungan oksigen terlarut akan menurun atau rendah yang akan menyebabkan beberapa organisme hidup bebas di air akan terganggu atau mati. Pada proses pembusukan atau dekomposisi di air akan didapat beberapa gas-gas beracun (gas sulfida, amoniak dan nitrit). Bahaya gas tersebut secara langsung akan mematikan stadium hidup bebas beberapa ektoparasit, juga ektoparasit yang menempel pada ikan, termasuk ikannya sendiri. Ektoparasit adalah organisme parasit yang hidup menempel pada permukaan dan lubang-lubang alami tubuh inang (hospes) Brotowidjoyo (1987).

Benih ektoparasit dapat masuk ke dalam perairan kolam karena terbawa air, tumbuhan dan dapat pula karena adanya benda-benda atau binatang yang masuk ke dalam kolam. Parasit ini juga dapat terbawa oleh binatang renik yang biasa terdapat pada kolam sebagai makanan alami ikan. Hidup ektoparasit pada ikan membutuhkan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan perkembangannya. Kondisi lingkungan tersebut, misalnya kualitas air yang tidak baik, banyaknya bahan organik di dalam kolam, kondisi air yang tergenang dan fluktuasi suhu yang drastis (suhu yang sangat rendah). Keberadaan ektoparasit pada air ataupun pada ikan dapat diketahui melalui angka kelimpahan dan angka keragaman ektoparasit. Biodiversitas atau keragaman ektoparasit adalah jumlah dari masing-masing jenis ektoparasit yang ditemukan pada lokasi atau organisme tertentu (Magurran, 2004). Salah satu faktor yang mempengaruhi keragaman ektoparasit adalah faktor kondisi lingkungan air tersebut yaitu kualitas air yang berupa : kandungan oksigen terlarut, banyak sedikitnya bahan organik dalam kolam, kondisi air yang tergenang dan fluktuasi suhu yang drastis. Faktor lain adalah jumlah inang tertentu yang di butuhkan untuk kelangsungan hidup parasit. Kenaikan jumlah inang pada suatu kolam akan menaikkan jumlah parasit pada lokasi tersebut dan mempertinggi angka prevalensi selainintensitas infeksi pada ikan.

Angka keragaman ektoparasit yang ditemukan makin tinggi maka dapat diduga kualitas air makin baik, atau sebaliknya yaitu angka keragaman yang rendah maka dapat diduga kualitas air kolam yang rendah. Keadaan tersebut dapat dijadikan suatu bahan pertimbangan



untuk mendapatkan keputusan layak atau tidak layak kah usaha mina ayam tersebut. Ektoparasit di air pada stadium bebas akan mempunyai kemampuan pergerakan parasit dan dapat tumbuh dan berkembang di air serta menemukan inang dengan menempel hidup pada organ-organ tubuh ikan tertentu. Organisme ektoparasit yang dapat hidup pada organ tertentu dan menempel dipermukaan tubuh adalah suatu keberhasilan siklus hidup. Pada kemampuan ektoparasit yang hidup pada inang atau ikan dan dapat menginfeksi inang dapat dipengaruhi oleh umur inang dan besar kecilnya atau ukuran inang. Juga oleh hal-hal lain seperti : ada atau tidaknya lingkungan yang menunjang parasit untuk tumbuh dan berkembang, resistensi hospes, kemampuan parasit untuk memasuki hospes, adanya parasit lain dan resistensi parasit itu sendiri. Kondisi lain yang menunjang pertumbuhan parasit adalah hubungan parasit tersebut dengan parasit lainnya. Noble & Noble (1989), menyatakan bahwa parasit-parasit dari spesies yang berbeda dapat menempati habitat yang sama bila tidak ada sifat antagonisme dan tersedianya makanan yang cukup. Organisme ektoparasit yang hidup pada inang atau didalam tubuh inang dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai organ termasuk terganggunya aktivitas fisiologis tubuh dan dapat menyebabkan kematian inang.

Bagaimanakah keragaman ektoparasit pada lele yang dipelihara secara mina ayam dan bagaimana faktor-faktor yang mempengaruhinya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman ektoparasit pada lele yang dipelihara secara mina ayam dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang keragaman ektoparasit pada lele yang dipelihara secara mina ayam dan faktor-faktor yang mempengaruhinya sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk kelayakan budidaya mina ayam.

## **METODE PENELITIAN**

### ***Materi, Lokasi dan Waktu Penelitian***

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuades dan ikan lele yang dibudidayakan secara mina ayam yaitu mina ayam pedaging, mina ayam petelur dan budidaya lele non mina ayam. Alat-alat yang digunakan adalah *disecting set*, kaca preparat, bak preparat, cawan petri, plastik, akuarium, alat potret, mikroskop.

Pengambilan sampel ikan di petani ikan desa Pliken dan desa Bojongsari Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas. Pemeriksaan ektoparasit pada tubuh ikan dilakukan di Laboratorium Entomologi-Parasitologi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. Pemeriksaan kualitas air di Laboratorium Biologi Akuatik Fakultas Biologi Unsoed Purwokerto. Penelitian ini telah dilaksanakan selama 4 bulan.

### ***Metode Penelitian***

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey, dengan teknik pengambilan sampel secara acak dari kolam sampel. Parameter pada pemeriksaan ektoparasit pada ikan yang diamati adalah jenis dan jumlah ektoparasit yang ditemukan pada masing-masing organ tubuh ikan. Sampel air kolam diambil secara acak dari posisi di kolam budidaya. Parameter kualitas air adalah kandungan oksigen terlarut dan bahan organik yang terlarut.

### ***Cara Kerja***

Ikan lele sampel diambil pada kolam Mina Ayam milik petani ikan Desa Pliken Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas dengan ukuran 5 – 8 cm.. Jumlah sampel 5 – 10 % dari total populasi tiap kolam Mina Ayam. Sampel ikan yang ada dimasukkan dalam kantong plastik kemudian dibawa ke Laboratorium Entomologi-Parasitologi Fakultas Biologi untuk dilakukan pemeriksaan ektoparasit. Sampel air diambil dengan metode acak dengan botol



sampel. Air sampel tersebut dibawa ke Laboratorium Biologi Akuatik Fakultas Biologi Unsoed untuk dilakukan pemeriksaan kandungan oksigen terlarut dan bahan organik terlarut.

Pemeriksaan ektoparasit dilakukan dengan cara memotong beberapa bagian tubuh ikan. Bagian tubuh yang diperiksa adalah sirip punggung, sirip dada, sirip perut, sirip ekor, sirip dubur, operculum, sisik, dan insang. Bagian tubuh yang akan diperiksa direntangkan di atas kaca preparat dengan diberi sedikit akuades, kemudian diamati di bawah mikroskop.

Pemeriksaan kualitas air yaitu kadar oksigen terlarut dengan metode Winkler menggunakan pereaksi  $MnSO_4$ ,  $KOH$ - $KI$  ditambah larutan  $Na_2S_2O_3$  dengan indikator yang digunakan adalah amylum. Pemeriksaan kualitas air yaitu kadar bahan organik terlarut dengan metode titrasi (titrimetri).

### **Metode Analisis**

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode analisis kualitatif yang digunakan adalah dengan identifikasi ektoparasit menurut Kabata (1985) dan Woo (1995). Metode analisis kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah menghitung angka biodiversitas pada lele yang dibudidayakan secara mina ayam dengan Shanon – Winner (Magurran, 1988). Data kualitas air sebagai data pendukung

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian ektoparasit pada lele yang dibudidayakan secara mina ayam dan petelur ditemukan satu jenis spesies ektoparasit, yaitu *copepoda* sp. (Gambar 1.) Ciri-ciri bentuk morfologi spesies ini adalah bentuknya seperti udang, mempunyai kepala membesar dan pada ujung posterior terlihat menempel ada antena.. Sifat biologi spesies ini termasuk golongan crustacea. Bentukan copepoda yang ditemukan dapat diduga adalah sebagai stadium siklus hidup dari *ergasilus* sp, *lernea* sp dan *caligus* sp. Penempelan ektoparasit ini dapat menimbulkan luka dan akan lebih parah lagi apabila terinfeksi parasit lain atau bakteri. Gerakan menggosok-gosokkan tubuhnya ke dinding kolam maka dapat memperparah luka. *Copepoda* sp. merupakan ektoparasit yang paling sedikit ditemukan dalam beberapa penelitian. disebabkan ektoparasit ini mempunyai tida kali stadium pada siklus hidupnya yang panjang.. Stadium telur untuk menjadi dewasa banyak mengalami rintangan diantaranya faktor lingkungan yang tidak mendukung seperti pergerakan air yang cepat dapat menyebabkan telur gagal untuk melanjutkan siklus hidupnya. *Lernaea* sp. dapat menyerang organ kulit, sirip dan juga insang.

Prevalensi ektoparasit pada lele hanya ditemukan pada beberapa sampel ikan. Pada budidaya mina ayam pedaging prevalensi ektoparasit pada lele hanya 8,3 % dan sedangkan pada budidaya mina ayam petelur, prevalensi ektoparasit pada sampel lele adalah 12,5 %. Jumlah dan jenis spesies yang ditemukan akan menjadi prasyarat untuk layak atau tidaknya perhitungan indeks biodiversitay dapat dilaksanakan.

Pada penelitian ini hanya ditemukan satu jenis spesies. Berdasarkan Maguraan (1988) menyatakan bahwa perhitungan indeks biodiversitas tidak bisa dihitung apabila hanya ditemukan satu jenis organisme. Hanya ditemukan satu jenis yiatu *copepoda* sp. yang hanya mampu hidup pada kondisi lingkungan perairan yang sangat tidak memenuhi persyaratan. Gas-gas beracun yang ditemukan ( Amoniak dan sulfida) masing-masing mendapatkan nilai yang cukup tinggi. Data kualitas air adalah Mina Ayam Pedaging pH 5,5 ; BOD 831,60 mg/l ; Amoniak 537,41 mg/l ; Sulfida 14,08 mg/l and DO 0 mg/l . Dan Mina Ayam Petelur, pH 5,4 ; BOD 50,40 mg/l ; Amoniak 5 187,5 mg/l ; Sulfida 0,22 mg/l and DO 0,6 mg/l. Kualitas air yang optimum untuk hidupnya organisme perairan apabila nilai gas beracunnya adalah nol. Gas beracun ini akan mematikan pada stadium telur sampai dewasa. Hasil saat pemeriksaan,



*copepoda* sp. sudah mati dan menempel kuat pada sirip dada. Lokasi pada organ ini menjadi tempat hidupnya karena ada lalulintas oksigen untuk pernafasan si lele

**Tabel 1. Jenis ektoparasit pada lele yang dibudidayakan secara Mina Ayam Pedaging**

	A	B	C	D	E	F	G	H	Jumlah
<i>Copepoda Sp</i>		3							
Jumlah		3							3

Keterangan : A = sirip punggung, B = sirip dada, C = sirip perut, D = sirip anal, E = sirip ekor, F = insang, G = operkulum

**Tabel 2. Jenis ektoparasit pada lele yang dibudidayakan secara Mina Ayam Petelur**

	A	B	C	D	E	F	G	H	Jumlah
<i>Copepoda Sp</i>		2							
Jumlah		2							2

Keterangan : A = sirip punggung, B = sirip dada, C = sirip perut, D = sirip anal, E = sirip ekor, F = insang, G = operkulum

Prevalensi ektoparasit pada lele hanya ditemukan pada beberapa sampel ikan. Pada budidaya mina ayam pedaging prevalensi ektoparasit pada lele hanya 8,3 % dan sedangkan pada budidaya mina ayam petelur, prevalensi ektoparasit pada sampel lele adalah 12,5 %. Angka ini sangat jauh apabila dibandingbeberapa penelitian pada ikan tawar lainnya. Misalnya penelitian ektoparasit pada ikan gurami, prevalensi ektoparasit 90 % sampai 100% ( Rokhmani, 2009).

Jumlah dan jenis spesies (ektoparasit) yang ditemukan akan menjadi prasyarat untuk layak atau tidaknya perhitungan indeks biodiversitas dapat dilaksanakan. Pada penelitian ini hanya ditemukan satu jenis spesies. Berdasarkan Maguraan (1988) menyatakan bahwa perhitungan indeks biodiversitas tidak bisa dihitung apabila hanya ditemukan satu jenis organisme.

Beberapa faktor penting yang mempengaruhi kemampuan hidup organisme parasit pada air atau di ikan adalah faktor lingkungan air ( Kualitas Air Baik fisik, kimia maupun biologi). Pada penelitian ini hanya ditemukan satu jenis yaitu *Copepoda* sp. yang hanya mampu hidup berparasit pada ikan. Kualitas air dari sampel air kolam bididaya mina ayam petelur dan pedaging menunjukkan hasil yang sangat jelek ( Tabel 3 ). Gas-gas beracun yang ditemukan ( Amoniak dan sulfida) masing-masing mendapatkan nilai yang cukup tinggi. Gas beracun yang ditemukan pada Mina Ayam Pedaging : Amoniak 537,41 mg/l, Sulfida 14,08 mg/l dan DO 0 mg/l . Pada Mina Ayam Petelur : Amoniak 5 187,9 mg/l , Sulfida 0,22 mg/l dan DO 0,64 mg/l. Kualitas air yang optimum untuk hidupnya organisme perairan apabila nilai gas beracunnya adalah nol. Gas beracun ini akan mematikan pada stadium telur sampai dewasa. Terjadinya penurunan kualitas air akan berpengaruh terhadap keragaman ektoparasit ikan. Menurut Lafferty (2008) menyatakan bahwa tercemarnya suatu perairan akan memberikan pengaruh terhadap biodversitas ektoparasit pada ikan. Populasi atau komunitas ikan dan ektoparasit juga dapat digunakan sebagai petunjuk baik buruknya suatu perairan. Ketidakmampuan stadium bebas ektoparasit untuk dapat beradaptasi dapat menyebabkan mortalitas, dan tingkat mortalitas stadium bebeas ektoparasit akan berpengaruh terhadap rendahnya keragaman ektoparasit pada ikan.

Hasil pengujian kualitas air pada air budidaya mina ayan petelur dan mina ayam pedaging tidak ada perbedaan, yaitu sama tinggi nilai kualitas airnya. Misalnya kadar kandungan bahan organik pada air budidaya mina ayam petelur dan pedaging, nilainya juga tinggi.



**Tabel 3. Hasil Pengujian Kualitas Air Pada Air Budidaya Mina Ayam Pedaging Dan Petelur**

NO.	PARAMETER	SATUAN	Hasil Uji Kualitas Air Pada Air Mina Ayam Pedaging	Hasil Uji Kualitas Air Pada Air Mina Ayam Petelur
1	pH	-	5,5	5,4
2	Suhu	Celcius	27	27,3
3	DO	mg/l	0	0,64
4	BOD	mg/l	831,6	50,4
5	Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/l	537,4	187,9
6	Sulfida	mg/l	14,08	0,22

Hal ini diduga pakan yang jatuh dan kotoran yang jatuh ke kolam cukup banyak, sehingga pada dekomposisi dapat terurai kandungan bahan organik yang tinggi. Nilai pH atau keasaman menunjukkan nilai asam yang cukup tinggi sehingga untuk hidupnya organisme air sangat jarang ditemukan. Nilai kandungan oksigen terlarut mencapai angka 0 ( nol), Hal ini menandai tidak ada oksigen yang terlarut sehingga organisme air sulit untuk dapat ditemukan. Pengamatan visual saat pengambilan sampel lele, kondisi lele terlihat saat mengambil oksigen menunjukkan mulut yang muncul ke permukaan air dan dengan interval waktu yang cepat.

Prevalensi ektoparasit pada lele hanya ditemukan pada beberapa sampel ikan. Pada budidaya mina ayam pedaging prevalensi ektoparasit pada lele hanya 8,3 % dan sedangkan pada budidaya mina ayam petelur, prevalensi ektoparasit pada sampel lele adalah 12,5 %. Angka ini sangat jauh apabila dibandingbeberapa penelitian pada ikan tawar lainnya. Misalnya penelitian ektoparasit pada ikan gurami, prevalensi ektoparasit 90 % sampai 100% ( Rokhmani, 2009).

Jumlah dan jenis spesies (ektoparasit) yang ditemukan akan menjadi prasyarat untuk layak atau tidaknya perhitungan indeks biodiversitas dapat dilaksanakan. Pada penelitian ini hanya ditemukan satu jenis spesies. Berdasarkan Maguraan (1988) menyatakan bahwa perhitungan indeks biodiversitas tidak bisa dihitung apabila hanya ditemukan satu jenis organisme.

### KESIMPULAN

Nilai biodiversitas ektoparasit pada lele yang dipelihara dengan mina ayam adalah tidak bisa dihitung, Hal ini karena yang ditemukan hanya satu organisme ektoparasit yaitu *Copepoda* sp. Angka kualitas air yang didapat tidak memenuhi persyaratan untuk hidup organisme air.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih atas perhatian, kerja sama pada penelitian ini kepada Dekan Fakultas Biologi Unsoed Purwokerto, Ketua dan anggota Laboratorium Entomologi – Parasitologi Fabio Unsoed.

### DAFTAR REFERENSI

- Afrianto, E dan Liviawati, E. Ir 1992. Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan. Kanisius. Yogyakarta.
- Axelood, h. R. 1989. Handbook of Fish Disease. T. F. H. Publication Inc, England.
- Black, K. D. Dan A. D., Pickering. 1998. Biology of Farmed Fish. CRC Press, Canada.
- Brotowidjoyo, 1987. Parasit dan Parasistime. Media Sarana Press, Jakarta.
- Broeg, K., S Zanders, A. Diamant, W.Koerting, G.Kruener, R.Paperna and H.von Westernhagen. 1999. The use of fish metabolic, pathological and parasitological indices in polutan maonitoring. North Sea. H.Marine Researc Vol.53 : 171 – 194.
- Diani, S. 1995. Kematian benih ikan kerapu Lumpur (*Epinephelus siulus*) yang terinfeksi oleh *Dipledtanum* sp. dan *Trichodina* sp. Majalah parasitologi\*. 8 (1) ; 43-47.
- Kabata, Z. 1985. Parasites dan Diseases of Fish Cultured in the Tropic. Taylor and Francis, London.



- Magurran, A.E. 1988. Ecological Diveristy and Its Measurement. Princeton University Press. New Jersey.
- Moller, H and K. Anders, 1986. Diseases and Parasites of Marine Fishes. Verlag Moller, Germany.
- Noble, E. R., and G. A. Noble. 1989. Parasitologi: Biologi Parasit Hewan edisi V. Diterjemahkan oleh Wardianto. 1989. UGM Press, Yogyakarta.
- Rokhmani. 2002. Beberapa Penyakit Parasiter pada Budidaya Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) di Kabupaten Banyumas. Sains Akuatik, 5 (1) : 21-26
- Woo, J.L. 1991. Fish Disease anp Disorder Parasite. University of Guelph. CAB International. Canada
- Widyastuti, R. 2002. Materi Pokok Parasitologi 1-9. Pusat Penerbitan Universitas Terbuka, Jakarta.
- Williams, H.H. and K. Mackenzie. 1992. Marine parasites as pollution indicators : an uptade. Parasitology. 126 : S27 – S41.



## SERANGGA PREDATOR ORDO ODONATA DAN COLEOPTERA DI KOLAM PEMBENIHAN IKAN GURAMI DESA SUMAMPIR KABUPATEN BANYUMAS

**Darsono, Anastasia Endang Pulung Sari, dan Elly Tuti Winarni**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : darsono\_adis@yahoo.com*

Budidaya perikanan yang banyak diminati petani di wilayah Kabupaten Banyumas termasuk Desa Sumampir Kecamatan Purwokerto Utara adalah pembenihan ikan gurami. Kendala dalam usaha pembenihan antara lain tingkat kematian tinggi yang dapat disebabkan oleh kehadiran predator seperti serangga air. Kelulusan hidup benih ikan menjadi sangat rendah ketika ditemukan banyaknya serangga air. Oleh karena itu, upaya pengendalian serangga predator sangat perlu dilakukan. Sebagai langkah awal dalam usaha tersebut, penelitian tentang serangga air yang berpotensi sebagai predator benih ikan perlu dilakukan. Serangga air yang berpotensi sebagai predator antara lain dari ordo Odonata dan Coleoptera. Penelitian dilakukan di kolam pendederan milik petani ikan di Kelurahan Sumampir Kecamatan Purwokerto Utara pada bulan Juni-Agustus 2000. Penelitian menggunakan metode survai secara acak sederhana. Tiga kolam pendederan ditentukan secara acak dari populasi yang ada. Pengambilan sampel menggunakan jaring serangga dan jaring *subber*. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk mengetahui jenis serangga yang berpotensi sebagai predator benih ikan gurami. Selama penelitian telah ditemukan 1 familia dari ordo Odonata yaitu Libellulidae dan 1 familia dari ordo Coleoptera yaitu Dyticidae di kolam pendederan ikan gurami.

Kata kunci : *serangga predator, benih gurami*

### PENDAHULUAN

Kabupaten Banyumas telah dikenal sebagai pusat budidaya gurami sejak lama. Setiap minggu permintaan akan benih ikan gurami dari berbagai daerah mencapai ratusan ribu namun belum dapat terpenuhi. Desa Sumampir merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Banyumas yang tata guna lahan pertanian sebagian telah berubah menjadi lahan budidaya perikanan. Budidaya perikanan yang banyak diminati petani adalah budidaya ikan gurami. Penyediaan benih merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan di bidang budidaya. Hal ini disebabkan banyak kendala yang dihadapi dalam usaha pembenihan yaitu tingkat kematian yang tinggi terutama setelah lepas sarang. Tingkat kematian yang tinggi ini antara lain disebabkan oleh hadirnya predator. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari petani ikan di Desa Sumampir Kabupaten Banyumas, serangga air dewasa maupun larvanya sering ditemukan bersama benih ikan pada waktu pemanenan. Kelulusan hidup benih gurami menjadi sangat rendah ketika ditemukan banyaknya serangga air. Hal ini menunjukkan bahwa serangga air berpotensi sebagai predator benih gurami. Menurut Suwignyo *et.al* (2002), tidak sedikit serangga yang menjadi hama pada kolam pembenihan ikan. Oleh karena itu upaya pengendalian serangga predator sangat perlu dilakukan. Penelitian kearah itu sampai saat ini masih sangat kurang. Sebagai langkah awal dalam usaha tersebut perlu dilakukan penelitian tentang serangga air Ordo Hemiptera yang berpotensi sebagai predator benih ikan gurami di Desa Sumampir Kabupaten Banyumas.

Berdasarkan uraian tersebut di atas perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui serangga air yang berpotensi sebagai predator pada pembenihan ikan gurami. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang serangga predator pada pembenihan ikan gurami di Desa Sumampir Kabupaten Banyumas. Informasi tersebut akan sangat bermanfaat bagi penelitian-penelitian selanjutnya terutama yang berkaitan dengan upaya pengendaliannya.



## MATERI DAN METODE PENELITIAN

### **1. Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serangga dan larva serangga air yang ditemukan di dalam dan di sekitar kolam pendederan gurami, alkohol 70 %, dan akuades. Alat yang digunakan adalah jaring serangga, ember plastik kecil, piring plastik, botol sample, disk seting set, bak preparat dan mikroskop stereo.

### **2. Metode Penelitian**

Penelitian dilakukan di kolam pendederan milik petani ikan di Kelurahan Sumampir Kecamatan Purwokero Utara pada bulan Juni - Agustus 2007. Penelitian menggunakan metode survei secara acak sederhana. Ditentukan tiga kolam pendederan secara acak dari populasi yang ada. Pengambilan sample menggunakan jaring serangga dan jaring subber.

#### *Cara kerja*

Serangga air dewasa dan larvanya yang digunakan sebagai sample, dikoleksi dengan cara sebagai berikut:

1. Serangga air dewasa ditangkap di sekitar kolam pendederan menggunakan jarring serangga, kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel yang sudah diberi alkohol 70 % untuk keperluan identifikasi.
2. Sampel serangga air stadium larva di peroleh pada waktu pemanenan benih. Kolam dikeringkan secara perlahan sehingga benih ikan dan larva serangga predator terkumpul di bagian kolam yang dibuat lebih dalam (Ceren). Larva serangga dipisahkan dari benih pada waktu pemanenan dan dimasukkan dalam ember pastik. Sampel larva dimasukkan kedalam botol sampel yang telah diberi alkohol 70 %.
3. Identifikasi dilakukan di laboratorium Entomologi Fak. Biologi Unsoed yang termasuk dalam ordo Hemiptera dengan menggunakan Kunci Determinasi Serangga (Suharni, 1992) sampai tingkat familia.

### **3. Metode Analisis**

Data yang dikumpulkan berupa nama familia serangga air Ordo Hemiptera hasil identifikasi dan banyaknya larva yang ditemukan secara kuantitatif. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk mengetahui jenis serangga yang berpotensi sebagai predator benih ikan gurami.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Desa Sumampir termasuk salah satu wilayah Kabupaten Banyumas. Saat ini sebagian lahan pertanian yang masih ada sebagian besar telah dimanfaatkan untuk usaha budidaya ikan terutama budidaya ikan gurami karena telah dirasakan lebih menguntungkan dibandingkan dengan budidaya tanaman pangan. Didukung dengan sumber air yang baik usaha ini terus berkembang. Budidaya ikan gurami yang dilakukan meliputi pembenihan, pendederan dan pembesaran.

Usaha pembenihan ikan gurami sampai tahap pendederan yang dipilih sebagai tempat penelitian pada 3 lokasi berbeda menunjukkan terdapat serangga air yang berpotensi sebagai predator. Selama penelitian telah ditemukan serangga air di kolam pendederan ikan gurami dari Ordo Coleoptera (fam: Dyticidae) dan Ordo Odonata (fam : Libellulidae).



### ***Ordo Coleoptera***

Coleoptera sebagian besar hidup di darat. Coleoptera akuatik mempunyai anggota yang sebagian atau seluruh daur hidupnya berada di dalam air. Kumbang dewasa berukuran kecil sampai besar;; kutikula tebal; sayap depan (*elytra*) tebal dan keras dan sayap belakang seperti membran dengan sedikit pembuluh, beberapa jenis tidak bersayap; prothorax besar dan dapat digerakkan, meso dan metathorax menyatu dengan abdomen; mulut untuk menggigit. Banyak Coleoptera yang bertindak sebagai hama tanaman dan sebagai predator bagi hewan lain (Suwignyo, 2005). Beberapa Coleoptera adalah pemangsa yang menelan mangsa mereka atau menyuntik enzim pencernaan melalui bagian ujung mulut, sedang yang lain, hidup dengan memakan ganggang dan detritus Clifford (2009).

Menurut WAV (2007) yang termasuk Coleoptera akuatik antara lain dari famili: Haliplidae, Hydrophilidae, Psephenidae, Scirtidae, Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, dan Gyrinidae. Famili yang ditemukan dikolam pembenihan ikan gurami Desa Sumampir hanya satu yaitu Dytiscidae.

#### ***Kumbang bangkai***

Kumbang bangkai termasuk dalam famili Dytiscidae. Famili Dytiscidae dewasa yang ditemukan mempunyai ciri-ciri, tubuh bentuk oval memanjang filiform, kaki belakang pipih dan berumbai rambut-rambut, mempunyai seutelum. Berwarna hitam, coklat atau kekuningan sering dengan warna cerah pada bagian tubuh tertentu. Ukuran 1,4 – 35 mm. Kumbang bangkai merupakan predator yang paling ganas diantara ke tujuh serangga predator yang ditemukan. Serangga ini mampu memangsa benih gurami ukuran  $\pm$  2cm sebanyak 8 ekor per hari.

Menurut Clifford (2009) larvae dan imago hidup di air sebagai predator, beberapa larvae yang besar dan dewasa melumpuhkan dan memakan ikan kecil. Imago menyimpan udara di bawah *elytra* (sayap depan) dan dapat menyelam dalam waktu lama, sebelum menyelam mengisi udara melalui ventilasi di ujung abdomen. Larva juga sering pergi ke permukaan untuk mengisi persediaan oksigen. Telur disimpan di tempat yang bervariasi: di dasar perairan, yang dimasukan ke dalam tumbuhan air atau pada tanaman.

### ***Ordo Odonata***

Biologi ordo Odonata menurut Suwignyo *et al* (2005), bentuk dewasa berukuran kecil sampai besar, berwarna indah, mata besar, mulut untuk mengunyah, carnivore, penerbang yang tangguh, kaki untuk menangkap mangsa selagi terbang, tidak untuk berjalan. tubuh panjang dan ramping, sayap memanjang, venasi sayap banyak, tipis/membraneus, sayap depan dan belakang hamper sama dalam bentuk dan ukuran. Antena pendek seperti bulu keras, pada saat istirahat mengatupkan sayap di atas tubuh atau membentangkan sayap bersama-sama di atas tubuhnya (Bybee, 2005).

Nimpha hidup di air tawar dan menjadi predator yang aktif. Labium dapat dijulurkan untuk menangkap mangsa, 3 bulan sampai 5 bulan mengalami 11 sampai 15 kali moulting. Nimpha Odonata juga memangsa jentik-jentik nyamuk dengan rakus, (Suwignyo *et al*, 2005). Tahapan-tahapan pradewasa adalah akuatik dan yang dewasa biasanya berada di dekat air. Semua tahapan adalah pemangsa berbagai serangga-serangga dan organisme lain. Semua Odonata hidup sebagai predator, dengan memangsa segalanya hewan invertebrate kecil seperti larvae nyamuk hingga hewan vertebrata yang lebih kecil seperti ikan dan kodok (Bybee, 2005).



Ordo Odonata meliputi antara lain, famili yaitu Gomphidae, Libellulidae, Aeshnidae dan Coenagrionidae. Famili yang ditemukan dikolam pembenihan ikan gurami Desa Sumampir hanya satu yaitu Libellulidae.

#### *Capung peluncur*

Capung peluncur termasuk dalam famili Libellulidae. Capung peluncur bentuk dewasanya tidak hidup di air namun larvanya hidup di dalam air sebagai predator. Famili Libellulidae dewasa mempunyai ciri-ciri, anal loop sayap belakang memanjang dan biasanya berbentuk seperti kaki, tepi sayap belakang bulat, warna sayap bervariasi dan beberapa jenis mempunyai sayap dengan spot-spot/pita. Sayap Libellulidae jantan kebiruan dan bersih, sedangkan yang betina hitam dan kuning, ukuran tubuhnya sekitar 20 – 75 mm.

Menurut Brooks (2002) Libellulidae dewasa hidup di sekitar rawa atau kolam. Biasanya terbang dengan tidak menentu sehingga dikenal sebagai capung peluncur. Bentuk nimpha/capung muda hidupnya di dalam air/perairan seperti kolam dan sawah sedangkan bentuk dewasanya maupun nimpanya bertindak sebagai predator bagi hewan kecil lainnya.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan terdapat satu famili serangga predator dari ordo Coleoptera yaitu Dyticidae dan satu famili serangga predator dari ordo Odonata yaitu Libellulidae di kolam pembenihan ikan di Desa Sumampir Kecamatan Purwokerto Utara Kabupaten Banyumas.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2008. Aspek Produksi, Budidaya Ikan Gurami. Kliping Dunia Ikan dan Mancing. <http://www.ikanmania.wordpress.com/.../>. Februari 2009
- Bybee S. 2005, Insecta: Odonata Introduction - Distribution - Description - Biology and Behavior - Key to Adults of Florida - Selected References - traduction française - Version en Español. Department of Entomology and Nematology University of Florida. [http://www.entomology.ifas.ufl.edu/.../odonata\\_27.htm](http://www.entomology.ifas.ufl.edu/.../odonata_27.htm). Maret 2009
- Steve Brooks S. 2002. A Natural History of Dragonflies, Mayflies and Stoneflies. From: The Natural History Museum. <http://www.natdragonflymuseum.org.uk>. Maret 2009.
- Clifford H.F. 2009 Acuatc Invertebrates of Alberta. Coleoptera (Beetles).Departemen of Biological Sciences. University of Alberta. <http://www.sunsite.ualberta.ca/.../?Page=44>. Maret 2009
- Suwignyo, S, B Widigdo, Y Wardiatno, dan M Krisanti. 2005. Avertebrata Air. Jilid 2. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Water Action Volunteers. 2007. Coleoptera (beetles) by the Board of Regents of the University of Wisconsin System <http://www.watermonitoring.uwex.edu/.../coleoptera.html>. Februari 2009



## BIODIVERSITAS EKTOPARASIT PADA IKAN NILEM (*Osteochilus hasselti*) SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS PERAIRAN SUNGAI SERAYU

Prasetyarti Utami<sup>1</sup>, Bambang Heru Budiyanto<sup>2</sup>, dan Endang Srimurni Kusmintarsih<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Terbuka, Purwokerto, <sup>2</sup>Program Studi Biologi, Program Pascasarjana, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

E-mail : Prasetyarti.Utami@yahoo.com

Sungai Serayu merupakan salah satu sungai besar di Jawa Tengah. Sungai Serayu banyak mendapat masukan limbah organik dari berbagai aktivitas penduduk di sekitarnya yang dapat menimbulkan perubahan yang dapat berpengaruh terhadap kehidupan biota perairan. Salah satu jenis ikan yang banyak ditemukan di sungai Serayu adalah ikan Nilem. Banyaknya ikan Nilem yang ditemukan dapat membawa dampak pada organisme lain yang berasosiasi dengannya. Salah satu asosiasi antara ikan nilem dengan organisme parasit disebut parasitisme. Peningkatan derajat asosiasi parasitisme dapat dilihat dari jumlah jenis dan banyaknya individu setiap jenis ektoparasit yang menginfeksi ikan atau disebut sebagai biodiversitas ektoparasit. Biodiversitas ektoparasit pada ikan yang didukung dengan nilai prevalensi (P), mean intensity (MI), abundance (A) dan pola distribusi dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui penggunaan nilai indeks biodiversitas ektoparasit pada ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*) sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Serayu. Metode penelitian dalam penelitian ini menggunakan metode survai dengan teknik pengambilan sampel ikan secara *purposive sampling*. Jumlah sampel ikan Nilem Sungai Serayu yang diambil sebanyak 75 ekor pada tiap daerah pengambilan sampel. Lokasi pengambilan sampel di daerah Leksono (Kabupaten Wonosobo), daerah Mandiraja (Kabupaten Banjarnegara), dan Bendung Gerak Serayu (Kabupaten Banyumas). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Nilai prevalensi, intensitas serangan rata-rata, kelimpahan dan pola distribusi ektoparasit pada ikan nilem dihitung. Berdasarkan hasil analisis nilai indeks biodiversitas diketahui bahwa keanekaragaman parasit pada ikan Nilem daerah Leksono lebih tinggi dibandingkan daerah Mandiraja dan daerah Bendung Gerak Serayu. Meskipun demikian, nilai prevalensi, intensitas serangan rata-rata (*mean intensity*) ektoparasit pada ikan Nilem, kelimpahan (*abundance*) dan pola distribusinya menunjukkan bahwa stadium hidup bebas ektoparasit memiliki peluang menemukan dan menginfeksi ikan nilem yang relatif sama. Dengan demikian, kondisi perairan Sungai Serayu tergolong baik, dengan kisaran nilai biodiversitas antara 1,24-1,40. Berdasarkan uraian di atas, nilai indeks biodiversitas parasit ikan dapat dijadikan bioindikator kualitas perairan.

### PENDAHULUAN

Sungai Serayu merupakan salah satu sungai besar di Jawa Tengah yang melintasi beberapa kabupaten diantaranya Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banyumas dan Kabupaten Cilacap. Sungai Serayu bersumber di daerah dataran tinggi Dieng dan bermuara di Kabupaten Cilacap. Sungai Serayu banyak mendapat masukan limbah organik dari berbagai aktifitas penduduk di sekitarnya. Masuknya bahan-bahan terlarut yang dihasilkan oleh kegiatan penduduk di sekitar sungai dapat menimbulkan perubahan yang dapat berpengaruh terhadap kehidupan biota perairan (Dharma, 2008).

Salah satu biota perairan di Sungai Serayu adalah ikan. Hasil penelitian oleh Setijanto *et al.*, (1996;1999); Setijanto dan Sulisty (2008) bahwa jenis-jenis ikan di Sungai Serayu dan anak-anak sungainya dihuni paling sedikit 42 spesies ikan, antara lain ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*), ikan Mas (*Cyprinus carpio*), ikan lele (*Clarias batracus*), ikan Tawes (*Puntius javanicus*), ikan Benter (*Puntius binotatus*), ikan Brek (*Puntius orphoides*), ikan Paray (*Rasbora lateristriata*), ikan Uceng (*Nemachillus fasciatus*), dan ikan Pelus (*Anguilla mauritiana*).

Hasil survai awal peneliti, jenis ikan Familia Cyprinidae yang paling sering ditemukan di sepanjang aliran Sungai Serayu adalah ikan Nilem. Hasil survai awal peneliti (2009) juga menunjukkan bahwa ikan Nilem (*O. hasselti*) banyak ditemukan di sepanjang aliran Sungai



Serayu di daerah Kabupaten Wonosobo dan Banjarnegara. Hal ini menunjukkan bahwa ikan Nilem mempunyai tingkat kemampuan toleransi tinggi terhadap berbagai toksikan. Hasil penelitian Vidal (2008) dan Chahaya (2003) bahwa ikan Nilem resisten terhadap jenis limbah rumah tangga yang berupa limbah deterjen dan pada konsentrasi tertentu toleran terhadap limbah yang berasal dari aktivitas lahan pertanian.

Lebih resistennya ikan nilem terhadap berbagai jenis limbah, menyebabkan ikan Nilem ini tersebar di perairan Sungai Serayu dan akan membawa dampak pada organisme lain yang berasosiasi dengannya. Salah satu asosiasi antara ikan nilem dengan organisme parasit disebut parasitisme. Lebih seringnya ikan nilem ditemukan di sepanjang Sungai Serayu kemungkinan akan meningkatkan derajat asosiasi parasitisme dibanding jenis ikan lain yang ditemukan. Peningkatan derajat asosiasi parasitisme dapat dilihat dari jumlah jenis dan banyaknya individu setiap jenis ektoparasit yang menginfeksi ikan atau disebut sebagai biodiversitas ektoparasit Bhuthimethee *et al.* (2005).

Biodiversitas merupakan suatu karakteristik tingkatan komunitas berdasarkan jenis dan kelimpahan organisme penyusunnya. Karakteristik ini dinyatakan dalam indeks biodiversitas (Odum, 1993) dan dinamika dalam komunitas dapat menjadi bioindikator kualitas perairan sebagaimana dikemukakan oleh D'Amelio dan Gerasi (1997) dalam Bhuthimethee *et al.* (2005). Dikemukakan pula oleh Lafferty (1997); Marcogliese dan Cone (1997); Overstreet (1997); dalam Palm dan Ruckert (2009), Marcogliese (2005), Sasal (2007), Lafferty (2008) bahwa indeks biodiversitas parasit pada ikan dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan.

Perubahan biodiversitas ektoparasit pada ikan diduga menjadi petunjuk adanya perubahan di dalam badan air yang berpengaruh terhadap kemampuan ektoparasit menghadapi perubahan kualitas perairan. Kemampuan ektoparasit dalam menghadapi perubahan kualitas perairan meliputi kemampuan untuk menemukan ikan sebagai inangnya atau disebut prevalensi dan kemampuan menginfeksi sebagai rangkaian mendapatkan habitat yang bersifat permanen atau disebut sebagai intensitas serangan rata-rata. Ke dua variabel tersebut yaitu prevalensi dan intensitas serangan rata-rata menghasilkan suatu komunitas ektoparasit pada beberapa atau seluruh bagian tubuh ikan. Komunitas ektoparasit pada ikan ini menunjuk pada indeks biodiversitas ektoparasit.

Terjadinya perubahan kualitas perairan sebagaimana dikemukakan dapat direspon oleh organisme yang sangat sensitif seperti ektoparasit (Moller, 1987 dan Poulin, 1992 dalam Bhuthimethee *et al.*, 2005); (Lafferty dan Kuris, 1999). Respon ini menjadi bagian penting bagi ektoparasit yang mempunyai stadium hidup bebas baik ektoparasit dengan daur hidup langsung maupun tidak langsung. Respon ektoparasit baik eksternal maupun internal terhadap perubahan lingkungan dipengaruhi oleh ketahanan ektoparasit dan kemampuan ektoparasit mentoleransi perubahan lingkungan.

Kemampuan mentoleransi perubahan lingkungan pada stadium hidup bebas ektoparasit ikan dikarenakan kemampuan ektoparasit dalam membentuk kista dengan dinding yang tahan terhadap berbagai perubahan kualitas perairan, flagella yang membantu ektoparasit untuk berenang, serta kecepatan berenang yang meningkat pada berbagai tekanan lingkungan (Marcogliese *et al.*, 2005). Stadium hidup bebas ektoparasit dengan kemampuan mentoleransi yang tinggi terhadap perubahan kualitas perairan, akan menaikkan peluangnya untuk menemukan inang yaitu ikan.

Berdasarkan uraian di atas dapat dikemukakan permasalahan yaitu apakah biodiversitas ektoparasit pada ikan nilem (*O. hasselti*) dapat menjadi bioindikator kualitas perairan di Sungai Serayu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan penggunaan indeks biodiversitas ektoparasit pada ikan nilem (*O. hasselti*) sebagai bioindikator kualitas perairan di





Sungai Serayu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu sarana untuk pengelolaan Sungai Serayu.

## TELAAH PUSTAKA

Suatu organisme yang mempunyai daya toleransi tinggi mampu bertahan hidup pada kualitas lingkungan buruk, akan tetapi untuk organisme yang daya toleransinya rendah kemungkinan besar populasinya akan menurun. Ektoparasit merupakan organisme yang mampu berinteraksi secara kompleks dengan berbagai tekanan lingkungan. Khan (1990) dalam Lafferty dan Kuris (1999) menyatakan bahwa kemampuan infeksi ektoparasit yang semakin tinggi pada kondisi perubahan lingkungan akan berpengaruh terhadap penurunan sistem imun ikan. Kemampuan interaksi ektoparasit pada berbagai tekanan lingkungan memberi pengaruh negatif pada populasi inangnya.

Ektoparasit mampu meningkatkan infeksi terhadap ikan pada kondisi *strees* lingkungan karena menurunnya imunitas ikan, sehingga populasi ikan juga semakin menurun. Terjadinya penurunan kualitas perairan, akan berpengaruh terhadap komposisi atau biodiversitas ektoparasit ikan. Menurut Lafferty (2008) tercemarnya suatu perairan memberikan pengaruh terhadap biodiversitas ektoparasit pada ikan. Komunitas ikan dan ektoparasit dapat digunakan sebagai petunjuk baik buruknya suatu perairan (Lafferty, 1997 dan Sures, 2004). Tingginya nilai biodiversitas ektoparasit pada ikan, menunjukkan keberhasilan stadium bebas ektoparasit merespon setiap perubahan lingkungan termasuk yang mempengaruhi inangnya. Tinggi rendahnya nilai biodiversitas ektoparasit pada ikan merupakan indikator baik buruknya kualitas air.

Ketidakmampuan stadium bebas ektoparasit untuk beradaptasi pada habitat yang ekstrim menyebabkan mortalitas (Bush *et al.*, 1997). Tingkat mortalitas stadium bebas ektoparasit akan semakin tinggi pada habitat yang ekstrim, yang berpengaruh terhadap rendahnya biodiversitas ektoparasit pada ikan.

Menurunnya keberhasilan ektoparasit untuk menemukan dan menginfeksi inangnya dapat menyebabkan rendahnya jenis ektoparasit dan mungkin juga kelimpahan setiap jenis ektoparasit pada suatu inang (Bhuthimethee *et al.*, 2005). Sebaliknya, kemampuan adaptasi yang optimal terhadap penurunan kualitas air, dapat menaikkan tingkat keberhasilan ektoparasit untuk menemukan dan menginfeksi inang. Ketersediaan jenis inang yang sesuai dan ada tidaknya inang perantara merupakan faktor penting yang menentukan jenis ektoparasit tertentu lebih berkembang dibandingkan jenis ektoparasit yang lain (Lafferty, 2008).

Stadium bebas ektoparasit memiliki sifat dan karakter yang berbeda antar jenis ektoparasit (Tobler *et al.*, 2007). Perbedaan sifat dan karakter yang dimiliki stadium bebas ektoparasit menentukan tingkat prevalensi pada ikan. Stadium bebas ektoparasit sangat dipengaruhi kondisi lingkungan seperti, fluktuasi suhu, suplai nutrisi, dan adanya bahan toksik. Stadium bebas ektoparasit harus memperoleh kondisi lingkungan yang sesuai untuk melanjutkan perkembangan hidup dalam menentukan inangnya. Faktor kesesuaian dan kemampuan adaptasi stadium bebas ektoparasit terhadap kondisi lingkungan menentukan keberhasilan stadium bebas ektoparasit mencapai habitat hidupnya (Sures, 2004).

Ektoparasit memiliki siklus hidup yang kompleks yang tingkat kerentanannya ditentukan oleh kemampuan merespon setiap perubahan lingkungan. Menurut Morley *et al.* (2003) stadium bebas parasit berupa larva memiliki daya toleransi tinggi dan kemampuan berenang cepat untuk menghindari bahan terlarut yang masuk ke dalam perairan seperti logam berat, lumpur limbah, dan berbagai jenis bahan toksik pestisida. Stadium hidup bebas larva memiliki



kemampuan mengontrol aktivitas berenang sebagai respon adanya perubahan lingkungan. Kemampuan hidup ektoparasit dalam berinteraksi dan mentoleransi kondisi lingkungan yang ekstrim, membawa perubahan tingkah laku dan fisiologi ektoparasit (Tobler *et al.*, 2007). Perubahan tingkah laku dan fisiologi ektoparasit sebagai bentuk adaptasi dan respon ektoparasit untuk meningkatkan peluang menemukan ikan atau habitat hidupnya.

Ektoparasit yang mampu beradaptasi mampu bertahan terhadap perubahan-perubahan lingkungan dan bereproduksi dengan cepat (Lafferty dan Kuris, 1999). Kemampuan reproduksi ektoparasit lebih cepat daripada inangnya. Ektoparasit secara fisiologi bergantung pada asosiasi dengan inangnya untuk memperoleh makanan, tempat dan bereproduksi bagi kelangsungan hidupnya. Diperlukan kemampuan adaptasi fisiologis secara optimal untuk menghadapi perubahan kondisi lingkungan untuk mencapai kemampuan hidup (*fitness*). Ketidakseimbangan kondisi lingkungan di daerah sungai akan berpengaruh terhadap komposisi jenis ektoparasit pada ikan. Hal tersebut terkait dengan faktor yang mempengaruhinya, antara lain kemampuan respon eksternal maupun internal ektoparasit, siklus hidup dan interaksi antar spesies (Bayoumy, 2008).

## **METODE PENELITIAN**

### ***Materi Penelitian***

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nilam hasil tangkapan Sungai Serayu. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain gunting, pinset, pipet, obyek gelas, cawan petri, mikroskop binokuler, bak pembedahan, jala, alat pancing, plastik, kamera digital dan aquarium.

### ***Metode Pengambilan Sampel***

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei dengan teknik pengambilan sampel ikan secara *purposive sampling*. Lokasi pengambilan sampel terdiri atas 3 lokasi pengambilan sampel yang melintasi di perairan Sungai Serayu (Gambar 3.1). Lokasi I (daerah Leksono di Kabupaten Wonosobo), Lokasi II (daerah Mandiraja berada di Kabupaten Banjarnegara), Lokasi III (daerah Bendung Gerak Serayu di Kabupaten Banyumas). Jumlah sampel ikan nilam yang diambil sebanyak 10 % dari hasil tangkapan harian selama satu bulan pada tiap lokasi pengambilan sampel. Hasil tangkapan ikan Nilam per hari 25 ekor. Jumlah keseluruhan sampel ikan yang diambil pada masing-masing lokasi sebanyak 75 ekor.

### ***Variabel Penelitian dan Prosedur Pengukuran***

Variabel pada penelitian ini adalah biodiversitas spesies ektoparasit yang ditemukan pada ikan Nilam di Sungai Serayu. Parameter yang diukur adalah jenis dan kelimpahan ektoparasit yang ditemukan pada ikan nilam di Sungai Serayu, tingkat prevalensi dan intensitas ektoparasit pada ikan nilam di Sungai Serayu.

Prosedur kerja meliputi: pengambilan sampel ikan nilam dan pemeriksaan ektoparasit pada tubuh ikan nilam.

#### ***Pengambilan Sampel Ikan***

Ikan Nilam dalam sungai ditangkap dengan alat bantu jala. Ikan dimasukkan ke dalam kantong plastik berisi air sungai. Kantong plastik kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan lebih lanjut.

#### ***Pemeriksaan Ektoparasit***

Pemeriksaan ektoparasit dilakukan dengan cara membuat preparat rentang dari beberapa bagian tubuh ikan. Bagian tubuh yang diperiksa adalah mulut, mata, sirip punggung,



sirip dada, sirip ekor, sirip perut, sirip dubur, operculum, insang, dan sisik. Bagian tubuh yang diperiksa dipotong dengan menggunakan gunting kemudian direntangkan di atas kaca preparat yang sudah ditetesi air. Diamati di bawah mikroskop binokuler dan dilakukan identifikasi. Identifikasi ektoparasit dilakukan berdasarkan Kabata (1985) dan Woo (1995).

### **Analisis Data**

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

$$\text{Indeks Shannon – Wiener (Magurran, 1988) : } H^1 = - \sum p_i \ln p_i$$

Keterangan :

$H^1$  = Indeks keragaman jenis (individu)

$p_i$  = Proporsi sampel total berdasarkan spesies ke-i ( $n_i / N$ )

$n_i$  = Jumlah individu tiap spesies ke-i

$N$  = Jumlah total individu semua spesies

Jika  $H^1$  di suatu lokasi satu lebih tinggi daripada  $H^1$  lokasi lainnya maka kualitas perairan lingkungan lokasi satu lebih baik dibandingkan lokasi yang lainnya (Arfianti, 2009). Prevalensi dan Intensitas ektoparasit yang ditemukan dihitung menurut (Moller-Ander, 1986):

**Prevalensi** = (Jumlah ikan yang terinfeksi suatu spesies parasit/Total Ikan yang diperiksa ) X 100%

**Intensitas** = Jumlah rata-rata individu suatu spesies parasit/Jumlah inang yang terinfeksi

### ***Pola Distribusi Ektoparasit***

Meskipun indeks biodiversitas ektoparasit tinggi pada ikan nilem di satu stasiun dibandingkan pada stasiun yang lain, namun belum dapat disimpulkan bahwa kualitas perairan mempunyai kategori baik atau buruk. Hal ini disebabkan bahwa ektoparasit mempunyai spesifitas yang lebar pada ekosistem alamiah sehingga diperlukan alat analisis lain untuk memahami spesifitas tersebut. Alat analisis tersebut adalah menentukan pola distribusi ektoparasit.

Pola distribusi ektoparasit dapat ditentukan dengan menghitung nilai rata-rata ektoparasit untuk setiap inang (ikan) dan ragamnya. Pola distribusi disebut dispersi apabila nilai rata-rata ektoparasit untuk setiap inang lebih kecil dibandingkan nilai ragamnya (Kennedy, 1975). Hal ini menunjuk pada kemampuan ektoparasit untuk menginfeksi seluruh ikan di dalam perairan.

### ***Waktu dan Tempat***

Pengambilan sampel berupa ikan nilem diperoleh dari Sungai Serayu daerah Leksono (Kabupaten Wonosobo), Mandiraja (Kabupaten Banjarnegara), Bendung Gerak Serayu (Kabupaten Banyumas). Ikan hasil tangkapan selanjutnya diperiksa di Laboratorium Entomologi-Parasitologi Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan perhitungan indeks biodiversitas Shannon-Wiener diketahui bahwa indeks biodiversitas ektoparasit ( $H^1$ ) pada ikan nilem paling tinggi di daerah Leksono dibandingkan daerah Mandiraja dan Bendung Gerak Serayu (Tabel 4.1).

Hasil uji t terhadap nilai biodiversitas ektoparasit ( $H^1$ ) menunjukkan bahwa biodiversitas ektoparasit pada ikan nilem di daerah Leksono berbeda nyata dengan ( $H^1$ ) daerah Mandiraja dan daerah Bendung Gerak Serayu. Sedangkan biodiversitas ektoparasit pada ikan nilem di daerah Mandiraja berbeda tidak nyata dengan daerah Bendung Gerak Serayu (Lampiran 4). Hal



ini juga didukung oleh kecenderungan nilai yang berbeda antara intensitas serangan rata-rata (MI) dan kelimpahan ektoparasit (A). Meskipun demikian, nilai prevalensi (P) di tiga lokasi tersebut memperlihatkan kecenderungan yang relatif sama artinya peluang ektoparasit di ketiga lokasi memiliki probabilitas menginfeksi yang relatif sama. Dengan demikian, untuk memastikan kualitas perairan di ketiga lokasi, maka pola distribusi ektoparasit dapat menjadi petunjuk tambahan kategori kualitas perairan. Hasil perhitungan nilai rata-rata ektoparasit dibandingkan dengan nilai ragam ektoparasit menunjukkan bahwa distribusi ektoparasit pada ikan, adalah limbah dispersi (Lampiran 8).

**Tabel 3.1. Hasil analisis indeks biodiversitas Shannon-Wiener (H'), prevalensi (P), Mean Intensitas serangan rata-rata (MI) dan Abundance (A) ektoparasit pada ikan nilem di setiap lokasi penelitian.**

Lokasi Penelitian	H'	P (%)	MI	A	Distribusi Ektoparasit	Kualitas perairan
Leksono, Kab. Wonosobo	1,40a	48	30,20	23,03	Limpah-dispersi	Baik
Mandiraja, Kab. Banjarnegara	1,29b	30	13,43	6,20	Limpah-dispersi	Baik
Bendung Gerak Serayu, Kab. Banyumas	1,24b	37	22,70	9,50	Limpah-dispersi	Baik

Keterangan :Huruf yang berbeda pada kolom H' menunjukkan beda nyata pada P = 0,20

Distribusi limbah dispersi menunjukkan bahwa ektoparasit mampu menginfeksi seluruh ikan dalam badan perairan, meskipun peluang menginfeksi (MI) dan kelimpahannya (A) cenderung berbeda (Tabel 3.1). Dengan demikian, kondisi kualitas perairan di lokasi sampling termasuk kategori baik.

Keberhasilan stadium hidup bebas ektoparasit menginfeksi ikan nilem dan mengembangkan responnya dapat ditunjukkan dengan besarnya derajat prevalensi, intensitas serangan, dan kelimpahan ektoparasit pada ikan nilem. Derajat prevalensi ektoparasit pada ikan juga dipengaruhi oleh : ada tidaknya lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan dan perkembangan ektoparasit, resistensi inang, kemampuan ektoparasit untuk memasuki inang, adanya ektoparasit lain dan resistensi ektoparasit sendiri. Semakin besar derajat prevalensi dan intensitas serangan ektoparasit pada ikan Nilem, indeks biodiversitasnya juga semakin tinggi. Indeks biodiversitas (H') ektoparasit tinggi juga menunjukkan jumlah ektoparasit dan kelimpahan yang berhasil menginfeksi ikan dan mampu menghadapi perubahan lingkungan perairan. Dengan demikian keberhasilan stadium hidup bebas ektoparasit untuk menginfeksi ikan meningkatkan kekayaan spesies dan kelimpahan setiap jenis ektoparasit pada tubuh ikan.

Ektoparasit memiliki spesifitas yang lebar pada perairan alamiah. Pembentukan spesifitas antara inang dan parasit dipengaruhi oleh tiga kebutuhan dasar yang harus dipenuhi, antara lain : inang dan parasit harus dapat melakukan kontak satu sama lain, inang harus memberikan kondisi yang sesuai bagi perkembangan dan pertumbuhan parasit, dan parasit harus mampu mengatasi secara langsung setiap respon inang yang ditimbulkannya.

Jenis ektoparasit yang ditemukan pada ikan nilem di Sungai Serayu daerah Leksono kabupaten Wonosobo, daerah Mandiraja kabupaten Banjarnegara, dan daerah Bendung Gerak Serayu adalah *Trichodina* sp., *Epistylis* sp., *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., *Ichthyophthirius* sp., *Vorticella* sp., *Lernaea* sp., *Oodinium* sp., *Argulus* sp., dan *Chilodonella* sp. (Gambar 4).

Menurut Poulin (1997) dan Thomas (2002) mengemukakan bahwa fenomena limbah-dispersi juga merupakan faktor kunci yang menyebabkan perbedaan jenis parasit terkait dengan spesies inang, umur, ukuran dan seks. Dalam penelitian ini, ditemukan beberapa jenis ektoparasit yang mampu lulus hidup pada tubuh ikan. Berdasarkan Tabel 3.2., dapat diketahui

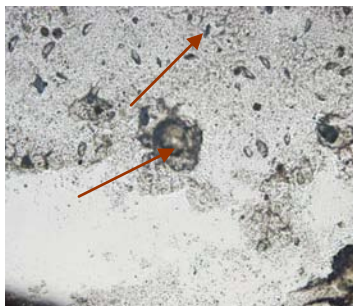
bahwa *Trichodina* sp. merupakan ektoparasit yang memiliki jumlah dan kelimpahan tertinggi pada masing-masing lokasi penelitian dibandingkan jenis ektoparasit lain seperti *Epistylis* sp., *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., *Ichthyophthirius* sp., *Vorticella* sp., *Lernaea* sp., *Oodinium* sp., *Argulus* sp., dan *Chilodonella* sp. Hal ini kemungkinan besar karena *Trichodina* sp. memiliki kemampuan reproduksi yang cepat dan faktor lingkungan yang mendukung seperti makanan, suhu dan air. Kemampuan reproduksi cepat dan memperbanyak diri menyebabkan *Trichodina* sp. memiliki penyebaran dengan kelimpahan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa stadium hidup bebas *Trichodina* sp. memiliki kemampuan toleransi paling tinggi dan respon yang cepat terhadap perubahan lingkungan dibanding jenis ektoparasit lain, sehingga berhasil menginfeksi inang dengan kelimpahan tertinggi. *Trichodina* sp. mudah untuk memisahkan diri menjadi dua bagian yang lebih kecil dan kemudian masing-masing bagian tersebut akan kembali memperbanyak diri (Woo, 1995). Parasit ini tidak tahan hidup lama tanpa adanya inang, sehingga termasuk parasit obligat.



*Trichodina* sp. (perbesaran 40x10)



*Epistylis* sp. (perbesaran 100x10)



*Ichthyophthirius* sp (perbesaran 40x10)



*Vorticella* sp (perbesaran 40x10)



*Chilodonella* sp (perbesaran 40x)



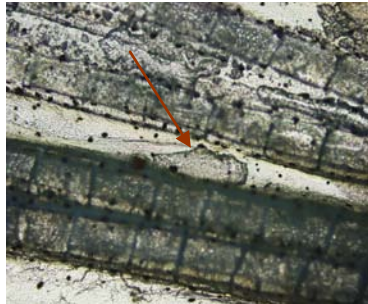
*Oodinium* sp (perbesaran 40x)

**Gambar 4.1** Jenis ektoparasit yang termasuk dalam Kelompok Protozoa

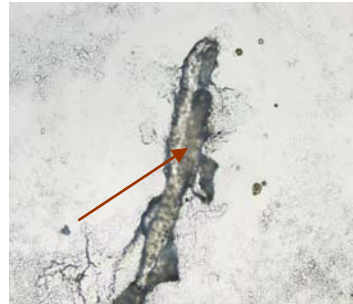
Berbagai jenis ektoparasit dapat menempati habitat yang sama bila tidak ada sifat antagonisme dan tersedianya makanan yang cukup. Ektoparasit tersebut biasanya terdapat pada bagian sisik, ekor, sirip, operkulum, insang dan mulut. *Trichodina* sp. dan *Ichthyophthirius* sp. termasuk ektoparasit kelompok Protozoa yang hampir ditemukan pada berbagai jenis ikan



air tawar (Dana, 1984). Individu dewasa ektoparasit *Ichtyophthirius* sp. akan melepaskan diri dan mencari tempat yang sesuai kemudian membentuk lapisan lendir (*cyste*) individu baru akan terbentuk dalam *cyste* setelah 5 jam dan akan berenang untuk menemukan inangnya. Individu ini akan mati jika dalam waktu 48 jam tidak menemukan inang (Ghufran dan Kordi, 2004).



*Dactylogyrus* sp

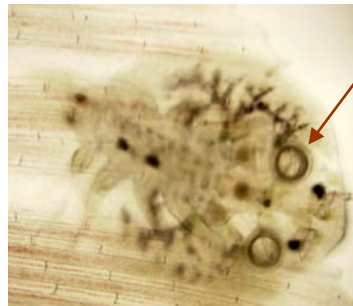


*Gyrodactylus* sp

**Gambar 4.2** Jenis ektoparasit yang termasuk dalam kelompok Trematoda Monogenetik



*Lernaea* sp



*Argulus* sp

**Gambar 4.3** Jenis ektoparasit yang termasuk dalam kelompok Crustacea

Ektoparasit *Gyrodactylus* sp. dan *Dactylogyrus* sp. dari kelompok Trematoda monogenetik memiliki siklus hidup langsung (Reed *et al.*, 2005). Sistem reproduksi Trematoda monogenetik sebagian merupakan tipe beranak (*Gyrodactylus* sp.) dan tipe petelur (*Dactylogyrus* sp.). *Dactylogyrus* sp. berkembang biak dengan menghasilkan satu telur setiap beberapa saat. Telur tersebut kemudian menyebar di dalam air maupun menempel pada substrat dasar, menetas menjadi larva dan mengalami tahap berenang sebelum menginfeksi inang baru. *Gyrodactylus* sp. merupakan monogenea vivipar yang membebaskan anakan dalam bentuk larva. Larva memiliki bentuk morfologi yang sama dengan induknya. Tiap individu dewasa mengandung banyak embrio yang sudah berkembang sempurna. Sistem reproduksi yang demikian memungkinkan populasi *gyrodactylus* sp. berkembang sangat cepat. Stadium hidup bebas parasit berupa larva memiliki daya toleransi tinggi dan kemampuan berenang cepat untuk menghadapi perubahan lingkungan. Kemampuan parasit untuk menghadapi perubahan lingkungan menentukan keberhasilannya dalam menemukan ikan untuk kemudian menginfeksi.

*Argulus* sp. merupakan ektoparasit dari kelompok Crustacea memiliki cengkeraman yang kuat untuk bertahan pada tubuh inang. Argulus dewasa akan meninggalkan inangnya untuk kawin dan bertelur. Telur akan berkembang menjadi larva dan akan berkembang menjadi juvenil untuk menemukan inang (Woo, 1995). Sedangkan ektoparasit *Lernaea* sp. merupakan ektoparasit yang banyak menyerang bagian permukaan tubuh dan insang ikan.

**Tabel 3.2. Jumlah spesies ektoparasit pada ikan Nilem di lokasi penelitian.**

No.	Spesies Ektoparasit	Jumlah spesies ektoparasit		
		Lokasi I	Lokasi II	Lokasi III
1	<i>Trichodina</i> sp.	7235	2697	2927
2	<i>Epistylis</i> sp.	3	2	-
3	<i>Dactylogyrus</i> sp.	1413	585	134
4	<i>Gyrodactylus</i> sp.	1475	832	84
5	<i>Ichtyophthirius</i> sp	2614	183	486
6	<i>Vorticella</i> sp.	513	57	38
7	<i>Lernaea</i> sp.	106	7	25
8	<i>Argulus</i> sp.	-	1	2
9	<i>Oodinium</i> sp	-	195	223
10	<i>Chilodonella</i> sp.	465	105	2500
	Total	13864	4664	6479

Ektoparasit merupakan organisme yang memiliki respon yang kuat terhadap perubahan lingkungan sekecil apapun dan kemampuan menyesuaikan diri pada tubuh ikan. Respon aktif ektoparasit menghasilkan perilaku spesifik pada habitatnya berpengaruh terhadap komposisi dan jumlah ektoparasit. Menurut Klimpel *et al.*, (2006) perbedaan komposisi spesies ektoparasit (biodiversitas) pada ikan disebabkan oleh pengaruh kesensitifan ektoparasit untuk mengembangkan respon menghadapi perubahan lingkungan perairan. Dikemukakan oleh Chen *et al.* (2008) keberhasilan stadium hidup bebas ektoparasit yang mampu mentoleransi perubahan lingkungan untuk menginfeksi ikan sangat menentukan tingkat biodiversitas ektoparasit pada ikan. Menurut Mc Dowell *et al.* (1990) dalam Lafferty dan Kuris (1999) masuknya bahan polutan dapat mempengaruhi kepekaan stadium bebas parasit untuk mengembangkan responnya. Kriteria penggunaan ektoparasit pada ikan sebagai indikator biologi antara lain, harus dapat langsung diukur, sensitif terhadap kondisi *strees* lingkungan dengan memberikan respon yang cepat (Williams *et al.*, 1992; MacKenzie *et al.*, 1995; Williams dan MacKenzie, 2003).

## KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

### *Kesimpulan*

Berdasarkan hasil dan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa nilai biodiversitas ektoparasit pada ikan nilem memiliki peluang untuk dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan Sungai Serayu. Diketahui bahwa kondisi perairan Sungai Serayu masih tergolong baik bagi ektoparasit pada ikan nilem, dengan kisaran indeks biodiversitas antara 1,24 sampai 1,40..

### *Implikasi*

Biodiversitas ektoparasit pada ikan nilem merupakan data dasar penting dalam sistem peringatan dini terhadap perubahan kualitas perairan. Dengan demikian, diperlukan penggalan data dasar biodiversitas yang lebih banyak diberbagai jenis perairan untuk memastikan biodiversitas ektoparasit sebagai bioindikator kualitas perairan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bayoumy, E., H. Osman, F. Elbana, and M.A Hassanain. 2008. Monogenean Parasites as Bioindicators for Heavy Metal Status In Some Egyptian Red Sea Fishes. *Global Veterinaria* 2(3): 117-122.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz, and A. W. Shostak. 1997. Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms. *Journal of Parasitology* 83: 575-583.



- Bhuthimethee, M. , Jr Dronen and W. K. Neill. 2005. Metazoan Parasite Communities of Sentinel Bluegill Caged in Two Urbanizing Streams, San Antonio, Texas. *Journal of Parasitology*. 91 (6) : 1358-1367.
- Chen, H. W., W. C. Liu, A. J. Davis, F. Jorda'n, M. J. Hwang and K. T. Shao. 2008. Network Position of Hosts in Food Webs and Their Parasite Diversity. *Journal Compilation*. Oikos 117: 1847-1855.
- Chahaya, I. 2003. Ikan Sebagai Alat Monitor Pencemaran. Laporan. Bagian Kesehatan Lingkungan. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara.
- Dana, D. 1984. Beberapa Parasit dan Penyakit Ikan. Fakultas Perikanan IPB, Bogor.
- Dharma, F. A. 2008. Penggunaan Makroinvertebrata Bentik Sebagai Alat Pemantau Pencemaran Organik Sebagai Alat Pementau Pencemaran Organik di Sungai Serayu. Laporan Ekologi. Program Magister Sains Ilmu Lingkungan. UNSOED, Purwokerto.
- Ghufran, M. dan H. Kordi. 2004. Penanggulangan Hama dan Penyakit Ikan. Bina Adi Aksara, Rineka Cipta, Jakarta.
- Kabata, Z. 1985. *Parasites and Disease of Fish Cultured in The Tropics*. Taylor and Francis, London.
- Kennedy, C.R. 1975. *Ecological Animal Parasitology*. Blackwell Scientific Publications, London.
- Klimpel S., H. W. Palm, M. W. Buscha, E. Kellermannsa, and S. Ruckerta. 2006. Fish Parasites in The Arctic Deep-sea: Poor Diversity in Pelagic Fish Species vs. Heavy Parasite load in a Demersal Fish. *Deep-Sea Research I* 53 : 1167–1181
- Lafferty, K. D. 1997. Environmental Parasitology : what can parasites tell us about human impact on the environment. *Parasitology Today* 13 : 251-255.
- Lafferty, K. D. 1999. The Evolution of Trophic Transmission. *Parasitology Today*, 15(3) : 111-115.
- Lafferty, K. D. 2008. Ecosystem Consequences of Fish Parasites. Western Ecological Research Center, U.S. Geological Survey. *Journal of Fish Biology*, 73: 2083-2093.
- Lafferty, K. D., and A. M. Kuris. 1999. How Environmental Stress Affects The Impacts of Parasites. *The American Society Of Limnology And Oceanography*. 44(3, part2): 925-931.
- MacKenzie, K., H.H. Williams, B. Williams, A. H. McVicar, and R. Siddall. 1995. Parasites as Indicators of Water Quality and The Potential Use of Helminth Transmission in Marine Pollution Studies. *Advances in Parasitology* 35, 85–144.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
- Marcogliese, D. J., L. G. Brambilla, E. Gagne and A. D Gendron. 2005. Joint Effects of Parasitism and Pollution on Oxidative Stress Biomarkers in Yellow Perch *Perca Flavescens*. *Disease Aquatic Organ*, 63: 77-84.
- Moller, H and K, Anders. 1986. *Disease and Parasites of Marine Fishes*. Verlag Moller, Germany.
- Morley, N. J., S. W. B. Irwin, and J. W. Lewis. 2003. Pollution Toxicity to the Transmission of Larval *Digeneans* through their *Molluscan* Hosts. *Parasitology* 126:S5-S26.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. 3<sup>rd</sup> ed. (Penerjemah T. Samingan & B. Srigandono). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Palm, H. W. and S. Ruckert. 2009. A New approach to Visualize Ecosystem Health by Using Parasites. *Parasitology Res*. DOI 10.1007/s00436-009-1423-z.
- Poulin, R. 1997. Determinants of Host-Specificity in Parasites of Freshwater Fishes. *Parasitology*; 22: 753-8.
- Reed, P., R. F. Floyd, and R. Klinger. 2005. Monogenean Parasites of Fish. University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/images/23655741>.
- Rochmatun, S. 1983. *Parasit Ikan dan Cara Pemberantasannya*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Saanin, 1984. *Taksonomi dan Kunci Determinasi Ikan*. Bina Cipta, Bogor.
- Sasal, P. , D. Mouillot, R. Fichez, S. Chi.et, and M. Kulbicki. 2007. The Use of Fish Parasites as Biological Indicators of Anthropogenic Influences in Coral-reef Lagoons: A case study of Apogonidae parasites in New-Caledonia. *Marine. Pollution. Bulletin* 10:1016.
- Setijanto, E. Setyowati, dan E. Proklamasiningsih. 1999. Distribusi Altitudinal Ikan Sungai : Informasi Dasar Penggunaannya Sebagai Bioindikator Kualitas Air Dan Usaha Budidaya. *Laporan Hasil Penelitian*, Fakultas Biologi, UNSOED. (tidak dipublikasikan)
- Setijanto, Sumarjanto, P. Brahmana, G. Waluyo, dan U. Susilo. 1996. Tinjauan Penggunaan Komunitas Ikan Sebagai Bioindikator Dari Degradasi Lingkungan Perairan. *Laporan Hasil Penelitian*. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (tidak dipublikasikan)





- Setijanto dan I. Sulisty. 2008. Habitat Preference And Spatial Distribution Of *Mystus nigriceps* At The Serayu Catchment Area. *Prosiding-Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II di Universitas Lampung 2008*. UNSOED, Purwokerto.
- Sures, B. 2004. Environmental Parasitology : Relevancy of Parasites in Monitoring Environmental Pollution. *Trends in Parasitology* 20 : 170-177.
- Syandri, H. 2004. Penggunaan Ikan Nilem (*Osteochilus haselti* CV) dan Ikan Tawes (*Puntius javanicus* CV) sebagai Agen Hayati Pembersih Perairan Danau Maninjau, Sumatera Barat. Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Bung Hatta, Padang : 25136.
- Tobler, M., I. Schlupp, J. Francisco, G. Matthias, and P. Martin. 2007. Extreme habitats as refuge from parasite infections. Evidence from an extremophile fish. *Parasitology* 1-6.
- Thomas, J. D. 2002. The Ecology of Fish Parasites with Particular Reference to Helminth Parasites and Their Salmonid Fish Host in Welsh Rivers : a Review of Some of The Central Question. *Parasitology*, 52 : 1-154.
- Vidal, L. B. 2008. *Fish As Ecological Indicator In Mediterranean Freshwater Ecosystems*. Thesis. Institute of Aquatic Ecology and Department of Environmental Sciences University of Girona, Girona.
- Williams, H.H., and K. MacKenzie, 2003. Marine Parasites as Pollution Indicators: an update. *Parasitology* 126, S27–S41.
- Williams, H.H., K. MacKenzie, and A. M. McCarthy. 1992. Parasites as Biological Indicators of The Population Biology, Migrations, Diet, and Phylogenetics of Fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2: 144 – 176.
- Woo, P. T. K. 1995. Fish Disease and Disorders Volume 1. *Protozoan and Metazoan Infections*. University of Guelph, Canada.
- Zainudin, M. R. Y. 2005. Assessment of Fish Community Distribution and Composition in The Perak River in Order To Determine Biological Indicators For Freshwater Health. Thesis For The Degree of Master of Science. University Sains Malaysia.



## JARAK GENETIK *Osteochilus hasselti*, *Osteochilus vitatus* dan *Cyprinus carpio*

**Muh. Nadjmi Abulias dan Dian Bhagawati**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : amie\_star05@yahoo.co.id*

Karakterisasi genetik telah dilakukan terhadap *O. hasselti* (nilem mangut) dan *C. carpio* (ikan mas) hasil budidaya serta *O. vitatus* (ikan nilem sungai) berdasarkan analisis DNA dengan teknik RAPD, menggunakan primer OPA-02. Kajian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakter dan jarak genetik ketiga macam ikan tersebut. Hasil amplifikasi diperoleh 2 – 8 fragmen dengan ukuran berkisar antara 200 – 1000 bp. Data yang diperoleh dianalisis dengan metode *Tools for Population Genetics Analysis* (TPFGA). Berdasarkan dendrogram yang diperoleh melalui analisis UPGMA, diketahui bahwa jarak genetik antara *O. hasselti* dan *O. vitatus*, lebih dekat dibandingkan antara *O. hasselti* dengan *C. carpio*.

Kata kunci : RAPD, *Osteochilus hasselti*, *Osteochilus vitatus* dan *Cyprinus carpio*

### PENDAHULUAN

Studi genetika pada suatu populasi species organisme dimaksudkan untuk memberikan evaluasi mengenai variasi genetik populasi tersebut. Jika dibandingkan dengan variasi morfologi, data hasil studi variasi genetik relatif bebas dari pengaruh faktor lingkungan. Menurut Suryadi (2002) studi tentang variasi genetik merupakan aspek yang sangat penting dalam pelestarian dan juga pemanfaatan plasma nutfah.

Variasi genetik sangat dibutuhkan oleh setiap spesies untuk menjaga kemampuannya dalam berkembang biak, beradaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan serta ketahanannya terhadap berbagai macam penyakit. Jelasnya, tiap spesies membutuhkan cadangan genetik yang bervariasi agar senantiasa mampu bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang sewaktu-waktu dapat berubah. Indriani *et al.* (2002) menyatakan bahwa semakin tinggi variasi genetik plasma nutfah, semakin besar peluang untuk memperoleh organisme dengan sifat yang diinginkan. Menurut Park & Morgan (1995), beberapa metode dapat digunakan untuk mengestimasi tingkat variasi genetik, diantaranya menggunakan pencari molekuler, termasuk didalamnya DNA mitokondria.

DNA sebagai sumber informasi dasar organisme tentunya memiliki tingkat polimorfisme yang tinggi dibandingkan dengan molekul-molekul lainnya. Oleh karenanya, informasi yang dibawa oleh DNA relatif besar dan kompleks serta memiliki peran sentral dalam ekspresi genetik yang dihasilkan, maka eksplorasi polimorfisme pada tingkat DNA sangat berarti (Solihin, 2005). Dinyatakan pula bahwa tidak pernah terdapat dua individu yang memiliki karakter genetik yang persis sama, bahkan pada individu yang terlahir kembar sekalipun. Terdapat keragaman dalam tingkatan individu, populasi species, bahkan sampai pada tingkatan takson yang lebih tinggi. Keragaman bentuk, baik morfologik maupun molekuler ini dikenal dengan *polimorfisme*. Polimorfisme dapat dijadikan sebagai acuan untuk menelusuri keragaman suatu organisme dan responnya terhadap proses-proses evolusi yang dialami organisme itu di masa yang lalu dan memprediksi keadaan organisme ini pada masa yang akan datang. Mengingat informasi tentang variasi genetik komoditas perikanan, khususnya perikanan budidaya masih sangat dibutuhkan, maka telah dilakukan karakterisasi DNA dengan metode *Random Amplified Polymorphism DNA* (RAPD) terhadap *Osteochilus hasselti*, *Osteochilus vitatus* dan *Cyprinus carpio*. Informasi yang diperoleh diharapkan dapat sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan pemijahan, terutama untuk melakukan seleksi dan hibridisasi.



## MATERI DAN METODE

Materi yang diteliti adalah *Osteochilus hasselti* (ikan nilam mangut) dan *Cyprinus carpio* (ikan mas) dari hasil budidaya di Kecamatan Kedung Banteng Kabupaten Banyumas serta *O.vitatus* (ikan nilam sungai) dari sungai Banjaran Kab. Banyumas. Tubuh ikan yang diambil untuk diekstrak adalah bagian sirip dan pengambilan sampel tersebut dilakukan dengan kondisi ikan dalam keadaan hidup. Sampel sirip yang diperoleh, kemudian disimpan dalam alkohol PA 70% hingga dilakukan proses lebih lanjut.

Ekstraksi DNA dilakukan dengan menggunakan metode Phenol- Chloroform (modifikasi Nugroho *et al.*, 2002). Potongan sirip seberat 5-10 mg, dimasukkan kedalam tabung 1.5 ml yang telah berisi 500 ul larutan TNES urea, kemudian ditambahkan 10 ug/ml Protein Kinase dan diinkubasikan pada suhu 37°C selama 18 jam. Didinginkan pada suhu kamar, ditambahkan larutan Phenol- Chloroform-Isoamylalcohol sebanyak 1000 ul, disentrifuse pada kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit. Lapisan supernatan diambil dan dipindahkan ke dalam tabung baru, ditambahkan 1000 ul larutan etanol 90% dan 10 ul larutan natrium asetat (CH<sub>3</sub>COONa), divortex sampai terlihat adanya endapan putih. DNA diendapkan dengan cara mensentrifus campuran tersebut pada kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit. Supernatan dibuang dan DNA dikeringkan pada suhu kamar. DNA di simpan dalam 100 ul larutan Tris-EDTA (TE) buffer pada suhu 4 °C sebelum digunakan pada tahap selanjutnya.

Primer yang digunakan dalam RAPD adalah OPA-02 (Operon Technologies, Inc., Alameda, CA). Proses amplifikasi menggunakan metode *Polymerize Chain Reaction* (PCR) dengan komposisi reaksi, yaitu: 10 ug DNA, 10 pmol primer dan “*pure taq DNA*” (Promega) dengan total volume keseluruhannya 25 ul. Siklus PCR yang digunakan dalam amplifikasi adalah satu siklus denaturasi pada suhu 94 °C selama 2 menit. 35 siklus penggandaan yang terdiri dari 94 °C selama 1 menit, 36 °C selama 1 menit dan 72 °C selama 2.5 menit. Satu siklus terakhir pada suhu 72 °C selama 7 menit. Hasil PCR dipisahkan secara elektroforesis menggunakan gel agarose 2-3% dalam Tris-Boric-EDTA (TBE) buffer dan diamati dengan illuminator (UV) serta didokumentasikan dengan kamera polaroid. Berdasarkan hasil visualisasi pita DNA yang diperoleh, kemudian dilakukan analisis perbandingan berpasangan Fst (Sokal and Rohlf, 1995) dan dihitung jarak genetik menurut Wright (1978) modifikasi dari Rogers (1972) dengan menggunakan program *Tools for Population Genetic Analysis* (TFPGA).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi genetik pada suatu populasi mencakup proporsi lokus polimorfik, jumlah rata-rata alel per lokus, heterozigositas, dan jarak genetik. Jarak genetik diukur atas dasar frekuensi alel rata-rata untuk semua lokus pada suatu populasi (Nei, 1987). Hasil identifikasi genetik dengan penanda RAPD menggunakan primer OPA-02 mampu menghasilkan fragmen-fragmen yang dapat digunakan sebagai pembeda diantara ketiga macam sampel ikan tersebut. Primer OPA-02 menghasilkan amplifikasi dengan jumlah fragmen 2-8 dengan ukuran berkisar antara 200 – 1000 bp dan jumlah lokus sebanyak 15.

Atas dasar pita-pita yang tervisualisasi dari hasil elektroforesis pada gel agarose dapat dihitung heterozigositas serta polimorfisme lokus pada ikan nilam mangut, nilam sungai dan ikan mas. Nilai heterozigositas dan polimorfisme yang dimiliki ketiga macam ikan tersebut, tersaji pada Tabel 1.

Dari hasil yang tertera pada Tabel 1. dapat diketahui bahwa diantara ketiga sampel ikan tersebut, maka *Osteochilus hasselti* memiliki nilai polimorfisme lokus yang tertinggi dan nilai yang diperoleh menggambarkan tingkat variasi genetik ikan tersebut. Menurut Nei dan Kumar (2000), variasi genetik terjadi jika terdapat dua alel atau lebih dalam suatu populasi.



Sedangkan heterozigositas merupakan cara yang paling akurat untuk mengukur variasi genetik. Heterozigositas disebut juga sebagai keragaman gen (Nei, 1987).

**Tabel 1. Heterozigositas dan Polimorfisme**

No	Jenis ikan	Heterozigositas	Polimorfisme (%)
1.	<i>Osteochilus hasselti</i>	0.1778	33.3333
2.	<i>Osteochilus vitatus</i>	0.0711	13.3333
3.	<i>Cyprinus carpio</i>	0.1422	26.6667

Untuk mengetahui perbedaan genetik diantara ketiga sampel tersebut, maka telah dilakukan uji perbandingan berpasangan Fst (Tabel 2) serta penghitungan jarak genetiknya. Hasil perhitungan jarak genetik (D) berdasarkan fragmen RAPD dari primer OPA-02 yang dilakukan menurut Wright (1978) modifikasi dari Rogers (1972) dengan program TFGPA, terangkum pada Tabel 3.

**Tabel 2. Nilai P dari Uji Perbandingan Berpasangan Fst**

No	Sampel	<i>O.hasselti</i>	<i>O.vitatus</i>	<i>C. carpio</i>
1.	<i>Osteochilus hasselti</i>	-		
2.	<i>Osteochilus vitatus</i>	0.9902	-	
3.	<i>Cyprinus carpio</i>	0.5533	0.3254	-

**Tabel 3. Jarak Genetik Tiga Jenis Ikan Nilem**

No	Jenis Ikan	<i>O.hasselti</i>	<i>O.vitatus</i>	<i>C. carpio</i>
1.	<i>Osteochilus hasselti</i>	-		
2.	<i>Osteochilus vitatus</i>	0.4869	-	
3.	<i>Cyprinus carpio</i>	0.6831	0.7149	-

Hasil uji Fst (Tabel 2) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan genetik yang nyata antara *Osteochilus hasselti* dan *Osteochilus vitatus*, karena merupakan genus yang sama. Sedangkan antara *Osteochilus hasselti* dan *Osteochilus vitatus* dengan *Cyprinus carpio* terdapat perbedaan yang nyata, karena merupakan genus yang berbeda, namun masih berada dalam satu familia yaitu Cyprinidae. Ikan nilen termasuk dalam genus *Osteochilus*, ordo Cypriniformes dan familia Cyprinidae (Weber & de Beaufort, 1965; Nelson, 1984; Saanin, 1984; Moyle & Cech, 1988). Dengan demikian, dapat dimengerti apabila hasil penghitungan jarak genetik tiga populasi ikan sampel tersebut menunjukkan bahwa antara *Osteochilus hasselti* dan *Osteochilus vitatus* memiliki jarak genetik lebih dekat dibandingkan antara kedua populasi tersebut dengan *Cyprinus carpio*. Berdasarkan perhitungan jarak genetik dari 3 populasi ikan sampel (Tabel 3), diperoleh nilai jarak genetik terdekat adalah antara *Osteochilus hasselti* dan *Osteochilus vitatus* yaitu sebesar 0.4869 kemudian antara *Osteochilus hasselti* dengan *Cyprinus carpio* yaitu 0.6831. Sedangkan jarak paling jauh adalah jarak genetik antara *Osteochilus vitatus* dengan *Cyprinus carpio* yaitu 0,7149.

### KESIMPULAN

1. *Osteochilus hasselti* memiliki nilai variasi genetik yang tertinggi dan nilai yang terendah adalah *Osteochilus vitatus*.
2. *Osteochilus hasselti* dan *Osteochilus vitatus* memiliki jarak genetik lebih dekat dibandingkan antara kedua populasi tersebut dengan *Cyprinus carpio*

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada DP2M DIKTI selaku penyandang dana dari penelitian STRANAS BATCH IV, yang dilaksanakan sesuai dengan Surat



Perjanjian Kerja Penelitian Nomor: 4453.6/H23.6/PL/2009, tanggal 6 Agustus 2009. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Iskandariyah SP., atas bantuan serta kerjasamanya dan para penelaah atas masukan yang diberikan untuk perbaikan naskah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hadiaty, R.K dan Siebert, 1998. Beberapa Catatan tentang Aspek Pertumbuhan, Makan dan Reproduksi Ikan Nilem Paitan (*Osteochilus jeruk*). *Berita Biologi* 5: 151 – 156
- Indriani, F.C., L. Soetopo, Sudjindro, dan A.N. Sugiharto. 2002. Keragaman genetik plasma nutfah kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) dan beberapa spesies yang sekerabat berdasarkan analisis isozim. *Biosains*. 2 (1) : 29 – 39.
- Miller, MP. 1997. Tools For Population Genetic Analysis (TFPGA) version 1.3. Department of Biological Science. Northern Arizona University, Arizona, USA.
- Moyle, P.B. & J.J. Cech. 1988. Fishes an Introduction to Ichthyology . Second Edition. Prentice Hall, Englewood Clifts, New Jersey.
- Nugroho, E., A. Widiyati, Imron dan K. Kadarini. 2002. Keragaan Genetik Ikan Nila Gift Berdasarkan Polimorfisme Mitokondria DNA D-L-Loop. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 8(3): 1-6.
- Nei, M. 1987. Molecular Evolutionary Genetics. Columbia University Press. New York.
- Nei, M and Kumar, S. 2000. Molecular Evolution and Phylogenetics. Oxford University Press. Inc. New York.
- Nelson, J.S., 1994. Fishes of the world. Third edition. John Wiley & Sons, Inc. NY, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Park, L.K and P. Morgan. 1995. Developments in molecular genetics techniques in fisheries. *In Molecular Genetics in Fisheries* by Carlvarho, G.R and T.J Pitcher (eds). Capmann & Hall, London.
- Roberts, T. 1989. The freshwater fishes of western Borneo. The California Academy of Sciences, USA.
- Saanin, H. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Binacipta, Bandung.
- Solihin, D.D. 2005. Prinsip-prinsip dalam Teknologi Biologi Molekuler. Modul Pelatihan Singkat Teknik Biologi Molekuler. Pusat Studi Ilmu Hayati, IPB. Bogor.
- Surjadi, H. 2002. Draff Dokument IBSAP bagian 3/8, Tinjauan : Keanekaragaman Hayati sebagai Aset Produktif Pembangunan Berkelanjutan. [www.Polarhome.com](http://www.Polarhome.com) (email : nasional\_a@polarhome. Diakses tanggal 12 Juni 2006
- Weber, M. & de L.F. Beaufort, 1916. The fishes of the Indo-Australian Archipelago III. Brill, Leiden.



## KEANEKARAGAMAN DAN ETNOBOTANI GULMA DI PERSAWAHAN KECAMATAN POLANHARJO KABUPATEN KLATEN

**Defi Setyowati, Yuyu Widiawati, dan Edy Purwono Hadi**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

Pada lahan Persawahan di Polanharjo, banyak dijumpai berbagai jenis gulma air yang belum diteliti keanekaragamannya dan nilai etnobotaninya, maka dilakukan penelitian. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui keanekaragaman jenis dan etnobotani gulma yang terdapat pada lahan persawahan di Polanharjo. Penelitian dilakukan menggunakan metode survai, dengan teknik pengambilan sampel secara acak terpilih yaitu menggunakan metode kuadrat dan wawancara dengan penduduk setempat untuk mengetahui etnobotani gulma. Responden adalah masyarakat desa setempat yang banyak mengetahui dan memanfaatkan gulma. Tempat pengambilan sampel di sembilan kelurahan, masing-masing kelurahan diambil 10 lahan persawahan dan dibuat 5 petak berukuran 1x1 m. Jenis gulma yang terdapat di persawahan Polanharjo (digunakan oleh masyarakat sekitar) dicatat jumlah individu dan gulma yang belum diketahui namanya diidentifikasi, diklasifikasikan secara taksonomi maupun berdasarkan bagian tumbuhan yang dimanfaatkan, serta cara pemanfaatannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lahan persawahan di Polanharjo ditemukan 62 jenis gulma air yang terdiri dari 24 suku dan 45 marga. Jenis-jenis gulma digunakan sebagai obat, sayuran, tanaman hias, dan makanan ternak oleh masyarakat Polanharjo.

Kata kunci : keanekaragaman, etnobotani gulma.

### PENDAHULUAN

Dalam bidang pertanian dan perkebunan, gulma merupakan tumbuhan yang sangat berpengaruh pada produktivitas tanaman, pertumbuhan dan perkembangan tanaman pokok. Walaupun merugikan, pada kenyataannya sebagian besar gulma sangat bermanfaat. Gulma telah digunakan sebagai obat sejak zaman nenek moyang manusia untuk menjaga kesehatan dan mengobati berbagai macam penyakit.

Dilihat dari keanekaragaman flora, kondisi tanah dan iklim yang dimiliki negara kita maka dapat dipastikan banyak sekali jenis tumbuhan termasuk gulma yang dapat dimanfaatkan (Suryawan, 2008).

Penelitian terhadap pemanfaatan gulma dalam upaya untuk mengendalikan secara terpadu serta mengubah statusnya dari gulma menjadi tanaman yang berpotensi belum banyak dilakukan di Indonesia (Bangun, 1987). Dari penelitian yang dilakukan oleh *National Academy of Science* (1976) dijelaskan bahwa di negara-negara berkembang banyak jenis gulma yang cukup berpotensi untuk dimanfaatkan oleh masyarakat secara tradisional, sebagai bahan makanan, obat dan kerajinan tali. Soerjani *et al.*, (1987) menyatakan bahwa di Indonesia dijumpai 266 jenis gulma persawahan, dan sepertiga diantaranya dimanfaatkan sebagai sumber pangan, obat, pakan ternak, tanaman hias, dan bahan anyaman.

Lahan persawahan yang ditanami padi banyak terdapat di Kecamatan Polanharjo. Produksi padi merupakan sumber penghasilan masyarakat sekitar. Kecamatan Polanharjo terletak dibagian utara Kabupaten Klaten, luas wilayah adalah 45.36277 hektar dengan penggunaan lahan sebagian besar merupakan lahan pekarangan dan sawah. Ketinggian wilayah Kecamatan Polanharjo 153 m dpl dengan rata-rata hari hujan pertahun 70 hari. Suhu atau kelembapan maksimum/minimum antara 27° C sampai 23° C. Kecamatan Polanharjo terdiri dari 18 kelurahan ( Data Monografi Kecamatan Polanharjo, 2004). Di Kecamatan Polanharjo banyak dijumpai gulma di lahan persawahan. Gulma yang tumbuh di persawahan terdiri atas berbagai jenis disamping bermakna negatif, beberapa ada yang masih bermakna positif (dimanfaatkan). Keberadaannya memang tidak dikehendaki, tetapi mungkin



mempunyai manfaat penting bagi masyarakat Polanharjo. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang keanekaragaman dan etnobotani gulma persawahan di Kecamatan Polanharjo Kabupaten Klaten.

## BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian yang digunakan adalah jenis-jenis gulma air tanaman padi, yang terdapat dilahan persawahan di Kecamatan Polanharjo. Peralatan yang digunakan adalah kamera, gunting, alat tulis, patok bambu, kantong plastik, kertas label dan tali rafia.

Metode penelitian adalah metode survai dengan teknik pengambilan sampel secara acak terpilih, tiap-tiap kelurahan diambil 10 lokasi persawahan, tiap lokasi diamati 5 petak berukuran 1 x 1 m, yang meliputi 9 kelurahan di wilayah Kecamatan Polanharjo.

Jenis-jenis gulma yang ditemukan dihitung jumlah individunya, baik yang bermanfaat atau yang tidak, dan yang belum diketahui namanya diidentifikasi menggunakan buku *Weed of Rice in Indonesia* (Soeryani et. al., 1987). Data primer Etnobotani diperoleh dari hasil wawancara dengan masyarakat sekitar, petani atau penggarap. Data keanekaragaman dan etnobotani gulma dianalisis secara deskriptif serta dihitung nilai manfaat (use value) menurut Rugayah (2004).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Keanekaragaman Gulma di Kecamatan Polanharjo*

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada 90 petak persawahan di Polanharjo diperoleh 62 jenis gulma. Gulma-gulma tersebut termasuk dalam 24 suku dan 45 marga (tabel 1). Gulma yang ditemukan pada lahan persawahan Polanharjo memiliki jumlah yang relatif tinggi. Hal ini disebabkan daerah penelitian memiliki pengairan yang teratur yang berasal dari sungai. Pemupukan juga dilakukan secara teratur sehingga banyak gulma yang tumbuh.

Gulma yang terdapat pada semua lokasi penelitian adalah *Pistia stratiotes*, *Cyperus rotundus*, *Scirpus juncooides*, *Echinochloa crus-galli*, *Leptochloa chinensis*, *Marsilea crenata* dan *Salvinia molesta*. Gulma tersebut mengalami pertumbuhan yang cepat dan menyebar secara merata. Gulma yang hanya terdapat pada satu lokasi (Kelurahan Kranggan) adalah *Cleome rutidosperma* D.C. Hal tersebut disebabkan gulma ini lebih banyak tumbuh pada lahan non persawahan.

*Pistia stratiotes*, *Marsilea crenata* dan *Echinochloa crus-galli* berturut-turut memiliki jumlah individu dan frekuensi kemunculan yang tinggi. *Pistia stratiotes* dan *Marsilea crenata* banyak ditemukan mendominasi pada persawahan padi yang berumur 3 minggu sampai 2 bulan dengan kondisi air menggenang. Kondisi seperti ini sangat mendukung pertumbuhan vegetatif dan kemampuan reproduksi *Pistia stratiotes* dan *Marsilea crenata* menjadi lebih cepat sehingga jumlahnya melimpah. Menurut Sastroutomo (1990) *Pistia stratiotes* dan *Marsilea crenata* termasuk dalam sepuluh gulma dominan yang tumbuh pada pertanaman padi sawah. *Pistia stratiotes* tidak diberantas oleh petani tetapi dibanamkan pada tanah persawahan supaya menjadi pupuk yang mengandung nitrogen. Menurut Sukman dan Yakup (1991) kemampuan kompetisi gulma ini terhadap padi sangat berkurang ketika ketersediaan nitrogen tinggi oleh karena itu kehadiran *Pistia stratiotes* sebagai gulma sebagian dapat dikendalikan dengan pengolahan pupuk yang tepat.

*Echinochloa crus-galli* juga merupakan gulma yang terdapat di semua desa dengan jumlah individu dan frekuensi yang tinggi terutama persawahan yang masih tergenang air cukup banyak. Moenandir (1990) menyatakan bahwa pertumbuhan *Echinochloa crus-galli* akan cepat bila tersedia cukup air dan akan mati bila jumlah air berkurang. Gulma ini biasanya



tumbuh bersama-sama dengan padi sejak awal pertanaman. Suhu optimal untuk pertumbuhannya antara 20° -30°C. Menurut Sukman dan Yakup (1991) *Echinochloa crus-galli* dapat merugikan padi di persawahan.

**Tabel 1. Jumlah Jenis Individu Dan Frekuensi Kemunculan Gulma Di Persawahan Polanharjo**

No	Suku Dan Jenis	Jumlah	
		Individu	frekuensi
1	<b>Alismataceae</b> <i>Sagittaria platyphylla (Engeml.) J.G.Smith</i>	17	10
2	<b>Amaranthaceae</b> <i>Alternanthera sessilis (L.) DC</i>	22	14
3	<i>Celosia argentea L.</i>	11	7
4	<i>Gomphrena celosioides Mart.</i>	30	9
5	<b>Apiaceae</b> <i>Centella asiatica (L.) Urb.</i>	59	24
6	<b>Araceae</b> <i>Pistia stratiotes (L.) Schott</i>	1148	168
7	<i>Typhonium trilobatum (L.) Schott</i>	10	7
8	<b>Asteraceae</b> <i>Acanthospermum hispidum DC</i>	5	3
9	<i>Ageratum conyzoides L.</i>	14	9
10	<i>Blumea lacera (Burm. f) DC</i>	12	9
11	<i>Eclipta prostata(L.) L.</i>	11	4
12	<i>Eleuntheranthera ruderalis (SW.)Schult. Bip.</i>	17	14
13	<i>Enhydra fluctuans Lour.</i>	28	10
14	<i>Erigeron sumatrensis Retz</i>	10	6
15	<i>Galinsoga parviflora Cav.</i>	15	9
16	<i>Mikania micrantha H.B.K.</i>	17	9
17	<i>Spilanthes paniculata Wall. Ex. DC</i>	17	8
18	<b>Butomaceae</b> <i>Limnocharis flava (L.) Buchenau</i>	85	27
19	<b>Capparidaceae</b> <i>Cleome rutidosperma D.C</i>	7	3
20	<i>C. viscosa L.</i>	22	10
21	<b>Commelinaceae</b> <i>Commelina benghalensis L.</i>	9	6
22	<i>C. diffusa Burm F.</i>	6	3
23	<b>Convolvulaceae</b> <i>Ipomoea aquatica Forsk</i>	92	26
24	<b>Cyperaceae</b> <i>Cyperus compactus Retz.</i>	10	8
25	<i>C. difformis L.</i>	22	10
26	<i>C. distans L.f</i>	11	7
27	<i>C. flavidus Retz.</i>	10	5
28	<i>C. halpan L.</i>	26	12
29	<i>C. iria L.</i>	169	73
30	<i>C.pulcherimus willd.Ex Kunth</i>	5	4
31	<i>C. rotundus L.</i>	245	74
32	<i>C. tenuispica Steud</i>	9	7
33	<i>Fimbristylis miliaceae (L.) Vahl</i>	10	
34	<i>Scirpus juncooides Roxb.</i>	27	
35	<b>Euphorbiaceae</b> <i>Acalypha indica</i>	7	
36	<b>Graminae</b>	3	





No	Suku Dan Jenis	Jumlah	
		Individu	frekuensi
	<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf		
37	<i>B. reptans</i> (L.) Gardn.&Hubb.	11	9
38	<i>Digitaria fuscescens</i> (Presl) Henr.	35	21
39	<i>D. longiflora</i> (Retz.) Pers	22	12
40	<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.	96	35
41	<i>E. cruss-galli</i> (L.) Beauv	572	181
42	<i>Imperata cylindrica</i> (L) Beauv	77	38
43	<i>Ischaemum timorense</i> Kunth	19	10
44	<i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees	177	90
45	<b>Hydrophyllaceae</b> <i>Hydrolea spinosa</i> L.	11	6
46	<b>Lamiaceae</b> <i>Basilicum polystacyon</i> (L.) Moench	10	5
47	<i>Pogostemon auricularia</i> (L.) El-Gazzar& L.Watson	16	8
48	<b>Leguminoceae</b> <i>Mimosa pudica</i> L.	65	19
49	<b>Lytraceae</b> <i>Ammania baccifera</i> L.	11	6
50	<i>A. microcarpa</i> DC	14	8
51	<b>Marsileaceae</b> <i>Marsilea crenata</i> Presl.	549	118
52	<b>Onagraceae</b> <i>Ludwigia adscendens</i> (L.) Hara	123	45
53	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	24	20
54	<i>Ludwigia parennis</i> L.	38	14
55	<b>Oxalidaceae</b> <i>Oxalis barrelieri</i> L.	16	7
56	<b>Polygonaceae</b> <i>Polygonum barbatum</i> L.	40	18
57	<b>Pontedericeae</b> <i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	87	27
58	<i>Monochoria vaginalis</i> (Burm.f.) Presl	157	46
59	<b>Portulacaceae</b> <i>Portulaca oleracea</i> L.	15	10
60	<b>Salviniaceae</b> <i>Salvinia molesta</i> D.S Mitchell	535	81
61	<i>Salvinia natans</i> (L.) All	133	32
62	<b>Sphenocleaceae</b> <i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaertn	18	9

**Etnobotani Gulma di Kecamatan Polanharjo Kabupaten Klaten**

Berdasarkan hasil wawancara didapatkan data pemanfaatan gulma pada lahan persawahan di masing-masing kalurahan tersebut sebagai obat tradisional, sayuran, pakan binatang atau ternak, dan sebagai tanaman hias. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai manfaat dari 0,1 sampai 2,5 (tabel 2).

Beberapa jenis gulma dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan atau sayuran. Gulma yang dimanfaatkan sebagai sayuran oleh penduduk adalah : *Centella asiatica*, *Alternanthera sessilis*, *Limnocharis flava*, *Ipomoea aquatica*, *Marsilea crenata*, dan *Portulaca oleraceae*. Gulma-gulma tersebut dimanfaatkan sebagai lalaban. Gulma juga dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional oleh penduduk di lokasi penelitian yaitu *Alternanthera sessilis*, *Celosia*



*argentea*, *Centella asiatica*, *Ageratum conyzoides*, *Eclipta prostata*, *Cleome rutidosperma*, *Cleome viscosa*, *Commelina diffusa*, *Ipomoea aquatica*, *Cyperus rotundus*, *Imperata cylindrica*, *Basilicum polystacyon*, *Polygonum barbatum*, dan *Typhonium trilobatum*. Beberapa jenis penyakit yang dapat diobati antara lain: diare, infeksi, darah tinggi, cacar, bisul, luka memar sampai penyakit ginjal. Bagian organ tumbuhan yang paling banyak digunakan untuk pengobatan adalah daun, yang paling sedikit adalah rimpang, akar dan batang. Pada Graminae umumnya bagian rimpang yang paling banyak dimanfaatkan.

Gulma juga dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias pada kolam atau aquarium antara lain *Pistia stratiotes*, *Celosia argentea* dan *Eichhornia crassipes*. Gulma yang digunakan sebagai makanan ternak terutama teki-teki atau rumput-rumputan yaitu *Cyperus compactus*, *Cyperus distans*, *Cyperus halpan*, *Cyperus iria*, *Cyperus pulcherimus*, *Cyperus rotundus*, *Fimbristylis milliacea*, *Scirpus juncooides*, *Brachiaria reptans*, *Digitaria longiflora*, *Echinochloa colonum*, *Echinochloa cruss-galli*, *Leptochloa chinensis* dan *Ischaemum timorensis*.

Beberapa jenis gulma yang memiliki nilai manfaat tinggi antara lain *Alternanthera sessilis*, *Portulaca oleracea*, *Centella asiatica*, *Ageratum conyzoides*, *Eichhornia crassipes*, *Cyperus rotundus*, *Lymnocharis flava*, *Pistia stratiotes*, dan *Ipomoea aquatica*.

**Tabel 2. Data Pemanfaatan Gulma yang Tumbuh pada Lahan Persawahan Polanharjo**

NO	JENIS	DIMANFAATKAN SEBAGAI	BAGIAN YANG DIMANFAATKAN	NILAI MANFAAT	CARA PEMANFAATAN
1.	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) DC (Kremek)	Obat, sayur Pakan ternak	Daun dan batang muda	2,3	Air rebusan daun dan batang untuk obat diare
2.	<i>Celosia argentea</i> L. (Eceng-eceng)	Obat Tanaman hias	Daun dan batang	1,5	Air rebusannya untuk obat darah tinggi
3.	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb. (Pepagan)	Obat, sayur Pakan ternak	Daun muda dan seluruh bagian	2,3	Untuk diare ditumbuk seluruh daun+air+garam disaring diminum airnya
4.	<i>Pistia stratiotes</i> (L.) Schott (Kayu apu)	Pakan ikan Tanaman hias	Seluruh bagian daun	2,1	-Diberikan pada ikan - diletakkan pada kolam/aquarium
5.	<i>Ageratum conyzoides</i> L. (Bandotan)	Obat Pakan ternak Tanaman hias	Daun, batang muda	2,1	Langsung pada ternak -Ditumbuk halus ditempelkan untuk luka berdarah
6.	<i>Eclipta prostata</i> (L.) L. (Orang-aring)	Obat Pakan ternak	Seluruh bagian daun	1,7	Untuk penyubur rambut +daun waru diremas Untuk obat diare ditumbuk, diperas minum airnya
7.	<i>Blumea lacera</i> (Burm. F) DC	Pakan ternak	Daun	1	Diberikan langsung pada ternak
8.	<i>Lymnocharis flava</i> (L.) Buchenau (Genjer)	Sayur Pakan ternak Tanaman hias	Daun,bunga dan batang	2,1	Dikukus,direbus tumis untuk lalaban, untuk pakan ikan, kura-kura
9.	<i>Cleome rutidosperma</i> D.C	Obat	Daun	0,9	Ditumbuk dan ditempelkan pada luka memar



NO	JENIS	DIMANFAATKAN SEBAGAI	BAGIAN YANG DIMANFAATKAN	NILAI MANFAAT	CARA PEMANFAATAN
10.	<i>Cleome viscosa</i> L. (Tembeking)	Obat	Daun	0,8	Ditumbuk dan ditempelkan pada luka memar
11.	<i>Commelina benghalensis</i> L. (Petungan)	Pakan ternak	Batang dan daun muda	1	Diberikan langsung pada ternak
12.	<i>Commelina diffusa</i> Burm F. (Brambangan)	Obat Pakan ternak	Daun	1,3	Ditumbuk dan ditempelkan pada luka memar, mencegah infeksi
13.	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk (Kangkung air)	Obat Sayur Pakan ternak	Daun dan batang muda	2,5	Untuk bisul ditumbuk dan ditempelkan
14.	<i>Cyperus compactus</i> Retz. (Teki)	Pakan ternak	Seluruh bagian	1	Diberikan langsung pada ternak
15.	<i>Cyperus distans</i> L.f (Wendongan)	Pakan ternak	Seluruh bagian	0,9	Diberikan langsung pada ternak
16.	<i>Cyperus halpan</i> L.	Pakan ternak	Seluruh bagian	1	Diberikan langsung pada ternak
17.	<i>Cyperus iria</i> L. (Teki kembang)	Pakan ternak	Seluruh bagian	0,7	Diberikan langsung pada ternak
18.	<i>Cyperus pulcherimus</i> willd.Ex Kunth	Pakan ternak	Seluruh bagian	1	Diberikan langsung pada ternak
19.	<i>Cyperus rotundus</i> L.(Teki)	Obat Pakan ternak	Umbi  Daun	2,1	-untuk penambah Asi, kunir+daun turi+daun pepaya+asam ditumbuk+air+gula jawa,minum -Diberikan langsung pada ternak
20.	<i>Fimbristylis milliaceae</i> (L.) Vahl (Adas <sup>2</sup> an)	Pakan ternak	Daun	0,7	Diberikan langsung pada ternak
21.	<i>Scirpus juncooides</i> Roxb.	Pakan ternak	Daun	0,9	Diberikan langsung pada ternak
22.	<i>Brachiaria reptans</i> (Krekesan)	Pakan ternak	Daun	1	Diberikan langsung pada ternak
23.	<i>Digitaria longiflora</i> (Jangkung)	Pakan ternak	Seluruh bagian	0,8	Diberikan langsung pada ternak
24.	<i>Echinochloa colonum</i> (Tuton)	Pakan ternak	Daun	0,5	Diberikan langsung pada ternak
25.	<i>Echinochloa cruss-galli</i> (Jawan)	Pakan ternak	Daun	1	Diberikan langsung pada ternak
26.	<i>Imperata cylindrica</i> (Alang-alang)	Obat Pakan ternak	Rimpang atau akar	1,7	Untuk ginjal, adas pulosari+gula batu direbus,diminum
27.	<i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees (Timunan)	Pakan ternak	Daun	0,7	Diberikan langsung pada ternak
28.	<i>Ischaemum</i>	Pakan ternak	Daun	1	Diberikan langsung



NO	JENIS	DIMANFAATKAN SEBAGAI	BAGIAN YANG DIMANFAATKAN	NILAI MANFAAT	CARA PEMANFAATAN
	<i>timorensis</i> Kunth (Tambangan)				pada ternak
29.	<i>Basilicum polystacyon</i> (L.) Moench	Obat Pakan ternak	Daun	1,3	Untuk obat step atau kejang-kejang dengan menumbuk dan menempelkannya
30.	<i>Marsilea crenata</i> Presl.(Semanggi)	Sayur	Daun	1	Direbus untuk lalaban
31.	<i>Polygonum barbatum</i> L. (Kletang).	Obat	Daun	0,8	Ditumbuk, ditempelkan pada cacar
32.	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms (Eceng gondok)	Pakan ternak Tanaman hias	Daun muda dan keseluruhan	1,5	-Diberikan langsung pada ternak -Diletakkan diatas wadah berair
33.	<i>Monocharia vaginalis</i> (Wewehan)	Pakan ternak Tanaman hias	Daun dan batang muda	1,5	Diletakkan diatas wadah berair
34.	<i>Portulaca oleracea</i> (Krokot)	Sayur, pakan ternak, tanaman hias	Daun	2,2	Direbus untuk lalaban
35.	<i>Salvinia molesta</i> (Kiambang)	Pakan ternak Tanaman hias	Daun	1,1	Untuk pakan ikan, kura-kura
36.	<i>Salvinia natans</i> (Kayambang)	Pakan ternak Tanaman hias	Daun	1,3	Untuk pakan ikan, kura-kura
37.	<i>Typhonium trilobatum</i> (L.) Schott	Obat	Daun	1	Ditumbuk, dicampur cuka untuk infeksi kulit
38.	<i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaertn	Pakan ternak	Daun	0,3	Diberikan langsung pada ternak
39.	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC	Pakan ternak	Daun	0,1	Diberikan langsung pada ternak

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Keanekaragaman gulma yang terdapat pada lahan persawahan di Kecamatan Polanharjo didapatkan 62 jenis terdiri dari 24 suku dan 45 marga.
2. Etnobotani gulma yang terdapat pada lahan persawahan Polanharjo sangat beragam. Gulma digunakan oleh masyarakat sebagai obat, sayur, makanan ternak dan tanaman hias.

### SARAN

Perlu dilakukan penyuluhan-penyuluhan kepada masyarakat yang berisi informasi lengkap tentang jenis gulma lain yang belum diketahui manfaatnya selain sebagai obat, sayur dan tanaman hias sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat.

### DAFTAR PUSTAKA

Bangun, P. 1987. Present Status of Weed Problems in Different Food Crops in Indonesia. *Report of the ASEAN PLANTI Tech Meet. on standardization of weed interception*. Manila. Philippines. 15 pp.  
 Balai Penyuluhan Penduduk. 2004. Monografi Kecamatan Polanharjo. Kabupaten Klaten.  
 Moenandir, J. 1990. Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma. Rajawali Pers. Jakarta.



- National Academy of Science. 1976. Making Aquatic Weeds Useful : Some Perspectives for Developing Countries. National Academy of Science . Washington DC.
- Rukayah, E. A. Widjaja dan Pratiwi. 2004. Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora. Lembaga Biologi Nasional-LIPI, Bandung.
- Sastroutomo, S. S. 1990. Ekologi Gulma. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Soerjani, M., A. J. G. H. Kostermans and G. Tjitrosoepomo. 1987. Weeds of Rice in Indonesia. Balai Pustaka. Jakarta.
- Sukman, Y.M. S, dan Yakup. 1991. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Rajawali Pers. Jakarta.
- Suryawan. 2008. Usaha Pembuatan Pewarna Makanan dari Tanaman Gulma Kembang Teleng Sebagai Pewarna Alami yang Sehat. UNNES. Semarang. 2008.  
[http://simawa.unnes.ac.id/ilmiah/ktm/6450405552\\_728.pdf](http://simawa.unnes.ac.id/ilmiah/ktm/6450405552_728.pdf). Diakses tanggal 21 Mei 2009.



## KEANEKARAGAMAN PLANKTON DI PERAIRAN SITU BAMBAN KECAMATAN JATILAWANG BANYUMAS

**Carmudi dan Sarwanto**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : carmudi@unsoed.ac.id*

Perairan Situ Bamban yang mempunyai luas 1,5 ha terletak di desa Kedungwringin, Kecamatan Jatilawang Banyumas, termasuk perairan yang tergolong masih baru karena diresmikan oleh Bupati pada bulan Desember 2009 dibarengi dengan penebaran benih ikan sebanyak 100.000 ekor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan plankton, serta sifat fisik-kimia perairan Situ Bamban. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survei pada bulan Maret 2010. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara acak terpilih pada dua stasiun penelitian yang ditentukan berdasarkan air masuk (inlet), dan air keluar (outlet), diulang sebanyak 2 kali. Peubah yang diamati jumlah jenis dan kelimpahan individu plankton/liter air sampel, serta beberapa parameter fisik-kimiawi sebagai faktor pendukung. Sampel plankton diambil dengan menyaring 100 liter sampel air dengan plankton net. Perhitungan keanekaragaman plankton menggunakan Indeks Keanekaragaman plankton ( $H'$ ) dari Shannon-Weaver menurut Poole (1974). Perhitungan kelimpahan plankton menggunakan rumus dari Lind (1979). Hasil pengamatan didapatkan 25 jenis, dengan Indeks Keanekaragaman berkisar 0,188 – 0,435. Kelimpahan individu plankton/liter berkisar antara 602 individu/L – 35542 individu/L. Hasil keanekaragaman plankton menunjukkan perairan Situ Bamban dalam kondisi kualitas jelek. Hasil pengamatan faktor fisik-kimia perairan Situ Bamban masih dalam kondisi kualitas yang baik.

Kata-kata kunci: keanekaragaman plankton, Situ Bamban

### PENDAHULUAN

Situ Bamban terletak di Desa Keduwringin, Kecamatan Jatilawang, Kabupaten Banyumas, Propinsi Jawa Tengah, mempunyai luasan yang tidak luas yaitu 1,5 ha. Situ Bamban pada awal mulanya merupakan rawa, oleh Pemkab Banyumas diperbaiki dengan cara menggali sampai kedalaman 4 meter, ditebari benih ikan emas dan nila sebanyak kurang lebih 100.000 ekor kemudian diresmikan oleh Bupati Banyumas pada tanggal 12 Desember 2009. Situ Bamban merupakan tandon air serta sumber air, yang mana volume air akan meningkat pada musim penghujan dan menyusut pada musim kemarau..Situ Bamban dimanfaatkan oleh sekitar sebagai sumber irigasi, perikanan (budidaya), dan sebagai tempat bermain atau rekreasi.. Rencana pengembangan selanjutnya akan diadakan perluasan lagi sebagai tempat wisata air. Lingkungan di sekitar Situ Bamban terdiri dari hamparan lahan pertanian atau persawahan, dan pemukiman penduduk. Kondisi perairan Situ Bamban yang tergolong baru, dan aktivitas lingkungan di sekitarnya akan berpengaruh terhadap perubahan-perubahan faktor fisik-kimia perairan, yang selanjutnya akan menyebabkan perubahan keanekaragaman dan kelimpahan planktonnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan plankton, serta faktor fisik-kimia air Situ Bamban. Diharapkan tulisan ini dapat menjadi informasi yang berguna dalam penelitian lebih lanjut dan juga dalam pengelolaan sumberdaya perairan Situ Bamban dikemudian hari.

### MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survei pada bulan Maret – April 2010. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara acak terpilih pada dua stasiun penelitian yang ditentukan berdasarkan air masuk (inlet) dan air keluar (outlet), diulang sebanyak dua kali dengan interval waktu empat minggu. Peubah yang diamati meliputi parameter utama yaitu



jumlah jenis dan jumlah individu atau kelimpahan plankton, serta parameter pendukung yang meliputi parameter fisik-kimiawi perairan.

Pengambilan sampel Plankton dilakukan dengan mengambil sampel air sebanyak 100 L selanjutnya disaring menggunakan plankton-net no 25. Sampel Plankton diawetkan dalam larutan formalin 4 % dan larutan lugol. Identifikasi mikroalga dilakukan dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran 400x. Sampel Plankton yang diperoleh diidentifikasi menggunakan pustaka Davis (1955) dan Thomson *dalam* Edmondson (1959). Penghitungan Keanekaragaman Plankton ( $H'$ ) menggunakan rumus Indeks Keanekaragaman Plankton dari Shanon-Weaver menurut Poole (1974), yaitu:

$$H' = - \sum p_i \log p_i$$

Keterangan :  $p_i = n_i / N$

$n_i$  = jumlah individu dari jenis ke  $i$

$N$  = jumlah individu seluruh jenis

Penghitungan Jumlah plankto atau kelimpahan plankton per liter air sampel menggunakan modifikasi dari Lind (1979) :

Organisme/liter = (Organisme/ml air yang terkonsentrai x 1000) / (Faktor Konsentrasi)

Faktor Konsentrasi = (Volume air yang tersaring (ml)) / (Volume air yang terkonsentrasi (ml))

Pengambilan sampel air untuk pengukuran parameter pendukung (fisik dan kimiawi air) dilakukan dengan menggunakan pedoman APHA (1992). Pengukuran dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel plankton. Faktor fisik kimia perairan yang diukur dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan baku mutu kualitas air golongan III menurut PP No.82 tahun 2001 (KLH, 2002). Laboratorium yang digunakan untuk penelitian ini adalah Laboratorium Pengajaran dan Laboratorium Lingkungan Fakultas Biologi Unsoed.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Plankton merupakan penyusun rantai makanan atau sebagai cadangan makanan untuk menunjang kehidupan biota, baik yang bersifat herbivora maupun karnivora. Plankton bersifat kosmopolit yang berarti bahwa plankton mampu hidup di perairan atau mampu menyesuaikan dengan kondisi perairan sebagai media hidup plankton (Davis, 1955). Plankton yang didapatkan di perairan Situ Bamban terdiri dari Phytoplankton dan Zooplankton. Plankton dengan kekayaan jenis sebanyak 31 terdiri dari 26 jenis phytoplankton, dan zooplankton 5 jenis. Phytoplankton terdiri dari 4 divisio, yaitu divisio Cyanophyta (5 jenis), Chlorophyta (13 jenis), Chrysophyta (5 jenis), dan divisio Phyrophyta (2 jenis). Zooplanktonnya ada (5 jenis). Kelimpahan individu plankton pada stasiun (1) didapatkan berkisar antara 602 - 45783 ind/L. Kelimpahan individu tertinggi yang didapatkan dari divisio Chrysophyta, adalah *Cyclotella sp.* 45783 ind/L, diikuti oleh divisio Chlorophyta, yaitu *Tetraspora sp.* 33132 ind/L. Kelimpahan plankton pada stasiun (2) didapatkan berkisar 602 – 35542 ind/L. Kelimpahan individu tertinggi yang didapatkan pada stasiun (2) adalah jenis *Cyclotella sp.* 35542 ind/L, diikuti oleh *Tolypothrix sp.* 14457 ind/L. Genera *Tetraspora sp.* termasuk divisio Chlorophyta merupakan produsen primer di perairan dan merupakan sumber makanan alami bagi organisme perairan terutama ikan. Menurut Odum (1994), keberadaan jenis-jenis fitoplankton dapat digunakan sebagai indikator untuk merunut kompleknya rantai makanan. Semakin banyak jenis fitoplankton berarti semakin baik pula kondisi lingkungannya. Djuhanda (1980), menyatakan perairan yang kaya akan berbagai jenis plankton dengan jumlah individu yang banyak merupakan perairan yang subur untuk perikanan, dengan demikian perairan Situ Bamban layak untuk usaha perikanan.



**Tabel 1. Kelimpahan plankton per liter air sampel di perairan Situ Baman**

No	Plankton	Stasiun 1	Stasiun 2
	Phytoplankton/Divisio		
	Divisio : Cyanophyta		
1	<i>Lyngbya sp.</i>	3614	602
2	<i>Microsystis sp.</i>	4819	-
3	<i>Spirulina sp.</i>	2409	-
4	<i>Tolypothrix sp.</i>	6626	14457
5	<i>Clostridium</i>	-	602
	Divisio : Clorophyta		
6	<i>Coelosphaerium sp.</i>	602	-
7	<i>Aphanocapsa sp</i>	602	3012
8	<i>Tetraspora sp</i>	33132	-
9	<i>Chlorella sp.</i>	3012	2409
10	<i>Palmodiction sp.</i>	602	-
11	<i>Glococystis sp.</i>	1204	-
12	<i>Sphaerocystis sp</i>	1204	-
13	<i>Anacystis sp.</i>	602	4216
14	<i>Spirogyra sp.</i>	2409	3012
15	<i>Rhizoclonium sp.</i>	602	6626
16	<i>Eudorina sp.</i>	-	602
17	<i>Schizomeris sp.</i>	1204	-
18	<i>Capsellina sp.</i>	-	2409
19	<i>Trochiscia sp.</i>	-	602
	Divisio : Chrysophyta		
20	<i>Cyclotella sp.</i>	45783	35542
21	<i>Botrydium sp.</i>	2409	-
22	<i>Synedra sp.</i>	-	602
23	<i>Surirella sp.</i>	-	602
24	<i>Amoebacterium sp.</i>	-	2409
	Divisio : Pyrophyta		
25	<i>Hormidium sp.</i>	-	602
26	<i>Dallingeria sp.</i>	-	602
	Zooplankton		
27	<i>Paramacium sp.</i>	602	-
28	<i>Euglena sp.</i>	1807	-
29	<i>Cyclops sp.</i>	4819	-
30	<i>Daphnia sp.</i>	-	602
31	<i>Stephanocea</i>	-	602
	Total Kelimpahan	118063	79510
	<b>Jumlah Jenis</b>	<b>21</b>	<b>19</b>

Kelimpahan plankton yang tertinggi dari fitoplankton adalah genera *Cyclotella sp* dari divisio Crysophyta, didapatkan berkisar 35.542 – 45.783 ind/L. karena plankton dari divisio Chrysophyta bersifat kosmopolit, mudah beradaptasi dan daya reproduksinya cepat. Werner (1977) menyatakan bahwa genera dari Diatomae yang banyak dijumpai di perairan tawar dan bersifat kosmopolit. Perairan digolongkan subur karena memiliki kelimpahan fitoplankton diatas 15.000 ind/L (Landner dalam Larasati, 1985). Graham & Wilcok (2000), menyatakan plankton dari divisio Chrysophyta (diatomae) dapat bertahan hidup pada kondisi perairan jenuh fosfat dan menjadi tumbuh dengan cepat. Hasil pengukuran didapatkan fosfat total berkisar antara 0,1419 – 0,2098 mg/L. Dalam baku mutu air batas maksimum tosfat total adalah 0,2 mg/l untuk klas II dan 1 mg/l untuk kelas III. Dengan demikian total fosfat termasuk





dalam kondisi jenuh yang memungkinkan plankton tumbuh dengan cepat., pernyataan ini dikuatkan pendapat Subarijanti (1994) bahwa perairan dengan kandungan fosfat antara 0,00-0,02 mg/l banyak didominasi Diatomae. Reynold (1984), menyatakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelimpahan fitoplankton konsentrasi NO3 dan PO4.

Penghitungan terhadap nilai indeks keanekaragaman (H') plankton di perairan Situ Bamban di dapatkan berkisar 0,840 – 0,945. Menurut Lee *et al* (1978), indeks keanekaragaman dapat menggolongkan pencemaran perairan. Indeks keanekaragaman perairan tidak tercemar adalah lebih dari 2,0. tercemar ringan adalah 2,0 – 1,6 ; tercemar sedang adalah 1,5 – 1,0 dan tercemar berat kurang dari 1,0. Kecilnya angka indeks keanekaragaman plankton di perairan Situ Bamban bukan karena pencemaran, disebabkan ikan yang ditebar cukup padat yaitu sebanyak 100.000 ekor, hal ini akan mempengaruhi menurunnya jumlah jenis plankton, karena plankton yang ada dimakan oleh ikan. Hal tersebut di dukung oleh pengukuran faktor fisik-kimia perairan yang didapatkan baik.

Faktor lain yang mendukung kelimpahan Diatom adalah suhu yang optimum. Menurut Sachlan (1982) Diatom mempunyai toleransi yang luas terhadap suhu. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan Diatom menurut Werner (1977) adalah 20-30°C. Di lokasi penelitian didapatkan suhu berkisar 29 – 32 °C. Keunggulan sifat yang dimiliki Diatom mengakibatkan genera ini dapat digunakan sebagai indikator perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Harding *et al.* (2005), bahwa Diatom merupakan salah satu genera yang dapat digunakan sebagai indikator perairan.

**Tabel 2. Parameter lingkungan perairan Situ Bamban**

No	Parameter	Satuan	Stasiun I	Stasiun II
1	Kedalaman	meter	4	4,2
2	Tempratur udara	°C	28 - 33	28 – 34
3	Temperatur air	°C	29 – 33	30 – 35
4	Penetrasi cahaya	cm	37,5 – 41,5	36,5 – 40
5	PH		6 – 7	7
6	CO2 bebas	mg/L	1,5 – 7,7	1,5 – 6,6
7	Alkalinitas	mg/L	1,5 – 2,5	1,7 – 2,5
8	DO/Oksigen terlarut	mg/L	3,6 – 9,5	4,1 – 8,2
9	Amoniak	mg/L	1,636 – 1,274	1,2049 – 1,783
10	Nitrit	mg/L	0,0343 – 0,0419	0,0330 – 0,0360
11	Nitrat	mg/L	1,0684 – 1,1405	1,0285 – 1,0613
12	P total	mg/L	0,1876 – 0,2098	0,1419 – 0,1421
13	BOD5	mg/L	6,80 – 7,48	7,16 – 7,20

Konsentrasi TSS dan TDS berkisar antara 68 – 108 mg/L. cukup tingginya nilai TSS dan TDS kemungkinan disebabkan partikel, lumpur yang masuk bersamaan air yang masuk berasal dari persawahan yang sedang dipanen. Menurut Alabaster dan Lloyd (1982), konsentrasi TSS berkisar 25 – 80 mg/L mempunyai pengaruh terhadap kepentingan perikanan. Pengaruh tersebut selanjutnya diterangkan Effendi (2003), yang menyatakan bahwa konsentrasi TSS yang tinggi dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan. Konsentrasi oksigen terlarut perairan Situ Bamban berkisar antara 4 – 9,5 mg/L. Konsentrasi oksigen terlarut tersebut pada umumnya sesuai dengan baku mutu yang diijinkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air yaitu 3 mg/L. Selanjutnya menurut Alaert dan Santika (1987), kandungan oksigen terlarut untuk keperluan perikanan disyaratkan lebih besar dari 3 mg/L, dan diperbolehkan sama dengan 3 mg/L. Karena menurut Schmittou (1991) *dalam*



Nastiti *et al* (2001), menyatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang sangat rendah akan merangsang munculnya gas-gas beracun seperti N-NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S dan NH<sub>4</sub> yang dapat menyebabkan kematian ikan secara massal.

Hasil pengukuran kandungan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) bebas didapatkan berkisar antara 1,5 – 7,7 mg/L. Karbondioksida memegang peranan penting bagi tumbuhan yang mampu berfotosintesis, baik fitoplankton maupun tumbuhan tingkat tinggi. Menurut Wardoyo (1981), batas kandungan karbondioksida(CO<sub>2</sub>) bebas di daerah tropis di bawah 12 mg/L. Hasil pengamatan terhadap kandungan BOD didapatkan berkisar 6,80 – 7,48 mg/L. Kandungan BOD tersebut masih sesuai dengan baku mutu yang diijinkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu 6 mg/L.

### KESIMPULAN

Kelimpahan Plankton di perairan Situ Bamban berkisar 79.510 – 118.063 ind/L termasuk perairan subur. Nilai Indeks Keanekaragaman Plankton berkisar 0,84 – 0,945 termasuk perairan tercemar berat. Parameter fisik-kimia perairan Situ Bamban termasuk kualitas yang baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- APHA (American Public Health Association). 1985. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. American Public Health Association Inc., New York.
- \_\_\_\_\_. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. American Public Health Association Inc., New York.
- Alaerts.G dan S.S.Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Davis, C.C. 1955. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan University Press, Michigan
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Graham, L.E. and L.W. Wilcox. 2000. *Algae*. Prentice Hall International (UK) Limited, London.
- Harding, W.R., C.G.M. Archbaid and J.C. Taylor. 2005. The Relevance of Diatoms for Water Quality Assessment in South Africa: A position Paper. <http://www.wrc.org.za>.
- Larasati, A. 1985. Kelimpahan dan penyebaran fitoplankton di Bendung Curug, Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Lee.C.D.B.Wang and C.L.Kuo. 1978. *Benthic Macroinvertebrata and Fish as Biological Indicator of Water Quality With Reference to Community Diversity Index*. International Asian Inst. Tech, Bangkok.
- Lind, O.T. 1979 *Handbook of Common Methods in Limnology*. The C.V. Mosby Company. Missouri.
- Nastiti.A.S, S.Nuroniah, S.E.Purnamaningtyas, dan E.S.Kartamihardja. 2001. *Daya Dukung Perairan Waduk Jatiluhur Untuk Budidaya Ikan Dalam Keramba Jaring Apung*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia.Vol.7 No.2. Tahun 2001.
- Odum. E.P. 1994. *Fundamental of Ecology*.W.B.Sounder Company and Toppan Ltd.London.
- Poole, R.W. 1974. *An Introduction to Quantitative Ecology*. Mc.Graw Inc.New York.
- Reynolds,C.S. 1984. The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Cambridge University Press. Cambridge.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Schmittou, H.R. 1991. *Pencemaran Air dan Penggunaan Limbah Industri*. Rajawali. Jakarta.
- Subarijanti, H. U. 1994. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Plankton. URL : <http://digilib.brawijaya.ac.id>. Diakses 24 September 2008.
- Thompson, R.H. 1959. *Algae In Edmondson, W.T. (ed). 1959. Freshwater Biology*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Wardoyo, S.T.H. 1981. *Kriteria Kualitas Air Untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Werner, D. 1977. *The Biology of Diatoms*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.



## DISTRIBUSI LONGITUDINAL UDANG *Macrobrachium* spp. DI SUNGAI BANJARAN KABUPATEN BANYUMAS

Kusbiyanto<sup>1</sup>, Achmad Iqbal<sup>2</sup>, dan Setijanto<sup>3</sup>

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto<sup>1</sup>, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto<sup>2</sup>, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto<sup>3</sup>*  
E-mail : kusbiyanto@unsoed.ac.id

Sungai Banjaran merupakan salah satu sungai yang cukup besar dan aliran airnya secara alami mengalir sepanjang tahun. Tata guna lahan di sepanjang Sungai Banjaran sangat bervariasi yaitu, hutan, perkebunan, persawahan, perikanan dan pemukiman penduduk. Sungai Banjaran ditinjau dari peruntukannya, dimanfaatkan untuk MCK, dan sebagai tempat pembuangan limbah domestik. Kondisi tersebut berpotensi mempengaruhi kehadiran biota air termasuk udang *Macrobrachium* spp. Berdasarkan hal tersebut maka telah dilakukan penelitian tentang distribusi longitudinal udang *macrobrachium* spp. di Sungai Banjaran Kabupaten Banyumas. Penelitian menggunakan metode survei. Pengambilan sampel udang dilakukan pada 3 stasiun dengan rona lingkungan berbeda, dan masing-masing rona lingkungan ditentukan 6 titik secara "stratified random sampling". Analisis deskripsi dilakukan dalam bentuk grafik dan pola distribusi dianalisis dengan menggunakan software "BD Pro". Hasil identifikasi diperoleh 4 spesies *Macrobrachium* yaitu *M. cowlesi*, *M. idae*, *M. esculentum* dan *M. oenone*. Kelimpahan relatif tertinggi adalah *M. cowlesi* yaitu sebesar 98.28% dan mendominasi di 3 rona lingkungan. Analisis kelimpahan relatif spesies udang *Macrobrachium* spp menunjukkan kelimpahan relative tidak ditentukan oleh interaksi antara rona lingkungan. Kelimpahan relatif sangat ditentukan oleh spesies *Macrobrachium* spp itu sendiri. Pola distribusi udang *Macrobrachium* spp adalah mengelompok.

Kata kunci: distribusi longitudinal, *Macrobrachium* spp, Sungai Banjaran

### PENDAHULUAN

Udang merupakan salah satu sumberdaya hayati perairan yang cukup penting sebagai komoditas perikanan baik tawar maupun laut. Usaha budidaya udang laut seperti *Penaeus monodon* telah berkembang dengan pesat. Sementara itu, usaha budidaya udang air tawar dari genus *Macrobrachium* spp. belum begitu berkembang. Menurut Amri (2003) budidaya udang *Macrobrachium* belum banyak dilakukan oleh petani ikan dan udang karena udang tersebut memiliki ukuran tubuh lebih kecil jika dibandingkan dengan udang laut.

*Macrobrachium* spp. merupakan udang air tawar yang termasuk dalam ordo Decapoda dengan ciri-ciri pleura segmen kedua menutupi sebagian dari pleura pertama dan ketiga. Perioopod yang ketiga tidak memiliki chela. Insangnya bersifat polybranch (Ghufron *et al.*, 1997). Adapun ciri genus *Macrobrachium* adalah duri supraorbital dan duri branchiostegal tidak ada, duri hepatik ada, mandibula dilengkapi palpus, dan memiliki dactylus pada perioopod ketiga (Holthuis, 1955).

Di Indonesia terdapat lebih kurang 30 species udang air tawar dari genus *Macrobrachium* (Holthuis, 1955). Namun menurut Amri (2003) udang *Macrobrachium* di Indonesia tinggal 19 species. Sementara itu, di Banyumas terdapat 8 species udang air tawar (Darbohoesodo, 1989). Akan tetapi Siregar *et al.* (2001) melaporkan bahwa species udang *Macrobrachium* di tiga sungai di wilayah Banyumas hanya ada 6 species, yaitu *M. cowlesi*, *M. idae*, *M. oenone*, *M. lancesteri*, *M. esculentum*, dan *Macrobrachium* sp. Hal tersebut menjadi indikasi kuat bahwa sedang terjadi proses penurunan keanekaragaman udang *Macrobrachium* di Indonesia pada umumnya dan khususnya di Banyumas.

Untuk mencegah terjadinya kepunahan lebih lanjut pada sumberdaya udang *Macrobrachium* khususnya di wilayah Banyumas, maka perlu dilakukan berbagai upaya yang



dapat mendukung kelestarian sumberdaya tersebut. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melakukan kegiatan konservasi. Namun, sebelum kegiatan konservasi dapat aplikasikan perlu dilakukan beberapa kegiatan awal diantaranya adalah studi mengenai daya dukung lingkungan sungai di wilayah Banyumas khususnya sungai banjaran, aspek bioekologi udang *Macrobrachium* dan sebagainya. Pada penelitian ini akan dikaji mengenai aspek distribusinya

Distribusi adalah suatu perubahan kelimpahan sebagai akibat adanya faktor lingkungan (Hidayat, 1982). Hadie (2002) menyatakan bahwa faktor lingkungan yang mempengaruhi distribusi adalah pH, suhu, kandungan oksigen, alkalinitas, unsur kalsium, natrium dan kalium. Semenara itu Ling (1969) menyatakan bahwa distribusi udang air tawar dipengaruhi oleh adanya fase air payau dan tawar selama siklus hidupnya. *Macrobrachium* memiliki distribusi geografis yang sanngat luas mulai dari Afrika sampai French-Polynesia, termasuk Indonesia (Holthuis, 1955).

Beberapa udang air tawar cukup potensial untuk dibudidayakan seperti *M. oenone*, *M. idea*, *M. cowlesi* dan *M. rosenbergii*. Namun, di Indonesia saat ini udang air tawar yang banyak dibudidayakan hanya *M. rosenbergii*. Hal tersebut salah satunya diduga sedikitnya informasi ilmiah udang-udang air tersebut, terutama yang berasal dari Sungai Banjaran Banyumas. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian dasar mengenai aspek biekologi udang air tawar di Sungai Banjaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi longitudinal udang *macrobrachium* spp. di Sungai Banjaran Kabupaten Banyumas. Data tersebut sangat penting dalam menunjang upaya budidaya dan konservasi udang tersebut, khususnya di Sungai Banjaran

## BAHAN DAN METODE

Sampel udang *Macrobrachium* diambil di Sungai Banjaran kota Purwokerto Kabupaten Banyumas mulai bulan Februari sampai dengan Maret 2005. Identifikasi udang dilakukan di Laboratorium Taksonomi Hewan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.

Penelitian dilakukan dengan metode survei. Pengambilan sampel dilakukan di tiga wilayah dengan rona lingkungan berbeda. Pengambilan sampel udang dilakukan pada 3 stasiun dengan rona lingkungan berbeda, dari hulu ke hilir. Pada tiap-tiap rona lingkungan ditentukan enam titik pengambilan sampel secara "stratified random sampling". Jarak antar stasiun pengambilan sampel adalah  $\pm 0,5$  km. Sampel udang dikoleksi dengan bantuan alat *electroshocker* 12 volt (jarak operasi  $\pm 1$  m<sup>2</sup>), ancho dan seser dengan ukuran mata 0,5 cm. Sampel udang yang diperoleh dimasukkan kedalam botol sampel yang telah diisi alkohol 70%. Masing-masing botol sampel diberi label sesuai dengan stasiun dan rona lingkungan di mana udang dikoleksi. Identifikasi udang *Macrobrachium* dilakukan mengikuti kunci determinasi dari Darbohoesodo (1991).

Distribusi longitudinal udang *Macrobrachium* spp. dianalisis dengan membuat plot berdasarkan ketinggian masing-masing stasiun penelitian. Interpretasi data dilakukan berdasarkan grafik yang terbentuk dan pola distribusi dianalisis dengan bantuan software BD Pro.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan identifikasi dan determinasi diperoleh empat species udang *Macrobrachium* di Sungai Banjaran, yaitu *M. cowlesi*, *M. idea*, *M. esculentum* dan *M. oenone*. Jumlah individu pada masing-masing species dari 18 stasiun pengambilan sampel di tiga rona lingkungan perairan Sungai Banjaran cukup bervariasi,

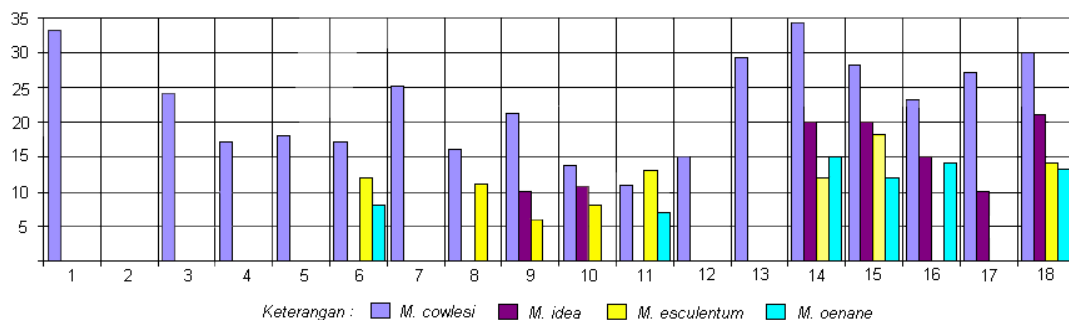
Species *M. cowlesi* merupakan jenis yang paling sering ditemukan, kemudian diikuti oleh *M. esculentum* di urutan kedua. Hal tersebut diduga karena kedua species memiliki kemampuan adaptasi lebih baik terhadap kondisi lingkungan jika dibandingkan dengan kedua species sisanya. Darbohesodo (1989) menyatakan bahwa *M. cowlesi* dan *M. esculentum* memiliki daya tahan yang baik terhadap kondisi perairan yang kurang baik. Lebih lanjut dinyatakan bahwa meskipun udang air tawar membutuhkan air payau, akan tetapi *M. cowlesi* mampu memijah di air tawar.

**Tabel 1. Hasil tangkapan species udang *Macrobrachium* di Sungai Banjaran**

Rona lingk	No	Species	Rona Lingkungan						Σ
			1	2	3	4	5	6	
I	1.	<i>M. cowlesi</i>	33	-	24	17	18	17	109
	2.	<i>M. idea</i>	-	-	-	-	-	-	0
	3.	<i>M. esculentum</i>	-	-	-	-	-	12	12
	4.	<i>M. oenone</i>	-	-	-	-	-	8	8
II	1.	<i>M. cowlesi</i>	25	16	21	14	11	15	102
	2.	<i>M. idea</i>	-	-	10	11	-	-	21
	3.	<i>M. esculentum</i>	-	11	6	8	13	-	38
	4.	<i>M. oenone</i>	-	-	-	-	7	1	8
III	1.	<i>M. cowlesi</i>	29	34	28	23	27	30	171
	2.	<i>M. idea</i>	-	16	20	15	10	21	82
	3.	<i>M. esculentum</i>	-	12	18	-	-	14	44
	4.	<i>M. oenone</i>	-	5	2	14	-	13	34

Hasil tangkapan udang menunjukkan bahwa *M. cowlesi* mendominasi pada semua rona lingkungan perairan Sungai Banjaran (Tabel 3). Hal tersebut diduga karena *M. cowlesi* memiliki daya tahan terhadap kondisi lingkungan yang paling baik di antara empat species *Macrobrachium* yang ditemukan di sungai tersebut. Disamping itu, dominansi diduga terjadi karena *M. cowlesi* mampu memijah di air tawar, sementara tiga species lainnya tidak (Darbohesodo, 1989). Kemampuan memijah di air tawar dibuktikan dengan tertangkapnya berbagai ukuran individu untuk *M. cowlesi* pada semua rona lingkungan yang diamati.

Pada tabel tiga dapat diketahui adanya indikasi peningkatan kelimpahan ke empat spesies udang *Macrobrachium* spp dari rona lingkungan I ke rona lingkungan III. Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa *Macrobrachium* spp lebih memilih daerah hilir.



**Gambar 1. Distribusi udang *Macrobrachium* spp pada setiap stasiun di Sungai Banjaran**

Keberadaan udang di setiap stasiun tidak merata (Gambar 1). Hal tersebut diduga karena distribusi udang pada umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kualitas air, arus, pakan dan substrat dasar. Menurut Krebs (2001), organisme yang hidup dalam kelompok cenderung mengelompok dalam satu habitat tertentu.



**Tabel 2. Pola distribusi species *Macrobrachium* spp**

No	Species	Varianve	Mean	Chi-sq	Df	Probabilitas	Pola Distribusi
1.	<i>M. cowlesi</i>	49,140	22,471	34,990	16	0,0040675	Mengelompok
2.	<i>M. idea</i>	63,684	6,059	168,175	16	0	Mengelompok
3.	<i>M. esculentum</i>	42,390	5,529	122,660	16	0	Mengelompok
4.	<i>M. aonone</i>	35,434	4,059	139,681	16	0	Mengelompok

Pola distribusi udang *Macrobrachium* spp di sungai banjaran mengelompok (Tabel 2). Sifat mengelompok ini (schooling) dipengaruhi oleh predator, efisiensi penggunaan ruang, jumlah dan jenis pakan serta substrat dasar perairan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa semua species udang *Macrobrachium* di Sungai Banjaran terdistribusi secara mengelompok pada habitat tertentu untuk semua rona lingkungan (Tabel 4). Hal tersebut karena karakteristik dan tingkat kesuburan pada masing-masing stasiun penelitian bervariasi. Menurut Holthuis (1955) dan Widha (2003), udang air tawar menyukai substrat dengan kondisi yang dapat menyediakan berbagai jenis pakan, sehingga udang memiliki tingkahlaku migrasi secara bergerombol untuk mencari habitat yang sesuai.

### KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semua species udang *Macrobrachium* di Sungai Banjaran terdistribusi secara mengelompok pada habitat tertentu.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. 2003. Budidaya udang windu secara intensif. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Darbohoesodo. 1989. Potensi sumberdaya udang air tawar di daerah Banyumas. Makalah Workshop tentang Potensi *Macrobrachium* spp. PAU Ilmu Hayati ITB.
- . 1989. Buku determinasi dan identifikasi udang-udang *Macrobrachium*. Jurusan Zoologi Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.
- Ghufron, M.H.K.D. 1997. Budidaya air payau. Prizi, Bandung.
- Hadie, W. 1995. Pembenuhan udang galah, usaha industri rumah tangga. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Hidayat, A. 1982. Kelimpahan dan penyebaran udang Penaeid muda di muara kali Sage Teluk Banten Jawa Barat. Fakultas Perikanan IPB, Bogor.
- Holthuis, L.B. 1955. Kunci determinasi genera dan subgenera Palaemonidae. Diterjemahkan dari "The Palaemonidae collected by The Sibolga Snellius Expedition with Remark on Other Species I".
- Krebs, C.J. 1978. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. Halper Raw Publication, New York.
- Ling, H.S. 1969. The general account of giant tiger prawn *Macrobrachium rosenbergii* de Man and method of rearing and culturing. IPEC. Contribution Paper No. 40.
- Siregar, A.S., T.P. Sinaga dan Setijanto. 2001. Studi ekologi fauna benthik (*Macrobrachium* spp.) di Sungai Banjaran, Pelus dan Logawa Kabupaten Banyumas. Biosfera 8 (1): xx-xx.
- Widha, W. 2003. Beberapa aspek biologi reproduksi lobster air tawar jenis red claw (*Cherax quadricarinatus* von Mortens; Crustacea, Parastacidae). Tesis. Program Pascasarjana IPB, Bogor.



## KERAGAMAN BURUNG FAMILI ARDEIDAE DI WILAYAH KECAMATAN MUARA GEMBONG, BEKASI PADA KATEGORI LAHAN BASAH

**Han Prasetya Adhi, Zulqarnain Assiddiqi, dan Ahmad Zulfikar Abdullah**

*BSO Bionic (Badan Semi Otonom Biology UNY Ornithology Club) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta  
E-mail : chess\_qed@yahoo.co.id*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman burung famili ardeidae serta persebaran masing-masing jenis burung famili ardeidae di kecamatan Muara Gembong pada kategori lahan basah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa di seluruh kawasan lahan basah Muara Gembong terdapat 15 jenis burung famili ardeidae, dengan persebaran terbesar ditemui di daerah tambak. Sedangkan persebaran terkecil ditemui di daerah muara. Secara ekologis, burung famili ardeidae dapat menjadi bioindikator pencemaran dan kerusakan lingkungan. Bagi petani, kehadiran burung-burung famili ardeidae belum menunjukkan fungsi sehubungan dengan mata pencarian mereka, bahkan dianggap hama karena memakan ikan budidaya. Sedangkan bagi sebagian penduduk yang lain, berperan sebagai hewan buruan untuk konsumsi atau penghasilan tambahan.

Kata kunci: Keragaman , Ardeidae, Lahan Basah, Persebaran.

### PENDAHULUAN

Indonesia telah ditetapkan sebagai Negara megabiodiversity ke dua terbesar di dunia (Mittermeier & Mittermeier. 1997). Selanjutnya juga dikatakan bahwa di dunia tercatat ada 9.040 jenis burung, 1.531 jenis diantaranya terdapat di Indonesia dengan 397 jenis (26%) endemik. Menurut Konversi Ramsar tahun 1991, lahan basah adalah daerah-daerah rawa, payau, lahan gambut, dan perairan; alami atau buatan; tetap atau sementara; dengan air yang tergenang atau mengalir; tawar, payau, atau asin; termasuk wilayah perairan laut yang kedalamannya tidak lebih dari enam meter pada waktu air surut. Lebih lanjut menurut Nirarita dkk. 1996) lahan basah dibagi dua berdasarkan letaknya, yaitu Lahan basah pesisir yang berair asin atau payau dan lahan basah daratan yang bersifat tawar.

Muara Gembong merupakan salah satu kecamatan yang terdapat di ujung utara Kabupaten Bekasi. Sebagian besar wilayahnya merupakan lahan basah yang mempunyai nilai penting bagi berbagai macam jenis spesies yang hidup di dalamnya, termasuk burung family ardeidae. Menurut MacKinnon (1998), ardeidae adalah jenis burung air besar dengan ciri morfologi kaki panjang, paruh panjang-lurus yang digunakan untuk mematak ikan, vertebrata kecil, atau invertebrata.

Tipe lahan basah di Muara Gembong yang umumnya terdapat burung famili ardeidae terdapat empat tipe, yaitu tambak, sawah, rawa, dan muara sungai. Menurut Davies dkk (1995) tambak adalah kolam air payau yang digunakan untuk budidaya hewan-hewan air seperti ikan dan udang. Tambak-tambak ini dibuat di daerah pesisir, terdapat di dalam atau di belakang hutan bakau. Tambak yang ada merupakan hasil pengubahan hutan bakau dan dianggap memiliki nilai ekonomis tinggi sebagai penghasil ikan dan udang. Sedangkan sawah merupakan lahan basah buatan yang sangat penting bagi Indonesia. Sawah dapat dibedakan menjadi: sawah pasang surut yaitu sawah yang menggunakan pengaruh pasang surut untuk memperoleh air, sawah non pasang surut yang memperoleh air dari sungai atau saluran irigasi, sawah tadah hujan yang mengandalkan perolehan air dari hujan, dan sawah lebak yang dibuat di tepi rawa atau danau pada saat air surut. Sedangkan pengertian rawa menurut Davies dkk merupakan istilah yang umum digunakan untuk semua lahan basah yang bervegetasi; baik yang berair tawar, air asin maupun payau; berhutan ataupun ditumbuhi tanaman herba. Ditinjau dari tipe tanahnya, rawa dapat dibedakan menjadi rawa gambut dan rawa non-gambut. Selanjutnya, dapat dibedakan lagi berdasarkan fisiognomi vegetasinya menjadi rawa



berhutan dan rawa tak berhutan atau bahkan lebih detil berdasarkan vegetasi yang dominan, misalnya rawa bakau, rawa nipah, rawa rumput, dan lain-lain. Lebih lanjut, muara sungai yang juga disebut estuaria atau kuala merupakan perairan yang semi tertutup, serta mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka dan sangat dipengaruhi oleh pasang surut. Produktifitas muara sungai sangat tinggi karena mendapatkan masukan unsur hara dari sedimen sungai (Davies *dkk.*, 1995).

## BAHAN DAN METODA

Penelitian dilakukan selama 18 hari di seluruh wilayah lahan basah kecamatan Muara Gembong, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, mulai tanggal 7 April 2010 hingga tanggal 28 April 2010 dilakukan oleh 2 tim. Pengamatan dilakukan mencakup 6 desa yang berada di wilayah Muara Gembong, yaitu Pantai Sederhana, Pantai Bahagia, Jayasakti, Harapan Jaya, Pantai Bakti, dan Pantai Mekar. Lahan basah yang diamati dibagi menjadi empat tipe, yaitu: tambak, sawah, rawa, dan muara. Obyek yang diamati adalah seluruh jenis burung famili Ardeidae yang ditemui di lapangan pada saat pengamatan. Jenis-jenis burung famili Ardeidae yang diamati dan habitatnya dicatat menurut penelusuran buku MacKinnon *dkk* (1998).

Metode penelitian yang digunakan adalah *broad survey*, yaitu survey yang dilakukan pada seluruh area Kecamatan Muara Gembong seluas-luasnya. Metode pengamatan yang dilakukan adalah *direct observation*, yaitu pengamatan langsung di lapangan. Alat-alat yang digunakan adalah binokuler, monokuler, kamera, jam, GPS, dan alat tulis. Spesies yang teramati dicatat jenis dan jumlahnya hanya satu kali untuk memperkecil kemungkinan individu yang sama tercatat ulang, lalu lokasi pengamatan ditandai dengan GPS.

Untuk penghitungan nilai kelimpahan relatif jenis burung menggunakan metode *Encounter rates* (Tingkat Pertemuan) (Bibby *et al.* 1998). Kelimpahan relatif menggambarkan jumlah individu dari suatu jenis burung yang kemungkinan dapat ditemukan dalam setiap 10 jam pengamatan. Selanjutnya Bibby *dkk* (1998) memberkan batasan bahwa jika kelimpahan relatif suatu jenis burung kurang dari 0,1 maka jenis tersebut dikatakan jarang (kategori 1), antara 0,1 sampai 2,0 disebut tidak umum (kategori 2), antara 2,1 sampai 10,0 disebut sering (kategori 3), antara 10,1 sampai 40,0 disebut umum (kategori 4) dan lebih dari 40,0 disebut melimpah (kategori 5).

Data penghitungan nilai kelimpahan relatif nantinya dikaitkan dengan hasil wawancara dengan penduduk setempat, terutama penduduk yang lebih banyak berhubungan dengan lahan basah seperti penduduk yang tinggal di tepi sungai, petani, petambak, serta pemburu burung, dan kondisi lahan basah yang teramati sehingga terlihat hubungan antara keragaman dan jumlah individu dengan kondisi habitat dan masyarakat Muara Gembong pada umumnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Keanekaragaman Jenis Burung*

Teramati sebanyak 15 jenis burung famili ardeidae di seluruh kawasan lahan basah Muara Gembong dengan jumlah individu 2.652 ekor. Di lahan persawahan ditemukan 13 jenis burung dengan jumlah individu 706 ekor, di lahan tambak ditemukan 14 jenis burung dengan jumlah individu 984 ekor, di area rawa-rawa ditemukan 13 jenis dengan jumlah individu 587 ekor, sementara di muara ditemukan 12 jenis dengan jumlah individu 375 ekor. Terdapat 13 jenis burung dari lahan tambak yang sama dengan di lahan persawahan, 12 jenis burung dari lahan persawahan yang sama dengan daerah rawa-rawa dan 11 jenis burung dari area rawa-rawa yang sama dengan wilayah muara. Data lengkap mengenai jenis, jumlah individu, dan persentase di seluruh tipe lahan basah dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 1. Untuk persentase jumlah individu pada tiap tipe lahan basah dapat dilihat pada gambar 2. Untuk data

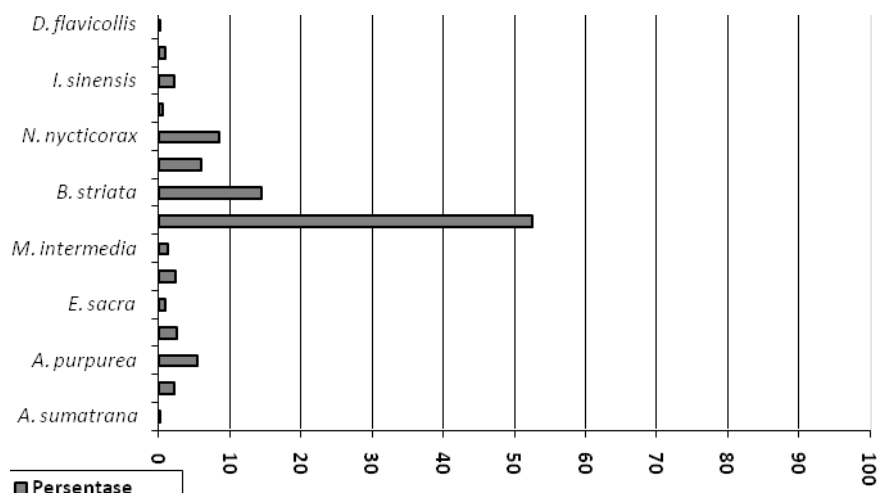


jenis, jumlah individu, dan persentase di tiap tipe lahan basah dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 3.

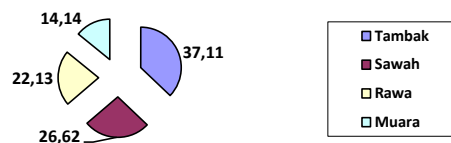
Kekayaan jenis burung tertinggi tercatat di lahan tambak sejumlah 14 jenis dengan jumlah individu 984 ekor. Di lahan persawahan tercatat 13 jenis burung dengan jumlah individu 706 ekor. Di area rawa-rawa tercatat 13 jenis dengan jumlah individu 587 ekor, sementara kekayaan jenis burung terendah terdapat di wilayah muara sebanyak 12 jenis dengan jumlah individu 375 ekor. Lahan tambak memiliki keanekaragaman tertinggi dengan populasi merata untuk tiap jenis. Untuk lahan persawahan populasinya juga merata untuk tiap jenis. Area rawa-rawa memiliki keanekaragaman jenis yang sama seperti lahan persawahan, namun pemerataan jenisnya rendah, sedangkan wilayah muara memiliki keanekaragaman jenis burung paling rendah tetapi mempunyai pemerataan jenis yang lebih tinggi dibandingkan area rawa-rawa.

**Tabel 1. Persentase tiap jenis di Seluruh Kawasan Lahan Basah Maura Gembong**

Jenis Burung	Jumlah (ekor)	Presentase (%)
Cangak Laut ( <i>Ardea sumatrana</i> )	1	0,04
Cangak Abu ( <i>Ardea cinerea</i> )	58	2,19
Cangak Merah ( <i>Ardea purpurea</i> )	143	5,39
Kuntul Kerbau ( <i>Bubulcus ibis</i> )	69	2,60
Kuntul Karang ( <i>Egretta sacra</i> )	23	0,87
Kuntul Besar ( <i>Casmerodius albus</i> )	62	2,38
Kuntul Perak ( <i>Mesophoyx intermedia</i> )	32	1,21
Kuntul Kecil ( <i>Egretta garzetta</i> )	1.393	52,55
Kokokan Laut ( <i>Butorides striata</i> )	382	14,41
Blekok Sawah ( <i>Ardeola speciosa</i> )	156	5,88
Kowak-malam Kelabu ( <i>Nycticorax nycticorax</i> )	227	8,56
Bambangan Coklat ( <i>Ixobrychus eurhythmus</i> )	15	0,57
Bambangan Kuning ( <i>Ixobrychus sinensis</i> )	57	2,15
Bambangan Merah ( <i>Ixobrychus cinnamomeus</i> )	26	0,98
Bambangan Hitam ( <i>Dupetor flavicollis</i> )	7	0,26
<b>TOTAL</b>	<b>2.651</b>	<b>100</b>



**Gambar 1. Grafik persentase tiap jenis di seluruh kawasan lahan basah Muara Gembong**



**Gambar 2. Persentase jumlah individu di tiap tipe lahan basah**  
**Kelimpahan Relatif Jenis Burung**

Dengan menjumlahkan seluruh hasil pengamatan setiap jenis (36 kali pengamatan masing-masing selama 6 jam) di seluruh wilayah lahan basah Kecamatan Muara Gembong kemudian jumlah individu per spesies dikali 10 lalu dibagi jumlah jam pengamatan maka diperoleh kelimpahan relatif jenis burung pada wilayah Muara Gembong (Tabel 2). Pada tabel tersebut terlihat bahwa di lahan tambak terdapat 1 jenis burung yang melimpah, 2 jenis umum, 6 jenis sering, 5 jenis tidak umum. Pada lahan persawahan terdapat 1 jenis melimpah, 4 jenis umum, 5 jenis sering, 3 jenis tidak umum. Pada area rawa-rawa terdapat 1 jenis melimpah, 2 jenis umum, 4 jenis sering, 6 jenis tidak umum. Pada wilayah muara terdapat 1 jenis melimpah, 1 jenis umum, 7 jenis sering, 2 jenis tidak umum.

Tercatat 1 jenis burung melimpah di keempat tipe lahan basah, yaitu jenis Kuntul Kecil (*Egretta garzetta*); 2 jenis burung umum di tiga tipe lahan, yaitu jenis Kokokan Laut (*Butorides striata*) dan Kowak-malam Kelabu (*Nycticorax nycticorax*); 6 jenis burung umum di tiga tipe lahan yaitu Cangak Abu (*Ardea cinerea*), Cangak Merah (*Ardea purpurea*), Blekok Sawah (*Ardeola speciosa*), Kuntul Kerbau (*Bubulcus ibis*), Kuntul Besar (*Casmerodius albus*) dan Bambang Kuning (*Ixobrychus sinensis*); serta 3 jenis burung tidak umum di tiga tipe lahan basah, yaitu Kuntul Perak (*Mesophoyx intermedia*), Bambang Coklat (*Ixobrychus eurhythmus*) dan Bambang Merah (*Ixobrychus cinnamomeus*)

Keberadaan jenis-jenis ikan budidaya seperti Bandeng (*Chanos chanos*) dan ikan liar konsumsi seperti Ikan Gabus (*Channa striata*), Sepat Rawa (*Trichogaster sp*), Betok (*Anabas testudineus*), Bulan-Bulan (*Megalops cyprinoides*), Lundu (*Mystus sp*), Kerong-kerong (*Tetraodon lineatus*) dan berbagai macam jenis crustaceae merupakan jenis mangsa yang cukup melimpah, serta vegetasi seperti Nipah (*Nypa fructicans*), Bakau (*Rhizophora spp*), Api-api (*Avicennia spp*), Jeruju (*Acanthus illicifolius*), dan Pidada (*Sonneratia caseolaris*) menyediakan tempat bertengger, bersarang, dan berlindung. Dataran yang luas pada tambak, sawah, atau *mudflat* (dataran lumpur) merupakan *flocking area* (tempat berkumpul) kawanan burung family ardeidae. Data lengkap dapat dilihat pada tabel 3

Sukmantoro dkk (2007) mengungkapkan bahwa wilayah Indonesia ditempati oleh 1.598 jenis burung; sebagian bersifat menetap dan sebagian lagi bersifat migrant. Diketahui juga bahwa di Pulau Jawa terdapat 507 jenis burung dengan 56 jenis merupakan jenis endemik dan 32 jenis diantaranya hanya terdapat di Jawa. Penelusuran jenis burung famili Ardeidae (MacKinnon dkk. 1998) menunjukkan bahwa di Indonesia terdapat 22 jenis burung famili ardeidae, dan 18 diantaranya dapat ditemukan di Jawa. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di wilayah Muara Gembong (Soekotjo dkk. 2005 menunjukkan bahwa di Muara Gembong terdapat 16 jenis burung famili ardeidae.

### Wawancara

Wawancara ditujukan terutama kepada para penduduk yang berhubungan langsung dengan lahan basah Muara Gebong seperti petani, petani tambak, nelayan, serta dengan beberapa pemburu setempat. Hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian besar penduduk



mengetahui sebagian dari species burung yang ada di sekitar mereka dengan bahasa setempat, seperti *Pancok* untuk jenis Kokokan Laut (*Butorides striata*), *Kuntul* untuk semua jenis burung kuntul, atau *Blekek* untuk jenis burung bambangan atau berkik (*Gallinago sp*). Bagi penduduk yang bekerja sebagai petani atau petani tambak, burung famili ardeidae belum menunjukkan fungsinya sehubungan mata pencarian mereka. Sebagian besar petani menganggap burung famili ardeidae ini sebagai hama karena mereka memakan ikan budidaya mereka saat masa panen. Oleh beberapa petani burung ini diberi umpan ikan yang telah diberi racun atau di beri perangkap. Burung yang tertangkap dijadikan konsumsi sendiri atau dijual kepada pengepul.

Ancaman yang lain adalah para pemburu yang melakukan aktivitas berburu setiap hari. Hasilnya dijual kepada pengepul atau masyarakat setempat dengan harga berkisar antara Rp. 5.000 -15.000,- per ekor. Dalam sehari hasil buruan mereka bisa mencapai puluhan ekor burung. Umumnya yang diburu adalah jenis kuntul atau cangkak. Selain itu gangguan lain bagi burung jenis ini adalah konversi lahan dari hutan menjadi tambak atau sawah, dan pencemaran lingkungan perairan akibat sampah yang dibuang ke perairan, penggunaan pestisida, maupun mencari ikan dengan cara menyetrum.

## PEMBAHASAN

Di seluruh wilayah lahan basah Muara Gembong secara keseluruhan ditemukan 15 jenis burung famili ardeidae.. Perbedaan keanekaragaman jenis dan jumlah terlihat di berbagai tipe lahan atau habitat. Pada habitat tambak ditemukan jenis dan jumlah terbanyak, selanjutnya di area persawahan dan rawa-rawa, dan di muara yang paling sedikit keragaman jenisnya. Lahan tambak memiliki keanekaragaman tertinggi dengan populasi merata untuk tiap jenis. Untuk lahan persawahan populasinya juga merata untuk tiap jenis. Area rawa-rawa memiliki keanekaragaman jenis yang sama seperti lahan persawahan, namun pemerataan jenisnya rendah, sedangkan wilayah muara memiliki keanekaragaman jenis burung paling rendah tetapi mempunyai pemerataan jenis yang lebih tinggi dibandingkan area rawa-rawa. Perbedaan keragaman dan pemerataan jenis burung antar tipe lahan basah merupakan wujud perbedaan daya dukung pada tiap lahan. Menurut Wiens (1992), Krebs & Davis (1978) burung memiliki kemampuan untuk memilih habitat yang sesuai dengan ketersediaan sumberdaya yang mendukung kebutuhan hidupnya.

Lahan tambak dan sawah menyediakan makanan yang lebih melimpah dibandingkan area rawa-rawa. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara, di area persawahan dan tambak, terutama tambak yang sedang dikeringkan terdapat jenis ikan yang lebih banyak seperti Ikan Gabus (*Channa striata*), Sepat Rawa (*Trichogaster sp*), Betok (*Anabas testudineus*), Bandeng (*Chanos chanos*), Bulan-Bulan (*Megalops cyprinoides*), Lundu (*Mystus sp*), Kerongkerong (*Tehrapon tehraps*), dan sebagainya. Untuk vegetasi sebagai tempat bersarang terdapat pohon Bakau (*Rhizophora spp*) Nipah (*Nypa fructicans*), Api-api (*Avicennia spp*), dan Pidada (*Sonneratia caseolaris*). Area rawa-rawa sebagian besar ditumbuhi oleh semak, alang-alang, pidada (*Sonneratia caseolaris*), Jeruju (*Acanthus illicifolius*), dan Nipah (*Nypa fructicans*). Sedang daerah muara lebih sedikit ditemui tumbuhan karena banyak hutan yang telah hilang akibat konversi lahan menjadi tambak, atau untuk permukiman. Hanya Nipah (*Nypa fructicans*) dan Bakau (*Rhizophora sp*) yang tumbuh jarang atau bergerombol hanya di beberapa lokasi.

Keberadaan tumbuhan sangat terkait dengan ketersediaan pakan, area bersarang, perlindungan dari pemangsa dan factor iklim, dengan demikian tumbuhan dapat mempengaruhi ada dan tidaknya suatu jenis burung di suatu lokasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Partasasmita (2003) bahwa perubahan komposisi komponen habitat berupa jenis-jenis tumbuhan yang berimplikasi langsung terhadap perubahan ketersediaan sumberdaya,



akan merubah pula komposisi burung-burung yang memanfaatkannya yang sekaligus akan merubah jenis burung yang mendiami habitat tersebut.

Pada lahan yang banyak berhubungan dengan aktivitas manusia kekayaan burungnya lebih rendah dibandingkan lahan yang cenderung alami (Eko Sulistyadi. 2010). Hal ini dibuktikan dengan lebih banyak dijumpai burung famili ardeidae di area tambak. Kebanyakan tambak berjauhan dengan aktifitas manusia, dan jauh dari permukiman. Beberapa tambak terlihat kurang terawat. Di sini sering dijumpai berbagai macam kuntul, cangak, dan bambang berkumpul di satu lokasi (*flocking*) untuk mencari makan. Pada area tambak yang di sekitarnya banyak ditumbuhi pohon besar, juga sering dijumpai berbagai macam burung famili ardeidae bertengger di satu wilayah. Pada area persawahan lebih sedikit dijumpai burung jenis ini, karena area perawahan lebih dekat dengan permukiman dan banyak bersinggungan dengan aktivitas manusia. Burung famili ardeidae ini lebih banyak terlihat terbang melintas atau mendarat di lokasi yang jauh dari manusia.

Odum (1971) menjelaskan bahwa keanekaragaman jenis burung cenderung rendah dalam ekosistem yang terkendali secara fisik dan cenderung tinggi dalam ekosiste yang diatur secara biologi. Namun demikian perlu diperhatikan juga bahwa kadang kekayaan jenis yang tinggi tidak selalu diikuti oleh pemerataan jenis yang tinggi pula, hal inilah yang menyebabkan tidak semua lokasi yang memiliki kekayaan jenis yang tinggi keanekaragaman jenisnya juga tinggi. Aktivitas manusia (pengolahan lahan pertanian) akan berdampak pada penurunan keanekaragaman jenis tumbuhan asli yang juga akan berdampak pada perubahan jenis burung yang ada. Krebs dan Davis (1978) mengemukakan bahwa ketidakhadiran suatu jenis burung di suatu tempat disebabkan oleh beberapa factor diantaranya yaitu ketidakcocokan habitat, perilaku (seleksi habitat), kehadiran jenis hewan lain (predator, parasit, dan pesaing) dan factor kimia-fisika lingkungan yang berada di luar kisaran toleransi jenis burung yang bersangkutan. Di area rawa tingkat pencemarannya cukup tinggi. Hal ini terlihat dari banyaknya ikan-ikan liar yang mengambang akibat aktivitas manusia seperti penggunaan racun ikan, pestisida, sampah non-organik, dan sebagainya sehingga sangat minim mangsa yang akan diperoleh. Selain itu, wilayah rawa-rawa dan muara juga merupakan habitat dari beberapa koloni Kera ekor-panjang (*Macaca fascicularis*) dan Lutung Budeng (*Trachypithecus auratus*). Dua hal tersebut merupakan faktor pengganggu yang dapat menurunkan keanekaragaman jenis dan kekayaan jenis, karena pada saat rombongan burung dating dan kelompok primata merasa terganggu maka mereka akan berusaha mengusirnya. Selain itu para primate, terutama *Macaca fascicularis* suka memakan telur burung (kesaksian penduduk). Aktivitas para pemburu setiap harinya semakin menurunkan jumlah burung di area tersebut di sehingga sebagian besar wilayah rawa hanya ditemui satu atau dua jenis burung famili ardeidae di satu lokasi. Di area muara merupakan tipe lahan basah yang paling sedikit kekayaan jenis dan keragaman jenisnya paling sedikit. Hal ini dikarenakan aktivitas manusia di wilayah ini paling banyak. Selain karena factor pencemaran lingkungan perairan, juga terdapat pencemaran udara akibat asap pembakaran dari mesin perahu dan pencemaran suara. Kebanyakan burung famili ardeidae ditemukan di daerah *mudflat* (dataran lumpur) yang jauh dari aktivitas manusia dan banyak terdapat sumber pakan yang melimpah.

Rozenzweig (1995) menjelaskan bahwa setiap jenis membutuhkan habitat yang sesuai untuk dapat bertahan hidup. Habitat dengan variasi yang lebih besar akan berbanding lurus dengan variasi jenis yang lebih besar pula. Lebih jauh lagi, Wiens (1992) menjelaskan bahwa potensi sumberdaya, seperti ketersediaan pakan di habitat yang ditemati merupakan salah satu faktor utama bagi kehadiran populasi burung sehingga wilayah lahan basah Muara Gembong seperti muara, rawa, sawah, tambak, dan bahkan daerah permukiman penduduk dapat menjadi habitat penting bagi burung apabila tersedia pakan yang melimpah dan sikap



dari penduduk setempat terutama pemburu untuk mengurangi jumlah hewan buruannya sehingga kelestarian burung famili ardeidae dapat terjaga dengan baik

### KESIMPULAN

Di seluruh wilayah lahan basah Muara Gembong ditemukan 15 jenis burung famili Ardeidae, dengan jumlah terbesar adalah Kuntul Kecil (*Egretta garzetta*) dan jumlah terkecil adalah Cagak Laut (*Ardea sumatrana*).

Areal tambak memiliki jenis burung tertinggi diikuti areal sawah dan rawa-rawa, dan yang paling sedikit adalah area muara. Perbedaan keanekaragaman dan jumlah yang signifikan membuktikan daya dukung yang baik.

Fungsi burung famili ardeidae secara ekologi adalah sebagai bioindikator pencemaran lingkungan. Semakin tercemar suatu wilayah semakin sedikit burung dijumpai. Selain itu faktor manusia juga sangat berpengaruh. Di area yang sering dijamah manusia dan menjadi tempat berburu lebih sedikit jumlah burung yang ditemui.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh anggota KPB Bionic FMIPA UNY, terutama kepada Tim Ekspedisi Trulek Jawa 2010, serta kepada Yayasan Kutilang Indonesia dan Oriental Bird Club untuk bantuannya.

### PUSTAKA

- Bibby, CM Jones & S. Marsden. 1998. *Expedition Field Techniques Bird Surveys*. London: Expedition Advisory Centre Royal Geographical Society. 134 hal
- Eko Sulistyadi. 2010. Kemampuan Kawasan Nir-Konservasi dalam Melindungi Kelestarian Burung Endemik Dataran Rendah Pulau Jawa Studi Kasus di Kabupaten Kebumen. *Jurnal Biologi Indonesia*. Vol. 6 (2). Juni 2010, hal 237-253
- Ibnu Maryanto, Woro A. Noerdjito. 2006. *Flora Fauna Jawa Barat*. Jakarta: LIPI Press
- Krebs, JR. & NB Davies. 1978. *Behavioural ecology: an Evolutionary Approach*. 3<sup>rd</sup> ed. London: Blackwell Scientific Publication (XI + 337) hal.
- MacKinnon J. 1998. *Burung-Burung di Sumatra, Jawa, Bali, dan Kalimantan* (terjemahan). Bogor: Puslitbang Biologi – LIPI – BirdLife Indonesia. (XV + 509) hal.
- Mittermeier, RA. & CG Mittermeier. 1997. *Megadiversity (Earth Biologically Wealthiest Nations)*. Canada: Quebecor Printing Inc. Cimex. 501 hal.
- Odum, EP. 1971. *Fundamentals of Ecology* 3<sup>rd</sup>. Philadelphia: W.B Saunders & Co. (XIV + 574) hal.
- Partasasmita, R. 2003. *Ekologi Burung Pemakan Buah dan Biji sebagai Penyebar Biji* (Paper Falsafah Sains Program Pasca Sarjana/ S3). Institut Pertanian Bogor (25) hal.
- Rosenzweig, ML. *Species Diversity in Space and Time*. 1995. UK: Cambridge University Press (XX + 436) hal.
- Sukmantoro, W., M. Irham, W. Novarino, F. Hasudungan, N. Kemp & M. Muchtar. 2007. *Daftar Burung Indonesia No. 2*. Bogor: Indonesian Ornithologists' Union. (X + 157) hal.
- Syahminudin, E. et al, 1992. *Laporan hasil penelitian dan monitoring hutan mangrove di RPH Muara Gembong Tanjung Karawang Kabupaten DT II Bekasi, Jawa Barat*. Biological Science Club Jakarta.
- Teguh Lestiyanto, Zainudin, Nova Fajaryanti. 2005. *Kepentingan Pelestarian Lahan Basah Bekasi, program pendampingan masyarakat untuk pelestarian lahan basah penting di Bekasi*. Bekasi: Biodesa (Biodiversitas Indonesia)
- Tim Terpadu. 2005. Laporan: *Pengkajian Lapangan Tim Terpadu Penyelesaian Permasalahan Kawasan Hutan Lindung Ujung Krawang (Muara Gembong) Kabupaten Bekasi Provinsi Jawa Barat*. Jakarta
- Wiens JA, 1992. *The ecology of bird communities*. Vol. I. Foundations and patterns. Cambridge University Press



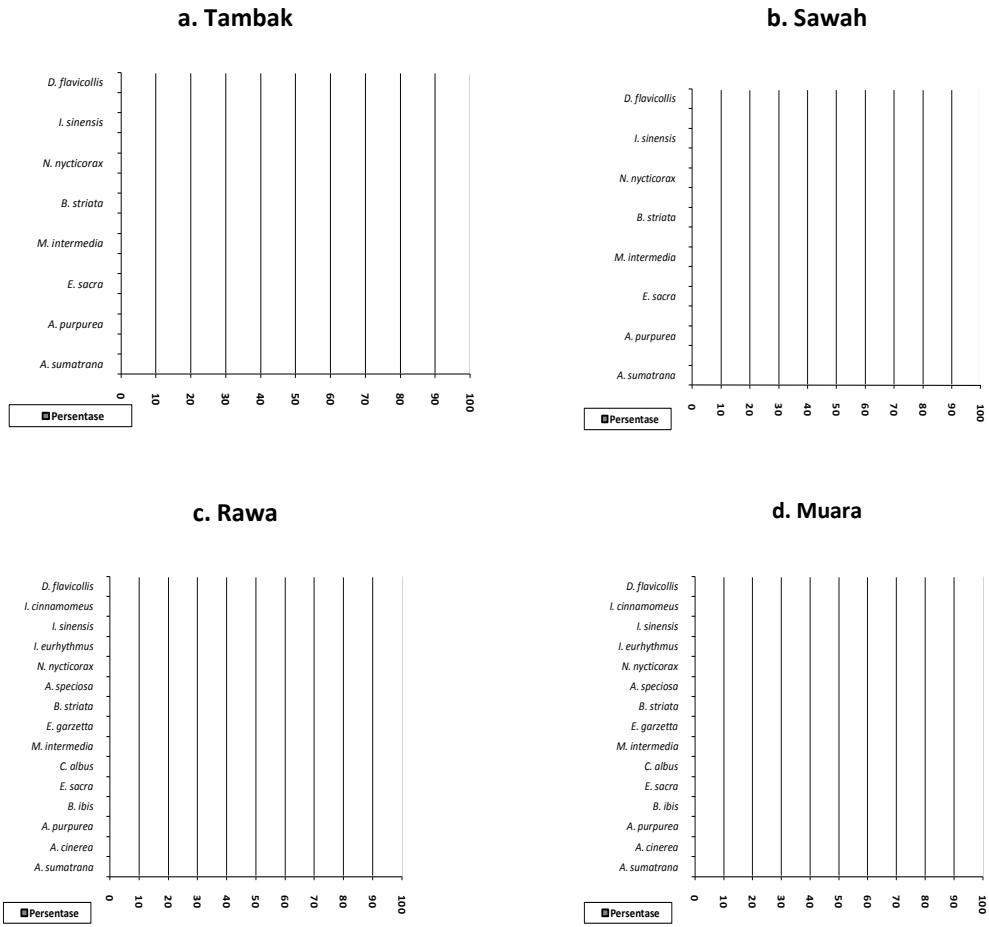
Lampiran :

Tabel 2. Persentase tiap jenis di masing-masing tipe lahan basah

Jenis Burung	Persentase Tiap jenis antar lahan							
	Tambak		Sawah		Rawa		Muara	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
Cangak Laut ( <i>Ardea sumatrana</i> )	-	-	-	-	-	-	1	0,27
Cangak Abu ( <i>Ardea cinerea</i> )	22	2,24	12	1,70	13	2,21	11	2,93
Cangak Merah ( <i>Ardea purpurea</i> )	56	5,69	36	5,10	28	4,77	23	6,13
Kuntul Kerbau ( <i>Bubulcus ibis</i> )	23	2,34	21	2,97	15	2,56	10	2,67
Kuntul Karang ( <i>Egretta sacra</i> )	10	1,02	4	0,57	-	-	9	2,4
Kuntul Besar ( <i>Casmerodius albus</i> )	23	2,34	19	2,69	11	1,87	9	2,4
Kuntul Perak ( <i>Mesophoyx intermedia</i> )	12	1,22	7	0,99	8	1,36	5	1,33
Kuntul Kecil ( <i>Egretta garzetta</i> )	512	52,03	398	56,37	286	48,72	197	52,53
Kokokan Laut ( <i>Butorides striata</i> )	128	13,01	92	13,03	91	15,50	71	18,93
Blekok Sawah ( <i>Ardeola speciosa</i> )	61	6,20	49	6,94	27	4,60	19	5,10
Kowak-malam Kelabu ( <i>Nycticorax nycticorax</i> )	93	9,45	46	6,52	69	11,75	19	5,10
Bambangan Coklat ( <i>Ixobrychus eurhythmus</i> )	7	0,71	3	0,42	5	0,85	-	-
Bambangan Kuning ( <i>Ixobrychus sinensis</i> )	22	2,24	13	1,84	22	3,75	-	-
Bambangan Merah ( <i>Ixobrychus cinnamomeus</i> )	11	1,12	6	0,85	9	1,53	-	-
Bambangan Hitam ( <i>Dupetor flavicollis</i> )	4	0,41	-	-	3	0,51	1	0,27
<b>Total</b>	<b>984</b>	<b>37,11</b>	<b>706</b>	<b>26,62</b>	<b>587</b>	<b>22,13</b>	<b>375</b>	<b>14,14</b>

Tabel 3. Kelimpahan relatif jenis burung family ardeidae di tiap tipe lahan basah

Jenis Burung	Kelimpahan Relatif							
	Tambak		Sawah		Rawa		Muara	
	Jml/10 jam	Kategori	Jml/10 jam	Kategori	Jml/10 jam	Kategori	Jml 10 jam	Kategori
Cangak Laut ( <i>Ardea sumatrana</i> )	-	-	-	-	-	-	0,37	2
Cangak Abu ( <i>Ardea cinerea</i> )	2,53	3	3,64	3	2,06	2	4,07	3
Cangak Merah ( <i>Ardea purpurea</i> )	6,44	3	10,91	4	4,44	3	8,52	3
Kuntul Kerbau ( <i>Bubulcus ibis</i> )	2,64	3	6,36	3	2,38	3	3,70	3
Kuntul Karang ( <i>Egretta sacra</i> )	1,15	2	1,21	2	-	-	3,33	3
Kuntul Besar ( <i>Casmerodius albus</i> )	2,64	3	5,76	3	1,75	2	3,33	3
Kuntul Perak ( <i>Mesophoyx intermedia</i> )	1,38	2	2,12	3	1,27	2	1,85	2
Kuntul Kecil ( <i>Egretta garzetta</i> )	58,85	5	120,61	5	45,40	5	72,96	5
Kokokan Laut ( <i>Butorides striata</i> )	14,71	4	27,88	4	14,44	4	26,30	4
Blekok Sawah ( <i>Ardeola speciosa</i> )	7,01	3	14,85	4	4,29	3	7,04	3
Kowak-malam Kelabu ( <i>Nycticorax nycticorax</i> )	10,69	4	13,94	4	10,95	4	7,04	3
Bambangan Coklat ( <i>Ixobrychus eurhythmus</i> )	0,8	2	0,91	2	0,79	2	-	-
Bambangan Kuning ( <i>Ixobrychus sinensis</i> )	2,53	3	3,94	3	3,49	3	-	-
Bambangan Merah ( <i>Ixobrychus cinnamomeus</i> )	1,26	2	1,82	2	1,43	2	-	-
Bambangan Hitam ( <i>Dupetor flavicollis</i> )	0,46	2	-	-	0,48	2	0,37	2



Gambar 3. Grafik persentase tiap spesies di tiap tipe lahan basah



## BENTUK DAN ORNAMENTASI POLLEN BEBERAPA JENIS TUMBUHAN AIR

Harsini

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk dan ornamentasi pollen dari beberapa jenis tumbuhan air yang diambil di sekitar Purwokerto. Penelitian secara deskriptif dengan mengambil sampel secara purposif untuk mengamati bentuk dan ornamentasi pollen dari tumbuhan air yang diperoleh. Dari pengambilan sampel diperoleh 7 spesies yaitu : *Typha agustifolia*, *Sagitaria lancifolia*, *Limnocharis flava*, *Echornia crasipes*, *Monochoria vaginalis*, *Fimbristylis globosa* dan *Commelina longiflora*. Berdasarkan indeks polar ekuatorial ukuran pollen, bentuk-bentuk pollen dari ketujuh spesies adalah prolat, prolat spheroid, oblat spheroid, sedangkan bentuk ornamentasinya adalah skabrat, retikulat, gema, granulat dan verukat. Berdasarkan jumlah porus atau kolpus, 6 spesies bersifat monokolpat dan 1 spesies bersifat poliporat (*Sagitaria lancifolia*). Bentuk dan ornamentasi butir pollen dapat dipakai membantu membedakan tumbuh-tumbuhan dari kelas dikotiledon dan monokotiledon. Pollen tumbuhan monokotil umumnya bersifat monokolpat, sedangkan tumbuhan dikotil umumnya bersifat trikolpat.

Kata kunci : Tumbuhan air, pollen, bentuk dan ornamentasi

### PENDAHULUAN

Pollen (serbuk sari) adalah salah satu bagian dari organ reproduksi tumbuhan berbunga yang dihasilkan oleh mikrosporosit melalui pembelahan meiosis di dalam kantong pollen. Butir pollen mempunyai selubung dalam (intin) yang tersusun oleh plektoselulose dan dinding luar (exin) yang tersusun oleh sporapolenin. Sporapolenin memberikan daya tahan sangat kuat terhadap kondisi lingkungan (Fahn, 1991). Morfologi pollen dan spora telah banyak digunakan untuk berbagai kajian yaitu taksonomi, evolusi, kriminologi dan medis. Bentuk pollen ditentukan oleh besarnya indeks polariekutorial butir pollen (Kapp, RO., 1969 , Erdtman, 1953 Moore, *et al* 1991).

	Bentuk	Indeks polar-ekuatorial
Oblat	Peroblat	< 0,50
	Oblat	0,50 – 0,75
	Suboblat	> 0,75 – 0,88
Spheroid	Oblat spheroid	> 0,89 – 1,00
	Prolat spheroid	> 1,00 – 1,14
Prolat	Sub prolat	> 1,14 – 1,33
	Prolat	> 1,33 – 2,00
	Perprolat	> 2,00

Pola ukiran/ornamentasi yang tampak pada permukaan disebabkan oleh struktur eksin memberikan gambaran yang bervariasi yaitu : skabrat, verukat, gemat, bakulat, klavat, ekhinat, rugulat, striat dan retikulat. (Kapp, RO., 1969, Morley, 1990). Disamping bentuk dan ornamentasi, ada tidaknya, jumlah dan dari tipe aperture juga digunakan dalam membantu klasifikasi pollen. Morfologi pollen juga terkait dengan cara polinasi (hidrofil, anemofili ataupun zoidiofil).

Tumbuhan air adalah jenis-jenis tumbuhan yang berkemampuan tumbuh pada tempat-tempat yang berair (Sastrapraja, 1981) karena lingkungan hidupnya di air maka perawakannya menyesuaikan diri dengan lingkungan hidupnya. Kebanyakan tumbuhan air memiliki kemampuan yang tinggi untuk membiakan diri secara vegetatif, baik melalui anakan maupun





tunas rimpangnya. Namun beberapa jenis tumbuhan air yang berbunga lengkap tentunya dapat pula menghasilkan individu baru secara generatif. Tanaman air walaupun sering dianggap sebagai gulma sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, pakan, obat herbal dan bahan industri (Sastrapradja, 1981). Dari hasil penelitian Tim LIPI, berbagai jenis tumbuhan air yang tumbuh di tempat-tempat tercemar oleh limbah penambangan utamanya merkuri dan sianida berpotensi sebagai fitoakumulator polutan, diantaranya *Limnocharis Flava* dan *Monochoria vaginalis* (Rahmansyah, M Dkk, 2009)

Pada penelitian ini dikaji bentuk dan ornamentasi pollen dari tumbuh-tumbuhan air sebagai bagian dari organ reproduksi generatif yang berperan dalam penyebaran suatu spesies. Pollen dapat digunakan untuk mengetahui penyebaran suatu spesies dan ciri-ciri morfologinya sangat penting dalam kajian taksonomis untuk memantapkan suatu jenjang takson serta dapat membantu mengoreksi hubungan kekerabatan tumbuh-tumbuhan (Erdtman, 1953). Dari hal tersebut pada pengamatan ini dikaji bentuk dan ornamentasi pollen tumbuhan air untuk dapat memberikan tambahan informasi bagi kajian tentang tumbuhan air.

### BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan penelitian adalah beberapa jenis tumbuhan air yang diperoleh secara purposif di sekitar Kampus Unsoed Purwokerto. Preparasi dengan menggunakan metode aetolisis. Pengamatan secara deskriptif terhadap bentuk dan ornamentasi pollen menggunakan indeks polar-ekuatorial dan kunci identifikasi dari Erdtman, 1953, Kapp., R.O, 1969 dan Morley R., 1990. Ciri morfologi yang diamati adalah bentuk pollen (berdasarkan indeks polar-ekuatorial) apertura dan ornamentasi

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengambilan sampel diperoleh 7 spesies tumbuhan air yang sedang berbunga. Bentuk pollen, apertura dan ornamentasi dari spesies yang diamati adalah sebagai berikut:

**Tabel Hasil pengamatan bentuk, apertura dan ornamentasi pollen dari spesies yang diamati**

Spesies	Indeks polarchotorial	Bentuk pollen	Apertura	Ornamentasi
<i>Tipha angustifolia</i>	1,06	Prolat spheroid	Monokolpat	Skobrat
<i>Sagitaria longiflora</i>	1,03	Prolat spheroid	Polyporat	Retikulat
<i>Limnochanis flava</i>	0,90	Oblat spheroid	Monokolpat	Gemat
<i>Monochoria vaginalis</i>	1,75	Prolat	Monokolpat	Verukat
<i>Fimbristylis globosa</i>	1,40	Prolat	Monokolpat	Granulat
<i>Commelina longiflora</i>	1,70	Prolat	Monokolpat	Verukat
<i>Commelina diffusa</i>	1,40	Prolat	Monokolpat	verukat

Ciri pollen yang diamati pada umumnya berbentuk prolat dan monokolpat dengan variasi ornamentasi skabrat retikulat, gemat, granulat dan verukat. Ornamentasi/ukiran-ukiran pada permukaan dinding pollen lebih bervariasi dari bentuk dan sifat aperturanya.

Ciri morfologi pollen yang diamati tidak secara spesifik menunjukkan sifat polinasi yang hidrofilik karena karangan bunga dari spesies-spesies tersebut umumnya bertangkai panjang sampai jauh di permukaan air sehingga polinasi tidak bersifat hidrofilik seperti misalnya pada *Zostera* yang hidup di laut, butir pollennya berbentuk benang yang memudahkan penyerbukan secara hidrofilik (Fahn, 1991). Demikian juga beberapa tumbuhan paku air mempunyai spermatozoid yang bersilia atau berflagela (Vashishta, P.C., 1983). Namun hasil dari pengamatan ini dapat dipakai sebagai pendekatan taksonomis. Butir pollen bentuk oval lebih umum pada tumbuh-tumbuhan monokotiledonae dari pada tumbuhan dikotiledonae,



demikian juga jumlah aperture umumnya tumbuhan monokotiledonae bersifat monoapertura sedangkan pada dikotiledonae lebih dari satu aperture (Sastrapraja, 1991), walupun tidak mutlak sebagai sifat pembeda, karena beberapa perkecualian tetap ada.



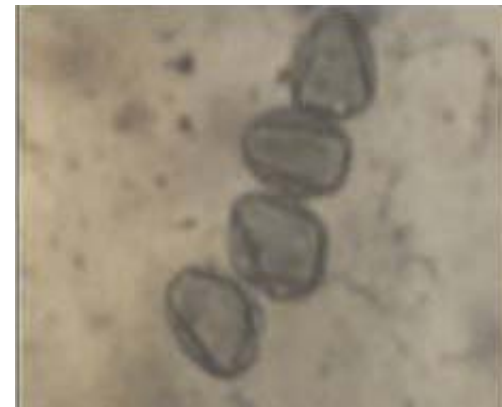
Pollen *Commelina longiflora*



Pollen *Monochoria vaginalis*



Pollen *Sagitaria longiflora*



Pollen *Limnocharis flava*



*Limnocharis flava*



*Monochoria vaginalis*

### KESIMPULAN

1. Bentuk pollen tumbuhan air yang telah diamati adalah prolat dan oblat ; aperture pada umumnya monokolpat dan variasi ornamentasinya adalah skabrat, retikulat, gemmat, verukat dan granulat
2. Morfologi pollen dari tumbuhan yang diamati tidak spesifik sebagai sifat tumbuhan air, namun dapat membantu dalam pendekatan taksonomis



## DAFTAR PUSTAKA

- Erdtman, 1953. Introduction to pollen analysis.
- Faegri, K.J. and J. Iversen, 1989. Textbook of pollen analysis 4<sup>th</sup>. Ed. Harper publishing Co. Walrhan Mass USA
- Fahn, 1991. Plant anatomy. Pergamon press Ltd England
- Moor, P.O., J.B. Webb and M.E. Collinson. 1991. Pollen analysis. Blackwell scientific Publication Oxford.
- Rahmansyah, M, Hidayati, N dan T. Junaedi, 2009. Tumbuhan akumulator untuk fitoremediasi lingkungan tercemar merkuri dan sianida di penambangan emas. LIPI Press. Bogor, Cibinong.
- Sastrapraja, 1981. Tumbuhan air. LBN-LIPI, Bogor.
- Vashishta, P.C. 1983. Pteridophyta. S. Chard & Co. Ltd. New Delhi.



## KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN IKAN KARANG DI DAERAH TERUMBU KARANG TELUK KLABAT DI PERAIRAN BANGKA

Frensy D. Hukom

*Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta*

Teluk Klabat terletak di Pulau Bangka dan merupakan salah satu Teluk yang memiliki potensil baik sebagai daerah tambang pasir Timah, sumberdaya perikanan maupun kemungkinan wisata bahari. Pada bulan Juni – Juli tahun 2003 telah dilakukan penelitian Ikan karang di Teluk ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi jenis, sebaran, kelimpahan, data struktur komunitas ikan karang di daerah tersebut. Penelitian dilaksanakan dengan metode sensus visual pada 5 stasiun LIT (Line Intersep transek) dan 30 stasiun RRAI (Rapid Reef Assesment Inventory). Dalam penelitian berhasil dicatat sebanyak 108 jenis ikan karang yang termasuk dalam 25 famili dengan jumlah individu sebanyak 5.211 ekor, dalam areal pengamatan seluas 5.250 m<sup>2</sup>. Tiga kelompok ikan karang yang diteliti adalah kelompok ikan major, ikan target dan ikan indikator. Komposisi jenis ikan karang terdiri dari 36 jenis ikan target (ikan pangan), 2 jenis ikan indikator, dan 70 jenis ikan kelompok lainnya (Major grup). Kelompok ikan pangan yang dominan adalah jenis jenis *Caesio cunning* (Ekor kuning) dan *Leiognathus sp* (Paperek), *Scarus gobhan* (Kakatua) dan *Cephalopholis boenack* (Kerapu), dua jenis ikan indikator yang ditemukan adalah jenis *Chaetodon oktofascoatus* dan *Chelmon rostratus*. Dari kelompok lainnya (Major grup) yang dominan adalah jenis *Chromis ternatensis*, *Abudefduf sexfasciatus*, *Neopomacentrus anabatoides* dan *Amblyglyphidodon curacao*. Kelimpahan jenis dan jumlah individu ikan pada masing-masing stasiun transek berkisar antara 6 jenis sd 48 jenis serta 27 individu sd 792 individu.. Indeks keanekaragaman Shanon Wiener (H' berbasis log) diperoleh antara 0,134 sd 1,326 Indeks keseragaman (e) berkisar 0,134 sd 0,887 Indeks dominans diperoleh pada kisaran 0,059 sd 0,898. Hasil analisa dendrogram matriks kesamaan Bray- Curtis dengan jelas menunjukkan bahwa antar stasiun transek variasi jenis ikannya sangat beragam.

Kata kunci : Ikan karang, komposisi jenis, sebaran, Teluk Klabat.



## KEANEKARAGAMAN PLANKTON DI DAERAH PERTAMBAKAN MARUNDA, KECAMATAN CILINCING, JAKARTA UTARA

Oka Akhsan M., Hadian Iman Sasmita

Departemen Biologi Fakultas MIPA Universitas Indonesia

Email : oka\_septi@yahoo.com

Telah dilakukan pendataan tentang keanekaragaman plankton di daerah pertambakan Marunda, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara dengan tujuan untuk mengetahui keanekaragaman marga plankton dan frekuensi kehadirannya. Pengambilan data dilakukan pada dua belas stasiun yang ditentukan secara random. Hasil menunjukkan terdapat lima marga yang termasuk dalam kelompok Cyanophyta; enam marga yang termasuk kelompok Diatom; tiga marga dari kelompok Dinoflagellata; dan tiga belas marga dari kelompok zooplankton. Marga *Gymnodium* dari kelompok Dinoflagellata merupakan marga yang paling sering ditemukan di dua belas titik sample dengan frekuensi sebesar 0,5. Sedangkan dari kelompok Diatom dan Cyanophyta yang memiliki frekuensi terbesar adalah marga *Pleurosigma* dan *Oscillatoria*.

Key words : Cyanophyta; Diatom; Dinoflagellata; Marunda; Zooplankton

### PENDAHULUAN

Daerah Marunda terletak di kecamatan Cilincing, Jakarta Utara yang merupakan daerah Teluk Jakarta. Secara geografis, wilayah DKI Jakarta merupakan dataran rendah, yang di bagian utaranya berhubungan langsung dengan Laut Jawa. Menurut Fachrul *dkk.* (2005: 1), Teluk Jakarta merupakan perairan yang subur akibat adanya pasokan nutrien yang sangat melimpah dari sungai-sungai yang melintasi kota Jakarta. Teluk Jakarta juga digunakan sebagai penampung bahan-bahan buangan yang dimuntahkan ke dalam teluk oleh berbagai aliran sungai dan daratan yang menyebabkan kondisi perairan Teluk Jakarta mengalami kemunduran sepanjang tahun. Salah satu pemanfaatan perairan Teluk Jakarta adalah untuk perikanan (pertambakan).

Daerah Marunda juga dikenal sebagai Kawasan industri strategis di wilayah Jakarta Utara yang dalam beberapa tahun terakhir sering dilanda bencana banjir *rob* yang merugikan. Buangan limbah industri dan peristiwa banjir *rob* akan menyebabkan perubahan pada faktor-faktor fisika (suhu, pH, salinitas, serta kandungan oksigen) yang akan menurunkan kualitas perairan (Aunurohim *dkk.* 2008: 2).

Keberadaan plankton pada tambak dapat menjadi makanan bagi ikan yang dipelihara (Sachlan 1982: 42). Plankton yang terdapat pada tambak dapat berupa fitoplankton maupun zooplankton. Fitoplankton dapat menjadi produsen primer sedangkan zooplankton dapat menjadi konsumen primer pada suatu perairan (Sachlan 1982: 6; Sediadi 2004: 1). Jenis plankton yang terdapat di tambak ada yang merupakan *euryhaline* dan *stenohaline*. Kebanyakan biota di tambak berubah sesuai dengan perubahan salinitas (Sachlan 1982: 42). Menurut Fachrul *dkk.* (2005: 1) perubahan terhadap kualitas perairan erat kaitannya dengan potensi perairan ditinjau dari komposisi fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton, seperti Cyanophyta dan Diatom dapat dijadikan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan suatu perairan. Begitu juga dengan zooplankton dan Dinoflagellata.

Kajian mengenai Cyanophyta, Diatom, Dinoflagellata dan zooplankton dalam hal inventaris dan keanekaragaman jenis di pertambakan Marunda belum pernah dilakukan sebelumnya, oleh karena itu kajian ini perlu dilakukukan pada tambak yang terletak di wilayah Marunda sebagai data awal guna mengantisipasi masalah yang akan terjadi pada pakan alami biota tambak dan limbah pabrik.



## BAHAN DAN METODA

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel air dari dua belas titik sampel, akuades dan formalin 4%.

Pengambilan sampel dilakukan pada titik yang telah ditentukan dengan metode random sampling. Sampel air diambil dengan menggunakan plankton *net* secara vertikal maupun horizontal di setiap stasiun. Kemudian sampel dipindahkan ke botol sampel yang telah berisi larutan formalin 4% lalu dimasukkan ke dalam *cooler box*. Dilakukan pencatatan waktu pengambilan, dan parameter lingkungan seperti pengukuran suhu, pH dan salinitas air pada setiap stasiun.

Sampel diidentifikasi dengan menggunakan metode sub sampel dan buku identifikasi dari Whitton (2002). Sampel Cyanophyta, Diatom, Dinoflagellata, Zooplankton yang didapat, diamati menggunakan mikroskop dan Sedgewick *object glass*. Hasil pengamatan terhadap individu-individu Cyanophyta, Diatom, Dinoflagellata, dan Zooplankton didokumentasi dengan sketsa dan foto kamera.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi sampel Cyanophyta yang diambil di daerah pertambakan Marunda didapatkan lima marga yang berasal dari tiga bangsa Cyanophyta. Kelima marga tersebut adalah *Oscillatoria*, *Trichodesmium*, *Coelosphaerium*, *Cylindrospermopsis*, dan *Nostoc*. *Oscillatoria* dan *Trichodesmium* berasal dari bangsa Oscillatoriales, *Coelosphaerium* dari bangsa Chroococcales, sedangkan *Cylindrospermopsis* dan *Nostoc* dari bangsa Nostocales. Kelima marga tersebut tidak dapat diidentifikasi hingga tingkat jenis. Hal tersebut dikarenakan kurang akuratnya alat pengukur mikron (mikrometer) pada mikroskop yang digunakan dan untuk melihat beberapa morfologi Cyanophyta juga memerlukan pewarnaan khusus. Cyanophyta tersebut juga dapat hancur akibat adanya kontak dengan pengawet dan apabila disimpan dalam waktu yang lama (Wickstead 1965: 49).

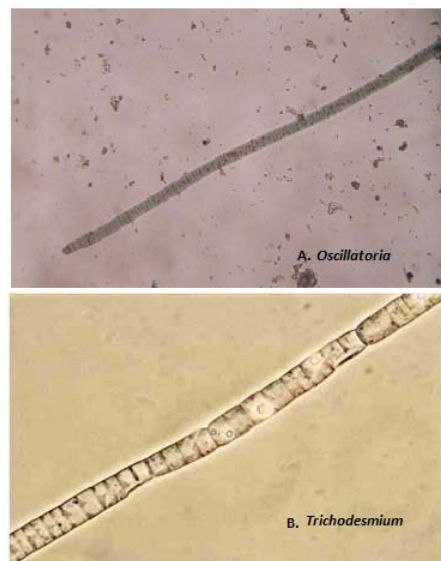
**Tabel 1. Data pengamatan marga Cyanobacteria pada daerah pertambakan Marunda Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara**

Stasiun	Bangsa	Marga
1	Oscillatoriales	<i>Trichodesmium</i>
2	Oscillatoriales	<i>Trichodesmium</i>
3	Oscillatoriales	<i>Trichodesmium</i>
4	Oscillatoriales	<i>Oscillatoria</i>
5	Nostocales	<i>Cylindrospermopsis</i>
6	Nostocales	<i>Cylindrospermopsis</i>
7	Oscillatoriales	<i>Oscillatoria</i>
8	Oscillatoriales	<i>Oscillatoria</i>
9	Oscillatoriales	<i>Oscillatoria</i>
10	Chroococcales	<i>Coelosphaerium</i>
	Nostocales	<i>Nostoc</i>
11	Chroococcales	<i>Coelosphaerium</i>
12	Chroococcales	<i>Coelosphaerium</i>
	Nostocales	<i>Nostoc</i>

Marga Cyanophyta terbanyak yang ditemukan di kedua belas stasiun tersebut adalah *Oscillatoria*. *Oscillatoria* ditemukan pada empat stasiun, yaitu stasiun 4, 7, 8 dan 9. *Oscillatoria* yang ditemukan memiliki ciri berbentuk filamen lurus, tidak bercabang, berwarna hijau-biru, dan tidak berkoloni. *Oscillatoria* tersusun dari silinder-silinder sel yang berbentuk *discoïd*.

Tilakoid yang dimilikinya mengisi seluruh sel dengan ujung sel yang membulat (Whitton 2002: 72).

Keadaan lingkungan pada stasiun 4, 7, 8, dan 9 memiliki pH air dengan kisaran 6–8. Kadar salinitas pada daerah tersebut berkisar antara 34–40 ‰. Suhu air berkisar antara 31–32 °C. Berdasarkan data lingkungan tersebut, stasiun 4, 7, 8, dan 9 masih dipengaruhi oleh air laut karena kisaran salinitas yang tinggi pada tambak. Keadaan lingkungan tersebut sesuai bagi pertumbuhan Cyanophyta dari marga *Oscillatoria* yang dapat hidup pada perairan netral dan cenderung basa juga suhu antara 25–35 °C. Suhu secara langsung dapat berpengaruh dalam mengontrol laju berbagai metabolisme dalam sel. Laju proses metabolisme akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Laju optimum proses metabolisme tersebut dapat dicapai pada kisaran suhu 25–40 °C (Prihatini *dkk.* 2008: 52).



**Gambar 1. Marga dari bangsa Oscillatoriales yang ditemukan (perbesaran 400 kali).**

Jumlah Marga Diatom yang berhasil diidentifikasi pada sampel air berjumlah enam Marga. Marga tersebut masuk kedalam dua Bangsa, yaitu, Bangsa Pennales dan Centrales. Marga-marga tersebut yaitu, *Pleurosigma*, *Thalassiotrix*, *Nitzchia* (termasuk ke dalam bangsa Pennales). *Thalassiosira*, *Isthmia*, dan *Ditylum* (termasuk ke dalam Bangsa Centrales). Marga Diatom terbanyak ditemukan pada titik sampel 4, 5, 6, 8, dan 9. Pada masing-masing titik sampling teridentifikasi dua marga Diatom.

Pada keompok Dinoflagellata, diperoleh tiga marga dari tiga kelompok besar Dinoflagellata, yaitu *Ceratium* dari kelompok Gonyaulacoid, *Gymnodinium* dari kelompok Gymnodinoid, dan *Peridinium* dari kelompok Peridinoid. Pengelompokan tersebut mengikuti pengelompokan yang dilakukan oleh Widiarti (1997: 16--26). Kelompok Gonyaulacoid dan Peridinoid merupakan kelompok Dinoflagellata berperisai (*thecate*), sedangkan kelompok Gymnodinoid merupakan kelompok Dinoflagellata yang memiliki lempeng tipis atau bahkan tidak berlempeng sama sekali (Taylor *dkk.* 1995: 283--317).

Tidak ditemukannya Dinoflagellata dari kelompok Dinophysoid dan Prorocentroid, mungkin karena sebagian dari beberapa jenis anggotanya ada yang hidup bentik maupun epibentik (misalnya: *Prorocentrum* sp. dan *Sinophysis* sp.) yang menempel pada substrat (Widiarti 1997: 36) dan sulit diperoleh dengan menggunakan plankton net.



Identifikasi terhadap ketiga kelompok Dinoflagellata yang dijumpai lebih banyak didasarkan pada bentuk sel (karakter morfologi) secara umum. Letak dan bentuk singulum, sulkus, dan cambuk tidak dapat dijadikan pedoman, sebab untuk melihatnya harus menggunakan teknik pewarnaan khusus. Selain itu cambuk mungkin telah rusak akibat proses pengawetan.

**Tabel 2. Data hasil identifikasi marga Dinoflagellata pada daerah pertambakan Marunda Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara**

Stasiun	Kelompok	Marga	Jumlah Individu
1	Gonyaulacoid	<i>Ceratium</i>	4
2	Gonyaulacoid	<i>Ceratium</i>	8
3	-	-	-
4	Gymnodinoid	<i>Gymnodinium</i>	1
5	Gymnodinoid	<i>Gymnodinium</i>	2
	Peridinoid	<i>Peridinium</i>	1
6	Gymnodinoid	<i>Gymnodinium</i>	1
	Peridinoid	<i>Peridinium</i>	1
7	Gymnodinoid	<i>Gymnodinium</i>	1
	Peridinoid	<i>Peridinium</i>	1
8	Gymnodinoid	<i>Gymnodinium</i>	2
	Peridinoid	<i>Peridinium</i>	1
9	-	-	-
10	Gonyaulacoid	<i>Ceratium</i>	9
11	Gymnodinoid	<i>Gymnodinium</i>	1
12	Gonyaulacoid	<i>Ceratium</i>	10
13	Gonyaulacoid	<i>Ceratium</i>	7

Zooplankton yang berhasil diidentifikasi dari sampel air tambak Marunda yaitu sebanyak tiga belas marga. Marga-marga tersebut berasal dari Filum Arthropoda dan Rotifera. Terdapat satu marga zooplankton yang tidak berhasil teridentifikasi hingga tingkat marga. Zooplankton tersebut termasuk ke dalam kelas Malacostraca.

Marga-marga yang berhasil diidentifikasi adalah *Calanus*, *Clausocalanus*, *Eucalanus*, *Diaptomus*, *Labidocera*, *Chantocalanus*, *Cyclops*, *Oithona*, *Canthocamptus*, *Oncaea*, *Brachionus*, *Karatella*, dan *Asplanchna*. Subkelas Copepoda merupakan kelompok terbanyak yang ditemukan di pertambakan Marunda. Selain satu spesies dari kelas Malacostraca yang tidak teridentifikasi hingga tingkat marga, seluruh Arthropoda yang ditemukan termasuk ke dalam Filum Maxillopoda, Subkelas Copepoda. *Brachionus*, *Karatella* dan *Asplanchna* merupakan marga-marga zooplankton yang berasal dari Filum Rotifera yang ditemukan di perairan tambak Marunda.



**Gambar 2. *Ceratium* (perbesaran 400 kali)**





**Tabel 3. Data hasil identifikasi kelompok zooplankton**

TITIK STASIUN	MARGA YANG DITEMUKAN
1	-
2	-
3	-
4	-
5	<i>CYCLOPS, OITHONA, CALANUS, CHANTOCALANUS, LABIDOCERA, BRACHIONUS</i>
6	<i>OITHONA, CYCLOPS, DIAPTOMUS, CALANUS, EUCALANUS, CANTHOCAMPTUS, BRACHIONUS, KARATELLA, ASPLANCHNA</i>
7	<i>OITHONA, CYCLOPS, CALANUS, CLAUSOCALANUS, ONCAEA, BRACHIONUS, KARATELLA</i>
8	-
9	-
10	-
11	-
12	-
13	-

**PUSTAKA**

Aunurohim, D. Saptarini & D. Yanthi. 2008. Fitoplankton penyebab Harmful Algae Blooms (HAB) di Perairan Sidoarjo. *FMIPA ITS Surabaya*: 1--7.

Fachrul, M. F., H. Heruman, L. C. Sitepu. 2005. Komunitas fitoplankton sebagai bio-indikator kualitas perairan Teluk Jakarta. *FMIPA UI Depok*. 1--7.

Prihatini, N. B., W. Wardhana, D. Hendrayani, A. Widyawan, Y. Ariyani & R. Rianto. 2008. Biodiversitas cyanobacteria dari beberapa situ/danau di kawasan Jakarta-Depok-Bogor, Indonesia. *Makara, Sains*. **12**(1): 44—54.

Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas peternakan dan perikanan. Universitas Diponegoro., Semarang: 117 + 30 hlm.

Taylor, F.J.R., Y. Fukuyo & J. Larsen. 1995. Taxonomy of harmful Dinoflagellates. *Dalam*: Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson & A.D. Cembella (eds.). 1995. *Manual on harmful marine microalgae: IOC Manuals and Guides no. 33*. UNESCO, Paris: 283--317.

Whitton, B. A. 2002. Phylum Cyanophyta (Cyanobacteria). *Dalam*: John, D. M., B. A. Whitton & A. J. Brook (eds.). 2002. *The freshwater algaflora of the british isles: An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge University Press, Cambridge: 25—122.

Wickstead, J. H. 1965. *An introduction to the study of tropical plankton*. Hutchinson & Co. Ltd., London: 160 hlm.

Widiarti, R. 1997. *Dinoflagellata epibentik pada makroalga di rataan terumbu Pulau Penjaliran Barat, Teluk Jakarta*. Jurusan Biologi FMIPA UI, Depok: ix + 80 hlm



## KERAGAMAN DAN KELIMPAHAN PLANKTON DI TELAGA RANJENG KABUPATEN BREBES, JAWA TENGAH

Sulistiyani

*Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman*

Plankton merupakan sekumpulan tumbuhan dan hewan mikroskopik yang hidup melayang dalam air, tidak bergerak atau bergerak sedikit dan pergerakannya selalu dipengaruhi oleh arus. Keberadaan plankton pada suatu ekosistem perairan sangat tergantung pada toleransinya terhadap keadaan rona lingkungan atau perubahan-perubahan kondisi lingkungan sebagai akibat masuknya berbagai buangan/hasil samping dari aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman dan kelimpahan plankton di Telaga Ranjeng, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survei, dan pengambilan sampel dilakukan pada lima stasiun di tepi kiri dan kanan dari telaga dengan tiga kali ulangan dan interval waktu dua minggu. Pengambilan lokasi pengambilan sampel berdasar pada rona lingkungan yang diambil mulai dari ujung timur dan berakhir pada ujung barat. Parameter yang diambil adalah faktor kimia fisika air telaga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman dan kelimpahan plankton di telaga Ranjeng cukup tinggi, ini ditunjukkan dengan indeks keragaman ( $H' = 3,891$ ), DO antara 1,3 – 1,53 mg/l, padatan tersuspensi 99 mg/l, kandungan N-total air 1,112 mg/l, ini menunjukkan bahwa telaga Ranjeng tidak mengalami pencemaran.

Kata kunci: keragaman, kelimpahan, kimia-fisika air, telaga Ranjeng.

### PENDAHULUAN

Plankton merupakan sekumpulan tumbuhan dan hewan mikroskopik yang hidup melayang dalam air, tidak bergerak atau bergerak sedikit dan pergerakannya selalu dipengaruhi oleh arus (Sachlan, 1982). Keberadaan plankton pada suatu ekosistem perairan sangat tergantung pada toleransinya terhadap keadaan rona lingkungan atau perubahan-perubahan kondisi lingkungan sebagai akibat masuknya berbagai buangan/hasil samping dari aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

Pertumbuhan dan keberadaan plankton sangat erat kaitannya dengan ketersediaan hara serta dipengaruhi pula oleh kondisi lingkungannya. Unsur hara seperti N dan P sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan plankton (Jangkaru, 1975).

Telaga Ranjeng yang terdapat di desa Pandansari Kabupaten Brebes, terletak kurang lebih 15 Km dari jalan raya Purwokerto – Bumiayu, pada ketinggian 1600 meter dpl, di tepi jalan utama desa Pandansari, merupakan salah satu dari 31 suaka alam dan hutan wisata di Jawa Tengah, secara geografis terletak pada koordinat  $7^{\circ}14'$  LS dan  $109^{\circ}12'$  BT.

Telaga Ranjeng ditetapkan oleh Pemerintah sebagai Cagar Alam berdasarkan Keputusan Pemerintah pada bulan April tahun 1924, dengan SK No. 25 tanggal 11 Januari 1925. Cagar Alam Telaga Ranjeng ini mempunyai luas 48,5 Ha. Dibagian tengahnya terdapat telaga seluas 18,5 Ha, dengan kedalaman antara 1550 – 1750 meter (diukur dengan alat pengukur kedalaman/Depth Sounder), dan dihuni oleh banyak ikan lele. Masyarakat setempat dan sekitarnya menganggap keramat kawasan cagar alam tersebut. Di sekitar telaga terdapat kawasan hutan yang sudah berumur tua/klimaks, dibagian atas telaga terdapat industri jamur merang, kaasan perkebunan teh, lahan pertanian sayur.

Adanya aktivitas manusia di bagian atas telaga seperti pertanian sayur, industri, perkebunan yang banyak menggunakan pupuk baik pupuk organik maupun anorganik akan memberikan dampak meningkatnya unsur N dan P pada tanah yang pada akhirnya akan masuk ke perairan telaga melalui proses erosi. Berdasar pada kenyataan tersebut maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui keragaman dan kelimpahan plankton di Telaga



Ranjeng, desa Pandansari, Kabupaten Brebes. Diharapkan hasil yang diperoleh akan memberikan informasi yang bermanfaat khususnya mengenai keragaman dan kelimpahan planktonnya.

### METODE

Penelitian dilakukan di Telaga Ranjeng di desa Pandansari, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Analisis sampel dilakukan di laboratorium Lingkungan, laboratorium Ekologi, dan Botani Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Mei – Juni 2003.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei, dengan rancangan pengambilan sampel adalah rancangan acak lengkap. Sampel air diambil dari 5 stasiun dengan pengulangan 3 kali dan interval waktu 2 minggu. Sampel diambil pada bagian tepi kanan dan kiri telaga. Penentuan lokasi pengambilan sampel didasarkan pada rona lingkungan mulai ujung timur sampai ujung barat.

Parameter yang diukur selain plankton juga parameter fisik-kimia seperti pH air, oksigen terlarut, temperatur, CO<sub>2</sub> bebas, kekeruhan, unsur N dan P.

### Cara Kerja

a. Pengambilan sampel plankton

Dilakukan secara kuantitatif dengan cara menyaring air telaga sebanyak 100 liter dengan menggunakan jala plankton no. 25. Air yang disaring diusahakan tidak menyentuh dinding jala plankton, kudiam dipindahkan ke dalam botol sampel yang telah disiapkan lalu diberi larutan formalin 4 % secukupnya. Selanjutnya sampel siap untuk diidentifikasi dengan menggunakan acuan pustaka seperti Davis (1955), Edmonson (1959), Sachlan (1982).

b. Penghitungan plankton

Dilakukan dengan menggunakan metode Lackey Drop Microtransec Counting (APHA, 1993) dengan cara seperti berikut: Sebelum diamati sampel plankton yang diperoleh dihomogenkan, kemudian dengan menggunakan pipet tetes diambil setetes sampel dan ditaruh di atas obyek glas, kemudian ditutup dengan cover glas, selanjutnya diamati di bawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 10 X 10. Untuk setiap botol sampel dilakukan perhitungan ulangan sebanyak 3 kali, dan setiap tetes sampel diamati sebanyak 20 lapang pandang. Kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah plankton per liter} = N \times F \quad F = \left[ \begin{array}{cccc} Q_1 & V_1 & 1 & 1 \\ \times & \times & \times & \times \\ Q_2 & V_2 & p & w \end{array} \right]$$

Keterangan:

- N = jumlah plankton rata-rata pada setiap preparat
- Q<sub>1</sub> = luas gelas penutup 18 x 18 mm (324 mm<sup>2</sup>)
- Q<sub>2</sub> = luas lapang pandang (1,11279 mm<sup>2</sup>)
- V<sub>1</sub> = volume air dalam botol penampung (25 ml)
- V<sub>2</sub> = volume air di bawah gelas penutup (0,05 ml)
- P = jumlah lapang pandang yang diamati (20 kali)
- W = volume air yang disaring (100 liter)



c. Penghitungan indeks keragaman (indeks diversitas)

Indeks keragaman/diversitas berguna untuk mengevaluasi kondisi perairan. Perhitungan nilai indeks kegaragaman dengan menggunakan rumus indks keragaman dari Shannon Wiener (1963) sbb:

$$H' = - \sum pi \log pi \quad (pi = ni/N)$$

$H'$  = indeks keragaman/diversitas

$ni$  = jumlah individu dari masing-masing spesies

$N$  = jumlah seluruh individu

Untuk mengklasifikasikan derajat pencemaran berdasarkan indeks keragaman/diversitas Shannon Wiener dan faktor fisik kimia menurut Lee et al (1978) dapat dilihat pada tabel berikut .

**Tabel 1: Derajat pencemaran berdasarkan indeks keragaman/diversitas Shannon Wiener dan faktor fisik kimia (Lee et al, 1978)**

Derajat pencemaran	Indeks diversitas	DO (ppm)	BOD (ppm)	SS (ppm)	NH <sub>3</sub> -N (ppm)
Belum tercemar	> 2,0	> 6,5	< 3,0	< 20	< 0,5
Tercemar ringan	2,0 – 1,6	4,5 – 6,5	3,0 – 4,9	20 – 49	0,5 – 0,9
Tercemar sedang	1,5 – 1,0	2,0 – 4,4	5,0 – 15	50 – 100	1,0 – 3,0
Tercemar berat	< 1,0	< 2,0	> 15	> 100	> 3,0

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian dan analisis data disajikan pada tabel berikut ini.

**Tabel 2: Jenis-jenis plankton yang diperoleh selama penelitian di Telaga Ranjeng, desa Pandansari, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.**

No	Genera/Divisi	Ulangan			
		I	II	III	Rata <sup>2</sup>
<b>A</b>	<b>Cyanophyta</b>				
1	Lyngbya	41,26	42,46	42,46	42,06
<b>B</b>	<b>Chlorophyta</b>				
1	Spyrogyra	94,6	101,87	86,72	94,4
2	Hydrodictyon	43,06	48,53	72,9	54,83
3	Tetraedon	42,46	27,9	32,78	34,38
4	Closterium	27,9	14,55	13,35	18,6
5	Microspora	79,44	56,41	49,13	61,66
6	Volvox	181,91	130,51	101,87	138,1
7	Netrium	86,12	101,87	94,6	94,2
8	Hemiaulus	400,2	320,29	291,06	337,18
9	Neprocytium	123,7	101,87	86,72	104,1
10	Zygnema	116,43	101,87	72,77	97,02
<b>C</b>	<b>Chrysophyta</b>				
1	Tabellaria	174,64	167,36	160,1	167,37
2	Synedra 1	327,44	254,68	196,6	259,57
3	Synedra 2	262,13	232,85	225,7	240,23
4	Synedra 3	152,81	145,53	152,8	150,38
5	Cerataulina	138,25	116,43	116,43	123,7
6	Melosira	152,8	138,26	115,82	135,63
7	Nitzschia	36,38	43,06	40,06	39,83
8	Thalassiosira	43,06	50,34	57,61	50,34
9	Pleurosigma	261,95	203,74	196,6	220,76

No	Genera/Divisi	Ulangan			
		I	II	III	Rata <sup>2</sup>
10	Navicula	86,72	65,49	86,72	79,64
<b>D</b>	<b>Phyrophyta</b>				
1	Ceratium	203,74	203,74	181,31	196,26
2	Noctiluca	166,9	138,38	109,15	138,14
3	Pyrocystis	137,65	95,53	108,68	113,95
<b>E</b>	<b>Euglenophyta</b>				
1	Euglena 1	78,84	79,44	116,43	91,57
2	Euglena 2	87,32	79,49	101,87	89,54
3	Chromulina	20,03	27,9	34,58	27,5
	<b>Jumlah</b>	3564,74	3090,3	2944,82	
<b>F</b>	<b>Cladocera (Zoopl.)</b>				
1	Daphnia	71,57	72,77	86,84	77,06
2	Bosmina	63,69	56,41	87,95	69,35
3	Podon	174,64	158,94	138,25	157,28
4	Chydorus	247,53	225,83	203,74	225,7
	<b>Jumlah</b>	557,43	513,95	516,78	

**Tabel 3: Hasil pengukuran faktor fisik kimia dan indeks diversitas plankton di Telaga Ranjeng desa Pandansari, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.**

Indeks diversitas	DO (ppm)	BOD (ppm)	SS (ppm)	NH <sub>3</sub> -N (ppm)
3,891	1,3 – 1,53	1,6 – 8,2	99	0,847-1,315

Keragaman plankton yang diperoleh selama penelitian ada 17 spesies fitoplankton yang terdiri dari 5 divisi dan 4 spesies zooplankton dari divisi Cladocera. Keragaman spesies yang diperoleh ini termasuk sedikit apabila dibandingkan dengan perolehan plankton yang ada di waduk Panglima Besar Soedirman sebanyak 33 spesies fitoplankton, di waduk Malahayu 44 spesies fitoplankton, waduk Jombor (Klaten) 75 spesies. Sesuai dengan pendapat Davis (1955) yang menyatakan bahwa pada perairan yang tenang/lentik populasi plankton cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan perairan mengalir/lotik. Selain itu menurut Santoso (1994) bahwa pada perairan yang jernih/bersih biasanya mengandung jumlah mikroorganisme yang lebih sedikit dibandingkan dengan perairan yang tercemar. Kondisi seperti ini dimiliki oleh Telaga Ranjeng.

Dari hasil perhitungan indeks diversitas dengan menggunakan rumus Shannon Wiener diperoleh nilai indeks diversitasnya cukup tinggi ( $H' = 3,891$ ) (Tabel 3), apabila dibandingkan dengan standar dari Lee et al (1978) maka perairan Telaga Ranjeng masih tergolong perairan yang belum tercemar, karena nilai indeks diversitasnya lebih besar dari 2 (Tabel 1).

Dipandang dari sudut kedalaman telaga, maka Telaga Ranjeng yang mempunyai kedalaman antara 1550 – 1750 meter, menurut Soeseno (1982) dan BPPP (1994) termasuk perairan yang pada umumnya mempunyai populasi plankton yang rendah, tumbuhan air sangat sedikit bahkan tidak ada, keadaan seperti ini dimiliki oleh perairan Telaga Ranjeng, dari hasil perolehan spesies plankton keragamannya lebih sedikit dibandingkan dengan waduk-waduk yang lain yang kedalamannya lebih dangkal, juga tidak ditemukannya tumbuhan air di perairan telaga. Didukung pula oleh pendapat Davis (1955) bahwa pada danau yang dalam garam-garam nutrisi seperti N dan P akan mempunyai tendensi untuk menenggelamkan cahaya di permukaan air, sehingga dengan demikian akan kehilangan kesempatan untuk pertumbuhan tumbuhan air.



Dari hasil pengukuran padatan tersuspensi (SS), hasilnya cukup tinggi (Tabel 3), hal ini mungkin karena pada Telaga Ranjeng tersebut banyak dihuni oleh ikan lele (*Clarias batracus*) dengan jumlah populasi yang sangat banyak/melimpah sehingga menyebabkan padatan tersuspensi menjadi tinggi, yang disebabkan oleh kotoran-kotoran yang dikeluarkan oleh ikan lele.

Kandungan oksigen yang ada di Telaga Ranjeng relatif kecil (Tabel 3) hal ini karena oksigen yang tersedia banyak digunakan oleh organisme yang tinggal di perairan telaga (ikan lele), selain itu karena pengambilan sampel dilakukan pada musim kemarau. Menurut Sunu (2001) bahwa umumnya pada musim kemarau kandungan oksigen terlarut di perairan akan cenderung menurun. Rendahnya kandungan oksigen ini mungkin juga disebabkan karena di dalam perairan tersebut sedang mengalami proses pembusukan sehingga lingkungan menjadi tidak seimbang (Mahida, 1984) karena oksigen banyak digunakan oleh organisme perairan untuk proses metabolisme (Odum, 1979).

Ditambahkan pula oleh Sunu (2001) bahwa kecilnya kandungan oksigen terlarut dapat dipengaruhi oleh asap kendaraan bermotor yang akan mengurangi jumlah penerimaan cahaya matahari sehingga akan berpengaruh terhadap kandungan oksigen di permukaan bumi. Keadaan seperti ini ada di Telaga Ranjeng yang letaknya di tepi jalan utama desa Pandansari, banyak kendaraan bermotor baik truk, colt, maupun sepeda motor yang berlalu lalang di jalan tersebut untuk mengangkut hasil-hasil pertanian, perkebunan, bahan baku industri, karyawan, penduduk, anak-anak sekolah, hal ini memungkinkan kandungan oksigen di Telaga Ranjeng menjadi rendah karena banyaknya asap kendaraan yang dihasilkan oleh kendaraan-kendaraan yang berlalu lalang.

Kandungan zat warna yang akhir-akhir ini banyak digunakan pada industri makanan dan minuman apabila masuk ke dalam perairan akan mempengaruhi derajat kemasaman air (pH) serta kandungan oksigen (Sunu, 2001). Telaga Ranjeng yang juga merupakan obyek wisata banyak dikunjungi oleh para wisatawan dari luar daerah, mereka pada umumnya diperbolehkan untuk memberi makan pada ikan lele yang ada di perairan Telaga Ranjeng, makanan yang diberikan pada umumnya berupa roti atau kue-kue yang menggunakan zat pewarna. Hal ini sudah berlangsung sejak lama, sehingga ada kemungkinan zat pewarna dari roti/kue tersebut akan ikut mempengaruhi pH air telaga serta kandungan oksigen terlarutnya.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis data dapat disimpulkan bahwa keragaman dan kelimpahan plankton di perairan Telaga Ranjeng desa Pandansari kabupaten Brebes Jawa Tengah cukup tinggi ( $H' = 3,891$ ), yang menunjukkan bahwa perairan Telaga Ranjeng masih belum mengalami pencemaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA), 1985. *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 12<sup>th</sup> Ad. APHA-AWWA-WPCH, Washington DC.
- Basmi, J. 1999. *Ekosistem Perairan : Habitat dan Biota*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Davis, C.C. 1955. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan State University Press., Michigan.
- Edmonson, W.K. 1959. *Freshwater Biology*. 2<sup>nd</sup>. John Wiley and Sons, Inc., New York. 1248 p.
- Mahida, U. N. 1984. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. CV. Rajawali, Jakarta.
- Jangkaru, Z. 1975. *Pengaruh Pupuk Kotoran Ayam Terhadap Perkembangan Net Plankton*. Tesis. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Odum, E.P. 1979. *Fundamental of Ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia.



- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Santoso, B. 1994. *Petunjuk Praktis Budidaya Lele Dumbo dan Lele Lokal*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Soeseno, 1982. *Limnologi*. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Sunu, P. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. Penerbit PT Gramedia Widiasarana Indonesia (Grasindo), Jakarta.



## KOMPOSISI JENIS IKAN DI SEPANJANG ALIRAN SUNGAI MUSI

**Dina Muthmainnah**

*Balai Riset Perikanan Perairan Umum – BRKP – Kementerian Kelautan dan Perikanan  
Email : dina\_mth@yahoo.co.id*

Sungai Musi merupakan sungai besar di Provinsi Sumatera Selatan yang menjadi daerah penangkapan ikan serta sumber mata pencaharian utama bagi penduduk sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi jenis ikan yang terdapat di Sungai Musi. Lokasi penelitian pada daerah hulu Sungai Musi yaitu di daerah Tebing Tinggi Kota Administrasi Lahat, daerah tengah yaitu di Sungai Lematang Kecamatan Gunung Megang Kabupaten Muara Enim dan daerah hilir yaitu di Sungai Dua Kecamatan Rambutan Kabupaten Banyuasin. Dari hasil identifikasi dan klasifikasi didapatkan 6 ordo yang terdiri dari 69 spesies ikan. Paling banyak ditemukan jenis ikan di Sungai Musi bagian tengah. Spesies dari ordo Cypriniformes paling banyak ditemukan dan bernilai ekonomis.





## KONDISI PLANKTON DI PERAIRAN TELUK TOLITOLI SULAWESI

### Tumpak Sidabutar

*Bidang Dinamika Laut , P2O LIPI, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*

*E-mail : tumpakso@yahoo.com*

Penelitian kondisi plankton di perairan Tolitoli telah dilakukan pada bulan Mei 2009 dengan menggunakan kapal riset BJ VIII untuk mengetahui potensi perairan di daerah tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi fitoplankton tersusun atas 25 marga sedang zooplankton tersusun atas 28 grup dari holoplankton dan meroplankton. Marga fitoplankton yang predominan dalam populasinya tercatat sebanyak dua marga yaitu marga *Chaetoceros* (23.32 %) dan *Trichodesmium* (48.33 %). Kelompok zooplankton yang predominan adalah kelompok Calanoida. Tercatat kelimpahan relatif grup Calanoida sebesar 45.53 % dan Cyclopoida 23.10 %. Kelimpahan rata-rata fitoplankton tercatat sebesar  $94111.69 \text{ sel.m}^{-3}$  sedang kelimpahan rata-rata zooplankton di perairan Tolitoli tercatat sebesar  $725.99 \text{ ind.m}^{-3}$ . Populasi fitoplankton memiliki keanekaragaman dari rendah sampai sedang. Indeks kemerataan (E) menunjukkan kondisi komunitas dalam keadaan tertekan sampai labil. Indeks kekayaan jenis (d) menunjukkan populasi fitoplankton cukup tinggi kerapatan jenisnya atau marga yang dimiliki saat penelitian ini. Populasi zooplankton memiliki keanekaragaman dari rendah sampai sedang. Indeks kemerataan (E) zooplankton menunjukkan kondisi komunitas dalam keadaan tertekan sampai labil dan indeks kekayaan jenisnya menunjukkan populasi zooplankton cukup tinggi kerapatan jenisnya atau marga yang dimiliki.

Kata Kunci : Kondisi plankton, kelimpahan, distribusi, struktur komunitas.

### PENDAHULUAN

Plankton memegang peranan yang sangat penting bagi kehidupan di perairan, dimana hidupnya melayang didalam air, relative tidak mempunyai daya gerak sehingga keberadaannya dipengaruhi oleh gerakan air, serta mampu berfotosintesa. Plankton juga dapat berperan sebagai salah satu dari parameter ekologi yang dapat menggambarkan bagaimana kondisi suatu perairan dan merupakan salah satu parameter tingkat kesuburan suatu perairan (ODUM, 1998). Pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh keberadaan unsur hara di perairan tersebut yang meliputi fosfat, nitrat dan silikat. Kelimpahan fitoplankton mempunyai hubungan yang positif dengan kesuburan perairan, apabila kelimpahan fitoplankton tinggi maka perairan tersebut cenderung memiliki produktifitas yang tinggi pula. Demikian juga persebaran atau distribusi horizontal plankton memang sangat ditentukan oleh faktor-faktor lingkungannya seperti suhu, salinitas, dan arus.

Fitoplankton pada umumnya bersifat autotrofik karena dapat menghasilkan sendiri makanannya. Adanya klorofil membuat fitoplankton mempunyai kemampuan berfotosintesis dengan menyerap energi matahari untuk mengubah bahan inorganik menjadi bahan organik. Bahan organik inilah yang menjadi makanannya, dan sebagai sumber energi yang menghidupkan seluruh fungsi ekosistem di laut (DAVIS, 1995). Karena itu pula fitoplankton merupakan tumpuan bagi hampir semua kehidupan di laut, baik secara langsung maupun tak langsung, liwat rantai pakan (*food chain*). Fitoplankton akan dimakan oleh zooplankton (hewan yang hidup sebagai plankton, yang daya renangnya sangat terbatas, hingga selalu terbawa hanyut oleh arus). Selanjutnya zooplankton akan dimakan oleh ikan kecil, yang pada gilirannya akan dimakan pula oleh ikan yang lebih besar lagi dan seterusnya. Kurang lebih 65 % ikan pelagis (*pelagic fish*) di dunia yang mempunyai nilai ekonomi adalah pemakan plankton. Kalau pun itu ikan buas seperti ikan tuna, tetapi makanannya adalah juga ikan kecil yang bila diusut, pangkalnya adalah pada fitoplankton juga.



Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kondisi fitoplankton dan zooplankton di perairan Teluk Tolitoli yang mencakup komposisi jenis, kelimpahan, distribusi dan struktur komunitasnya.

### METODA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam program Joint Research Dirjen Pendidikan Tinggi, DEPDIKNAS dan Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI dalam Ekspedisi Biodiversitas Selat Makassar pada tanggal 03 Mei – 10 Mei 2009 di Perairan Tolitoli dengan menggunakan KR Baruna Jaya VIII.

Pengambilan sampel plankton dilakukan pada 10 stasiun penelitian (Gambar 1). Koleksi sampel zooplankton diambil dengan menggunakan plankton net (NORPAC) dan untuk fitoplankton dengan menggunakan plankton net (KITAHAHA) yang dioperasikan secara vertikal dari kedalaman tertentu dengan menggunakan winch. Jaring plankton NORPAC memiliki diameter mulut 0,45 m, panjang badan net 1,80 m dan mesh size 0,30 mm. Sedang sampel fitoplankton dikoleksi dengan menggunakan net plankton KITAHAHA yang dimodifikasi dan berbentuk kerucut dengan diameter mulut 0.30 m, panjang badan jaring 1.0 m dan mesh size 0.08 mm. Pada bagian tengah mulut masing-masing net plankton dipasang flow meter untuk mengukur volume air laut yang tersaring. Volume air laut yang tersaring dihitung melalui persamaan berikut;

$$V = R \times a \times p$$

Keterangan :  
 V = volume air tersaring (m<sup>3</sup>)  
 R = jumlah rotasi baling-baling flowmeter  
 a = luas mulut jarring (m<sup>2</sup>)  
 p = panjang kolom air yang ditempuh untuk satu kali putaran

Sampel plankton dikoleksi dalam botol sampel yang diberi pengawet formalin yang telah dinetralkan dengan borax dengan konsentrasi 2-4 % dan kemudian dicacah dan diidentifikasi dilaboratorium dengan menggunakan mikroskop. Pencacahan fitoplankton secara kualitatif dilakukan dengan menggunakan “Sedgwick-Rafter Counting Cell” atas fraksi sampel dan hasilnya dinyatakan dalam sel.m<sup>-3</sup>. Sedangkan untuk sampel zooplankton pencacahan dan identifikasi dilakukan dengan menggunakan cawan “Bogorov” dan hasilnya dinyatakan dalam ind.m<sup>-3</sup> (MICHAEL, 1995). Kelimpahan plankton dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N = n \times \frac{V_t}{V_s} \times \frac{1}{V}$$

Keterangan :  
 N : jumlah plankton seluruhnya  
 V : volume air tersaring  
 V<sub>t</sub> : volume awal sample  
 V<sub>s</sub> : volume sub sample (fraksi)  
 n : jumlah plankton yang tercacah pada sub-sampel

Di laboratorium dilakukan identifikasi dan pencacahan dengan bantuan beberapa referensi (YAMAJI, 1966; TAYLOR, 1978; HALLEGRAEFF, 1991; WICKSTEAD, 1965). Selanjutnya dibuat tabulasi, dianalisa dan dibuat pola penyebaran spasial.

Untuk mengetahui kondisi komunitas plankton pada saat penelitian dilakukan dengan mengaplikasikan beberapa persamaan struktur komunitas ekologi yang dinyatakan dalam “indeks”. Struktur komunitas plankton dinyatakan dengan mengaplikasikan indeks komunitas seperti indeks diversitas (H’), indeks kemerataan (E); indeks kekayaan jenis (d), dan indeks dominansi (C) (Tabel 1). Keanekaragaman merupakan fungsi dari jumlah spesies (species



richness) dan masing-masing kelimpahan spesies yang ada (evenness or equability). Indeks keanekaragaman yang paling umum digunakan adalah indeks Shannon-Wiener. Untuk menghitung indeks keanekaragaman digunakan rumus Shannon-Weaver (ODUM,1971).

**Tabel 1. Persamaan untuk indeks dalam menilai perubahan struktur komunitas**

Indeks	Persamaan
Shannon Weaver	$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ ; $p_i = \frac{n_i}{N}$
Margalef	$d = \frac{S - 1}{\ln N}$
Pielou	$E = \frac{H'}{H' \text{ maks}}$ ; $H' \text{ maks} = \ln S$
Simpson	$C = \frac{S}{\sum_{i=1}^S p_i^2}$ ; $p_i = \frac{n_i}{N}$

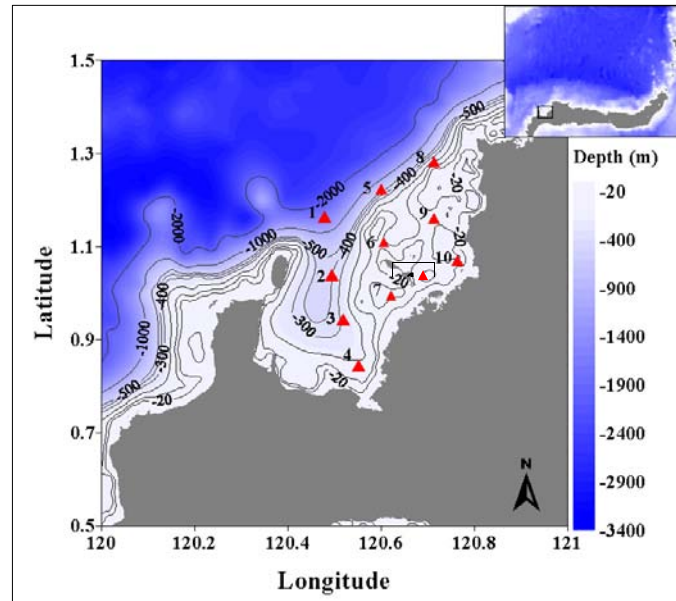
N = jumlah total individu ; S= jumlah spesies;  
 ni = jumlah individu spesies ke-i

Untuk mengetahui keseimbangan komunitas tersebut digunakan indeks keseragaman (E) , yaitu ukuran kesamaan jumlah individu antar spesies dalam suatu komunitas. Semakin mirip jumlah antar spesies (semakin merata penyebarannya) maka semakin besar derajat keseimbangan. Hal ini pun akan meningkatkan indeks keanekaragaman karena indeks Shannon-Wiener mengandung baik jumlah spesies maupun keseragaman jumlah individu antar spesies. Rumus indeks keseragaman (E) diperoleh dari (PIELOU, 1966). Indeks keseragaman (E) berkisar antara 0 - 1. Nilai E mendekati 1 mengindikasikan bahwa penyebaran fitoplankton merata berarti ekosistem tersebut dalam kondisi yang relatif baik (ODUM, 1998). Sedangkan jika nilai indeks mendekati 0 mengindikasikan penyebaran plankton tidak merata, dengan kata lain ada spesies yang mendominasi. Semakin kecil nilai E maka nilai H' pun semakin kecil yang mengisyaratkan adanya dominansi suatu spesies terhadap spesies lain. Dominansi yang cukup besar akan mengarah pada komunitas yang labil maupun tertekan. Untuk mengetahui ada tidaknya dominansi dari satu spesies tertentu dapat digunakan indeks dominansi Simpson (ODUM, 1971).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Komposisi jenis*

Komposisi jenis dapat menggambarkan keragaman atau jumlah spesies dalam suatu komunitas. Keragaman spesies ini dapat bertambah bila komunitas menjadi semakin stabil atau semakin berkurang bila lingkungan tidak stabil atau mengalami gangguan (MICHAEL, 1994). Populasi fitoplankton di perairan Teluk Tolitoli pada saat penelitian ini tersusun atas 25 marga. Marga-marga penyusun populasi ini masih dapat dibagi lagi atas kelompok diatom (18 marga) dan dinoflagellata (7 marga). Jenis dan kelimpahan relatif setiap marga fitoplankton dapat dilihat pada Tabel 2. Marga fitoplankton yang predominan (dengan kelimpahan relatif diatas 10 persen) dalam populasinya tercatat sebanyak dua marga yaitu marga *Chaetoceros* (23.32 %) dan *Trichodesmium* (48.33 %), sedang marga lainnya tercatat dibawah 10 % diantaranya *Rhizosolenia* (9.65 %) dan *Thalassitrix* (6.54 %). Marga fitoplankton yang predominan dalam populasi ini terutama dari kelompok diatom. Kelompok dinoflagellata yang paling tinggi kelimpahan relatifnya adalah populasi marga *Ceratium*.



**Gambar 1. Lokasi penelian Teluk Tolitoli dan sampling stasiun.**

Populasi zooplankton tersusun atas 28 grup zooplankton yang terdiri atas lebih kurang holoplankton dan meroplankton. Keberadaan meroplankton yang relatif tinggi mencirikan perairan masih dekat pantai atau coastal (inshore). Meroplankton merupakan bentuk atau fase planctonik dalam siklus hidup dari beberapa organisme nekton ataupun bentik seperti larva brachyura, larva gastropoda, larva bivalvia, larva polychaeta, larva ikan dan sebagainya. Sedangkan kelompok yang tergolong holoplankton didominasi oleh grup copepoda seperti Calanoida dan Cyclopoida. Kelimpahan relatif setiap kelompok zooplankton tercantum dalam Tabel 3. Kelompok zooplankton yang predominan dalam penelitian ini adalah kelompok Calanoida. Tercatat kelimpahan relatif grup Calanoida sebesar 45.53 % dan Cyclopoida 23.10 %, sedang grup lainnya seperti Oikopleura 5.10 % dan Gastropoda sebesar 3.03 %. Pada umumnya Calanoida merupakan kelompok zooplankton yang terbesar di laut dan merupakan makanan utama bagi ikan-ikan.

### ***Kelimpahan Plankton***

Kelimpahan merupakan ukuran jumlah individu persatuan volume air yang umumnya dinyatakan dalam sel persatuan luas. Pada umumnya kelimpahan fitoplankton memiliki hubungan yang erat dengan kesuburan atau produktivitas suatu perairan. Apabila kelimpahan tinggi maka suatu perairan itu akan cenderung memiliki produktivitas yang tinggi (RAYMONT, 1963). Kelimpahan rata-rata fitoplankton di perairan Tolitoli tercatat sebesar 94111.69 sel.m<sup>-3</sup>. Populasi fitoplankton ini didominasi oleh kelompok diatom dengan kelimpahannya mencapai lebih kurang 98 % sedang dinoflagellata mencapai kelimpahan lebih kurang 2 % dari total populasi fitoplankton. Populasi fitoplankton sering didominasi oleh diatom karena kelompok ini memiliki laju pertumbuhan intrinsik lebih cepat dan kemampuan reproduksi yang relatif lebih pendek dibandingkan dinoflagellata. Kelompok diatom juga memiliki jumlah jenis lebih banyak di perairan yang akan menentukan kerapatan awal populasi yang selanjutnya berdampak kepada terjadinya persaingan ruang dan makanan. Kelimpahan fitoplankton dan zooplankton perairan Tolitoli pada saat penelitian terlihat seperti pada Gambar 2. Pada gambar terlihat kelimpahan fitoplankton tertinggi pada St. 10 dan terendah pada St.1. Perbedaan ini kemungkinan ada kaitannya dengan ketersediaan nutrisi atau unsur-unsur hara di perairan saat itu seperti fosfat dan nitrat. Seperti yang dikatakan WEYL (1970), bahwa



kelimpahan fitoplankton sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara seperti nitrat, fosfat dan silikat di perairan.

**Tabel 2. Jenis dan kelimpahan relatif fitoplankton di Teluk Tolitoli**

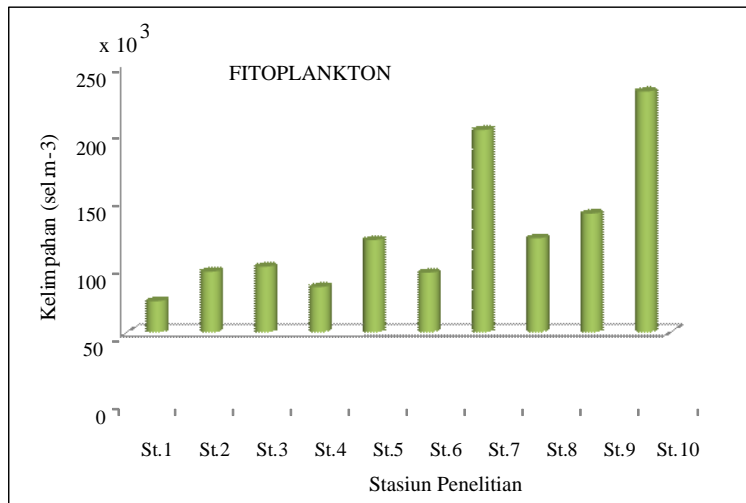
JENIS FITOPLANKTON	KELIMPAHAN FITOPLANKTON	
	RERATA (sel.m-3)	RELATIF (%)
<i>Bacteriastrum</i>	3195.94	3.40
<i>Bacillaria</i>	280.81	0.30
<i>Coscinodiscus</i>	52.68	0.06
<i>Chaetoceros</i>	21947.87	23.32
<i>Dytilum</i>	24.92	0.03
<i>Eucampia</i>	232.21	0.25
<i>Guinardia</i>	62.40	0.07
<i>Hemiaulus</i>	986.79	1.05
<i>Lauderia</i>	33.22	0.04
<i>Leptocylindrus</i>	102.11	0.11
<i>Nitzschia</i>	2634.12	2.80
<i>Odontela</i>	406.54	0.43
<i>Planktoniella</i>	75.08	0.08
<i>Rhizosolenia</i>	9077.36	9.65
<i>Skeletonema</i>	1569.87	1.67
<i>Thalassiosira</i>	404.44	0.43
<i>Thalassiothrix</i>	6155.42	6.54
<i>Trichodesmium</i>	45482.74	48.33
<i>Amphizolenia</i>	142.40	0.15
<i>Ceratium</i>	637.26	0.68
<i>Oxytoxum</i>	38.81	0.04
<i>Pyrodinium</i>	17.57	0.02
<i>Protoperdinium</i>	531.42	0.56
<i>Pyrocystis</i>	9.53	0.01
<i>Scripsiella</i>	10.17	0.01
JUMLAH	94111.69	100.00

**Tabel 3. Jenis dan kelimpahan relatif zooplankton di Teluk Tolitoli**

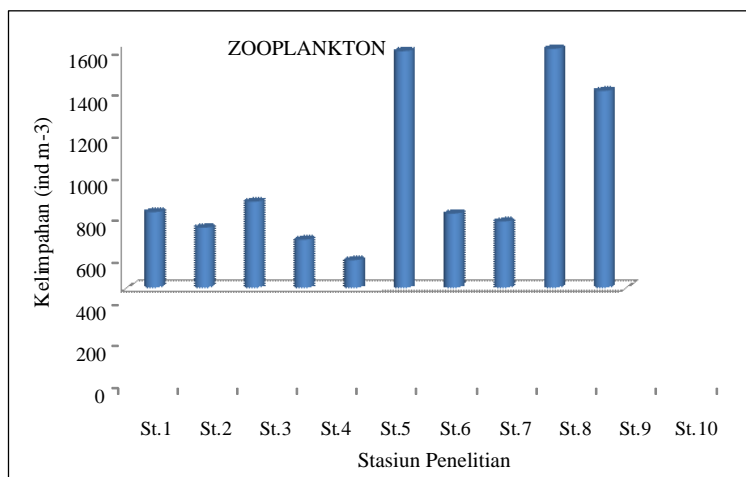
JENIS ZOOPLANKTON	KELIMPAHAN ZOOPLANKTON	
	RERATA (ind.m-3)	RELATIF (%)
Medusae	21.47	2.96
Siphonopora	3.65	0.50
Chaetognatha	20.35	2.80
Polychaeta	14.07	1.94
Calanoida	330.51	45.53
Cyclopoida	167.69	23.10
Larva copepoda	23.14	3.19
Harpacticoida	13.78	1.90
Cladocera	9.45	1.30
Ostracoda	3.72	0.51
Creseis	10.52	1.45
Gastropoda	22.00	3.03
Bivalvia	8.52	1.17
Brachyura	4.63	0.64
Caridean	1.02	0.14
Acetes	1.89	0.26
Thaliacea	4.91	0.68
Echinodermata	10.07	1.39
Amphipoda	1.46	0.20
Oikopleura	37.05	5.10
Fritillaria	6.12	0.84
Luciferidae	0.98	0.13
Mysidacea	2.17	0.30
Stomatopoda	1.20	0.17
Cirripedia	2.45	0.34
Larva ikan	2.77	0.38
Telur ikan	0.13	0.02
Cypris	0.27	0.04
JUMLAH	725.99	100



Kelimpahan rata-rata zooplankton di perairan Tolitoli tercatat sebesar 725.99 ind.m<sup>-3</sup>. Kelompok zooplankton yang predominan pada itu adalah dari kelompok Copepoda terutama dari marga Calanoida dengan kelimpahan relatif dari 45.53 %. Kelimpahan zooplankton pada setiap stasiun nampak berpencair mengelompok dengan kelimpahan tertinggi pada St.6, St.9 dan St.10 seperti terlihat pada Gambar 3 – grafik kelimpahan zooplankton di perairan Tolitoli pada saat penelitian. Kelimpahan zooplankton ini relatif mengikuti pola kelimpahan fitoplankton - lebih tinggi di lokasi mendekati pantai (coastal area). Hal ini mengindikasikan bahwa perairan Tolitoli relatif lebih subur dengan kapasitas penyangga (carryng capacity) lebih tinggi di daerah coastal.



**Gambar 2. Grafik kelimpahan fitoplankton di perairan Tolitoli**



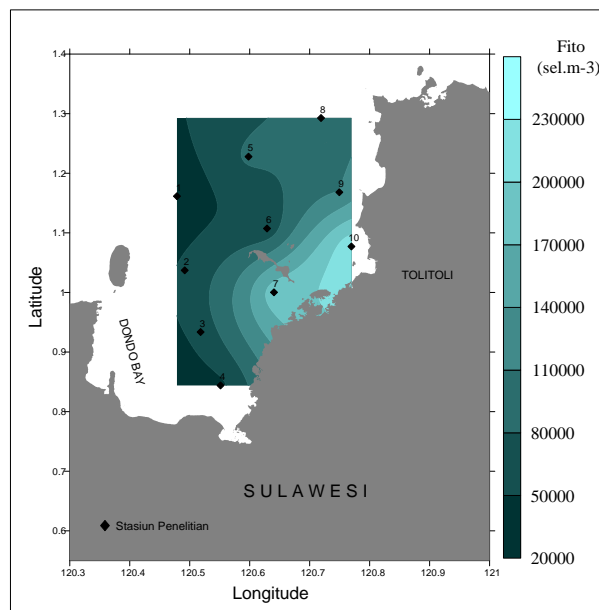
**Gambar 3. Grafik kelimpahan zooplankton di perairan Tolitoli**

### ***Distribusi Spasial***

Pola penyebaran plankton bergantung pada sifat fisikokimia perairan dan sifat-sifat biologis organisme tersebut (MICHAELI P., 1994). Pola sebaran plankton yang terjadi secara umum menyebar dalam tiga pola spasial : (1) penyebaran teratur atau seragam (uniform), dimana populasi yang merata pada tempat tertentu dalam komunitas, (2) keberadaan acak (random), dimana populasi-populais menyebar dalam beberapa tempat dan mengelompok di tempat lainnya, (3) penyebaran mengelompok atau agregat (clumped), dimana populasi-populasi selalu ada dalam kelompok-kelompok dan jarang terlihat sendiri secara terpisah.

Pola persebaran horizontal atau distribusi spasial fitoplankton di perairan Tolitoli seperti terlihat pada Gambar 4. Persebaran kelimpahan tertinggi fitoplankton nampak terkonsentrasi ke arah pantai (inshore) pada posisi pada St.10 dan St.7. Pola persebaran fitoplankton menunjukkan pola penyebaran teratur atau seragam (uniform), dimana populasi merata pada tempat tertentu dalam komunitas. Kearah laut (offshore) persebaran horizontal kelimpahan fitoplankton nampak lebih rendah.

Pola persebaran kelimpahan zooplankton menunjukkan penyebaran teratur dimana populasi menyebar pada beberapa tempat secara teratur (uniform) seperti terlihat pada Gambar 5. Nampak persebaran zooplankton juga terkonsentrasi lebih tinggi ke arah pantai (coastal area). Populasi zooplankton terkonsentrasi di daerah coastal seperti pada St.6, St.9 dan St.10. Pola persebaran zooplankton cenderung mengikuti pola persebaran fitoplankton walaupun terlihat tidak seirama. Dari pola persebaran ini dapat mengindikasikan bahwa tingkat kesuburan perairan Tolitoli dengan kapasitas pendukung kehidupan ikan-ikan pada bulan Mei- saat penelitian ini – adalah di daerah coastal (relative dekat pantai). Beberapa faktor penyebab adanya perbedaan pola spasial atau persebaran antara lain (1) faktor vektorial dari gaya-gaya eksternal seperti arah angin, arus, dan intensitas cahaya, (2) faktor reproduktif yaitu berkaitan dengan cara berkembang biak, (3) faktor sosial disebabkan faktor koaktif didalam (intra) spesies (REYNOLDS, 1988).



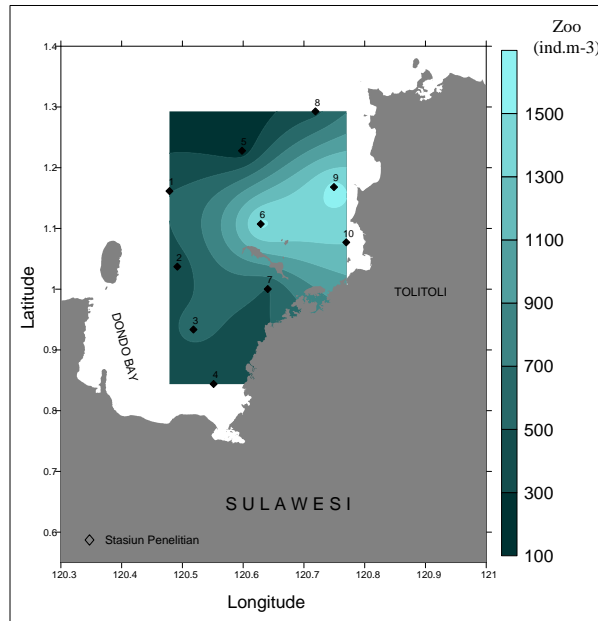
Gambar 4. Pola persebaran kelimpahan fitoplankton di perairan Tolitoli

### ***Struktur komunitas plankton***

Struktur komunitas diartikan sebagai susunan individu dari beberapa jenis yang masing-masing membentuk suatu populasi yang terorganisir dan pada akhirnya membentuk suatu komunitas (BROWER, *et.al.*, 1990). Struktur komunitas alamiah tergantung pada cara tersebar atau terpencah populasi didalamnya. Pola penyebarannya tergantung pada sifat fisika-kimiawi lingkungan maupun keistimewaan biologis organisme fitoplankton tersebut (MICHAEL, 1995). Umumnya semakin curam gradien lingkungan makin beragam komunitasnya karena batas yang tajam terbentuk oleh perubahan yang mendadak dalam sifat-sifat lingkungan. Perbandingan antara jumlah spesies dan jumlah total individu dalam suatu komunitas dinyatakan sebagai keragaman spesies. Ini berkaitan dengan kestabilan lingkungan dan beragam dengan komunitas yang berbeda. Keragaman spesies sangatlah penting dalam



menentukan batas kerusakan yang dilakukan terhadap sistem alam oleh turut campurtangan manusia.



**Gambar 5. Pola persebaran kelimpahan fitoplankton di perairan Tolitoli**

Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) fitoplankton di perairan Tolitoli dalam bulan Mei 2009 nilai rata-rata 1.01 dengan kisaran 0.40 – 1.43. Kisaran nilai ini menunjukkan populasi fitoplankton memiliki keanekaragaman dari rendah sampai sedang ( $1 < H' < 3$  : keanekaragaman sedang). Secara umum dari nilai rata-rata mengindikasikan kondisi komunitas populasi fitoplankton dalam keadaan moderat atau dengan keanekaragaman sedang. Indeks kemerataan ( $E$ ) nilai rata-ratanya 0.42 dengan kisaran 0.19 – 0.60. Kisaran ini dapat menunjukkan kondisi komunitas dalam keadaan tertekan sampai labil ( $0.5 < E < 0.75$  : komunitas labil). Secara umum rata-rata nilai mengindikasikan kondisi komunitas fitoplankton pada saat penelitian ini tergolong dalam keadaan moderat (labil). Sedang indeks kekayaan ( $d$ ) jenis dapat menunjukkan banyak sedikitnya marga dalam komunitas pada saat itu. Nilai indeks kekayaan jenisnya ( $d = 0.90$ ) menunjukkan populasi fitoplankton cukup tinggi kerapatan jenisnya atau marga yang dimiliki. Keadaan komunitas ini erat hubungannya dengan kualitas perairan pada saat itu dan juga ketersediaan makro nutrien yang cukup di perairan.

**Tabel 5. Nilai indeks komunitas fitoplankton saat penelitian**

St.	Indeks Komunitas Fito-			d
	H	E	C	
1	0.82	0.36	0.48	0.88
2	0.83	0.32	0.49	1.10
3	0.75	0.29	0.54	1.09
4	0.92	0.38	0.49	0.94
5	0.40	0.19	0.79	0.62
6	1.49	0.60	0.20	1.01
7	1.42	0.59	0.21	0.82
8	1.16	0.51	0.29	0.79
9	0.84	0.41	0.51	0.60
10	1.43	0.53	0.23	1.14
Kisaran	0.40 - 1.43	0.19 - 0.60	0.20 - 0.79	0.60 - 1.14
Rerata	1.01	0.42	0.43	0.90

Indeks keanekaragaman ( $H$ ) zooplankton rata-ratanya sebesar 1.65 dengan kisaran 1.28 – 1.97. Kisaran nilai ini menunjukkan populasi zooplankton memiliki keanekaragaman dari rendah sampai sedang ( $1 < H' < 3$  : keanekaragaman sedang). Secara umum dari nilai rata-



ratanya mengindikasikan kondisi komunitas populasi zooplankton dalam keadaan sedang dengan keanekaragaman juga sedang. Indeks kemerataan (E) zooplankton nilai rata-ratanya 0.59 dengan kisaran 0.47 – 0.70. Kisaran ini dapat menunjukkan kondisi komunitas dalam keadaan tertekan sampai labil ( $0.5 < E < 0.75$  : komunitas labil). Rata-rata nilai secara keseluruhan mengindikasikan kondisi komunitas zooplankton pada saat penelitian ini tergolong dalam keadaan moderat (labil). Indeks kekayaan (d) jenis yang menunjukkan banyak sedikitnya marga dalam komunitas pada saat itu nilainya  $J = 2.48$ . Nilai indeks kekayaan jenisnya menunjukkan populasi zooplankton cukup tinggi kerapatan jenisnya atau marga yang dimiliki. Nilai indeks komunitas ini sangat dipengaruhi berbagai faktor yang mempengaruhi perubahan dalam populasi. Perubahan komunitas fitoplankton dapat terjadi akibat proses adaptasi pada kondisi hidrologi dan tekanan predator. Faktor-faktor tersebut antara lain suhu, kekeruhan, pH, gas-gas terlarut, unsur hara dan adanya interaksi dengan organisme lain. Perpaduan antar faktor-faktor tersebut akan berperan di dalam proses perubahan komunitas plankton.

**Tabel 6. Nilai indeks komunitas zooplankton saat penelitian**

St.	Indeks Komunitas Zoo-			
	H	E	C	d
1	1.44	0.50	0.41	2.74
2	1.28	0.47	0.44	2.34
3	1.94	0.65	0.24	3.00
4	1.87	0.62	0.28	3.30
5	1.53	0.60	0.32	2.31
6	1.35	0.47	0.45	2.31
7	1.84	0.70	0.24	2.10
8	1.26	0.48	0.46	2.14
9	1.84	0.63	0.29	2.45
10	1.97	0.68	0.25	2.37
Kisaran	1.28 - 1.97	0.47 - 0.70	0.24 - 0.46	2.14 - 3.00
Rerata	1.65	0.59	0.33	2.48

## KESIMPULAN

Populasi fitoplankton di perairan Tolitoli pada saat penelitian ini tersusun atas 25 marga. Marga-marga penyusun populasi ini masih dapat dibagi lagi atas kelompok diatom (18 marga) dan dinoflagellata (7 marga). Marga fitoplankton yang predominan (dengan kelimpahan relatif diatas 10 persen) dalam populasinya tercatat sebanyak dua marga yaitu marga *Chaetoceros* dan *Trichodesmium* sedang marga lainnya tercatat dibawah 10 % diantaranya *Rhizosolenia* dan *Thalassitrix*

Populasi zooplankton tersusun atas 28 grup zooplankton yang terdiri atas lebih kurang holoplankton dan meroplankton. Keberadaan meroplankton yang relatif tinggi mencirikan perairan masih dekat pantai atau coastal (inshore). Kelompok zooplankton yang predominan dalam penelitian ini adalah kelompok Calanoida. Tercatat Calanoida sebanyak 45.53 % dan Cyclopoida 23.10 %, sedang grup lainnya seperti Oikopleura 5.10 % dan Gastropoda sebesar 3.03 %.

Kelimpahan rata-rata fitoplankton di perairan Tolitoli tercatat sebesar  $94111.69 \text{ sel.m}^{-3}$  sedang kelimpahan rata-rata zooplankton di perairan Tolitoli tercatat sebesar  $725.99 \text{ ind.m}^{-3}$ . Populasi fitoplankton di perairan ini pada saat penelitian memiliki keanekaragaman dari rendah sampai sedang. Secara keseluruhan dari nilai rata-rata indeks keanekaragaman ( $H'$ ) mengindikasikan kondisi komunitas populasi fitoplankton dalam keadaan moderat atau dengan keanekaragaman sedang. Berdasarkan indeks kemerataan (E) menunjukkan kondisi komunitas dalam keadaan tertekan sampai labil. Rata-rata nilai secara keseluruhan mengindikasikan kondisi komunitas fitoplankton pada saat penelitian ini tergolong dalam keadaan moderat (labil). Dilihat dari indeks kekayaan jenis (d) menunjukkan populasi fitoplankton cukup tinggi kerapatan jenisnya atau marga yang dimiliki saat penelitian ini.



Keanekaragaman populasi zooplankton memiliki keanekaragaman dari rendah sampai sedang. Secara umum dari nilai rata-ratanya mengindikasikan kondisi komunitas populasi zooplankton dalam keadaan sedang dengan keanekaragaman juga sedang. Berdasarkan indeks kemerataan (E) zooplankton menunjukkan kondisi komunitas dalam keadaan tertekan sampai labil.. Secara keseluruhan mengindikasikan kondisi komunitas zooplankton pada saat penelitian ini tergolong dalam keadaan moderat (labil). Nilai indeks kekayaan jenisnya menunjukkan populasi zooplankton cukup tinggi kerapatan jenisnya atau marga yang dimiliki.

#### DAFTAR REFERENSI

- Brower, J. E. dan J. H. Zar. 1989. *Field and laboratory method for general ecology*. Wm. C. Brown Publ. Dubuque. Iowa.
- Davis CC., 1995. *The Marine and Fresh Water Plankton*. Michigan State Univ.Press.
- Krebs C.J.1972. *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper & Row Publisher. New York
- Smith, R.L. 1980. *Ecology and Field Biology*. 3 rd edition. Harper & Row Publisher. New York
- Michael, P. 1995. *Ecological Methods for Field and Laboratory Investigations*. McGraw-Hill Publishing Company Limited : 616 pp.
- Newell, G. E. and R. C. Newell. 1963. *Marine Plankton. A Practical Guide*. Hutchinson of London: 244 hal.
- Nybakken, J.W., 1988. *Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis*. Penerbit P.T. Gramedia, Jakarta : 459 pp
- Thomas, C.R., 1993. *Marine phytoplankton*. Academic Press, Inc. San Diego: 262pp.
- Yamaji, I. E. 1966. *Illustration of the Marine Plankton of Japan*. Houkusho. Osaka, Japan: 369 pp.
- Gross, M.G., 1990. *Oceanography : A View of the Earth*, 5th ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs.
- Odum, E. P. 1998. *Dasar-dasar ekologi : Alih bahasa Samingan, T. Edisi ketiga*.Universitas Gadjja Mada. Yogyakarta.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology*. 3<sup>rd</sup> Edition. W.B. Saunders Company. Philadelphia. London. Toronto.
- Parsons, T. R, M. Takahashi, dan B. Hargrave. 1984. *Biological Oceanographyc Processes*. Pergamon Press. 3<sup>rd</sup> Edition. New York-Toronto.
- Weyl, P.K., 1970. *Oceanography : An Introduction to the marine environment*. Jhon Wiley and Son Inc. New York. 553 p.



## PRODUKTIVITAS PRIMER, KELIMPAHAN DAN KONSENTRASI KLOOROFIL-A FITOPLANKTON DI PERAIRAN TELUK JAKARTA

**Tumpak Sidabutar**

*Bidang Dinamika Laut, P2O LIPI, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*

*E-mail : tumpakso@yahoo.com*

Perairan Teluk Jakarta diketahui berada pada kondisi tingkat kesuburan yang cukup tinggi karena secara intensif menerima masukan berupa bahan organik yang mengandung unsur-unsur hara seperti nitrogen, fosfat, dan silikat. Tingkat kesuburan yang tinggi ini dapat berdampak negatif dan menyebabkan terjadi ledakan populasi fitoplankton atau fenomena red tide yang secara rutin tercatat sering terjadi di perairan Teluk Jakarta. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan keberadaan hara nutrient terhadap laju produktivitas primer fitoplankton, kandungan klorofil-a dan kelimpahan fitoplankton di perairan seiring dengan meningkatnya input bahan aorganik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju produktivitas primer fitoplankton perairan Teluk Jakarta tergolong cukup tinggi dimana dalam bulan Juli\_2009 laju rata-rata produktivitas primer adalah sebesar  $24.28 \text{ mg.C.m}^{-3}.\text{hari}^{-1}$  dengan kisaran antara 3.19 - 99.32 mgC/m<sup>3</sup>/hari. Sedangkan laju rata-rata produktivitas primer pada bulan September 2009 diketahui sebesar 29.78 mgC/m<sup>3</sup>/hari dengan kisaran antara 9.72 - 62.51 mgC/m<sup>3</sup>/hari. Demikian juga dengan klorofil-a memiliki pola yang sama dengan laju produktivitas primer. Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a fitoplankton dalam bulan Juli\_2009 diketahui sebesar  $3.88 \text{ mg.m}^{-3}$  dengan kisaran antara 0.75 - 5.66 mg.m<sup>-3</sup>, sedang nilai rata-rata pada bulan Sept.\_2009 tercatat sebesar  $3.16 \text{ mg.m}^{-3}$  dengan kisaran antara 1.70 - 5.09 mg.m<sup>-3</sup>. Kelimpahan fitoplankton juga diketahui lebih tinggi di wilayah dekat pantai (inshore) seperti halnya konsentrasi klorofil-a dan juga laju produktivitas primer. Kelimpahan fitoplankton dalam bulan Juli\_2009 lebih tinggi dari kelimpahan dalam bulan Sept\_2009. Rata-rata kelimpahan fitoplankton dalam bulan Juli\_2009 adalah sebesar  $79.35 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3}$  sedang rata-rata kelimpahan pada bulan September 2009 adalah sebesar  $40.74 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3}$ . Fitoplankton yang dominan dalam bulan Juli\_2009 dan Sept\_2009 tercatat sebanyak tiga marga yaitu *Skeletonema*, *Chaetoceros* dan *Thalassiosira*.

*Kata kunci : produktivitas primer, klorofil - a, kelimpahan fitoplankton,*

### PENDAHULUAN

Teluk Jakarta merupakan kawasan perairan yang sangat penting, baik dipandang dari segi ekologis maupun dari segi ekonomis. Secara ekologis perairan ini merupakan penopang sistem ekologi dari biota laut di laut Jawa dan secara ekonomis perairan ini merupakan lahan kehidupan ribuan manusia yang menggantungkan hidupnya melalui berbagai aktivitas yang dilakukan di Teluk Jakarta dan sekitarnya. Dapat dikatakan Teluk Jakarta merupakan kawasan multifungsi (*multiple-use zone*), karena ditempat ini terdapat berbagai kegiatan seperti pariwisata, perikanan, industri, perdagangan, pelabuhan internasional yang memiliki frekuensi transportasi perkapalan tinggi, hingga pada kegiatan pembuangan limbah hasil kegiatan seluruh warga Jakarta dan sekitarnya melalui sungai-sungai yang mengelilinginya. Limbah yang terus masuk dengan tingkat pencemaran yang tinggi akan mengakibatkan kualitas perairan Teluk Jakarta terus menurun, sehingga fenomena seperti eutrofikasi (pasokan zat hara yang sangat tinggi), meledaknya populasi fitoplankton (marak alge), deflesi oksigen di dasar perairan, kematian masal ikan, pencemaran logam berat, sedimentasi, sampah, tumpahan minyak dan lainnya ke depannya akan lebih sering terjadi.

Fenomena eutrofikasi menjadi masalah besar yang sedang berlangsung di Teluk Jakarta dengan kondisi yang semakin parah dari waktu ke waktu. Kualitas perairan yang semakin buruk tersebut mengancam berbagai pemangku kepentingan di Teluk Jakarta terutama yang berkaitan dengan sektor perikanan, pariwisata, kesehatan, pendidikan, pengelolaan lingkungan karena menurunnya fungsi ekosistem dan nilai ekonomis perairan itu. Sering terjadi blooming fitoplankton (red tide) dan fenomena ini merupakan bencana akuatik (aquatic



disaster) sehingga harus dicarikan solusi. Solusi dapat dilakukan dengan melakukan penelitian untuk mengetahui kondisi perairan sebenarnya saat ini sehingga dapat diambil tindakan pencegahan atau pengelolaan yang berbasis pada lingkungan lestari.

Beberapa penelitian telah dilakukan mempelajari faktor yang menyebabkan fenomena red tide (marak alge) serta dinamikanya dalam konteks peranan faktor fisika-kimia perairan, dinamika ekosistem dan pengaruh aktivitas manusia, sehingga dapat meningkatkan strategi pemantauan dan prediksi blooming atau marak alge ini. Dalam memprediksi kejadian marak alge Wouthuyzen (2002) telah mengembangkan model prediksi beberapa parameter kualitas perairan seperti di Teluk Jakarta dan menggunakan model tersebut untuk memetakan salah satu parameter kualitas perairan, seperti konsentrasi klorofil-a yang dapat digunakan sebagai indikator kejadian marak algae (algal bloom). Berdasarkan analisa dan pemantauan terhadap peta multi-temporal konsentrasi klorofil-a, tampak jelas adanya pola korelasi antara marak alge dan kematian ikan secara masal di Teluk Jakarta.

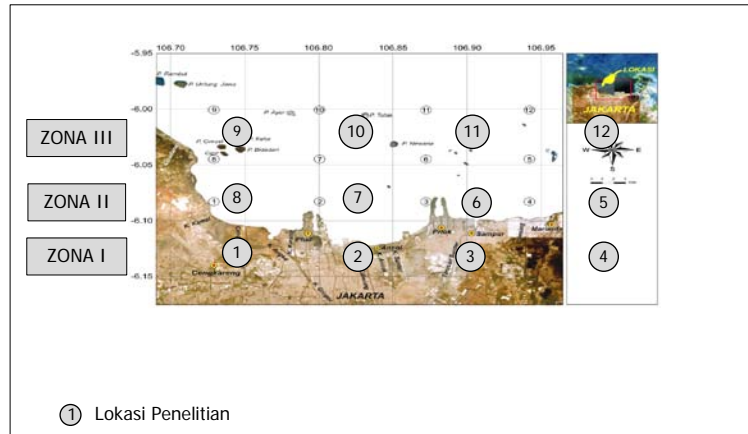
Apakah ada hubungan antara eutrofikasi dengan ekspansi kejadian "red tide", hal ini masih belum banyak diketahui walaupun pada umumnya eutrofikasi dapat mengakibatkan blooming mikroalge. Naiknya kejadian blooming paralel dengan meningkatnya pengayaan nutrient seperti kejadian di South China Sea dan Hongkong (Qi *et al*, 1993, Lam and Ho, 1989). Yang menjadi pertanyaan bagaimana eutrofikasi ini dapat menstimulir frekuensi kehadiran spesies fitoplankton penghasil toksin (*toxin-producer*), masih belum banyak diketahui dan masih dalam perdebatan. Sumbangan "input nutrients" di suatu perairan dapat mengakibatkan ketersediaan nutrients (*nutrient availability*) secara keseluruhan meningkat, akan tetapi dapat juga mengakibatkan terjadi perubahan dalam komposisi nutrient (*nutrient composition*). Ketersediaan nutrient meningkat mengakibatkan "total algal biomass" meningkat, akan tetapi bila komposisi nutrient berubah dapat mengakibatkan perubahan dalam "species composition".

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji tingkat kesuburan perairan Teluk Jakarta ditinjau dari keberadaan zat-zat hara seperti fosfat (P), nitrat (N) dan silikat (Si) yang berperan dalam kesuburan perairan, mengetahui seberapa besar produktivitas primer mikroalge, biomassa fitoplankton di perairan sejalan dengan meningkatnya pencemaran dan adanya perubahan iklim serta mempelajari kualitas perairan dan juga hubungan kondisi perairan sekarang dengan kelulusan hidup larva ikan sebagai indikator kondisi sumberdaya perikanan. Perairan Teluk Jakarta telah mengalami eutrofikasi dan eutrofikasi inilah penyebab utama blooming fitoplankton dengan rasio N : P : Si yang spesifik dimana salah satu unsur hara tersebut sebagai "limiting factor".

Penelitian ini bertujuan terutama untuk mengetahui kondisi kesuburan perairan dilihat dari parameter produktivitas primer dan kelimpahan fitoplankton perairan Teluk Jakarta saat ini sejalan dengan adanya degradasi ekosistem oleh bahan pencemar dan perubahan iklim global.

### CARA KERJA

Pengamatan berlangsung di Teluk Jakarta dan sekitarnya dengan jumlah stasiun sebanyak 12 titik stasiun sampling (Gambar 1). Kegiatan penelitian telah dilakukan pada bulan Juli 2009 (musim timur) dan September 2009 (musim peralihan II) di perairan Teluk Jakarta dan sekitarnya. Parameter yang diamati dalam penelitian biomassa fitoplankton, produktivitas primer dan klorofil-a. Setelah kegiatan lapangan dilanjutkan di laboratorium untuk menganalisa sampel plankton, analisa nutrient produktivitas primer dan klorofil-a.



**Gambar 1. Lokasi penelitian dan stasium sampling di Teluk Jakarta**

### ***Kelimpahan fitoplankton***

Sampel fitoplankton diambil dengan menggunakan jaring plankton dengan “mesh size” 20 mikron sedang untuk zooplankton dengan ukuran mata jaring 80 um. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara vertikal dari kedalaman tertentu. Sampel dikoleksi dalam botol sampel yang diberi pengawet formalin dengan konsentrasi 2 – 4 % dan kemudian dicacah serta diidentifikasi di laboratorium dengan menggunakan mikroskop. Di laboratorium dilakukan identifikasi dan pencacahan dengan mengacu kepada beberapa referensi yaitu Newell & Newell (1963), Yamaji (1966), Taylor (1978), Taylor *et al.* (1995). Pada setiap mulut jaring plankton diperlengkapi dengan “flowmeter” untuk mengukur volume air yang masuk kedalam jaring. Pengukuran volume air tersaring dihitung dengan rumus :

$$V = r. a. p$$

Keterangan :  
 V = volume air tersaring ( $m^3$ )  
 R = jumlah rotasi baling-baling flowmeter  
 a = luas mulut jarring ( $m^2$ )  
 p = panjang kolom air yang ditempuh untuk satu kali putaran

Pencacahan fitoplankton dilakukan dengan menggunakan “Sedgwick-Rafter Counting Cell” atas fraksi sampel dan hasilnya dinyatakan dalam  $sel/m^3$ . Sedangkan untuk sampel zooplankton pencacahan dan identifikasi dilakukan dengan menggunakan cawan Bogorov dan hasilnya dinyatakan dalam  $ind./m^3$ . Pencacahan fitoplankton dilakukan dengan menggunakan “Sedgwick-Rafter Counting Cell” atas fraksi sampel dan hasilnya dinyatakan dalam  $sel/m^3$  (Michael, 1995). Kelimpahan fitoplankton dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N = n \times \frac{V_t}{V_s} \times \frac{1}{V}$$

Keterangan :  
 N : jumlah plankton seluruhnya  
 V : volume air tersaring  
 V<sub>t</sub> : volume awal sample  
 V<sub>s</sub> : volume sub sample (fraksi)  
 n : jumlah plankton yang tercacah pada sub-sampel

### ***Produktivitas primer.***

Menggunakan dua deretan botol-botol oksigen yang gelap dan yang terang. Sampel air diisi pada deretan botol gepal dan terang. Botol gelap dan terang yang diisi sample diinkubasikan pada kedalaman tertentu dimana sampel air diambil lalu digantung dengan



pelampung. Oksigen terlarut dihitung dengan cara Winkler. Secchi disk digunakan untuk mengukur tingkat konpensasi sinar dimana fotosintesa akan sama dengan pernafasan. Botol-botol dibiarkan tersuspensi selama 6 jam. Kandungan oksigen terlarut sebelum diinkubasi dihitung dan juga setelah diinkubasikan.

Pernafasan (oksigen yang dikonsumsi) = kadar oksigen pada permulaan – kadar oksigen dalam botol gelap pada akhir percobaan. Produktivitas primer kotor (total oksigen yang dihasilkan) = kadar oksigen dalam botol terang pada akhir percobaan – kadar oksigen dalam botol gelap pada akhir percobaan. Produktivitas primer bersih = produktivitas primer kotor – pernafasan. Untuk mengubah nilai mg/l oksigen menjadi mg/C/m<sup>3</sup>, dikalikan nilai mg/l dengan 375.36. Hal ini akan menghasilkan mg karbon/m<sup>3</sup> untuk jangka waktu pengujian.

### **Klorofil-a fitoplankton**

Metode untuk pengukuran kandungan klorofil-a fitoplankton dilakukan dengan cara fluorometrik mengikuti cara yang dilakukan Strickland & Parsons (1968), yakni dengan menyaring contoh air sebanyak 100 - 1000 ml dengan menggunakan filter Millipore HAWP berpori 0,45 µm dan berdiameter 25 mm. Setelah penyaringan selesai filter tersebut diekstrak dengan menggunakan larutan aseton 90 % sampai filter tersebut larut dan untuk selanjutnya disentrifuge pada putaran 4000 rpm selama kurang lebih 30 menit untuk memisahkan antara filtrat dengan cairan yang bening.

Kemudian cairan yang bening tersebut dibaca fluororecence-nya dengan menggunakan flurometer Turner Model 450 pada besaran 50x. Setelah diberi HCl 8 % sampel tersebut kemudian dibaca kembali pada besaran yang sama. Tujuan penambahan asam tersebut adalah untuk memisahkan atau merubah klorofil-a menjadi phaeopitin. Konsentrasi klorofil-a fitoplankton diperoleh dengan menggunakan rumus sbb:

$$\text{Klorofil-a} = F_1 \times \frac{\tau}{\tau - 1} \times (R_B - R_A) \times \frac{V_e \text{ (ml)}}{V_s \text{ (l)}} \mu\text{g / l (= mg/m}^3\text{)}$$

F<sub>1</sub> = Faktor (= 33,8045)

τ = R<sub>B</sub>/R<sub>A</sub> (= 1,2222)

R<sub>B</sub> = Reading before (bacaan pada flurometer sebelum ditambah asam)

R<sub>A</sub> = Reading after (bacaan pada flurometer setelah ditambah asam)

V<sub>e</sub> = Volume ekstraksi (penambahan aseton 90 % = ml)

V<sub>s</sub> = Volume saring (=liter).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Produktivitas primer fitoplankton**

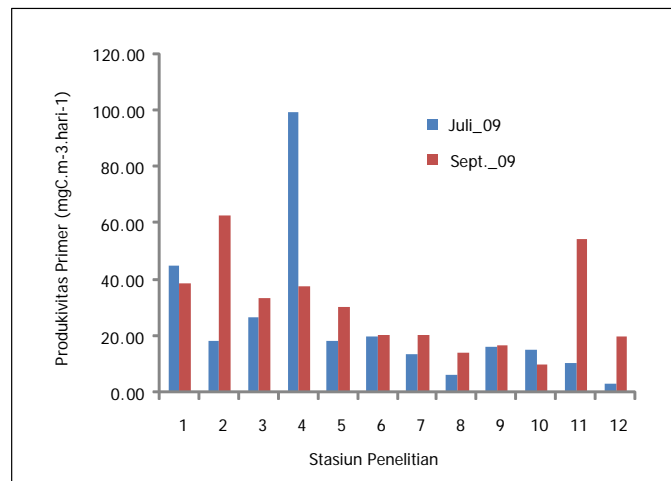
Produktivitas primer merupakan laju produksi bahan organik melalui reaksi fotosintesis per satuan volume atau luas suatu perairan tertentu, yang dapat dinyatakan dengan satuan seperti mgC.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup> atau grCm<sup>-2</sup>.tahun<sup>-1</sup>. Besarnya produksi itu sendiri dikenal sebagai produksi primer, yang dapat dinyatakan dengan satuan seperti grC.m<sup>-3</sup>. Dalam konsep produktivitas, dikenal istilah Produktivitas Primer Kotor (*Gross Primary Productivity*) dan Produktivitas Primer Bersih (*Net Primary Productivity*). Produktivitas Primer Kotor adalah produktivitas primer zat organik dalam jaringan tumbuhan, termasuk yang digunakan untuk respirasi. Produktivitas Primer Bersih (PPB) adalah Produktivitas Pimer Kotor (PPK) dikurangi dengan yang digunakan untuk respirasi (R) atau dapat dinyatakan dengan persamaan PPB = PPK – R. Hasil produktivitas primer bersih inilah yang dapat dialihkan ke berbagai komponen ekosistem di laut. Potensi energi kimiawi yang terwujud dalam biomassa fitoplankton dialihkan

ke berbagai hewan melalui rantai pakan (*food chain*) atau jaringan pakan (*food web*). Dengan demikian kehidupan seluruh hewan di laut bergantung pada energi yang diperoleh dari fitoplankton, baik secara langsung maupun tak langsung.

**Tabel 1. Produktifitas primer perairan dalam bulan Juli 2009 dan September 2009.**

ST	POSISI		JULI 2009	SEPT. 2009
	Long	Lat	Prod. Primer (mgC.m <sup>-3</sup> .hari <sup>-1</sup> )	Prod. Primer (mgC.m <sup>-3</sup> .hari <sup>-1</sup> )
1	106.7289	-6.08315	44.80	38.60
2	106.8004	-6.08315	18.38	62.51
3	106.8723	-6.08315	26.42	33.56
4	106.9423	-6.08315	99.32	37.43
5	106.9432	-6.04479	18.10	30.09
6	106.8723	-6.04479	19.66	20.12
7	106.8004	-6.04479	13.80	20.24
8	106.7289	-6.04479	6.04	13.91
9	106.7289	-6.00068	15.94	16.89
10	106.8004	-6.00068	15.29	9.72
11	106.8723	-6.00068	10.43	54.33
12	106.9423	-6.00068	3.19	20.00
RERATA			24.28	29.78

Hasil penelitian yang dilakukan di perairan Teluk Jakarta pada bulan Juli 2009 diketahui laju rata-rata produktivitas primer adalah sebesar 24.28 mgC.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup> dengan kisaran antara 3.19 - 99.32 mgC.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup>. Sedang laju rata-rata produktifitas primer pada bulan September 2009 diketahui sebesar 29.78 mgC.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup> dengan kisaran antara 9.72 - 62.51 mgC.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup>. Diketahui bahwa nilai produktifitas primer pada bulan September 2009 sedikit lebih tinggi dari produktifitas primer pada bulan Juli 2009. Hasil pengukuran produktifitas primer di perairan Teluk Jakarta selama penelitian dicantumkan dalam Tabel 1. Laju produktivitas primer pada bulan Juli 2009 tertinggi diketahui pada St.4 dan terendah pada St. 12, sedang pada bulan September 2009 nilai produktivitas primer yang tertinggi diketahui pada St.2 dan terendah pada St.10 seperti terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Perbandingan tingkat produktivitas primer fitoplankton pada setiap stasiun penelitian di Teluk Jakarta pada bulan Juli dan September 2009.**

Pada grafik tersebut jelas terlihat bahwa laju produktivitas primer pada stasiun yang dekat pantai cenderung lebih tinggi nilainya.

Berdasarkan zona atau wilayah perairan maka terlihat bahwa laju produktivitas primer di dekat pantai (*inshore*) relatif lebih tinggi dibandingkan dengan laju produktivitas primer di bagian luar (*offshore*). Perbedaan produktivitas ini kemungkinan besar ada kaitannya dengan



distribusi horizontal nutrien dimana daerah pantai lebih dekat kepada sumber masukan bahan organik dari muara ataupun run-off dari darat. Berdasarkan zona yang dibagi dalam tiga wilayah – zona pantai, zona tengah dan zona laut, diketahui bahwa dalam bulan Juli\_2009 rata-rata laju produktivitas primer tertinggi adalah di zona pantai dengan laju produktivitas primer sebesar 47.23 mgC.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup> dan terendah di zona luar dengan laju produktivitas primer sebesar 11.21 mgC.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup>. Dalam bulan Sept\_2009 nilai rata-rata laju produktivitas primer yang tertinggi tercatat di zona pantai dengan nilai 43.23 mgC.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup> dan terendah di zona luar dengan nilai 25.23 mgC.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup> seperti terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 3. Pada umumnya perairan Teluk Jakarta dapat dikelompokkan ke dalam tiga tingkat kesuburan yaitu hyper - eutropik (kesuburan sangat tinggi), eutropik (kesuburan tinggi), meso - eutropik (kesuburan sedang) (Damar, 2004; Arifin. 2005). Zona tergolong hyper - eutropik berada di sekitar muara sungai dan sepanjang pantai Teluk Jakarta, yang secara intensif menerima masukan langsung air sungai dari daratan. Di lokasi ini diindikasikan tingginya nilai kandungan unsur hara, berupa nitrogen, fosfat, dan silikat yang disebabkan pencemaran bahan organik. Oleh karena itu di zona pantai ini ditemukan laju produktivitas primer yang lebih tinggi dari zona lainnya.

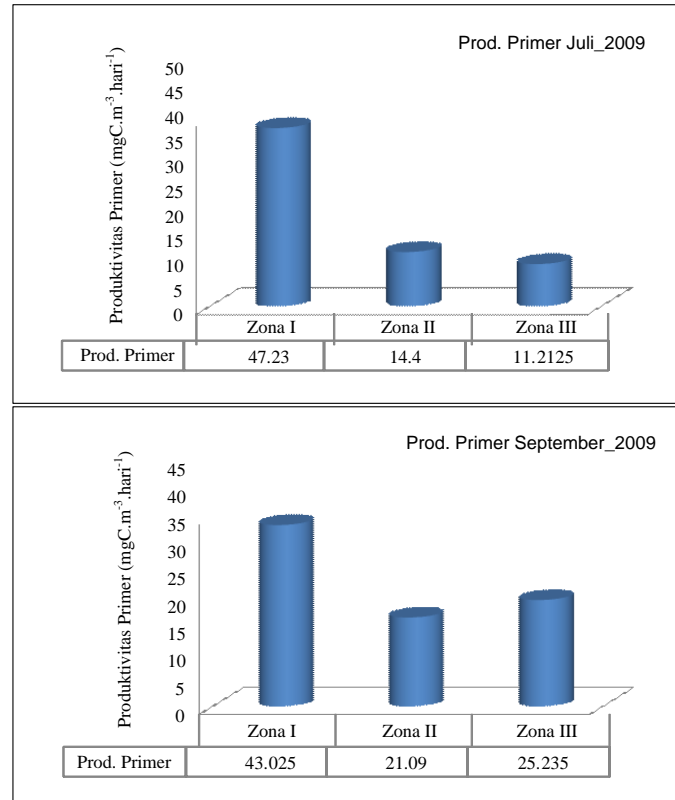
**Tabel 2. Rata-rata nilai klorofil-a (mg.m<sup>-3</sup>) dan produktifitas primer (mgC.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup>) di setiap zona perairan (pantai, tengah dan laut).**

Klasifikasi		Juli_2009		September_2009	
		Klorofil-a	Prod. Primer	Klorofil-a	Prod. Primer
<b>Zona I</b>	Avrg	4.24	47.23	3.82	43.03
(Pantai)	Stdev	0.84	36.44	0.97	13.17
<b>Zona II</b>	Avrg	4.72	14.40	2.69	21.09
(Tengah)	Stdev	0.65	6.10	0.54	6.69
<b>Zona III</b>	Avrg	2.69	11.21	2.97	25.24
(Laut)	Stdev	1.76	5.89	1.17	19.87
Range		0.75 - 5.66	3.19 - 99.32	1.70 - 5.09	9.72 - 62.51

Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a pada fitoplankton dalam bulan Juli\_2009 diketahui sebesar 3.88 mg.m<sup>-3</sup> dengan kisaran antara 0.75 - 5.66 mg.m<sup>-3</sup>, sedang nilai rata-rata pada bulan Sept.\_2009 tercatat sebesar 3.16 mg.m<sup>-3</sup> dengan kisaran antara 1.70 - 5.09 mg.m<sup>-3</sup>.. Konsentrasi klorofil-a di setiap stasiun penelitian dari dua periode pengamatan ini diketahui nilainya lebih tinggi pada bulan Juli\_2009 dibandingkan pada periode penelitian Sept\_2009 seperti terlihat dalam Gambar 4. Sama halnya dengan laju produktivitas primer, maka konsentrasi klorofil-a di lokasi stasiun dekat pantai (inshore) diketahui konsentrasinya juga lebih tinggi dibandingkan stasiun di lokasi yang lebih jauh dari pantai (offshore). Konsentrasi klorofil-a dalam bulan Sept.\_2009 nilainya relatif lebih tinggi di zona tengah, sedangkan pada bulan Juli\_2009 konsentrasinya lebih tinggi nilainya di zona pantai (Gambar 5). Perbedaan dalam distribusi secara horizontal konsentrasi klorofil-a di perairan Teluk Jakarta erat hubungannya dengan pola arus baik yang berlangsung saat itu baik oleh perubahan pasang-surut maupun oleh angin yang sedang bertiup saat itu.

Dibandingkan dengan perairan lain di Indonesia maka konsentrasi klorofil-a di perairan Teluk Jakarta tergolong tinggi. Tingginya konsentrasi klorofil-a di perairan Teluk Jakarta dapat disebabkan oleh tingginya pasokan zat hara baik dari darat maupun dari pengaruh pasang surut dan pergerakan massa air. Tingginya konsentrasi klorofil-a di perairan Teluk Jakarta berhubungan erat dengan konsentrasi fosfat dan nitrat Tingginya konsentrasi klorofil-a di perairan Teluk Jakarta dapat menyebabkan tingginya laju produktifitas primer fitoplankton. Di perairan Teluk Jakarta laju produktifitas primer pada bulan Juli 2009 adalah 24.28 mg.C.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup> dengan kisaran antara 3.19 - 99.32 mg.C.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup>. Sedang laju rata-rata produktifitas primer pada bulan September 2009 adalah sebesar 29.78 mg.C.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup> dengan kisaran antara 9.72 - 62.51 mg.C.m<sup>-3</sup>.hari<sup>-1</sup>.





**Gambar 3. Grafik laju produktifitas primer (Juli\_2009 dan Sept.\_2009) pada setiap zona perairan (zona I: pantai, zona II: tengah, zona III: luar).**

### *Klorofil-a*

**Tabel 3. Nilai klorofil-a fitoplankton dalam bulan Juli 2009 dan September 2009.**

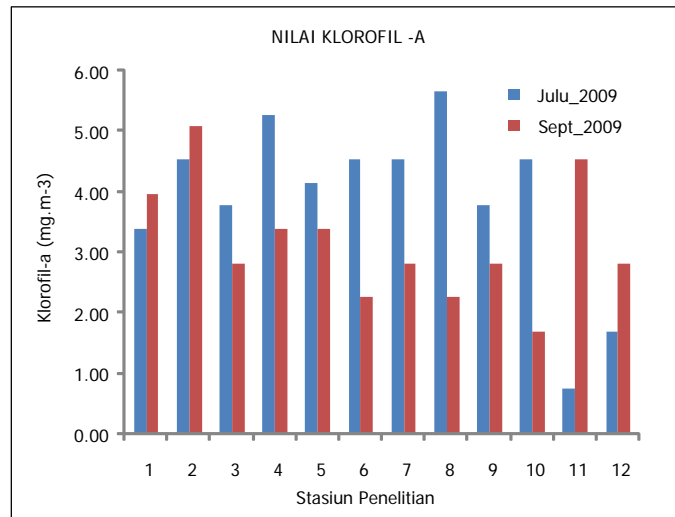
Stasiun	POSISI		JULI_2009	SEPTEMBER_2009
	Long	Lat	Klorofil-a (mg.m <sup>-3</sup> )	Klorofil-a (mg.m <sup>-3</sup> )
1	106.7289	-6.08315	3.39	3.96
2	106.8004	-6.08315	4.53	5.09
3	106.8723	-6.08315	3.77	2.83
4	106.9423	-6.08315	5.28	3.39
5	106.9432	-6.04479	4.15	3.39
6	106.8723	-6.04479	4.53	2.26
7	106.8004	-6.04479	4.53	2.83
8	106.7289	-6.04479	5.66	2.26
9	106.7289	-6.00068	3.77	2.83
10	106.8004	-6.00068	4.53	1.70
11	106.8723	-6.00068	0.75	4.53
12	106.9423	-6.00068	1.70	2.83
RERATA			3.88	3.16

### *Biomasa Fitoplankton*

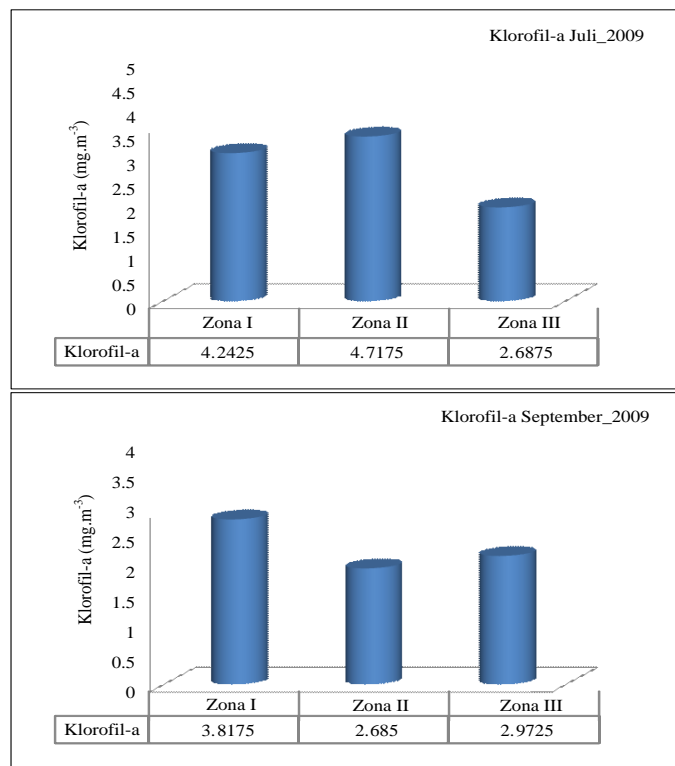
Untuk memahami ekologi fitoplankton adalah penting untuk mengetahui bagaimana kondisi biomassa, produktivitas dan struktur komunitasnya serta bagaimana kaitannya dengan kondisi lingkungan. Biomassa umumnya diartikan sebagai banyaknya zat hidup persatuan luas atau persatuan volume pada suatu saat tertentu. Informasi mengenai biomassa dan produktivitas fitoplankton sangat penting. Kesuburan suatu perairan pada hakekatnya ditentukan oleh besarnya produktivitas primer. Berbagai faktor lingkungan dapat mempengaruhi besarnya biomassa, produktivitas primer maupun struktur komunitas fitoplankton, baik yang bersifat memacu maupun yang menghambat (zat pencemar).



Dari hasil penelitian selama ini diketahui rata-rata biomasa atau kelimpahan fitoplankton dalam bulan Juli\_2009 adalah sebesar  $79.35 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3}$  dengan kisaran antara  $75.61 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3} - 208.65 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3}$  dimana kelimpahan tertinggi diketahui pada St.4 dan terendah tercatat pada St.10. Rata-rata kelimpahan pada bulan September 2009 adalah sebesar  $40.74 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3}$  dengan kisaran dari  $1.69 \times 10^6 - 184.32 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3}$  dimana kelimpahan tertinggi tercatat di St. 11 dan terendah di St.10 (Gambar 6). Hasil penghitungan biomasa fitoplankton di perairan ini ditampilkan pada Tabel 4,



Gambar 4. Grafik nilai klorofil-a fitoplankton pada bulan Juli\_2009 dan Sept.\_2009.

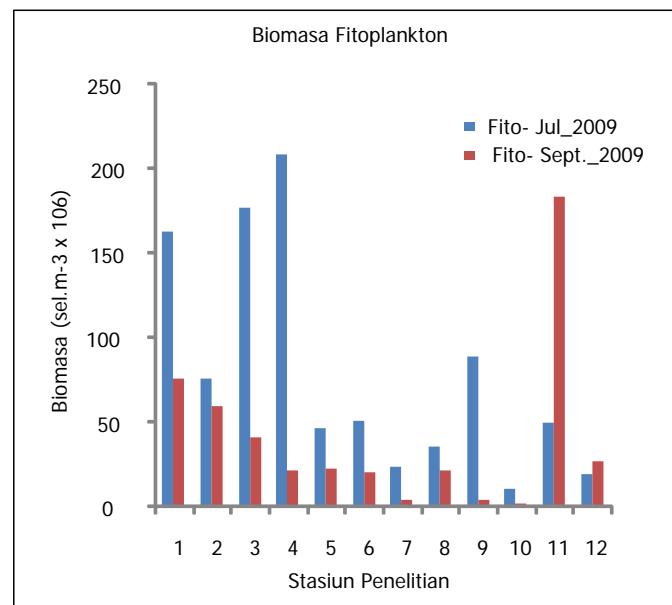


Gambar 5. Grafik nilai rata-rata klorofil-a pada setiap zona perairan (zona I: pantai, zona II: tengah, zona III: luar).

Berdasarkan pembagian wilayah perairan atas zona pantai, zona tengah dan zona laut maka nampak kelimpahan fitoplankton adalah lebih tinggi di zona pantai (Gambar 7). Kelimpahan fitoplankton diketahui lebih tinggi di wilayah dekat pantai (inshore) seperti halnya konsentrasi klorofil-a dan juga laju produktivitas primer. Dari keseluruhan diketahui rata-rata kelimpahan fitoplankton dalam bulan Juli\_2009 lebih tinggi daripada rata-rata kelimpahan dalam bulan September 2009 seperti tersaji pada Gambar 8.

**Tabel 4. Biomasa fitoplankton pada bulan Juli\_2009 dan Sept\_2009.**

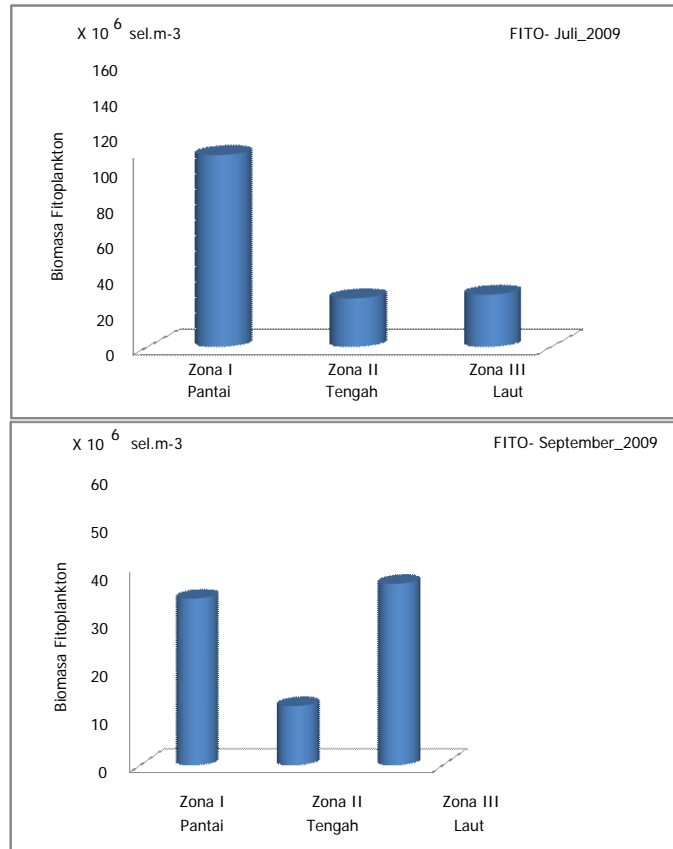
ST	POSISI		BIOMASA JULI_2009	BIOMASA SEPT_2009
	Long	Lat	Fito- (sel.m-3)	Fito- (sel.m-3)
1	106.7289	-6.08315	162,996,610.17	76,463,603.31
2	106.8004	-6.08315	75,609,756.10	60,186,763.64
3	106.8723	-6.08315	176,951,219.51	41,786,181.82
4	106.9423	-6.08315	208,650,406.50	21,585,454.55
5	106.9432	-6.04479	47,152,749.49	23,263,418.18
6	106.8723	-6.04479	51,568,228.11	21,188,363.64
7	106.8004	-6.04479	23,511,201.63	4,488,145.45
8	106.7289	-6.04479	35,767,820.77	22,147,490.91
9	106.7289	-6.00068	89,572,301.43	4,636,800.00
10	106.8004	-6.00068	11,356,415.48	1,694,254.55
11	106.8723	-6.00068	50,033,078.88	184,101,818.18
12	106.9423	-6.00068	19,056,910.57	27,321,212.12
NILAI RATA-RATA			79,352,224.89	40,738,625.53



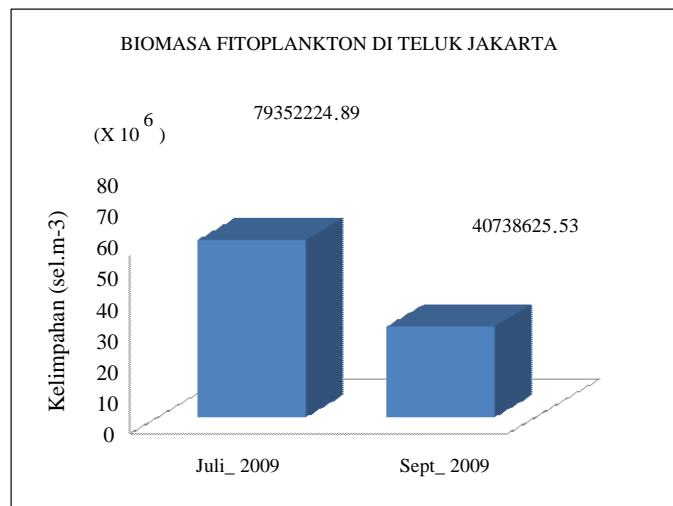
**Gambar 6. Grafik kelimpahan Fitoplankton disetiap stasiun penelitian**

### ***Komposisi Jenis Fitoplankton***

Komposisi jenis dapat menggambarkan keragaman atau jumlah spesies dalam suatu komunitas. Keragaman spesies ini dapat bertambah bila komunitas menjadi semakin stabil atau semakin berkurang bila lingkungan tidak stabil atau mengalami gangguan (Michael, 1994). Populasi fitoplankton di perairan Teluk Jakarta pada saat penelitian Juli\_2009 tersusun atas 21 marga diatom dan 8 marga dinoflagellata (total 29 marga). Sedang pada bulan Sept\_2009 populasi tersusun atas 8 marga dinoflagellata dan 18 marga diatom (total 26 marga).



Gambar 7. Grafik kelimpahan fitoplankton pada setiap zona atau wilayah perairan.

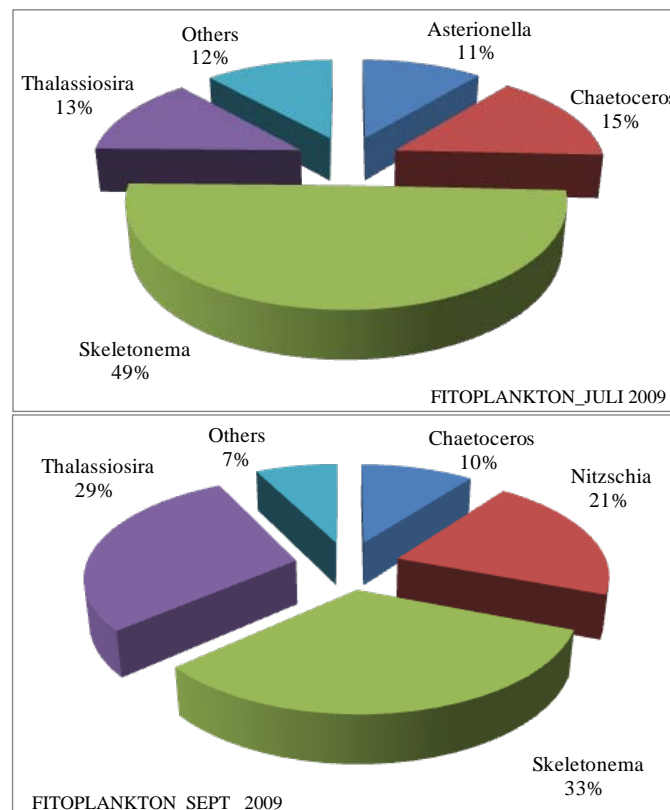


Gambar 8 . Grafik rata-rata kelimpahan fitoplankton pada Juli\_2009 dan Sept.\_2009

Fitoplankton predominan adalah merupakan jenis fitoplankton yang tergolong cukup banyak atau mendominasi populasi dengan kelimpahan relatif lebih besar atau sama dengan 10 %. Jenis-jenis predominan merupakan kelompok yang penting karena jenis predominan ini memegang peranan dan dapat dipakai sebagai indikator biologi bagi suatu perairan. Dari keseluruhan marga fitoplankton yang predominan di Teluk Jakarta (dengan kelimpahan relatif diatas 10 persen) pada penelitian Juli\_2009 tercatat sebanyak tiga marga yaitu *Skeletonema* (49%), *Chaetoceros* (15%), *Thalassiosira* (13%) dan *Asterionella* (11%) sedang marga lainnya

tercatat dibawah 10%. Sedang dalam penelitian bulan Sept\_2009 marga fitoplankton yang predominan juga tercatat tiga marga yaitu *Skeletonema* (33%), *Thalassiosira* (29%), *Nitzschia* (21%) dan *Chaetoceros* (10%). Pada periode ini marga *Thalassiosira* mengalami peningkatan kelimpahan dari 13% (Juli\_2009) menjadi 29% (Sept\_2009) sementara *Skeletonema* menurun kelimpahannya. Komposisi jenis fitoplankton predominan dalam bulan Juli\_2009 dan Sept\_2009 di Teluk Jakarta seperti terlihat pada Gambar 9.

Seiring dengan pergantian musim maka sering diikuti dengan pergantian dominansi jenis fitoplankton atau terjadi suksesi intra spesies fitoplankton. Komunitas fitoplankton akan mengalami perkembangan atau dinamika seiring dengan perubahan komponen fisiko-kimia dan kompetisi dalam ekosistem. Suksesi merupakan suatu cara umum perubahan progressif dalam komposisi jenis suatu komunitas yang sedang berkembang. Suksesi komunitas plankton pada umumnya terjadi secara bertahap yang disebabkan oleh reaksi biotik dan berlangsung melalui sederetan tahapan dari tahapan pelopor menuju tahapan klimaks. Suksesi jenis fitoplankton pada umumnya sangat tergantung pada musim (*seasonally dependent*) dan perubahan ekosistem oleh bahan cemaran. Perubahan dalam komunitas dapat terjadi akibat adanya interaksi antara organisme plankton dan lingkungannya. Perubahan ini dikenal sebagai "suksesi autogenik" (*self-driven*) yang terjadi karena adanya interaksi antara plankton dan lingkungan (Mackenzie, *et.al.*, 2001). Sedang "suksesi allogenik" diakibatkan faktor eksternal lingkungan, seperti perubahan iklim jangka panjang, atau perubahan lingkungan dalam periode tertentu seperti akresi sedimen.



**Gambar 9. Diagram pie kelimpahan relatif jenis fitoplankton yang predominan di perairan Teluk Jakarta (Juli 2009 dan September 2009).**

Di Teluk Jakarta marga fitoplankton yang paling dominan dalam periode penelitian ini terutama dari kelompok diatom marga *Skeletonema*. Jenis ini tergolong marga fitoplankton yang umum ditemukan (*common genera*) terutama melimpah pada musim dengan curah



hujan rendah dan akan terjadi suksesi *autogenic* oleh jenis fitoplankton lain seperti *Chaetoceros*. Di perairan Teluk Jakarta pada umumnya marga *Skeletonema* dan *Chaetoceros* sering ditemukan sebagai marga fitoplankton dengan kelimpahan tinggi dan antara kedua jenis ini fitoplankton berlangsung suksesi autogenik. Akan tetapi dalam penelitian ini suksesi belum terlihat dengan jelas walaupun sudah berlangsung pergantian musim. Akan tetapi perubahan kelimpahan *Skeletonema* terlihat menurun dari 49 % (Juli\_2009) menjadi 33 % (Sept\_2009). Keberadaan kedua marga dominan ini ada hubungannya dengan musim yang berlangsung pada saat itu. Dalam musim hujan populasi fitoplankton pada umumnya didominasi oleh *Chaetoceros* dan pada musim kering cenderung didominasi oleh marga *Skeletonema*. Dari pengamatan selama ini kedua jenis fitoplankton tersebut memegang peranan penting dan merupakan "*common species*" di perairan Teluk Jakarta.

### KESIMPULAN

Laju produktivitas primer fitoplankton di perairan Teluk Jakarta pada bulan Juli 2009 diketahui lebih rendah dari laju produktivitas primer bulan Sept\_2009. Laju rata-rata produktivitas primer pada bulan Juli\_09 adalah sebesar  $24.28 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{hari}^{-1}$  dengan kisaran antara  $3.19 - 99.32 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{hari}^{-1}$ . Sedang laju rata-rata produktivitas primer pada bulan September 2009 diketahui sebesar  $29.78 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{hari}^{-1}$  dengan kisaran antara  $9.72 - 62.51 \text{ mgC.m}^{-3}.\text{hari}^{-1}$ . Secara umum produktivitas primer di perairan Teluk Jakarta cukup tinggi dibandingkan beberapa lokasi perairan lainnya di Indonesia.

Konsentrasi klorofil-a dalam bulan Juli\_2009 sedikit lebih tinggi dari konsentrasi klorofil-a dalam bulan Sept\_2009. Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a pada fitoplankton dalam bulan Juli\_2009 diketahui sebesar  $3.88 \text{ mg.m}^{-3}$  dengan kisaran antara  $0.75 - 5.66 \text{ mg.m}^{-3}$ , sedang nilai rata-rata pada bulan Sept\_2009 tercatat sebesar  $3.16 \text{ mg.m}^{-3}$  dengan kisaran antara  $1.70 - 5.09 \text{ mg.m}^{-3}$ . Kelimpahan fitoplankton dalam bulan Juli\_2009 lebih tinggi dari kelimpahan dalam bulan Sept\_2009. Rata-rata biomasa atau kelimpahan fitoplankton dalam bulan Juli\_2009 adalah sebesar  $79.35 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3}$  dengan kisaran antara  $75.61 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3} - 208.65 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3}$  sedang rata-rata kelimpahan pada bulan September 2009 adalah sebesar  $40.74 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3}$  dengan kisaran  $1.69 \times 10^6 - 184.32 \times 10^6 \text{ sel.m}^{-3}$ .

Komposisi fitoplankton yang dominan dalam bulan Juli\_2009 tercatat sebanyak empat marga yaitu *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Thalassiosira*, dan *Asterionella* sedang dalam bulan Sept\_2009 marga fitoplankton yang dominan tercatat empat marga yaitu *Skeletonema*, *Thalassiosira*, *Nitzschia*, dan *Chaetoceros*.

Dapat disimpulkan bahwa perairan Teluk Jakarta tergolong perairan dengan tingkat kesuburan cukup tinggi dilihat dari laju produktivitas primer dan kelimpahan fitoplanktonnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arief, D. 1980. Keadaan suhu permukaan air laut dan suhu udara di perairan Teluk Jakarta. Dalam: Teluk Jakarta. N-LIPI Jakarta: 69 – 86 hal
- Bulloch, D. K. 1989. The Wosted Ocean, The aminous crisis of marine pollution and how to stop it, hyons borford, Pub. : 150 pp.
- Nybakken, J. W 1988. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologi. Alih bahasa oleh M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo. Gramedia Jakarta : 459 hal.
- Postma, H. 1967. In: Estuaries (G.H. Lauff, ed.,) Rept.83, Am.Ass. Adv.Sci., Washington,D.C. : pp. 158-179.
- Redfield, A. C. 1934. On the proportion of organic derivatives in sea water and their relation to the composition of plankton. James Johnstone Memorial volume (Liverpool), pp. 176
- Ryther, J. H and D. W. Menzel. 1965. On the production, composition, and the distribution of organic matter in the West Arabian Sea. Deep-Sea. 12, 199-209.



- Santosa, W; Aboejoewono, J. Bilal dan I. Bachtiar 1977. Inventarisasi kualitas air permukaan daerah Teluk Jakarta timur. Dalam : Teluk Jakarta. Sumber Daya, Sifat-sifat Oseanologis, serta Permasalahannya ( M.Hutomo, K Romimohtarto dan Burhanuddin eds). LON-LIPI Jakarta 197 – 218 hal
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1968. A Pratical Handbook of Sea water analysis. Fish Resh, Board. Canada Bull. 167 – 534.
- Suharsono 2002. Status pencemaran di Teluk Jakarta dan saran pengelolaannya, Prosiding Simposium Interaksi Daratan dan Lautan-LIPI, Jakarta
- Susana, T. 1999. Konsentrasi N-ammonia di muara-muara sungai perairan Teluk Jakarta Dalam : “Pesisir dan Pantai Indonesia III” (D.P.Praseno, W.S.Atmaja, I.Supangat, Ruyitno, dan B.S.Sudibjo). Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi –LIPI : 61 – 68.
- US Navy Hidrographic Office 1959. Introduction manual for oceanographic observation. H.O. Publ. 607, Washington, D.C.
- Giesenhausen, H.C. and H.G. Hoppe. 1991. Seasonal variation in bacterial activity in the near-bottom water layer of Kiel Bight. Kieler Meeresforschungen, 8: 14 -19
- Hobbie, J.E., R.J. Daley and S. Jasper., 1977. Use of nucleopore filters for counting by fluorescence microscopy. Appl. Environm. Microbiol. 3:1125 – 1128.
- Kahler, P. 1991. Eutrophication and sediment denitrification in coastal marine waters, the example of Kiel Bight. . Kieler Meeresforschungen, 8:112 – 116
- Rheinheimer, G.1977. Microbial ecology of brackish water environment. Springer Verlag, Berlin.
- Seeley, H.W. and P.J. Van Denmark, 1972. Microbes in action. A laboratory manual of Microbiology. 2<sup>nd</sup> edition. W.H. Freeman and Company. USA. 180 p.
- Solic, M and N. Krstulovic. 1991. Distribution of heterotrophic bacteria as affected by eutrophication and fluctuation of environmental factors. Kieler Meeresforschungen, 8:. 59 – 65
- Vosjan, J.H. and G. Niewland, 1987. Microbial biomass and respiration activity in the surface waters of the East Banda Sea and Northwest Arafura Sea (Indonesia) at the time of the Southeast monsoon. Limnol. Oceanogr.32: 767-775
- Nybakken, J. W, 1988. *Marine Biology and Ecology Approach*, 459 p.
- Presscott, G.W. 1969. "The Algae, a Review". Nelson: 338 pp.
- Strickland, J. D. H and T. R. Parson 1968. A Practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Board. Canada, Bull.* 167: 1 – 3



# INVENTARISASI UDANG JERBUNG (*Penaeus merguensis* de Man) DI PERAIRAN PONTIANAK, KALIMANTAN BARAT SEBAGAI SALAH SATU KANDIDAT CALON INDUK DALAM BUDIDAYA

**Eni Kusrini**

*Balai Riset Budidaya Ikan Hias, Jl. Pancoran Mas No.13 Depok, Jawa Barat*  
E-mail: [ennyperikanan@yahoo.com](mailto:ennyperikanan@yahoo.com)

Udang jerbung (*Penaeus merguensis* de Man) merupakan salah satu udang Penaeid yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Penyebaran udang tersebut cukup luas khususnya di perairan di Indonesia mulai dari perairan Sumatera sampai Papua. Produksi udang jerbung ini masih mengandalkan dari tangkapan alam. Pembenuhan maupun budidayanya sampai saat ini belum digalakkan. Untuk merintis pembudidayaan udang ini, maka perlu dilakukan inventarisasi pada masing-masing populasi yang ada guna mendapatkan calon induk yang dapat digunakan untuk sumber induk, pelestarian plasma nutfah, dan konservasi spesies ini. Salah satu produksi udang jerbung yang besar adalah perairan Pontianak. Penelitian ini dilakukan dengan metode survai dengan menangkap sampel langsung dari alam. dan analisis secara deskriptif untuk fenotipnya, sedangkan untuk genotipnya dilakukan secara molekuler. Hasil analisis diperoleh bahwa udang-udang jerbung yang ditangkap di perairan Pontianak, mencapai ukuran bobot rata-rata  $\pm 25,214$  g, panjang rata-rata  $\pm 160,133$  mm. analisis yang dilakukan secara molekuler dengan mtDNA 16S RNA didapatkan 537 bp dan setelah disekuensing didapatkan 480 bp yang dapat terbaca. Analisis homologi sekuens menggunakan *blastN* menunjukkan bahwa persentase kemiripan udang jerbung hasil penelitian dengan *F. merguensis* yang ada di Bank Gen berkisar 98%.

Katakunci : *Penaeus merguensis*, Pontianak, inventarisasi

## PENDAHULUAN

Udang jerbung (*Penaeus merguensis* de Man) merupakan salah satu udang Penaeid yang mempunyai nilai ekonomis tinggi baik di pasar lokal maupun ekspor. Udang jerbung yang merupakan salah satu sumber protein hewani mempunyai harga per kg hasil tangkapan dari alam kualitas ekspor dapat mencapai Rp 90.000,-. Produksi udang jerbung sampai saat ini masih mengandalkan hasil tangkapan alam, yang apabila berlangsung terus menerus lambat laun akan mengakibatkan stok udang jerbung di alam menipis. Distribusi udang jerbung meliputi hampir seluruh laut Indonesia mulai dari laut Sumatera sampai Papua. Dimana daerah-daerah tertentu mempunyai potensi sentra produksi dan budidaya udang jerbung di antaranya adalah perairan laut Pontianak, Kalimantan Barat.

Eksplorasi udang jerbung yang dilakukan secara terus menerus untuk memenuhi produksi dan kebutuhan pasar. Usaha domestikasi untuk mendapatkan sumber induk dan benih yang bermutu tinggi belum dikembangkan. Untuk itu, perlu diketahui kondisi populasi yang terdapat di alam sebagai populasi liar perlu diketahui sebagai informasi penting dalam kegiatan domestikasi. Pengumpulan informasi atau data dasar genetik dari suatu spesies adalah suatu syarat awal yang diperlukan untuk menentukan perbedaan genetik atau kekerabatan yang dimilikinya. Data hubungan kekerabatan atau perbedaan genetik atau jarak genetik masing-masing spesies akan sangat membantu dalam perumusan kebijakan pengelolaan budidaya maupun konservasi sumber daya genetik di alam dan acuan program pemuliaan guna mendapatkan induk dan benih yang baik. Pemanfaatan udang jerbung sudah berada pada tingkat mengkhawatirkan yang ditandai dengan menurunnya populasi di alam. Dengan demikian pendataan kegiatan pelestarian plasma nutfah udang jerbung di alam harus segera dilakukan.



## METODOLOGI

Penelitian dilakukan di lepas pantai Pontianak, Kalimantan Barat dengan bantuan nelayan setempat, menggunakan trammel net sebagai alat tangkap. Udang jerbung yang tertangkap bervariasi ukuran dan umur. Sampel udang selanjutnya diamati secara morfologi dengan cara mengukur bagian-bagian tubuh udang mulai dari rostrum sampai telson sebanyak 22 parameter pengukuran. Bagian-bagian tubuh mengenai ukuran lebar dan panjang karapas menggunakan kaliper dengan ketelitian 0,01 cm dan penggaris dengan ketelitian 0,5 g. Selain diadakan pengukuran untuk mengetahui morfologi udang jerbung yang terdapat di populasi perairan Pontianak, juga dianalisis secara molekuler untuk mengetahui spesies udang jerbung tersebut. Pengamatan secara molekuler diambil dari bagian mitokondria dengan daerah 16S ribosomal. Isolasi DNA dari jaringan pleopod dengan metode Ovenden (2000) yang dimodifikasi. DNA yang didapatkan selanjutnya dilakukan PCR dan dianalisis sekuennya. Hasil analisis sekuens sejajarkan dengan udang-udang *P. merguensis* yang telah ada di Gen Bank dan sekuens tersebut dianalisis dengan BLASTN. Selain itu panjang sekuens yang didapatkan dilakukan pensejajaran berganda.

## HASIL DAN BAHASAN

Udang jerbung yang ditangkap di perairan Pontianak mempunyai ukuran yang bermacam-macam berdasarkan ukuran dan umur (Gambar 1). Hasil pengukuran yang terdiri atas 21 parameter disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Rata-rata hasil pengukuran udang jerbung (*Penaeus merguensis* de Man) yang ditangkap diperaian Pontianak, Kalimantan Barat**

Parameter	Rata-rata hasil pengukuran
panjang karapas parsial	33,551
kedalaman karapas	20,948
lebar karapas	22,835
panjang ruas pertama	17,305
panjang ruas kedua	16,130
panjang ruas ketiga	16,202
panjang ruas keempat	16,384
lingkar abdomen anterior	14,695
panjang ruas kelima	12,509
panjang ruas keenam	21,616
lingkar abdomen posterior	11,366
kedalaman ruas keenam	16,677
panjang total	160,133
panjang standar	81,457
Rostrum	40,109
Prosertema	28,105
Eksopod	23,189
Endopod	30,039
Telson	19,966
bobot tanpa kepala	17,464
bobot total	25,214

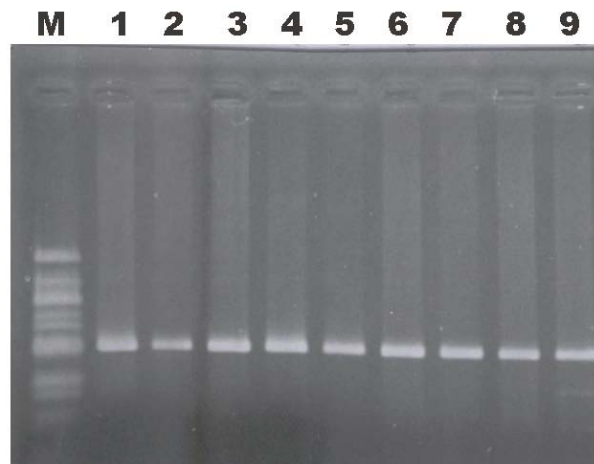
Udang-udang yang tertangkap sebelum dianalisis lebih lanjut diawetkan dalam alkohol 95%. Pengukuran morfologi dilakukan di laboratorium untuk mengetahui variasi ukuran antar individu. Dengan diketahuinya ukuran-ukuran udang tersebut dapat diduga keragaan udang jerbung di perairan tersebut.



**Gambar 1. Udang jerbung (*Penaeus merguensis*) yang tertangkap di perairan Pontianak**

Hasil pengukuran ke-21 parameter morfologi tersebut menunjukkan bahwa ukuran udang yang tertangkap rata-rata 25,214 g. Berdasarkan ukuran bobot tersebut udang di perairan Pontianak termasuk besar-besar untuk ukuran konsumsi dan pasar. Berdasarkan survei pasar udang-udang jerbung hasil tangkapan daerah Pontianak mempunyai harga Rp 80.000,-.

Selain berdasarkan analisis morfologi sampel udang jerbung yang ditangkap dianalisis molekuler dengan metode sekuensing. Hasil PCR diperoleh panjang basa memperlihatkan posisi sekitar 537 bp (Gambar 2). Dengan menggunakan primer yang sama, fragmen 16S rRNA mtDNA tersebut disekuensing dan salah satu contoh hasil kromatografi fragmen 16S rRNA mtDNA berserta hasil pembacaannya ditampilkan pada Gambar 3. Selanjutnya hasil sekuensing yang berupa susunan asam basa disejajarkan berganda antar spesies (Gambar 4). Susunan nukleotida dianalisis dengan BLASTN dan mendapatkan similaritas sebesar 98% (Gambar 5).



**Gambar 2. Hasil analisis mt DNA daerah 16S RNA udang jerbung dari perairan Pontianak**

Selama 2 bulan dilakukan pengambilan sampel tidak setiap hari didapatkan udang jerbung tersebut. Kadang-kadang dua hari sekali tetapi tidak menutup kemungkinan seminggu sekali ataupun 10 hari sekali. Hal tersebut terjadi sudah sejak beberapa tahun sebelum tahun 2000, produksi udang hampir setiap hari banyak, dengan ukuran yang relatif seragam (konsumsi) (komunikasi pribadi dengan nelayan setempat, 2008).

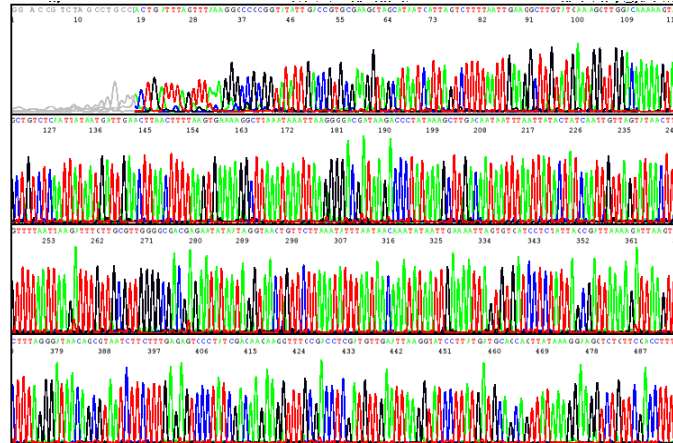


**Tabel 2. Hasil sekuensing mt DNA udang jerbung asal Pontianak dianalisis homologi dengan BLAST N didapatkan hasil 98%**

Accession	Description	Max score	Total score	Query coverage	E value	Max ident
AF401305.1	<i>Fenneropenaeus silasi</i> 16S large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	881	881	100%	0.0	98%
AF335279.2	<i>Fenneropenaeus indicus</i> 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	880	880	100%	0.0	98%
AY264912.1	<i>Fenneropenaeus penicillatus</i> 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	859	859	96%	0.0	98%
AY143982.1	<i>Fenneropenaeus merguensis</i> from Philippines 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	856	856	93%	0.0	99%
AY143981.1	<i>Fenneropenaeus merguensis</i> from Australia 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	848	848	93%	0.0	99%
AY143984.1	<i>Fenneropenaeus merguensis</i> from China 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	845	845	93%	0.0	99%
AF279814.1	<i>Fenneropenaeus merguensis</i> 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	843	843	92%	0.0	99%
AF310157.1	<i>Penaeus chinensis</i> 16S ribosomal RNA, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	837	837	99%	0.0	97%
AY143983.1	<i>Fenneropenaeus merguensis</i> from Singapore 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	833	833	93%	0.0	98%
AY143985.1	<i>Fenneropenaeus merguensis</i> from China 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	828	828	93%	0.0	98%
AF245113.1	<i>Penaeus chinensis</i> 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial gene for mitochondrial product	822	822	97%	0.0	97%
DQ079731.1	<i>Penaeus semisulcatus</i> voucher KC1269 16S ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial	726	726	82%	0.0	98%

Sehubungan dengan hal tersebut, lambat laut akan terjadi krisis produksi udang jerbung kalau penangkapan yang berlebihan secara terus menerus dan upaya pengelolaan penangkapan serta usaha untuk merintis budidayanya. Mengingat udang jerbung ini mempunyai potensi untuk dikembangkan secara budidaya. Udang jerbung yang mempunyai ketahanan terhadap penyakit bagus, dapat matang gonad, dan memijah dari induk hasil budidaya tambak. Pemeliharaan larva relatif mudah dengan laju pertumbuhan yang cepat, toleran pada kisaran salinitas serta temperatur yang lebar, tingkat variabilitas ukuran rendah, dan kebutuhan pasar stabil. Oleh karena itu kegiatan pembenihan udang jerbung harus digalakkan sehingga kegiatan budidayanya maju (Hoang, 2001).

Oleh karena itu, penyediaan induk dari budidaya udang jerbung hendaknya segera dikembangkan. Hal ini perlu dilakukan dengan tujuan untuk mencegah eksploitasi yang berlebihan dan untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat sehingga dapat dipenuhi dari produksi budidaya. Usaha penyediaan induk ini dapat dimulai dengan domestikasi dan seleksi. Selanjutnya keberhasilan domestikasi jenis udang tersebut akan mendukung keberhasilan budidaya melalui penyediaan benur yang bermutu.



ACTGATTTAGTTTAAAGGGCCGCGGTATATTGACCGTGC GAAGGTAGCATAATCATTAGTCTTTTAAATGAAGGCT  
 TGTATGAAAGGTTGGACAAAAAGTAAGCTGTCTCAATTATAATGATTGAACTTAACTTTTAAGTAAAAGGCTTAA  
 ATAAATTAAGGGGACGATAAGACCTATAAAGCTTGACAATAATTTAATTATACTATCAATTGTTAGTATAACTTGG  
 TTTTAAATTAAGATTTGTTGCGTTGGGGCGACGAGAATATAATAGTAACTGTTCTTAAATATTTAATAACAAATATA  
 ATTGAAAATTAGTGTGATCCTCTATTAGCGATTAAGATTAAGTTACTTTAGGGATAACAGCGTAATCTTCTTTGA  
 GAGTCCCTATCGACAAGAAGTTTGGACCTCGATGTTGAATTAAGGTATCCTTATGATGCAGCAGTTATAAAGGA  
 AGGTCTGTTGACCTTTAAATCCTTACATGATC

Gambar 3. Hasil analisis sekuensing mt DNA daerah 16S RNA

P1. txt	1	-----GGACCGCTAGCCCTGCC-ACT	20
P10. txt	1	GAAAAGTTCGACAGACCTTCCTTTATAACTGCTGCATCATAAGGATACCTTAATTCAACA	60
P12. txt	1	-----GAAATTTTTAATAAAAAACCGGAGTCTTGGCT-CCAACA	40
P21. txt	1	-----TTGTTTTAGGTCTTGCCTGCCACT	27
P6. txt	1	GGGTACGTCGAC-GACCTTCCTTTATAACTGCTGCATCATAAGGATACCTTAATTCAACA	59
P1. txt	21	GA-TTTAGTTTAAAGGGCCGCGGTATATTGACCGTGC GAAGGTAGCATAATCATTAGTCT	79
P10. txt	61	TCGAGTTCGCAAACTTCTTGTGATGTGGACTCT--CAAAGAAGATTACGGTGTATCC	118
P12. txt	41	GAGTTAGTTTAAAGGGCCGCGGTATATTGACCGTGC GAAGGTAGCATAATCATTAGTCT	100
P21. txt	28	GA-TTTAGTTTAAAGGGCCGCGGTATATTGACCGTGC GAAGGTAGCATAATCATTAGTCT	86
P6. txt	60	TCGAGTTCGCAAACTTCTTGTGATGTGGACTCT--CAAAGAAGATTACGGTGTATCC	117
P1. txt	80	TTAATTAAGG-CTTGTATGAAAGGTTGGACAAAAAGTAAGGCTG--TCTCAATTATA	136
P10. txt	119	CTAAGTTAACTTAATCTTTAATCGCTA-ATAGAGGATCACACTAATTTTCAATTATA	177
P12. txt	101	TTAATTAAGGCTTGTATGAATGGTTGGACAAAAAGTAA-GCTG--TCTATAATA	157
P21. txt	87	TTAATTAAGG-CTTGTATGAATGGTTGGACAAAAAGTAAGCTG--TCTCAATTATA	143
P6. txt	118	CTAAGT-AACTTAATCTTTAATCGCTA-ATAGAGGATCACACTAATTTTCAATTATA	175
P1. txt	137	TG-ATGAACTTAACTTTAAGTAAAAGGCTTAAATAAATTAAGGGGACGATAAGACCC	195
P10. txt	178	T--TGTTATTAATATTTAAGAACGTTACCTAT-TATATTCTCGTCCGCCCAA--CGC	231
P12. txt	158	TGATTGAACCTTAATAT-----	174
P21. txt	144	TG-ATGAACTTAACTTTAAGTAAA--	169
P6. txt	176	T--TGTTATTAATATTTAAGAACGTTACCTAT-TATATTCTCGTCCGCCCAA--CGC	229
P1. txt	196	TATAAGCTTGACAAATAAATFAA-TTATACTATCAATTGTTAGTATAACTGGGTTTAA	254
P10. txt	232	AACAAATTTAATTAATAAACCAAAGTTACACTAA CAATTGATAGTATAA-TTAAATTATG	290
P12. txt	174	-----	174
P21. txt	169	-----	169
P6. txt	230	AACAAATTTAATTAATAAACCAAAGTTACACTAA CAATTGATAGTATAA-TTAAATTATG	288
P1. txt	255	TTAAGATTTGTTGCGTTGGGGCGACGAG--AATATAAT-AGGTAACGTCTTAAATAT	311
P10. txt	291	TCAAGCTTTATAGGCTTATCGTCCCTTAAATTTAAGCTTTTCACTTAAAGTT	350
P12. txt	174	-----	174
P21. txt	169	-----	169
P6. txt	289	TCAAGCTTTATAGGCTTATCGTCCCTTAAATTTAAGCTTTTCACTTAAAGTT	348
P1. txt	312	TAAT--AACAAATATAATTGAAAATAGTGTGATCCTCTATT-AGCGATAAAAAGTAA	368
P10. txt	351	AAATCAATTATTATAATGAGAC--AGCTT-ACTTTTGTCCAACCATTCATACAGCC	407
P12. txt	174	-----	174
P21. txt	169	-----	169
P6. txt	349	AAGTCAATTATTATAATGAGAC--AGCTTACTTTTGTCCAACCATTCATACAGCC	406
P1. txt	369	GTTACCTTTAGGGATAACAGCGTAATCTTCTTGTAGAGTCCCTATCGACAAGAGGTTG	428
P10. txt	408	TTCAATTAAGAATAAT-GATTATGCTACCTTCGACGGTCAATATACC-GCGGCCCT	465
P12. txt	174	-----	174
P21. txt	169	-----	169
P6. txt	407	TTCAATTAAGAATAAT-GATTATGCTACCTTCGACGGTCAATATACC-GCGGCCCT	464
P1. txt	429	CGACCTCGATGTTGAATTAAGGTATCCTTATGATGCAGCAGTTATAAAGGAAGTCTGT	488
P10. txt	466	TAAACTAAATCAGTGGGCAGGCTAGACTTTATATA-ACAA-TCATATAGACATGTTTTG	523
P12. txt	174	-----	174
P21. txt	169	-----	169
P6. txt	465	TAACTAAATCAGTGGGCAGGCTAGACTTTATATA-ACAAATCATATAGACATGTTTTG	523
P1. txt	489	CGACCTTTAAATCCTTACATGATCCTTTCCCGCAGCGAATATACCCCAAAAAA	548
P10. txt	524	TAAAAACAGGCGR-----	537
P12. txt	174	-----	174
P21. txt	169	-----	169
P6. txt	524	AAAAAACAGGCGAAGTCCGGTCTGAATCAAAATCATGTTTTTGTAAACAGGCGCG	583
P1. txt	549	AAAAAACTTTTGTGGAGTTCGGGGCCGGGGCGGGGGGGG	591
P10. txt	537	-----	537
P12. txt	174	-----	174
P21. txt	169	-----	169
P6. txt	584	GTATAAATCAAAT-----	597

Gambar 4. Pensejajaran berganda hasil sekuensing didapatkan banyak susunan nukleotida yang berbeda



Haryanti *et al.* (2005) bahwa teknik pembenihan udang jerbung perlu segera direalisasikan mengingat udang tersebut mempunyai kesempatan untuk dibenihkan secara independen tanpa bergantung pada induk alam. Udang jerbung dapat menjadi kandidat untuk program domestikasi atau selektif breeding untuk produksi induk yang memiliki pertumbuhan cepat dan tahan penyakit serta peningkatan biodiversitas spesies budidaya sehingga lebih memantapkan produksi udang secara industrial.

### KESIMPULAN

1. Udang jerbung yang ditangkap di perairan Pontianak, Kalimantan Barat sangat bervariasi berdasarkan pengukuran karakter morfologi baik untuk ukuran maupun umur.
2. Udang jerbung yang tertangkap di perairan Pontianak berdasarkan analisis molekuler juga memberikan berbagai variasi untuk susunan asam basanya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Haryanti, S.B. Moria, G.N. Permana, K. Wardana, dan A. Mozaki. 2005. Pembenihan *Penaeus semisulcatus*/*Penaeus merguensis* serta pemantapan teknik pembenihan *Litopenaeus vannamei* melalui kontrol biologi. *Laporan Proyek Penelitian*. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol. 17 pp.
- Hoang, T. 2001. The Banana prawn-the right species for shrimp farming. *J. World Aquaculture Soc.*, 32(4): 40-43.
- Komunikasi Pribadi, 2008.
- Ovenden, J.R. 2000. Development of Restriction Enzyme Markers for Red Snapper (*Lutjanus erythropterus* and *Lutjanus malabaricus*) Stock Discrimination using Genetic Variation in Mitochondrial DNA. *Molecular Fisheries Laboratory, Southern Fisheries Center*, 18 pp.



# BIOTEKNOLOGI



## ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PENDEGRADASI FENOL DARI LIMBAH CAIR KILANG MINYAK PT PERTAMINA UP IV CILACAP

**Purwati, Dian Riana Ningsih, dan Ani Retnowati**

*Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : deeyan\_bik@yahoo.com*

Limbah cair kilang minyak PT Pertamina UP IV Cilacap merupakan salah satu limbah dari lingkungan lapangan minyak di Indonesia yang mengandung fenol dalam kadar tinggi. Fenol bersifat toksik, dan jika terabsorpsi oleh kulit dalam jumlah yang relatif besar dapat menyebabkan kematian. Limbah fenol dapat didegradasi menggunakan teknik biodegradasi. Mekanisme biodegradasi fenol dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain kadar fenol, pH, waktu kontak dan jenis mikroorganisme yang digunakan. Penelitian bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi bakteri dari limbah cair kilang minyak PT Pertamina UP IV Cilacap yang memiliki potensi dalam mendegradasi fenol. Isolasi bakteri diawali dengan menginokulasikan kultur bakteri pada medium NA+1% NaCl selama waktu inkubasi 2x24 jam. Isolat terpilih yang mampu tumbuh dalam medium NA+1% NaCl digunakan dalam penentuan kadar fenol optimum menggunakan metode kekeruhan atau turbidimetri. Isolat yang mampu tumbuh pada kadar fenol optimum dikarakterisasi melalui identifikasi bakteri, penentuan pH, serta waktu kontak optimum. Jumlah fenol sisa hasil degradasi ditentukan dengan metode spektrofotometri menggunakan kurva kalibrasi atau persamaan garis regresi larutan standar fenol pada panjang gelombang 500 nm. Jumlah fenol terdegradasi adalah jumlah fenol awal dari larutan kontrol dikurangi jumlah fenol sisa hasil degradasi larutan sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik isolat bakteri SS1 yang berhasil diisolasi dari limbah cair kilang minyak PT Pertamina UP IV Cilacap adalah genus *Pseudomonas*. Isolat *Pseudomonas* SS1 mampu tumbuh secara optimum pada kadar fenol sebesar 100 mg/l. Uji aktivitas menunjukkan bahwa isolat *Pseudomonas* SS1 memiliki pH optimum sebesar 7,0 dengan kemampuan mendegradasi fenol sebesar 2,6553 mg/l (59%), serta waktu kontak optimum pada masa inkubasi jam ke-30 dengan kemampuan mendegradasi fenol sebesar 5,3922 mg/l (98,74%).

Keywords : *isolate, characterizes, phenol degradation and biodegradation technique*

### PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang sangat cepat menyebabkan meningkatnya jumlah limbah (polutan) yang berakibat pada pencemaran lingkungan. Industri pengolahan minyak bumi merupakan salah satu jenis industri yang menghasilkan limbah cair. Limbah cair hasil pengolahan minyak bumi ini banyak mengandung senyawa organik yang akan mencemari perairan. Salah satu bahan pencemar dalam limbah minyak bumi yang sering menimbulkan masalah adalah hidrokarbon aromatis, terutama fenol dan derivatnya.

Senyawa fenol di alam mengalami proses transformasi kimia, biokimia dan fisika (Rustamsjah, 2001; Bouwer, 1992). Proses alami yang terjadi sangat tidak mencukupi dalam menuntaskan segala permasalahan yang timbul. Teknologi biodegradasi secara sederhana merupakan usaha untuk menguraikan suatu senyawa berbahaya yang terdapat pada lingkungan tercemar melalui reaksi enzimatik yang diperantarai oleh mikroorganisme. Tiga prinsip dalam teknologi biodegradasi yaitu pelepasan langsung mikroorganisme ke lingkungan terkontaminasi, peningkatan kemampuan mikroorganisme *indigenous* (asli) dan penggunaan mikroorganisme dalam reaktor khusus (Suryanto, 2003). Teknik biodegradasi melalui pemanfaatan mikroorganisme yang mampu mendegradasi senyawa pencemar merupakan cara yang paling potensial, efektif dan hampir tidak memiliki efek samping terhadap lingkungan.

Mikroorganisme dalam proses biodegradasi mampu menguraikan senyawa hidrokarbon seperti fenol melalui reaksi oksidasi enzimatik, sehingga terjadi perusakan cincin aromatik hidrokarbon oleh enzim yang terdapat pada mikroorganisme melalui proses oksidasi ikatan



rantai C yang bersifat aerobik. Proses degradasi fenol menggunakan mikroorganisme sangat bergantung pada konsentrasi fenol, waktu kontak, pH dan jenis mikroorganisme yang digunakan. Jumlah nutrisi yang tersedia untuk pertumbuhan, jumlah oksigen terlarut yang cukup, suhu dan pH optimum merupakan faktor lingkungan yang berperan penting dalam meningkatkan kecepatan proses biodegradasi (Bouwer, 1992)

## METODE PENELITIAN

### *Bahan dan Alat*

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: sampel air Sungai Donan, fenol kristal p.a Merck, medium *Nutrien Agar* (NA), medium *Nutrien Broth* (NB), medium mineral cair, reagensia uji kadar fenol ( $\text{NH}_4\text{OH}$ , 4-aminoantipirin,  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ), buffer fosfat, spiritus, alkohol 70 % dan akuades.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain: alat-alat gelas, cawan petri, *drugalsky*, *autoclave*, pH meter, *shaker incubator*, *sentrifuge*, spektrofotometer (Shimadzu), *magnetic stirrer*, lemari pendingin, jarum ose, pinset, label, *aluminium foil*, kapas, *bunsen burner*, *ice box*, kaca preparat, dan mikroskop.

## CARA KERJA

### *Pengambilan Sampel* (Priyanto & Irianto, 1999)

Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *group random sampling* yaitu dipilih 3 lokasi stasiun secara acak yang akan diambil cuplikannya. Sampel dari setiap lokasi stasiun diberi label 1, 2 dan 3. Stasiun 1 merupakan lokasi yang paling dekat dengan pintu pembuangan limbah cair kilang minyak PT Pertamina UP IV Cilacap, stasiun 2 berjarak 300 meter dari stasiun 1, sedangkan stasiun 3 berjarak 500 meter dari stasiun 1 dan merupakan daerah pemukiman penduduk. Cuplikan dari tiap stasiun diambil dari permukaan air, kolom air dan sedimen. Setiap cuplikan diberi label SS (Sampel Sedimen), SK (Sampel Kolom Air) dan SP (Sampel Permukaan Air). Cuplikan dari tiap stasiun masing-masing diambil sebanyak 100 mL dalam botol steril, kemudian dimasukkan ke dalam *ice box*.

### *Pembuatan Medium Biakan* (Hadioetomo, 1990)

#### *Medium Nutrien Agar (NA)*

Bahan yang diperlukan terdiri dari:

Pepton	5	gr
<i>Beef extract</i>	3	gr
Agar	15	gr
Aquades hingga	1000	mL
pH diatur pada	6,8-7,3	

Semua bahan diatas dilarutkan dan dipanaskan dalam akuades hingga larut, selanjutnya disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121 °C dan tekanan 2 atm selama 15 menit. Medium *Nutrien Broth* (NB) memiliki komposisi sama, tetapi tanpa penambahan agar.

#### *Medium Mineral Cair* (Irianto, et.al., 1999)

Medium mineral cair yang digunakan untuk menguji kemampuan isolat dalam menggunakan fenol sebagai substrat dibuat dengan komposisi sebagai berikut:

$\text{NH}_4\text{Cl}$	0,5	gr
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,5	gr
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0,5	gr





MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,5	gr
NaCl	0,4	gr
Air hingga	1000	mL

Keseluruhan bahan dicampur rata, kemudian disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121 °C dan tekanan 2 atm selama 15 menit.

#### ***Isolasi Bakteri (Priyanto & Irianto, 1999)***

Masing-masing sampel sebanyak 1 mL diambil dan dibuat seri pengenceran menggunakan akuades steril hingga konsentrasinya menjadi 10<sup>-4</sup> dari sampel awal, kemudian dimasukkan ke dalam medium *Nutrien Broth* (NB) dan diinkubasi selama 1x24 jam. Larutan NB diambil sebanyak 0,1 mL dan diplating duplo secara *spread plate* pada medium NA+1% NaCl, kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 2x24 jam.

Koloni yang tumbuh selanjutnya distreak pada medium baru berupa NA+1% NaCl untuk mendapatkan koloni tunggal, kemudian inkubasi pada suhu kamar selama 2x24 jam. Koloni yang tumbuh digunakan untuk uji kemampuan dalam menggunakan fenol sebagai substrat.

#### ***Penentuan Konsentrasi Fenol Optimum (Rustamsjah, 2001)***

Koloni tunggal yang diperoleh dari medium NA+1% NaCl digunakan untuk penentuan konsentrasi fenol optimum. Koloni ditumbuhkan pada medium mineral cair dan ditambahkan fenol dengan variasi konsentrasi yaitu 20, 40, 60, 80, 100, 150 dan 200 mg/L hingga volume masing-masing 75 mL. Larutan diinkubasi pada *shaker incubator* dengan suhu kamar selama 3x24 jam. Konsentrasi fenol optimum ditentukan dengan metode kekeruhan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 500 nm. Kekeruhan tertinggi yang diperoleh adalah konsentrasi optimum dari fenol yang digunakan sebagai substrat pertumbuhan isolat terpilih. Isolat bakteri yang mampu tumbuh pada konsentrasi fenol optimum digunakan untuk uji karakterisasi bakteri yang meliputi identifikasi bakteri, penentuan pH dan waktu kontak optimum.

#### ***Identifikasi Bakteri (Lay, 1994)***

Identifikasi bakteri meliputi pengamatan beberapa karakter morfologi bakteri antara lain: bentuk koloni, endospora, bentuk sel dan sifat Gram. Uji biokimia terhadap isolat meliputi uji fermentasi glukosa, laktosa, sukrosa dan maltosa.

#### ***Penentuan pH Optimum (Larashati, 2004)***

Penentuan pH optimum dilakukan melalui pertumbuhan isolat terpilih dalam medium mineral cair dan ditambahkan fenol pada konsentrasi optimum hingga volume 75 mL, kemudian diperlakukan pada variasi pH yaitu: 4,0; 5,0; 6,0; 7,0 dan 8,0. Larutan kontrol yaitu medium mineral cair dan ditambahkan fenol pada konsentrasi optimum dengan variasi pH sama, tanpa penambahan isolat. Seluruh larutan diinkubasi pada *shaker incubator* dengan suhu kamar selama 3x24 jam. Jumlah fenol sisa hasil degradasi ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri pada panjang gelombang 500 nm.

#### ***Penentuan Waktu Kontak Optimum (Riyono, 2004)***

Waktu kontak optimum ditentukan melalui pertumbuhan isolat terpilih dalam medium mineral cair dan ditambahkan fenol pada konsentrasi optimum hingga volume 75 mL serta pH diatur pada kondisi optimum. Larutan diinkubasi pada *shaker incubator* dengan suhu kamar dengan waktu kontak 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, dan 48 jam. Larutan kontrol yaitu medium mineral cair dan ditambahkan fenol pada konsentrasi optimum dan kondisi pH optimum, tanpa penambahan isolat yang dikontakkan pada berbagai waktu kontak sama. Jumlah fenol sisa



hasil degradasi ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri pada panjang gelombang 500 nm.

***Pengukuran Fenol Sisa Hasil Degradasi dengan Metode Spektrofotometri***  
(SNI 06-6989.21, 2004)

Jumlah fenol sisa hasil degradasi ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri. Larutan hasil degradasi dimasukkan ke dalam gelas piala 10 mL secara duplo, kemudian ditambahkan 0,25 mL larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,5 N dan pH diatur menjadi 7,9 dengan penambahan larutan penyangga fosfat. Campuran larutan lalu ditambahkan 0,1 mL larutan 4-aminoantipirin sambil diaduk dan ditambahkan 0,1 mL larutan kalium ferisianida ( $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ) sambil diaduk, kemudian diamkan selama 15 menit. Campuran larutan dimasukkan ke dalam cuvet pada alat spektrofotometer, kemudian dicatat absorbansi pada panjang gelombang 500 nm. Kadar fenol sisa hasil degradasi dihitung menggunakan kurva kalibrasi atau persamaan garis regresi yang diperoleh dari larutan standar dengan konsentrasi 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,6; 3,2; 4,8; 6,4 dan 8,0 mg/L. Jumlah fenol terdegradasi adalah jumlah fenol awal dari larutan kontrol dikurangi jumlah fenol sisa hasil degradasi dari larutan sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Isolasi Bakteri*

**Tabel 1. Hasil uji kultur bakteri yang diinokulasikan pada medium NA+1% NaCl**

No.	Kode Isolat	Hasil
1.	SS1	Positif
2.	SS2	Positif
3.	SS3	Positif
4.	SK1	Positif
5.	SK2	Positif
6.	SK3	Positif
7.	SP1	Positif
8.	SP2	Positif
9.	SP3	Negatif

Keterangan : SS = Isolat dari sampel sedimen, 1 = Lokasi stasiun 1, SK = Isolat dari sampel kolom air, 2 = Lokasi stasiun 2, SP = Isolat dari sampel permukaan air, 3 = Lokasi stasiun 3

Ketiga isolat SS dari tiap-tiap stasiun diketahui tumbuh paling baik dan mampu menyesuaikan diri pada medium NA+1% NaCl dibandingkan dengan isolat-isolat lainnya melalui pengamatan bentuk koloni yang terbentuk pada medium, sehingga untuk selanjutnya digunakan dalam uji pendahuluan. Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan isolat bakteri paling potensial dan optimal yang digunakan untuk uji karakterisasi selanjutnya. Uji pendahuluan juga dimaksudkan untuk menentukan *range* konsentrasi pada prosedur penentuan konsentrasi fenol optimum, sehingga konsentrasi optimumnya dapat ditentukan dengan jelas.

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa isolat SS1 mampu tumbuh dengan cepat dan maksimal pada medium mineral cair dengan konsentrasi fenol 100 mg/L. Pada konsentrasi 200 mg/L isolat SS1 masih dapat tumbuh, tetapi nilai absorbansi yang diperoleh tidak maksimal. Isolat SS1 yang mampu tumbuh pada konsentrasi fenol optimum selanjutnya dikarakterisasi melalui identifikasi bakteri dan uji aktivitas, meliputi penentuan pH dan waktu kontak optimum.



**Tabel 2. Data hasil analisis uji pendahuluan isolat SS1, SS2 dan SS3**

Konsentrasi Fenol (mg/L)	Absorbansi								
	H-1			H-2			H-3		
	SS1	SS2	SS3	SS1	SS2	SS3	SS1	SS2	SS3
50	0,035	0,031	0,003	0,034	0,038	0,025	0,031	0,037	0,012
150	0,044	0,017	0,026	0,038	0,025	0,034	0,036	0,028	0,037
500	0,025	0,020	0,007	0,024	0,038	0,015	0,022	0,036	0,015
1000	0,019	0,001	0,007	0,014	0,083	0,013	0,010	0,053	0,016

Keterangan: H-1 = Hari ke-satu, SS1= Medium + isolat SS1, H-2 = Hari ke-dua, SS2 = Medium + isolat SS2, H-3 = Hari ke-tiga, SS3 = Medium + isolat SS3

**Tabel 3. Data hasil analisis penentuan konsentrasi fenol optimum isolat SS1**

Konsentrasi Fenol (mg/L)	Absorbansi Larutan					
	H-1		H-2		H-3	
	K	SS1	K	SS1	K	SS1
20	0,001	0,133	0,000	0,127	0,000	0,120
40	0,001	0,216	0,002	0,215	0,001	0,208
60	0,000	0,228	0,004	0,220	0,001	0,214
80	0,000	0,283	0,002	0,268	0,000	0,242
100	0,001	0,366	0,004	0,349	0,001	0,318
150	0,005	0,292	0,004	0,268	0,004	0,225
200	0,005	0,191	0,005	0,143	0,004	0,113

Keterangan: H-1 = Hari ke-satu, H-2= Hari ke-dua, H-3 = Hari ke-tiga, K = Medium kontrol, SS1= Medium + isolat SS1

**Karakterisasi Bakteri**

Mekanisme karakterisasi isolat SS1 yang tumbuh pada konsentrasi fenol optimum meliputi:

*Identifikasi Bakteri*

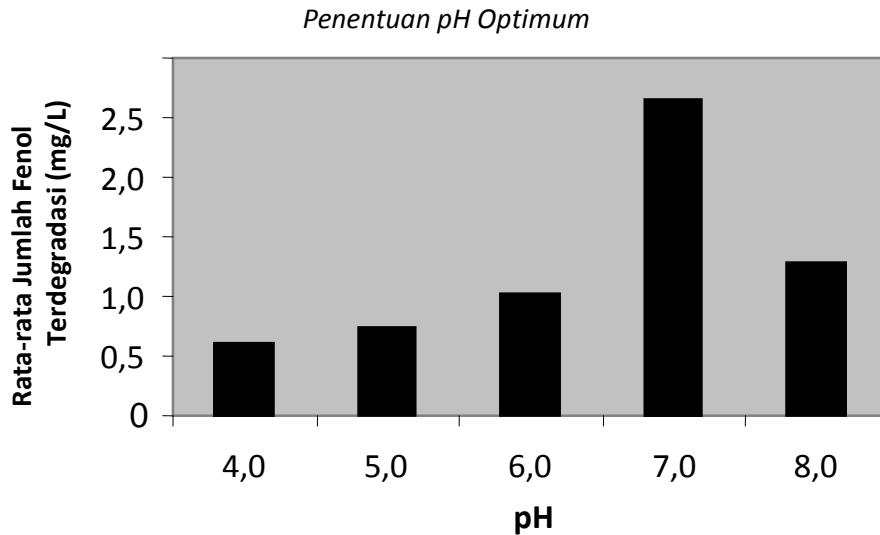
**Tabel 4. Data hasil identifikasi isolat SS1**

No.	Karakter	Hasil
1.	Fermentasi:	Positif Negatif Positif Positif
	Glukosa	
	Laktosa	
	Sukrosa	
2.	Maltosa	Negatif
	Sifat Gram	
3.	Enzim	Katalase Positif
4.	Spora	Negatif
5.	Suhu optimum	Tumbuh di 37°C dan 42°C, tetapi tidak tumbuh di atas 50°C
6.	Media tumbuh	Media King's A (media selektif <i>Pseudomonas</i> )
7.	Pembentukan gas	Pembentuk gas H <sub>2</sub> S
8.	Alat gerak (Flagela)	Positif
9.	Struktur morfologis	Berbentuk batang
10.	Oksidase	Positif
11.	Kebutuhan sumber oksigen	Aerob

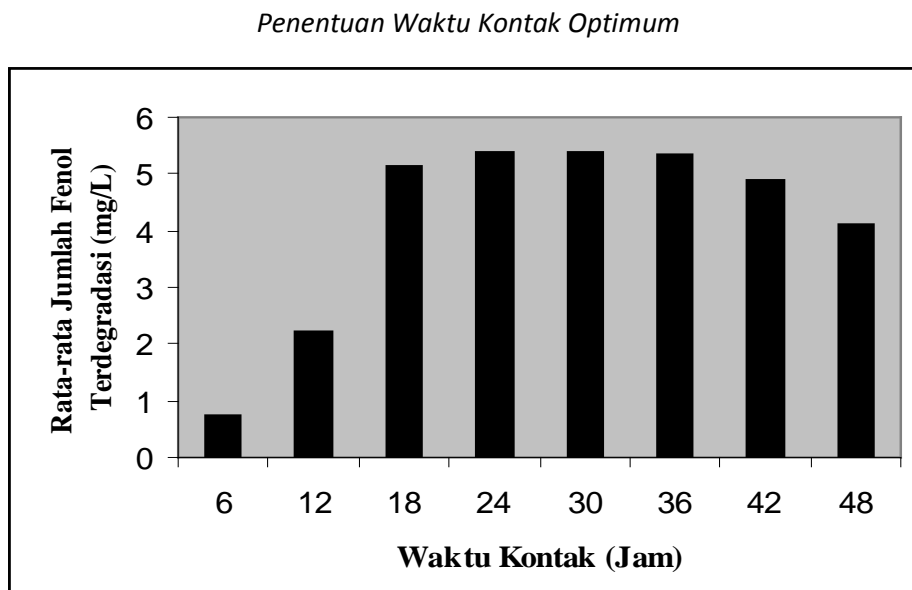
Data identifikasi menunjukkan bahwa isolat SS1 adalah jenis bakteri yang termasuk ke dalam genus *Pseudomonas* sp. Said dan Fauzi (1996) menyatakan bahwa *Pseudomonas* sp. merupakan salah satu jenis bakteri yang diketahui mampu tumbuh dan mendegradasi senyawa



fenol dengan baik selain dari jenis *Alcaligenes*, *Bacillus* sp., *Acinetobacter* dan *Staphylococcus aureus*. *Pseudomonas* sp. menghasilkan enzim oksidase positif yang mampu mengikat atom oksigen ke dalam rantai hidrokarbon dan menguraikannya menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana (Schlegel & Schmidt, 1994).



**Gambar 1.** Grafik rata-rata jumlah fenol terdegradasi oleh isolat *Pseudomonas* sp. SS1 pada penentuan pH optimum.



**Gambar 2.** Grafik rata-rata jumlah fenol terdegradasi isolat *Pseudomonas* sp. SS1 pada penentuan waktu kontak optimum

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa isolat *Pseudomonas* sp. SS1 mempunyai pH optimum 7,0. Pada pH 7,0 isolat *Pseudomonas* sp. SS1 mampu mendegradasi sebesar 59% fenol dalam medium mineral cair. Isolat *Pseudomonas* sp. SS1 termasuk ke dalam golongan bakteri neutrofilik yaitu bakteri yang mampu tumbuh pada pH antara 5,5-8,0 (Suriawiria, 1985). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Djumasari (1999) yang menyatakan bahwa *Pseudomonas* sp. yang berhasil diisolasi dari Ekosistem Air Hitam Kalimantan Tengah juga memiliki pH optimum 7,0. Suriawiria (1985) menyatakan bahwa bakteri memerlukan



kondisi lingkungan rata-rata yang sesuai agar dapat tumbuh dengan baik dan optimal yaitu mendekati pH netral antara 6,5-7,5.

Berdasarkan grafik rata-rata jumlah fenol terdegradasi oleh isolat *Pseudomonas* sp. SS1 pada penentuan waktu kontak optimum (Gambar 2) diperoleh data bahwa isolat *Pseudomonas* sp. SS1 memiliki waktu kontak optimum pada jam ke-30 yaitu dengan kemampuan mendegradasi fenol sebesar 5,3922 mg/L atau 98,74% fenol dalam medium mineral cair. Kondisi lingkungan optimum yang dialami oleh isolat *Pseudomonas* sp. SS1 akan meningkatkan jumlah fenol yang terdegradasi. Hal ini ditandai dengan peningkatan rata-rata jumlah fenol terdegradasi yang diperoleh pada penentuan pH dan waktu kontak optimum.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### *Kesimpulan*

1. Isolat bakteri yang diisolasi dari limbah cair kilang minyak PT Pertamina UP IV Cilacap adalah genus *Pseudomonas* sp.
2. Konsentrasi fenol optimum yang mampu ditumbuhi oleh isolat terpilih adalah 100 mg/L
3. Uji aktivitas Isolat *Pseudomonas* sp. SS1 menunjukkan bahwa isolat memiliki pH optimum 7,0 dengan kemampuan mendegradasi fenol sebesar 2,6553 mg/L atau 59%, serta waktu kontak optimum pada jam ke-30 dengan kemampuan mendegradasi fenol sebesar 5,3922 mg/L atau 98,74%.

### *Saran*

1. Perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut terhadap isolat *Pseudomonas* sp. SS1, maupun terhadap isolat bakteri lainnya yang berhasil diisolasi dari limbah cair kilang minyak PT Pertamina UP IV Cilacap.
2. Penggunaan isolat bakteri dalam mendegradasi fenol memerlukan adanya optimasi kondisi lingkungan disekitar bakteri sehingga diperlukan karakterisasi lebih lanjut meliputi penentuan suhu optimum dan jumlah oksigen terlarut yang berperan dalam proses biodegradasi .

## DAFTAR PUSTAKA

- Bouwer, E.J. 1992. *Bioremediation of Organic Contaminants in the Subsurface Environmental Microbiology*. John Willey and Sons, inc., Newyork.
- Djasmari, W. 1999. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Perombak Fenol dari Ekosistem Air Hitam Kalimantan Tengah*. (On-line). <http://www.icbb.org/indonesia/penelitian/penelitian04.htm>. diakses 23 Maret 2006.
- Hadioetomo, R.S. 1990. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek. Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Gramedia, Jakarta.
- Irianto, A., P.M. Hendrati dan Sukanto. 1999. *Biodegradasi In Vitro Tanah Tercemar Hidrokarbon Menggunakan Bacillus Strain Lokal*. Laporan Penelitian. Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan).
- Larashati, S. 2004. *Reduksi Krom (VI) secara In Vitro oleh Kultur Campuran Bakteri yang Diisolasi dari Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah*. (On-line). <http://digilib.bi.itb.ac.id/go.id>. Diakses 23 Maret 2006.
- Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Priyanto, S dan A. Irianto. 1999. *Prospek Bacillus sp Perairan Payau Hutan Mangrove Tritih Cilacap dalam Mendegradasi Hidrokarbon Aromatik*. Laporan Penelitian. Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan).
- Riyono. 2004. *Pengaruh Toksisitas Fenol terhadap Pertumbuhan Bakteri asal Lapangan Minyak*. Skripsi. Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan).
- Rustamsjah. 2001. *Rekayasa Biodegradasi Fenol oleh Pseudomonas aeruginosa ATCC 27833*. (On-Line). [http://rudycct.250x.com/sem1\\_012/rustamsjah.htm](http://rudycct.250x.com/sem1_012/rustamsjah.htm). Diakses 23 Maret 2006.



- Said, E.G. dan Fauzi, A.M. 1996. *Biodegradasi dengan Mikroorganisma*. Prosiding Pelatihan Peranan Biodegradasi dalam Pengolahan Lingkungan. LIPI, Cibinong.
- Schlegel, H.G dan K. Schmidt. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Edisi VI. UGM-Press, Yogyakarta.
- Suriawiria, U. 1985. *Mikrobiologi Air*. PT Alumni, Bandung.
- Suryanto, D. 2003. *Biodegradasi Aerobik Senyawa Hidrokarbon Aromatik Monosiklis oleh Bakteri*. (Online). <http://library.usu.ac.id/download/fmipa/biologi-dwis2.pdf>. Diakses 23 Maret 2006.



## PRODUKSI BIOSURFAKTAN OLEH ISOLAT BAKTERI DARI SEDIMEN MANGROVE TERKONTAMINASI HIDROKARBON MINYAK BUMI

Nuning Vita Hidayati<sup>1</sup>, Agung Dhamar Syakti<sup>1,2</sup>, Hefni Effendi<sup>2</sup>, dan Abdul Haris<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, <sup>2</sup>Institut Pertanian Bogor,

<sup>3</sup>Pusat Penelitian Teknologi Minyak dan Gas Bumi

Email : nuningvh@gmail.com

A biosurfactant producing strain, *Bacillus megaterium*, was isolated from a mangrove site which is chronically contaminated by petroleum hydrocarbons. The strain was cultured at different temperatures, pH values, and salinity to establish the optimum culture conditions, and it was shown that 37°C, pH 8.0 and 30‰ of salt concentration were optimal for maximum growth. The hemolytic assay was selected for screening of biosurfactant production. The data on hemolytic activity confirmed the biosurfactant-producing ability of the strain. Biosurfactant has been produced using medium of mineral salt medium (MSM) with two sources of carbon, which is crude oil (MSM-CO) and acetate ammonium (MSM-AA). Biosurfactant extent was determined by the yield of biosurfactant and the surface tension reduction. The results showed that *B. megaterium* can produce biosurfactant at MSM with two carbon sources. Bacterium showed the highest biosurfactant yield (2.985 g/l) when grown on MSM-AA, while we found 2.634 g/l yield on MSM-CO. The best biosurfactant activity was obtained when using crude oil as carbon source, resulted in surface tension reduction up to 28.38 mN/m. The results clearly demonstrated that carbon substrates affect the biosurfactant production. Our concluding remarks suggest that biosurfactant from *B. megaterium* when grown on crude oil substrate can be used as an effective agent to produce biosurfactant and potential to be applied on site contaminated with hydrocarbons showed by surface tension reduction.

Keywords : marine pollution, emulsification, biodegradation, hydrocarbonoclastic marine bacteria

### PENDAHULUAN

Surfaktan (*surface active agent* / zat aktif permukaan) merupakan molekul amfipatik yang disusun oleh satu grup hidrofobik berafinitas rendah terhadap fase air (biasanya hidrokarbon) dan satu grup hidrofilik yang mudah larut dalam fase air (Desai dan banat, 1997). Surfaktan dapat menyebabkan turunya tegangan permukaan dan tegangan antarmuka pada antarmuka antara cairan, padatan, dan gas (Kimball, 1994; Kitamoto *et al.*, 2002). Surfaktan yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti bakteri dikenal dengan biosurfaktan. Biosurfaktan ini diekspresikan secara ekstraseluler ke dalam medium pertumbuhan.

Biosurfaktan disintesis oleh bakteri sebagai respons terhadap sumber karbon dengan memfasilitasi transport nutrisi. Biosurfaktan juga berperan dalam meningkatkan luas permukaan dan ketersediaan substrat, terutama substrat yang bersifat hidrofobik, sehingga dapat dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber karbon dan energi (Desai dan banat, 1997).

Biosurfaktan juga mampu menurunkan tegangan permukaan sampai dicapainya suatu konsentrasi (Konsentrasi Misel Kritis, KMK), dimana lebih dari konsentrasi tersebut peningkatan biosurfaktan tidak secara nyata menurunkan tegangan permukaan. Tegangan permukaan minimum yang dapat dicapai merupakan parameter yang biasa dipakai untuk menentukan efisiensi biosurfaktan (Fiechter, 1992). Biosurfaktan dikatakan efektif jika mampu menurunkan tegangan permukaan menjadi kurang atau sama dengan 30 mN/m (Cooper dan Zajic, 1980).

Dalam proses biodegradasi hidrokarbon minyak bumi, biosurfaktan diketahui mempunyai peran penting untuk mempercepat proses biodegradasi (Jennings dan Tanner, 2001; Rashedi *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2005; dan Krepsky, 2007). Al-Tahhan *et al.* (2000) menyatakan bahwa terjadi dua mekanisme yang dilakukan oleh biosurfaktan dalam meningkatkan proses biodegradasi minyak. Pertama, biosurfaktan dapat melarutkan senyawa



hidrofobik pada struktur sel yang dapat meningkatkan daya larut antara minyak dengan lapisan cair dari media, sehingga dapat dipergunakan oleh sel. Kedua, biosurfaktan dapat menyebabkan permukaan sel menjadi lebih hidrofobik sehingga dapat meningkatkan interaksi antara sel dengan minyak. Zhang *et al.* (2005) telah membuktikan bahwa biosurfaktan rhamnolipids telah berperan penting dalam proses degradasi *crude oil*. Penambahan rhamnolipids sebanyak 0,22 g/L mampu menstimulasi biodegradasi hidrokarbon lebih dari 58%.

Diantara berbagai jenis bakteri, *Bacillus megaterium* diketahui mempunyai potensi untuk menghasilkan biosurfaktan (Thavasi *et al.*, 2008). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan *Bacillus megaterium* dalam menghasilkan biosurfaktan dari dua sumber karbon yang berbeda.

## **BAHAN DAN METODA**

### ***Sumber bakteri***

Bakteri yang digunakan adalah bakteri hidrokarbonoklastik yang diperoleh dari sedimen mangrove yang terkontaminasi minyak bumi mentah (*crude oil*), dalam hal ini adalah *B. megaterium* (Syakti *et al.*, 2008).

### ***Penyegaran isolat***

Isolat bakteri diremajakan dengan cara memindahkan kultur ke medium agar miring (*Marine agar*) ke dalam medium agar miring yang baru. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Isolat ini siap digunakan sebagai biakan untuk propagasi.

### ***Kultivasi dan Adaptasi***

Kultivasi dilakukan pada media *Marine broth*, dilakukan selama 2 x 24 jam, setelah itu dilakukan adaptasi. Adaptasi bakteri dilakukan melalui dua tahapan. Tahap pertama dilakukan dalam 100 ml medium garam mineral (*Mineral Salt Medium*, MSM) pada erlenmeyer 250 ml dengan komposisi : (g/l) NaNO<sub>3</sub> 14, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 2, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 4, KCl 0.2, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 1, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0.02, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.024, NaCl 5.0 dan 0.5 ml larutan *trace element* berisi (g/l) H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 0.26, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O 0.5, MnSO<sub>4</sub>. H<sub>2</sub>O 0.5, MoNaO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O 0.06, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.7. Media garam mineral tersebut ditambah NaCl 30%. Selanjutnya diinkubasi pada *waterbath shaker* pada suhu 37°C, 2 x 24 jam, dengan kecepatan 150 rpm.

Tahap kedua adaptasi dilakukan dengan mengambil kultur tahap I kemudian dimasukkan ke dalam medium MSM dan 1 % sumber karbon (*crude oil* dan amonium asetat), lalu diinkubasi selama 3 x 24 jam. Selanjutnya kultur mikroba tersebut diadaptasi lagi dengan penambahan sumber karbon sebanyak 2%. Selanjutnya diinkubasi pada *waterbath shaker* pada suhu 37°C, 2 x 24 jam, dengan kecepatan 150 rpm. Kultur mikroba yang telah teradaptasi ini selanjutnya digunakan untuk uji produksi biosurfaktan.

### ***Optimalisasi kondisi pertumbuhan bakteri***

Pada tahapan ini dilakukan proses pencarian kondisi yang optimal bagi pertumbuhan bakteri, yang meliputi : pH (membandingkan pertumbuhan bakteri pada pH 6,0 ; 7,0; dan 8,0); suhu (membandingkan pertumbuhan bakteri pada suhu ruang dan suhu 37°C; dan salinitas (membandingkan pertumbuhan bakteri pada salinitas media 20 ‰ dengan salinitas 30 ‰)

### ***Uji pendahuluan produksi biosurfaktan***

Uji produksi biosurfaktan dilakukan pada medium agar darah (Maharaj *et al.*, 1993) dengan menambahkan 40 µl darah ayam pada 10 ml media yang mengandung 0,5% ekstrak





khamir, 0,5% NaCl, 1% tripton bakto, dan 2% agar bakto. Isolat digores dan diinkubasi pada suhu 37°C. Dilakukan pengamatan pembentukan zona bening di sekitar koloni.

#### ***Pembuatan kurva pertumbuhan***

Pembuatan kurva pertumbuhan dilakukan duplo selama 7 hari dan dianalisis setiap 24 jam dimulai pada jam ke-0. Pertumbuhan mikroorganisme diamati dengan mengukur berat kering sel.

#### ***Produksi biosurfaktan***

Produksi biosurfaktan skala laboratorium dilakukan dengan cara menginokulasikan sebanyak 10% biakan *B. megaterium* dari hasil propagasi. Produksi dilakukan pada kondisi agitasi 150 rpm, suhu, pH, dan salinitas optimal selama 168 jam di dalam labu erlenmeyer kapasitas 1L dan volume kerja 250 ml. Parameter yang diamati adalah konsentrasi biomassa, bobot biosurfaktan, dan penurunan tegangan permukaan. Pengamatan dan analisis dilakukan setiap 24 jam.

#### ***Analisis bobot biosurfaktan***

Cairan fermentasi sebanyak 100 ml disentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 11.000 rpm, 4°C, 20 menit. Beningan yang diperoleh lalu diasamkan dengan HCl 10% sampai pH 2 dan disimpan pada suhu 4°C selama semalam. Endapan diperoleh setelah dilakukan sentrifugasi pada kondisi yang sama selama 20 menit, selanjutnya endapan dikeringkan.

#### ***Tegangan permukaan***

Pengukuran tegangan permukaan dilakukan dengan menggunakan Processor Tensiometer Krüss (Kim *et al.*, 2000).

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### ***Optimalisasi kondisi pertumbuhan bakteri***

Optimalisasi kondisi pertumbuhan bakteri dilakukan terhadap tiga parameter lingkungan, yaitu suhu, pH, dan salinitas (Gambar 1).

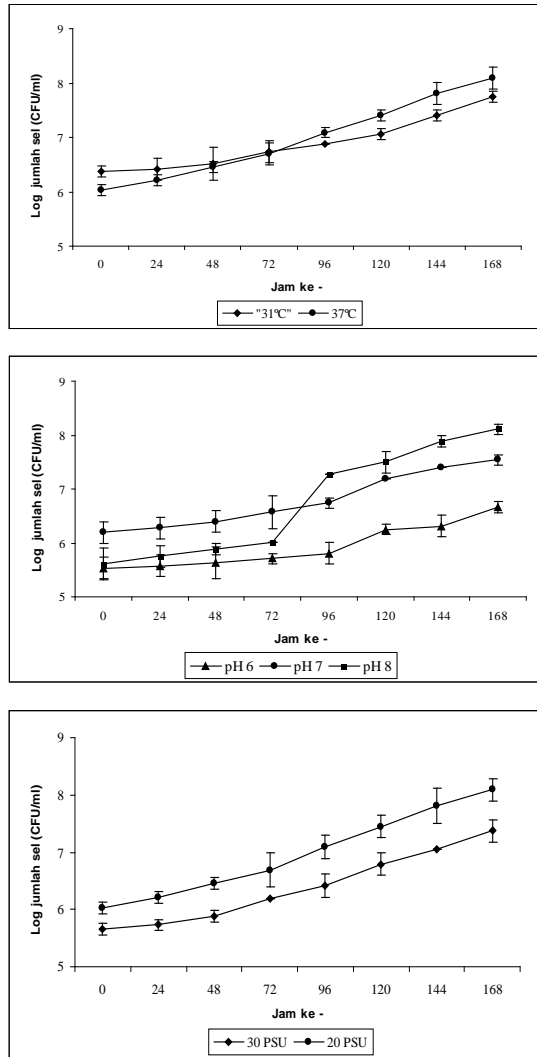
#### ***Uji pendahuluan produksi biosurfaktan***

Uji kemampuan produksi biosurfaktan oleh bakteri dilakukan dengan mengamati pembentukan zona bening di sekitar koloni ( $\beta$ -hemolisis). Carillo (1996) merekomendasikan metode ini untuk penapisan secara cepat bakteri yang memproduksi biosurfaktan, karena hasil penelitiannya menunjukkan bahwa terdapat hubungan keterkaitan antara aktivitas hemolisis dengan produksi biosurfaktan. Metode ini juga telah digunakan oleh Jennings dan Tanner (2001), Rodrigues (2006) Maneerat dan Pheetrong (2007), serta Thavasi *et al.* (2008).

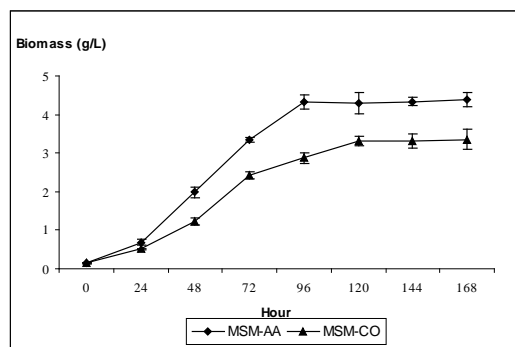
Hasil pengamatan pada penelitian ini menunjukkan bahwa isolat mampu membentuk zona bening di sekitar koloni, baik untuk kultur dengan sumber karbon *Crude oil* (1,5 cm) maupun amonium asetat (1,2 cm).

#### ***Kurva pertumbuhan***

Kurva pertumbuhan *B. megaterium* pada media dengan sumber karbon *crude oil*/MSM-CO menunjukkan bahwa isolat tersebut memerlukan waktu kurang lebih 24 jam yang merupakan fase lag pertumbuhan dalam medium inkubasi. Setelah fase ini kemudian diikuti fase logaritmik yang ditandai dengan lonjakan populasi hingga jam ke-120, dan selanjutnya isolat memasuki fase stasioner hingga jam ke-168 (Gambar 2).



Gambar 1. Pertumbuhan bakteri pada berbagai kondisi suhu, pH, dan salinitas



Gambar 2. Grafik biomassa bakteri (g/l) selama 168 jam / 7 hari inkubasi

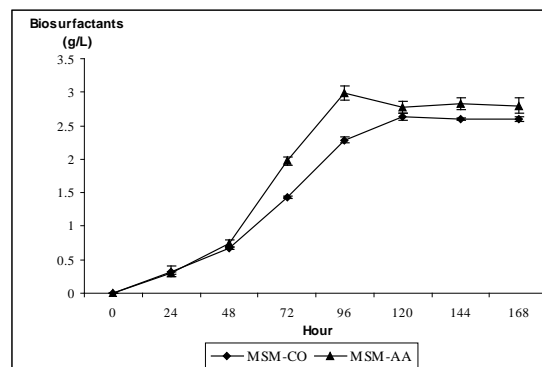
Pada media dengan sumber karbon amonium asetat / MSM-AA, *B. megaterium* tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan media MSM-CO, yang ditandai dengan lebih beratnya biomassa sel kering selama pertumbuhan. Fase stasioner dicapai lebih cepat, yaitu mulai jam ke-96 hingga jam ke-168.

### Produksi Biosurfaktan

Pada penelitian ini, biosurfaktan diproduksi mulai jam ke-24, dan mencapai puncaknya pada jam ke-120, yaitu sebesar 2,634 g/l pada media MSM-CO. Berbeda dengan sumber karbon *crude oil*, pada media dengan sumber karbon amonium asetat (MSM-AA) produksi biosurfaktan tertinggi dicapai pada jam ke-96 yaitu sebesar 2,985 g/l (Gambar 3). Produksi biosurfaktan ini sejalan dengan fase pertumbuhan bakteri pada kedua media tersebut, dan produksi maksimal dicapai pada saat bakteri mencapai fase stasioner. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Tuleva *et al.* (2005), Batista *et al.* (2006), Fatimah (2007), dan Thavasi *et al.* (2008).

Biosurfaktan yang dihasilkan pada media dengan sumber karbon *crude oil* lebih sedikit dibandingkan media dengan sumber karbon amonium asetat. Hal ini dimungkinkan karena amonium asetat memiliki struktur yang lebih sederhana dibandingkan *crude oil* sehingga lebih mudah didegradasi oleh bakteri. Hidrokarbon dengan struktur sederhana digunakan sebagai sumber karbon untuk perbanyakan sel oleh bakteri, akibatnya karbon yang dipakai untuk produksi biosurfaktan lebih sedikit (Nugroho<sup>b</sup>, 2006).

Kleerebezem dan Hugenholtz (2000) menyatakan bahwa jenis sumber karbon berpengaruh terhadap pertumbuhan biomassa dan produksi biosurfaktan. Perbedaan sumber karbon ini menginduksi sel untuk menggunakan jalur metabolik yang berbeda, yang pada akhirnya akan menghasilkan jumlah dan struktur biosurfaktan yang berbeda pula. Hasil yang sama dilaporkan pula oleh Rodrigues *et al.* (2006), Batista *et al.* (2006), Das *et al.* (2008), dan Thavasi *et al.* (2008).

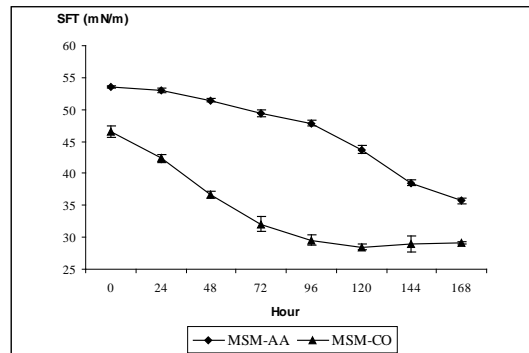


Gambar 3. Grafik produksi biosurfaktan (g/l) selama 168 jam / 7 hari inkubasi

Kemampuan bakteri dalam memproduksi biosurfaktan juga berkaitan dengan keberadaan enzim regulatori yang berperan dalam sintesis biosurfaktan (Desai dan Desai, 1993). Pada *Pseudomonas aeruginosa* misalnya, gugus rhamnose disintesis melalui dua reaksi transfer glycosyl yang masing-masing dikatalisis oleh rhamnosyltransferase yang berbeda. Rhamnosyltransferase yang pertama, mengkatalisis transfer TDP-L-rhamnose menjadi 3-(3-hydroxyalkanoyloxy) alcanoic acid (HAA) dan dikodekan oleh rh1AB. Rhamnosyltransferase yang kedua dikodekan oleh rh1C, yang bersama-sama dengan rh1AB mengatur sistem ini dan bertanggung jawab dalam sintesis rhamno (Fang *et al.*, 2008). *Ustilago maydis* yang mensekresi biosurfaktan jenis mannosylerythritol lipids (MELs) juga dikendalikan oleh glycosyltransferase dan acyltransferase (Hewald *et al.*, 2006).

### Tegangan Permukaan

Nilai tegangan permukaan pada media dengan sumber karbon *crude oil* mencapai nilai terendah sebesar 28,38 mN/m pada jam ke-120, sedangkan pada sumber karbon amonium asetat dicapai pada jam ke-168, yaitu sebesar 35,68 mN/m (Gambar 4).



**Gambar 4. Grafik tegangan permukaan (mN/m) selama 7 hari inkubasi**

Gambar 4 menunjukkan bahwa *crude oil* lebih efektif digunakan sebagai sumber karbon untuk produksi biosurfaktan oleh *B. megaterium*. Mulligan dan Gibbs (1993) menyatakan bahwa biosurfaktan dikatakan baik bila mempunyai tegangan permukaan dibawah 30 mN/m. Hal ini terkait dengan kemampuan biosurfaktan untuk menghasilkan *expanding pressure* ( $\pi$ ) atau tekanan permukaan yang melawan kecenderungan suatu permukaan untuk menyusut. Semakin besar nilai tekanan permukaan yang diberikan biosurfaktan akan menyebabkan semakin kecilnya nilai tegangan permukaan setelah terbentuk monolayer, atau semakin besar kemampuan surfaktan menurunkan tegangan permukaan (Bird 1987).

Kemampuan bakteri dalam memanfaatkan karbon dari substrat pertumbuhannya akan menentukan perubahan karbon tersebut dalam bentuk biosurfaktan. Biosurfaktan yang dihasilkan oleh masing-masing bakteri bisa saja berbeda kualitas maupun kuantitasnya ketika ditumbuhkan pada substrat yang berbeda, sehingga memberikan aktivitas penurunan tegangan permukaan yang berbeda (Desai dan Desai, 1993). Hasil yang sama dilaporkan oleh Fatimah (2007) yang menumbuhkan *Pseudomonas* sp. pada media air laut sintesis dengan komposisi media dan konsentrasi bakteri yang sama, namun menghasilkan pengaruh yang berbeda karena adanya perbedaan sumber karbon. Penurunan tegangan permukaan terjadi pada kultur dengan substrat glukosa dan heksadekan, sementara pada substrat pelumas tidak terjadi penurunan tegangan permukaan.

Hasil penelitian Nugroho (2006) juga membuktikan bahwa sumber karbon yang berbeda berpengaruh terhadap kemampuan penurunan tegangan permukaan. Pada penelitian tersebut digunakan sumber karbon berupa glukosa, paraffin cair, heksadekana, dan *crude oil* terhadap kultur campuran bakteri. Penurunan tegangan permukaan terendah dicapai pada media dengan sumber karbon paraffin cair, yaitu dari 35,79 (mN/m) menjadi 27,45 (mN/m).

Meskipun biosurfaktan kasar yang dihasilkan dari media MSM-AA lebih besar dibandingkan MSM-CO, namun kemampuannya dalam mereduksi tegangan permukaan lebih baik daripada biosurfaktan yang diproduksi pada media MSM-CO. Das (2008) menyatakan bahwa antara besarnya biosurfaktan yang dihasilkan dengan aktivitas biosurfaktan tersebut korelasinya kecil. Hal ini terkait dengan struktur biosurfaktan yang dihasilkan, yang mungkin berbeda pada kedua media yang digunakan.

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri diketahui memproduksi biosurfaktan dengan struktur yang bervariasi (Arino *et al.*, 1998). Georgiou *et al.* (1992) menyatakan bahwa komposisi media berpengaruh terhadap jenis dan persentase bagian hidrofilik. Bagian hidrofilik ini mempunyai pengaruh yang nyata dalam kemampuan penurunan tegangan permukaan, yang dipengaruhi oleh struktur molekul pada rantai sisi bagian hidrofilik. Mulligan dan Gibbs (1993) juga menyatakan bahwa struktur molekul biosurfaktan berpengaruh terhadap penurunan tegangan permukaan.



Hommel dan Ratledge (1993) melaporkan, pada sintesis biosurfaktan jenis glikolipid yang menghasilkan bagian lipofilik (asam lemak) dan hidrofilik (karbohidrat), maka struktur karbohidrat yang dihasilkan merefleksikan sumber karbon yang digunakan. Demikian pula halnya dengan bagian lipid yang disintesis, yang struktur molekulnya tergantung pada sumber karbonnya. Dengan demikian, lipid yang terbentuk tersebut merupakan derivat dari sumber karbon yang digunakan.

## PUSTAKA

- Al-Tahhan R, Sandrin TR, Bodour AA, dan Maier RM. 2000. Rhamnolipid-induced removal of Lippopolysaccharide from *Pseudomonas aeruginosa* : effect on cell surface properties and Interaction with Hydrophobic Substrates. *Appl. Environ. Microbiol.* 66 : 3263-3268
- Ariño S, Marchal R, Vandecasteele JP. 1998. Production of New Extracellular Glycolipids by a Strain of *Cellulomonas Cellulans* (*Oerskovia xanthineolytica*) and their Structural Characterization. *Can. J. Microbiol* 44: 238-243.
- Batista SB, Mounteer AH, Amorim FR, dan Totola MR. 2006. Isolation and Characterization of Biosurfactant / Bioemulsifier-Producing Bacteria from Petroleum Contaminated Sites. *Bioresource Technology* 97 : 868–875
- Bird T. 1987. *Physical Chemistry*. Penerjemah : Kwee Le Tjien. PT. Gramedia. Jakarta.
- Carillo P, Mardaraz C, Pitta-Alvarez S dan Giulietti A. 1996. Isolation and Selection of Biosurfactant-Producing Bacteria. *World Journal of Microbial Biotechnology* 12 : 82-84.
- Christova N, Tuleva B, Lalchev Z, Jordanova A, dan Jordanov B. 2004. Rhamnolipid Biosurfactants Produced by *Renibacterium salmoninarum* 27BN During Growth on *n*-Hexadecane. *Z. Naturforsch.* 59: 70-74
- Cooper dan Zajic. 1980. Surface Active Compounds from Microorganisms. *In* Perlman (Eds). *Appl. Microbiol* 26 : 229-253
- Das P, Mukherjee S, dan Sen R. 2008. Improved Bioavailability and Biodegradation of a Model Polyaromatic Hydrocarbon by a biosurfactant producing bacterium of marine origin. *Chemosphere* 72 : 1229 – 1234
- Desai JD dan Banat IM. 1997. Microbial Production of Surfactants and Their Commercial Potential. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* Vol.61 (1) : 47-64
- Desai JD dan Desai AJ. 1993. Production of Biosurfactants. *In* Kosaric (Ed). *Biosurfactants : Production, Properties, Application*. M. Dekker Inc. 65-97.
- Fang X, Wang Q, dan Shuler P. 2008. Bio-engineering High Performance Microbial Strains for MEOR by Directed Protein Evolution Technology. Final Report. United States Department of Energy.
- Fatimah. 2007. Uji Produksi Biosurfaktan oleh *Pseudomonas* sp pada Substrat yang Berbeda. *Berk. Penel. Hayati* 12 : 181-185.
- Fiechter A. 1992. Biosurfactant : Moving Towards Industrial Application. *TIBTECH.* 10: 208-217
- Georgiou G, Sung-chyr Lin, dan Sharma M. 1992. Surface Active Compounds from Microorganisms. *Bio/Tech* 10 : 60-65
- Hewald S, Uwe Linne, Mario Scherer, Mohamed A. Marahiel, Jörg Kämper, dan Michael Bölker. 2006. Identification of a Gene Cluster for Biosynthesis of Mannosylerythritol Lipids in the Basidiomycetous Fungus *Ustilago maydis*. *Applied and Environmental Microbiology* (72) 8 : 5469–5477
- Hommel RK dan Ratledge C. 1993. Biosynthetic Mechanisms of Low Molecular Weight Surfactant and Their Precursor Molecules. *In* Kosaric (Ed). *Biosurfactants : Production, Properties, Application*. Marcel Dekker Inc.. 65-97.
- Jennings EM dan Tanner. 2001. Biosurfactant Producing Bacteria Found in Contaminated and Uncontaminated Soils. *Proceedings of the 2000 Conference on Hazardous Waste Research.* 299-306.
- Kim S, Lim E, Lee S, Lee J, dan Lee T. 2000. Purification and Characterization of Biosurfactants from *Nocardia* sp. L-417. *Biotechnology and Applied Biochemistry* 31: 249-253.
- Kimball SL. 1994. The Use of Surfactants to Enhance Pump and Treat Processes for In situ Soil Remediation. *In* Donald LW dan Trantolo DJ. *Remediation of Hazardous Waste Contaminated Soil*. Marcell Dekker Inc., New York.



- Kitamoto D, Isoda H, dan Nakahara T. 2002. Functions and Potential Applications of Glycolipid Biosurfactants from Energy-Saving Materials to Gene Delivery Carriers. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 94 (3) : 187-201.
- Kleerebezem M dan Hugenholtz J. 2000. Lactic Acid Bacteria as a Cell Factory : Rerouting of Carbon Metabolism in *Lactococcus lactis* by Metabolic Engineering. *Enzyme and Microbial Technology* 26 : 840-848.
- Krepsky N, Da Silva FS, Fontana LF, dan Crapez MAC. 2007. Alternative Methodology for Isolation of Biosurfactant-Producing Bacteria. *Braz. J. Biol* 76 (1) : 117-124
- Maneerat S dan Phetrong K. 2007. Isolations of Biosurfactants-Producing Marine Bacteria and Characteristics of Selected Biosurfactant. *Songklanakar J. Sci. Technol.* 29 (3) : 781-791.
- Mulligan CN dan Gibbs BF. 1993. Factors Influencing the Economic of Biosurfactant dalam Kosaric N (ed.) *Biosurfactant : Production, Properties, Applications*. Marcel Dekker Inc. New York : 330-389
- Rashedi H, Jamshidi E, Assadi MM, Bonakdarpour B. 2005. Isolation and Production of Biosurfactant from *Pseudomonas Aeruginosa* Isolated from Iranian Southern Wells Oil. *Int. J. Environ. Sci. Tech.* 2 : 121-127
- Rodrigues L, Moldes A, José Teixeira, Oliveira R. 2006. Kinetic study of fermentative biosurfactant production by *Lactobacillus* strains. *Biochemical Engineering Journal* 28 : 109–116
- Syakti AD, Yani M, Hidayati NV, Suidiana IM. 2008. PAH-Degraders Marine Bacteria Isolated from Chronically Contaminated Sediment by Petroleum Hydrocarbons. *Seminar Nasional PERMI, Unsoed, Purwokerto*.
- Thavasi R, Jayalakshmi S, Balasubramanian T, dan Banat IM. 2008. Production and Characterization of a Glycolipid Biosurfactant from *Bacillus megaterium* using Economically Cheaper Sources. *World J. of Microbiol and Biotechnol* 24
- Tuleva B, Christova N, Jordanov B, Nikolova-Damyanova B, Petrov P. 2005. Naphthalene degradation and biosurfactant activity by *Bacillus cereus* 28BN. *Z Naturforsch* 60(7-8):77-82
- Zhang G, Yue-ting Wu, Qian X, dan Meng Q. 2005. Biodegradation of Crude Oil by *Pseudomonas aeruginosa* in the Presence of Rhamnolipids. *J. Zhejiang Univ Sci B.* 6 (8) : 725-730.



# FRAKSINASI DAN KARAKTERISASI PROTEASE ISOLAT BAKTERI TERMOFILIK ASAL PANCURAN PITU BATURRADEN SERTA POTENSINYA DALAM INDUSTRI DETERGEN

**Amin Fatoni dan Zufahair**

*Fakultas sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : aminfatoni@yahoo.com*

Protease telah dimanfaatkan dalam berbagai industri, salah satunya adalah dalam industri detergen. Protease tersebut harus memiliki kestabilan pada suhu tinggi, serta stabil dan aktif terhadap beberapa komponen detergen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui genus bakteri penghasil protease yang diisolasi dari sumber air panas Pancuran Pitu Baturraden serta karakterisasi enzim protease yang dihasilkan. Penelitian diawali dengan isolasi dan identifikasi bakteri, selanjutnya ditentukan kurva pertumbuhan dan waktu produksi optimum bakteri hasil isolasi dari Pancuran pitu Baturraden. Penelitian selanjutnya dilakukan ekstraksi, fraksinasi sebagai pemurnian awal dan dialisis. Fraksi hasil dialisis dengan aktivitas tertinggi dikarakterisasi meliputi penentuan suhu dan pH optimum, pengaruh surfaktan (SDS dan Tween-80) serta kestabilan terhadap detergen komersial. Aktivitas protease diukur dengan menggunakan metode Kunitz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genus bakteri hasil isolasi dari Pancuran Pitu Baturraden diduga adalah *Bacillus* sp. Waktu produksi optimum protease adalah 36 jam dengan aktivitas sebesar 0,388 U/mL yang berada pada akhir fasa eksponensial. Aktivitas tertinggi hasil fraksinasi dan dialisis adalah Fraksi 15% (FHD 1), dengan suhu optimum 65°C dan pH optimum 11. Penambahan SDS 0,1% dan Tween-80 1% menurunkan aktivitas relatifnya masing-masing menjadi 89% dan 1%. Protease dari isolat *Bacillus* sp. relatif stabil pada penambahan detergen merk Y hingga waktu inkubasi 60 menit, dan relatif kurang stabil dengan penambahan detergen merk X.

Keywords : Protease, detergent, Thermophilic, Pancuran Pitu Baturraden

## PENDAHULUAN

Industri bioteknologi sebagian besar menggunakan enzim dalam produksinya. Hal ini karena enzim banyak memberi keuntungan seperti aktivitas dan peningkatan spesifitas katalisisnya dapat diatur, kesulitan dalam pemisahan produk yang dikehendaki dapat dikurangi serta terjadinya reaksi samping yang tidak diinginkan dapat dihindari. Enzim yang banyak digunakan dalam industri adalah enzim yang mampu beraktivitas pada lingkungan yang ekstrim (extremozim) seperti suhu tinggi, pH yang terlalu asam atau terlalu basa, kadar garam tinggi, dan lain-lain (Yandri, *et. al.*, 2007). Enzim yang ekstrim terhadap suhu contohnya enzim termofilik dan hipertermofilik, yaitu enzim yang tetap memiliki aktivitas pada suhu tinggi.

Enzim yang memiliki aktivitas tinggi dan stabil pada suhu tinggi (termostabil), banyak digunakan dalam industri detergen. Enzim untuk industri detergen, disamping harus aktif dalam rentang suhu yang luas dan pH yang tinggi, juga harus stabil dan aktif terhadap berbagai komponen detergen, seperti surfaktan (SDS dan Tween 80), pemutih, aktivator pemutih, pelembut serat, dan berbagai formula pembantu lainnya (Noguiera, *et. al.*, 2006).

Salah satu enzim termostabil tersebut adalah protease. Protease dapat mendegradasi noda darah, susu, dan telur. Enzim protease termostabil dapat diperoleh dari bakteri termofilik yang diisolasi dari berbagai sumber antara lain sumber air panas, kompos, instalasi air panas, sungai dan tanah. Salah satu sumber air panas yang terdapat di Jawa Tengah adalah Pancuran Pitu Baturraden, yang terletak kurang lebih 2,5 km dari lokawisata Baturraden. Pancuran Pitu atau Pancuran Tujuh merupakan sumber air panas bumi dengan suhu 50°-70°C. Sumbernya berasal langsung dari kaki Gunung Slamet dan keluar melalui tujuh pancuran dan berakhir sampai ke Gua Sarabadak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui genus bakteri penghasil protease yang diisolasi dari sumber air panas Pancuran Pitu Baturraden serta karakterisasi enzim protease yang dihasilkan.



## METODE PENELITIAN

### ***Waktu dan Tempat Penelitian***

Penelitian dilaksanakan selama 6 (enam) bulan yaitu dari bulan Juni 2009 sampai November 2009 di Laboratorium Biokimia Program Studi Kimia Jurusan MIPA Fakultas Sains dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.

### ***Bahan dan Alat Penelitian***

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air panas Pancuran Pitu Baturraden; medium cair *Nutrient Broth* (NB), medium *Nutrient Agar* (NA), medium SMA (*Skim Milk Agar*), medium inokulum dan medium produksi, reagen TCA, tirosin (0-100 µg/mL), substrat kasein (0,1 b/v) dalam buffer Tris-HCl 0,1 M, akuades, SDS (*Sodium Dodecyl Sulfat*), Tween-80, dan detergen komersial.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain peralatan gelas laboratorium, pipet mikro (*Wheaton Soccorex*), termometer, *shaker incubator* (*Memmert*), autoklaf, kompor listrik, *magnetic stirrer*, sentrifugator (*Venticel*), neraca analitik, jarum ose, pH meter (*Hanna Instrument*), mikroskop, oven (*Memmert*), spektrofotometer UV-VIS (*Shimidzu UV-1601*), gas elpiji, batang pengaduk, *eppendorf*, pembakar spirtus, pembakar bunsen, dan *hot plate stirrer*.

### ***Prosedur Penelitian***

#### ***Pengambilan Sampel***

Sampel air panas masing-masing diambil dari 3 titik secara acak pada sumber air panas Pancuran Pitu Baturraden. Sampel air panas diambil dengan botol steril, yang diawali dengan pengukuran pH dan suhu air panas tersebut untuk mengetahui kondisi yang sebenarnya pada habitat asal. Sampel air panas (sebanyak 20 mL) dalam botol steril dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL berisi 5 mL medium NB 5X pekat.

#### ***Isolasi (Adinaraya, et. al., 2003)***

Sampel dalam medium NB selanjutnya diinkubasi pada suhu sesuai habitat asalnya selama 2x24 jam dalam *shaker incubator*. Isolasi diawali dengan pengenceran. Medium NB berisi sampel dikocok agar homogen, kemudian sampel diambil sebanyak 1 mL menggunakan pipet ukur dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL medium NB 1X pekat. Pengenceran dilakukan sampai tingkat pengenceran  $10^{-6}$  dan ditumbuhkan secara sebaran (*Spread Plate*) pada medium NA. Koloni yang menunjukkan kenampakan yang berbeda ditumbuhkan pada medium NA secara goresan dan diinkubasi pada suhu yang sesuai habitat asalnya selama 2x24 jam untuk mendapatkan isolat tunggal (koloni tunggal).

#### ***Skrining isolat bakteri yang menghasilkan enzim protease (Adinaraya, et. al., 2003)***

Skrining dilakukan dengan cara satu ose koloni digoreskan pada medium SMA kemudian diinkubasi pada suhu yang sesuai dengan habitat asal selama 2x24 jam dan diamati terbentuknya zona jernih pada masing-masing koloni. Koloni yang membentuk zona jernih merupakan penghasil protease. Koloni yang menghasilkan protease dengan aktivitas tertinggi selanjutnya digunakan untuk penelitian selanjutnya.

#### ***Identifikasi bakteri***

Identifikasi terhadap isolat penghasil protease dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman.





### *Pembuatan inokulum*

Inokulum dibuat dengan cara memindahkan bakteri yang mampu menghasilkan enzim protease dari medium NA menggunakan jarum ose secara aseptis ke dalam 25 mL medium inokulum dan dikocok dengan *shaker incubator* selama 24 jam pada suhu sesuai habitat asal.

### *Penentuan waktu produksi optimum*

Inokulum sebanyak 10% dimasukkan ke dalam medium produksi dan diinkubasi selama 48 jam. Waktu produksi optimum enzim ditentukan dengan melakukan uji aktivitas ekstrak kasar enzim pada jam ke-6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, dan 48. Waktu produksi optimum yang diperoleh digunakan sebagai patokan untuk produksi enzim protease. Pertumbuhan bakteri juga ditentukan dengan mengukur kekeruhan (*Optical Density*) menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 600 nm.

### *Produksi protease (Subardjo dan Soedigdo, 1992)*

Produksi protease dilakukan dengan cara memindahkan 100 mL biakan bakteri dari medium inokulum ke dalam 1000 mL medium produksi. Medium produksi selanjutnya diinkubasi selama waktu produksi optimum pada suhu sesuai habitat asal.

### *Ekstraksi protease (Subardjo dan Soedigdo, 1992)*

Bakteri hasil biakan pada medium produksi dipanen dengan cara sentrifugasi pada kecepatan 10000 rpm selama 10 menit, pada suhu 4 °C, sehingga diperoleh endapan dan supernatan. Supernatan yang diperoleh adalah ekstrak kasar enzim protease ekstraseluler.

### *Fraksinasi Protease (Subardjo dan Soedigdo, 1992)*

Fraksinasi dilakukan dengan penambahan ammonium sulfat secara bertahap pada 15%, 30%, 45%, dan 60%. Caranya sebagai berikut: ammonium sulfat sebanyak 15% dimasukkan secara perlahan ke dalam gelas piala yang berisi ekstrak protease sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* sampai terbentuk endapan. Ekstrak kasar protease kemudian disentrifus pada 10.000 g selama 20 menit. Endapan yang diperoleh (F1) dilarutkan dalam NaCl 1% dan disimpan pada suhu 4 °C. Supernatan hasil fraksinasi pertama ditambah ammonium sulfat sebanyak 30%, selanjutnya dilakukan prosedur yang sama sehingga diperoleh F2. Prosedur yang sama dilakukan untuk menghasilkan fraksi ammonium sulfat 45% (F3) dan 60% (F4). Seluruh fraksi yang dihasilkan didialisis menggunakan *selophan* untuk membebaskan molekul garamnya. Dialisis dilakukan pada suhu 4 °C sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Dialisis dilakukan selama 15 jam dengan pergantian dialisat (aquades) setiap 30 menit. Dialisis dihentikan bila dialisat sudah tidak mengandung garam. Fraksi hasil dialisis dinamakan FHD1 (fraksi 15%), FHD2 (fraksi 30%), FHD3 (fraksi 45%), dan FHD4 (fraksi 60%). Seluruh fraksi diuji aktivitas, kadar protein, dan aktivitas spesifik.

### *Uji Aktivitas Enzim Protease yang Dimodifikasi (Fuad, et. al., 2004)*

Aktivitas proteolitik protease diukur menggunakan metode Kunitz yang dimodifikasi. Sebanyak 0,4 mL enzim dimasukkan dalam tabung reaksi (tabung kontrol), sedangkan tabung lainnya dimasukkan 2 mL substrat kasein 1% (tabung sampel). Kedua tabung diprainskubasi pada suhu 40°C selama 5 menit. Reaksi enzim dimulai dengan menambahkan 0,4 mL larutan enzim ke dalam substrat, sedangkan untuk kontrol dimasukkan 3 mL TCA, dan diinkubasi pada suhu 40°C selama 30 menit. Reaksi dihentikan dengan menambahkan 3 mL larutan TCA 10% (b/v) (asam trikloroasetat 0,11 M; natrium asetat 0,22 M, asam asetat 0,33 M) ke dalam substrat atau sampel, sedangkan kontrol ditambahkan 2 mL substrat kasein. Campuran uji dibiarkan mengendap selama 30 menit, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 6000 rpm, 4°C selama 15 menit. Supernatan yang diperoleh diukur absorbansinya dengan



spektrofotometri pada panjang gelombang 280 nm. Larutan tirosin (0-120 µg/ml) digunakan sebagai standar untuk pengukuran aktivitas proteolitik. Satu unit aktivitas protease (U) didefinisikan sebagai jumlah enzim yang diperlukan untuk menghasilkan 1 µg tirosin/menit/mL larutan enzim dari substrat kasein pada kondisi pengujian tersebut.

$$\text{Aktivitas} = [(2) - (1) / 30 \text{ menit} \times \text{mL enzim}] \times \text{faktor pengenceran}$$

Perhitungan : (1) µg tirosin/mL kontrol, (2) µg tirosin/ mL sampel

Keterangan : 30 menit: lama waktu inkubasi

#### *Penentuan Kadar Protein (Lowry, 1964 dalam Bollag, dkk., 1996)*

Penetapan kadar protein enzim protease dilakukan dengan metode Lowry. Kadar protein protease pada tiap tahap ekstraksi dan pemurnian ditetapkan untuk menghitung aktivitas spesifik protease. Serangkaian larutan standar protein (BSA) dengan konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 mg/ml dalam buffer Tris-HCl pH 8 disiapkan dan masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berbeda sebanyak 0,5 ml larutan protein dan larutan enzim, kemudian ditambah dengan pereaksi C. Setiap tabung reaksi dibiarkan pada suhu kamar selama 10 menit, kemudian ditambahkan 0,5 ml pereaksi E dan dikocok. Larutan dibiarkan selama 30 menit. Larutan pada tiap tabung reaksi diukur absorbansinya dengan spektrofotometer visibel pada panjang gelombang 750 nm.

### **Karakterisasi Enzim**

#### *Penentuan Suhu Optimum Enzim Protease*

Prosedur kerja penetapan suhu optimum enzim sama seperti uji aktivitas tetapi dengan variasi suhu yaitu pada suhu 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, dan 75°C pada pH sesuai habitat asal.

#### *Penentuan pH Optimum Enzim Protease*

Prosedur kerja penetapan pH optimum enzim sama seperti pada penetapan suhu optimum, tetapi dengan variasi pH substrat. Variasi pH yang dilakukan adalah 8, 9, 10 dan 11, inkubasi dilakukan pada suhu optimum. Buffer yang digunakan untuk pH 8, dan 9 adalah Buffer Tris-HCl, sedangkan untuk pH 10, 11 dan 12 digunakan Buffer NaHCO<sub>3</sub> dalam NaOH.

#### *Penentuan Pengaruh Surfaktan*

Pengaruh surfaktan terhadap aktivitas protease diuji dengan cara menambahkan (SDS) pada variasi konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5% dan Tween-80 pada variasi konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1,0% ke dalam larutan sampel, selanjutnya diinkubasi pada suhu dan pH optimum. Pengukuran aktivitas protease dilakukan dengan metode Kunitz yang dimodifikasi.

#### *Penentuan Stabilitas Protease dengan Detergen Komersial (Jaswal and Kocher, 2007)*

Detergen komersial digunakan untuk mengetahui stabilitas protease dengan adanya detergen, 3 gram detergen dilarutkan dengan 1 L air. Uji dilakukan dengan menambahkan larutan detergen pada enzim dengan perbandingan volume detergen : enzim ( 1:9 ) kemudian diinkubasi selama 3 jam pada suhu optimum. Setiap 30 menit enzim diuji aktivitasnya dengan metode Kunitz yang dimodifikasi.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### ***Isolasi Bakteri Penghasil Protease***

Bakteri penghasil protease diisolasi dari sumber air panas Pancuran Pitu Baturraden. Sampel air panas diambil dari sumber mata air, kubangan dan pancuran dengan suhu 54°C dan pH 8. Sampel air panas kemudian dimasukkan dalam medium *Nutrient Broth* (NB) dan

diinkubasi selama 2x24 jam pada suhu dan pH awal, dan selanjutnya ditumbuhkan dalam medium NA.

Isolat bakteri yang memiliki kenampakan berbeda pada medium cawan NA dipindahkan ke medium NA baru dengan metode cawan gores kuadran, sehingga diperoleh isolat tunggalnya. Isolat yang didapat sebanyak enam isolat. Masing-masing isolat tersebut diuji proteolitik pada medium SMA (*Skim Milk Agar*). Isolat yang positif menghasilkan protease ditandai dengan terbentuknya zona jernih di sekeliling koloni. Zona jernih yang terbentuk oleh bakteri penghasil protease dari Pancuran Pitu Baturraden dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Penampakan zona jernih isolat bakteri protease hasil isolasi dari Pancuran Pitu Baturraden**  
**Identifikasi Bakteri Penghasil Protease**

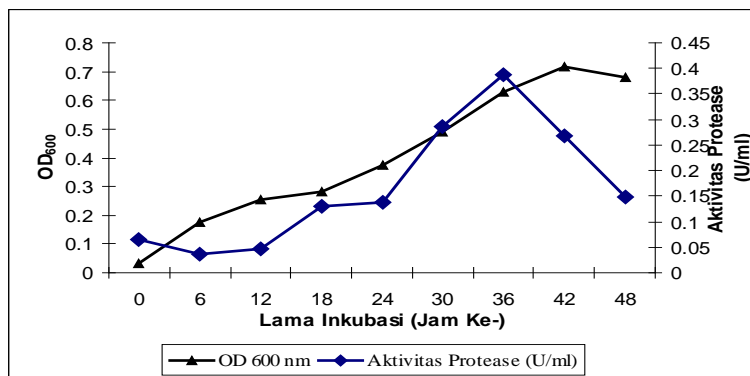
Identifikasi bakteri diperlukan untuk mengetahui jenis isolat bakteri penghasil protease yang diperoleh. Identifikasi bakteri yang diisolasi dari sumber air panas Pancuran Pitu Baturraden dilakukan dengan pengamatan morfologi bakteri dan uji aktivitas biokimiawi bakteri. Data hasil uji morfologi isolat bakteri penghasil protease dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa bakteri penghasil protease ini diduga termasuk genus *Bacillus*. Isolat bakteri tersebut selanjutnya disebut *Bacillus* sp. BT1. Sumber-sumber protease lain yang diaplikasikan dalam industri sebagian besar juga termasuk genus *Bacillus* (Akhdiya, 2003).

**Tabel 1. Data hasil uji morfologi isolat bakteri penghasil protease**

No	Identifikasi	Hasil
1.	karakteristik Koloni	Koloni berwarna krem kekuningan, <i>opaque</i> , kusam, <i>flat</i> (0,5-1,5 mm)
2.	Bentuk Sel	Batang pendek
3.	Ukuran sel	2-3,5 $\mu\text{m}$
4.	Susunan sel	Sendiri, diplo, jarang yang strepto
5.	Pertumbuhan pada NB	Aerob/anaerob fakultatif
6.	Katalase	+
7.	Hidrolisis amilum	-
8.	Pewarnaan gram dan KOH3%	+
9.	Endospora	+ (sentral)
10.	Motilitas	+
11.	Pendugaan genus	<i>Bacillus</i>

**Penentuan Waktu Produksi Optimum Enzim Protease dan Kurva Pertumbuhan Isolat *Bacillus* sp.**

Kurva hasil pengukuran uji aktivitas enzim protease dan kekeruhan medium produksi terhadap selang waktu dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Aktivitas Protease dan kekeruhan (OD) dari *Bacillus* sp. BT1.**

Berdasarkan Gambar 2 tampak bahwa aktivitas protease semakin meningkat dari jam ke-0 sampai jam ke-30 dan mencapai optimum pada jam ke-36 dengan aktivitas mencapai 0,388 U/mL. Hal ini menunjukkan bahwa waktu produksi optimum enzim protease dari isolat *Bacillus* sp. BT1 adalah 36 jam atau terjadi pada fase log (eksponensial). Waktu produksi optimum ini selanjutnya digunakan sebagai patokan waktu untuk memproduksi enzim protease dari isolat bakteri *Bacillus* sp. Menurut Dodia *et. al.* (2006) waktu produksi optimum protease alkalin dari isolat bakteri S<sub>5</sub> yang diisolasi dari Coastal Gujarat, India juga terjadi pada akhir fase eksponensial.

**Fraksinasi dan Dialisis Protease**

Fraksinasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara *salting out* melalui pengendapan protein terlarut oleh garam ammonium sulfat dengan konsentrasi 15%, 30%, 45% dan 60% kejenuhan. Pengendapan protein terlarut terjadi karena molekul air yang berikatan dengan molekul protein melalui ikatan hidrogen tertarik oleh garam amonium sulfat sehingga protein membentuk agregat dan akhirnya mengendap (Poedjiadi, 1994). Keempat fraksi yang dihasilkan kemudian didialisis menggunakan membran selofan. Dialisis bertujuan untuk menghilangkan garam amonium sulfat yang ikut mengendap saat proses fraksinasi dan pengotor-pengotor lainnya yang berukuran kecil. Aktivitas fraksi hasil dialisis dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data Aktivitas Fraksi Hasil Dialisis Isolat *Bacillus* sp. BT1**

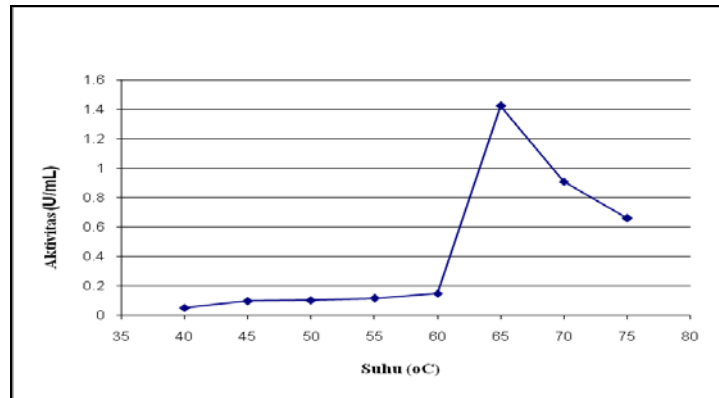
FHD	Vol (mL)	Kadar Protein	Total Protein	unit Aktivitas (U/mL)	Aktivitas Spesifik (U/mg)	Kemurnian
Ekstrak Kasar	1028	2090,094	2148616,981	0,752	0,000000349	1
15%	26	72,736	1891,132	0,405	0,00556473	15899,563
30%	28.7	149,151	4280,632	0,318	0,00007429	212,256
45%	31	204,811	6349,151	0,272	0,00004284	122,404
60%	35	106,698	3734,434	0,258	0,00006909	197,395

Fraksi yang mempunyai aktivitas tertinggi adalah FHD1 (FHD 15%) dengan nilai aktivitas sebesar 0,405 U/mL dan tingkat kemurnian 15899,5 kali ekstrak kasar. FHD1 kemudian ditentukan beberapa sifat biokimiawinya meliputi suhu optimum, pH optimum, pengaruh surfaktan (SDS dan Tween-80), serta kestabilannya terhadap detergen komersial.

## Karakterisasi Enzim Protease

### Suhu Optimum

Suhu merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi aktivitas enzim. Penentuan suhu optimum dilakukan untuk mendapatkan suhu optimum saat enzim memiliki aktivitas proteolitik tertinggi. Hasil penentuan suhu optimum enzim dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Pengaruh variasi suhu terhadap aktivitas protease isolat *Bacillus* sp. BT1.**

Berdasarkan Gambar 3, aktivitas enzim protease *Bacillus* sp. BT1 mencapai aktivitas optimum pada suhu 65°C dengan nilai aktivitas sebesar 1,422 U/mL. Suhu semakin tinggi maka aktivitas enzim juga akan meningkat hingga mencapai suhu optimum, selanjutnya aktivitasnya akan menurun. Kenaikan aktivitas disebabkan oleh kenaikan energi kinetik molekul enzim dan juga meningkatnya gerakan molekul-molekul reaktan sehingga peluang terjadinya tumbukan antara molekul enzim dan substrat semakin besar. Hal ini mengakibatkan semakin besar pula peluang molekul enzim berikatan dengan substrat sehingga produk yang dihasilkan semakin banyak. Oleh karena itu pada suhu di bawah 65°C aktivitas enzim lebih kecil daripada aktivitas enzim pada suhu optimum.

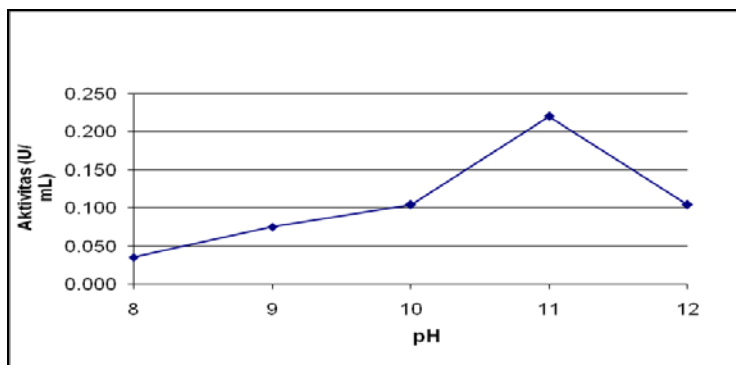
Aktivitas enzim juga akan menurun pada suhu di atas suhu optimum. Hal ini disebabkan suhu tinggi akan memecah ikatan-ikatan sekunder seperti ikatan hidrogen yang mempertahankan enzim pada struktur alamiahnya, sehingga struktur sekunder, tersier enzim rusak secara partial diikuti dengan menurunnya aktivitas (Winarno, 1992). Menurut Ward (1983), panas yang terlalu tinggi selain dapat mengacaukan ikatan hidrogen juga dapat mengacaukan interaksi hidrofobik non-polar. Pemanasan membuat protein terdenaturasi sehingga kemampuan mengikat airnya menurun, karena energi panas mengakibatkan terputusnya interaksi non-kovalen yang ada pada struktur alami protein, tapi tidak memutus ikatan kovalen pada ikatan peptida. Suhu optimum enzim protease yang diisolasi dari *B. Subtilis* FNCC 0059 adalah 45°C (Poernomo dan Purwanto, 2003) dan *Bacillus* dari tanah adalah 60°C (Nascimento and Martins, 2003). Suhu optimum isolat *Bacillus firmus* NRRL B-1107 adalah 50 °C dengan aktivitas sebesar 106,45 U/ml (Akhdiya, 2003).

### pH Optimum

Kurva penentuan pH optimum protease dari isolat bakteri *Bacillus* sp. BT1 dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4 tampak bahwa aktivitas protease isolat *Bacillus* sp BT1 mencapai optimum pada pH 11 dengan nilai aktivitas sebesar 0,219 U/mL. Gugus fungsional dari residu asam amino yang terdapat pada sisi aktif enzim memegang peranan penting dalam reaksi katalisis enzim (Soehartono, 1989). Perubahan muatan residu asam amino dapat mempengaruhi struktur sisi aktif enzim, dimana enzim dalam bentuk aktifnya berada pada struktur tersier atau kuarternernya. Profil pH optimum enzim menggambarkan pH pada saat



gugus pemberi atau penerima proton yang penting pada sisi katalitik enzim berada pada tingkat ionisasi yang diinginkan (Lehninger, 1993).

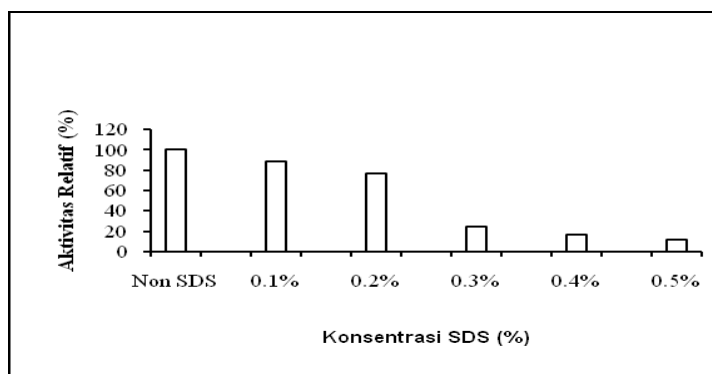


**Gambar 4. Pengaruh variasi pH terhadap aktivitas protease isolat *Bacillus* sp BT1.**

Enzim protease dari isolat *Bacillus* sp. BT1 termasuk alkalin protease karena aktif dan aktivitasnya tinggi pada pH alkalin (basa), sehingga dapat diaplikasikan pada industri detergen. Protease yang diisolasi dari bakteri *Bacillus* sp. (Naiola dan Widhyastuti, 2007) dan bakteri termofilik *Bacillus* sp. (Nascimento and Martins, 2003) juga memiliki pH optimum yang sama yaitu 11.

**Pengaruh Penambahan Surfaktan (SDS dan Tween-80)**

Surfaktan merupakan zat yang berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan suatu cairan. Surfaktan menurunkan tegangan permukaan air dengan mematahkan ikatan-ikatan hidrogen pada permukaan. Proses ini terjadi dengan cara kepala-kepala hidrofilik dari surfaktan mendekati permukaan air dan ekor-ekor hidrofobiknya terentang menjauhi permukaan air (Fessenden dan Fessenden, 1982). Pengaruh penambahan surfaktan (SDS dan Tween-80) terhadap aktivitas protease dari isolat bakteri *Bacillus* sp. BT1 dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



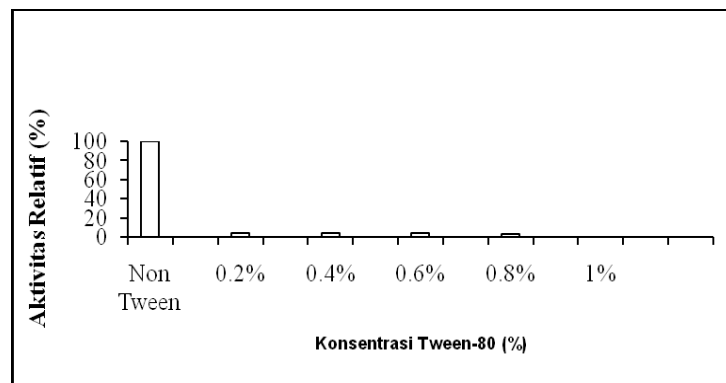
**Gambar 5. Pengaruh Surfaktan (SDS) terhadap aktivitas protease isolat *Bacillus* sp. BT1.**

Berdasarkan Gambar 5 tampak bahwa aktivitas relatif protease dari isolat bakteri *Bacillus* sp. BT1 tersisa 89% dengan penambahan 0,1% SDS, dan semakin menurun hingga tersisa 12% dengan penambahan 0,5% SDS. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar SDS yang ditambahkan, aktivitas protease semakin menurun. Penambahan SDS menurunkan aktivitas protease karena kepala hidrofiliknya yang bersifat anionik dapat mengubah muatan residu asam amino enzim dan mematahkan ikatan hidrogen pada protein enzim sehingga konformasi aktif protease berubah. Penambahan SDS sebesar 5% menyebabkan aktivitas protease dari *B. clausii* tersisa 72,6% (Joo, et. al., 2003), sedangkan protease dari *P. Aeruginosa* PD100 kehilangan aktivitasnya sebesar 50% (Najafi dan Deobagkar, 2005). Menurut Fuad, dkk.

(2004) protease dari *B. thermoglucosidasius* terhambat aktivitasnya dengan penambahan SDS dengan konsentrasi 0,5% (b/v).

Berdasarkan Gambar 6 aktivitas relatif protease dari isolat *Bacillus* sp BT1. tersisa 5% dengan penambahan 0,2% Tween-80 dan aktivitasnya terus menurun hingga tersisa 1% dengan penambahan 1% Twen-80. Hal ini menunjukkan bahwa protease dari isolat bakteri *Bacillus* sp. tidak tahan terhadap surfaktan jenis non anionik seperti Tween-80.

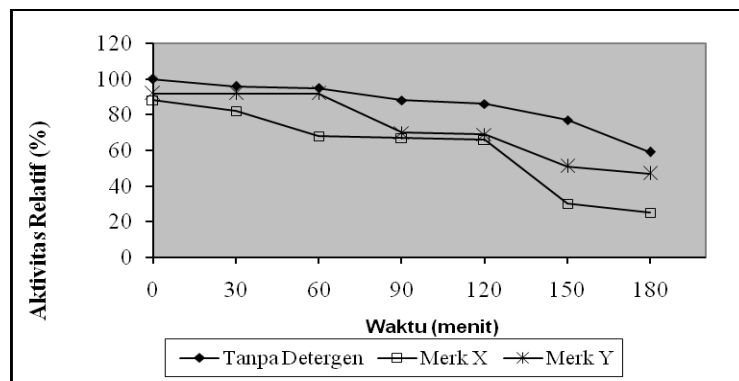
Menurut Najafi, *et. al.*, (2005) protease dari *P. aeruginosa* PD100 menurunkan 50% aktivitasnya pada penambahan 3% Tween-80. Enzim protease dari isolat *Bacillus* sp. BT1 dapat disimpulkan relatif lebih tahan terhadap adanya surfaktan jenis anionik seperti SDS daripada surfaktan non anionik seperti Tween-80.



Gambar 6. Pengaruh Surfaktan (Tween-80) terhadap aktivitas protease isolat *Bacillus* sp. BT1

#### ***Kestabilan Protease dengan Penambahan Detergen Komersial***

Kestabilan protease dari isolat *Bacillus* sp. BT1 dengan penambahan detergen komersial ditentukan dengan melihat besarnya perubahan aktivitas protease setelah diinkubasi pada kondisi optimumnya. Protease diinkubasi pada pH 11 dan suhu 65°C selama 3 jam dan diukur aktivitasnya setiap 30 menit. Kestabilan protease dari isolat *Bacillus* sp. BT1 dengan penambahan detergen komersial dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kestabilan Protease dari isolat *Bacillus* sp. BT1 dengan Penambahan Detergen komersial

Protease yang diaplikasikan pada industri detergen harus stabil terhadap keberadaan detergen komersial. Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa aktivitas protease dari isolat *Bacillus* sp. BT1 tanpa penambahan detergen menurun sebesar 96% pada inkubasi 30 menit. Aktivitas protease tanpa detergen semakin menurun sampai inkubasi 180 menit hingga tersisa 59%.



Aktivitas protease dari isolat *Bacillus* sp. BT1 dengan penambahan detergen Merk X menurun hingga inkubasi 120 menit. Aktivitas protease kemudian menurun drastis pada menit ke-150 hingga tersisa 30%. Penambahan detergen Merk Y mengalami kestabilan hingga inkubasi 60 menit dengan aktivitas relatif sebesar 92%. Aktivitas protease dengan penambahan detergen Merk Y kemudian menurun drastis sebesar 70% pada menit ke-90. Aktivitas protease semakin menurun hingga inkubasi 180 menit dengan aktivitas yang tersisa sebesar 47%.

Aktivitas protease pada penambahan detergen komersial relatif lebih rendah dibandingkan dengan aktivitasnya tanpa penambahan detergen komersial. Hal ini disebabkan pada detergen komersial mengandung surfaktan jenis anionik maupun non-anionik.

### KESIMPULAN

Berdasarkan Penelitian yang telah dilaksanakan, penelitian ini mempunyai simpulan sebagai berikut :

1. Genus bakteri hasil isolasi dari Pancuran Pitu Baturraden diduga adalah *Bacillus* sp.
2. Aktivitas tertinggi hasil fraksinasi dan dialisis adalah Fraksi 15% (FHD 1), dengan suhu optimum 65°C dan pH optimum 11. Penambahan SDS 0,1% dan Tween-80 1% menurunkan aktivitas relatifnya masing-masing menjadi 89% dan 1%.
3. Protease dari isolat *Bacillus* sp. BT1 relatif stabil pada penambahan detergen merk Y hingga waktu inkubasi 60 menit, dan relatif kurang stabil dengan penambahan detergen merk X.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adinaraya, K., P. Ellaiah., dan D. S. Prasad. 2003. "Purification and Partial Characterization of Thermostable Serine Alkaline Protease from a Newly *Bacillus subtilis* PE-11". *AAPS PharmSciTech* 2003;4 artikel 56 (<http://aapspharmscitech.org>).
- Akhdiya, A. 2003. "Isolasi Bakteri Penghasil Enzim Protease Alkalin Termotabil". *Buletin Plasma Nutrafah Vol.9 No.2 Th.2003*.
- Bollag, D. M., S. J. Edelstein and M.D. Rozycki. 1996. *Protein Methods*. John Willey and sons, inc. NewYork.
- Dodia, M.S., R.H. Joshi, R.K. Patel, and S.P. Singh. 2006. Characterization and Stability of Extracellular Alkaline Protease from Halophilic and Alkaliphilic Bacteria Isolated from Saline Habitat of Coastal Gujarat, India. *Brazilian Journal of Microbiology*. 37:276-282.
- Fuad, A. M., R. Rahmawati, dan N. R. Mubarik. 2004. "Produksi dan Karakterisasi Parsial Protease Alkali Termotabil *Bacillus thermoglucosidasius* AF-01". *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, Februari 2004, hlm. 29-35.
- Jaswal, R.K., and G.S. Kocher. 2007. "Partial Characterization of a Crude Alkaline Protease From *Bacillus circulans* and Its Detergen Compatibility". *The Internet Journal of Microbiology*. Vol 4, No. 1.
- Lehninger, A.L. 1993. *Dasar-Dasar Biokimia Jilid I1*. Erlangga. Jakarta.
- Naiola, E dan N. Widhyastuti. 2007. Semi Purifikasi dan Karakterisasi Enzim Protease *Bacillus* sp. *Berk. Penel. Hayati: 13 (51-56)*.
- Najafi, M.F., and D. Deobagkar. 2005. "Potential Application of Protease Isolated from *Pseudomonas aeruginosa* PD100". *Electronic Journal of Biotechnology*, Vol. 8, No. 2.
- Nascimento, W.C.A., and M.L.L.Martins. 2003. Production and Properties of An Extracellular Protease from Thermophilic *Bacillus* sp. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35, 91-96.
- Nogueira, E., U. Beshay, and A. Moreira. 2006. "Characteristics of Alkaline Protease Enzyme Produce by *Teredinobacter turnirae* and Its Potential Application as A Detergent Additive". *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 102, Heft 5.
- Poedjiadi, A dan T. Supriyatin. 2006. *Dasar-Dasar Biokimia*. Penerbit UI. Jakarta.
- Poernomo, A.T. dan D.A. Purwanto. 2003. Uji Aktivitas "Crude" Enzim Proteolitik *Bacillus subtilis* FNCC 0059 Hasil Fermentasi Curah. *Makalah Farmasi Airlangga*, Vol.3, No.3.
- Subardjo, B. Dan P. Soedigdo. 1992. "Ekstraksi, Isolasi dan Pemurnian Protein dari Bakteri Bongkrek *Pseudomonas cocovenenans* X-128". *Majalah Ilmiah-I (XIX): 98-107*.





- Suhartono, M.T. 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. PAU Bioteknologi IPB. Bogor.
- Ward, O. P. 1983. *Properties of Microbial Proteinase*, dalam W. Fogarty (ed.) *Microbial Enzymes and Biotechnology*. Applied Science Publishing, London.
- Winarno, F. G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Yandri, A. S., D. Herasari and T. Suhartati. 2007. "Isolasi, Pemurnian dan Karakterisasi Enzim Protease Termotabil dari Bakteri Isolat Lokal *Bacillus subtilis* ITBCCB 148", *J. Sains MIPA, Special Edition*, 13(2): 100-106 (Indonesian)



# INTRODUKSI PROBIOTIK MEP<sup>+</sup> PADA PELET IKAN DALAM SISTEM KERAMBA JARING APUNG TERHADAP KELIMPAHAN ENTEROBACTERIACEAE, SUATU UPAYA PELESTARIAN WADUK

**Endang Widyastuti, Sukanto, dan Siti Rukayah**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : endang.widyastuti@yahoo.com*

Probiotik MEP<sup>+</sup> merupakan produk probiotik dari polikultur mikroba indigenous unggul dari laboratorium Mikrobiologi Fakultas Biologi Unsoed yang bersifat nonpatogenik, amilolitik, proteolitik, selulitik, menghasilkan vitamin B12, C dan K. Probiotik ini juga bersifat antagonik terhadap *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *E. coli*, *Salmonella*, *Shygella* dan *Vibrio cholera*. Introduksi MEP<sup>+</sup> pada pelet ikan dalam sistem keramba jaring apung bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian probiotik MEP<sup>+</sup> terhadap populasi Enterobacteriaceae baik dalam usus ikan maupun di perairan Waduk Wadaslintang. Percobaan dilakukan dengan metode eksperimental dan metode survai. Metode eksperimental dilakukan terhadap percobaan pelet pada budidaya ikan nila menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan yaitu pakan di pasaran dengan kandungan protein 24% tanpa MEP<sup>+</sup> (A), pakan di pasaran dengan kandungan protein dengan penambahan MEP<sup>+</sup> (B), pakan fermentasi dengan kandungan protein 21% tanpa penambahan MEP<sup>+</sup> (C), dan pakan fermentasi dengan kandungan protein 21% dengan penambahan MEP<sup>+</sup> (D). Percobaan dilakukan selama 70 hari dengan pengamatan 2 minggu sekali. Kelimpahan enterobacteriaceae dilakukan pada tiga lokasi di sekitar percobaan budidaya keramba jaring apung dan pada usus ikan. Kondisi mikrobiologis dilakukan secara deskriptif menggunakan *Bergey's Manual Determination of Bacteriology*. Analisis hasil dilakukan dengan uji F. Hasil percobaan menunjukkan perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan kepadatan Enterobacteriaceae usus ikan ( $F_{hitung} > F_{0,01}$ ) dan tidak berpengaruh terhadap penurunan Enterobacteriaceae perairan. Hasil uji BNT menunjukkan perlakuan antara B berbeda nyata dengan perlakuan A dan C, namun tidak berbeda dengan perlakuan B.

Kata kunci: Introduksi, Probiotik MEP<sup>+</sup>, pakan fermentasi, Enterobacteriaceae, Waduk Wadaslintang

## PENDAHULUAN

Waduk Wadas Lintang terletak di Kabupaten Wonosobo, selain sebagai pembangkit tenaga listrik, pengendali banjir dan irigasi juga dimanfaatkan untuk budidaya dalam sistem keramba jaring apung (KJA). Usaha perikanan selalu dihadapkan pada tiga faktor utama yang merupakan kunci keberhasilan usaha yaitu bibit yang unggul, pakan yang seimbang dan tatalaksana yang baik.

Dalam sistem budidaya ikan secara intensif, faktor pakan merupakan suatu hal yang sangat menentukan baik jumlah maupun kualitasnya. Pakan yang baik harus mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral dalam jumlah seimbang. Pemberian pakan ikan pada sistem KJA secara intensif menggunakan pakan tambahan dengan kandungan protein di atas 20%. Pemberian pakan tambahan berpotensi meningkatkan sisa pakan yang masuk ke dalam badan air waduk. Semakin tinggi akumulasi sisa pakan dalam badan air berpeluang tumbuh dan berkembangnya jasad renik pengurai dan pembusuk termasuk diantaranya timbulnya blooming Cyanobacteria yang dapat menghasilkan senyawa racun yang membahayakan organisme air lain (Lampert dan Sommer, 2007). Sebaliknya bila bahan pakan tambahan kekurangan salah satu nutrisi tersebut di atas, maka akan terjadi gangguan dalam proses metabolisme, tubuh ikan menjadi lemah dan mudah terserang penyakit infeksi (Sukadi, dkk., 1989). Kelompok Enterobacteriaceae merupakan salah satu berberapa kelompok bakteri yang berpotensi menimbulkan penyakit infeksi (Jawetz *et al.* 1996). Kelompok bakteri tersebut dicurigai sebagai penyebab diare pada manusia dan hewan dengan kemampuannya memproduksi enterotoksin yang secara tidak langsung menyebabkan kehilangan cairan tubuh.



Penggunaan antibiotika sebagai suplemen pakan ikan/ternak serta perangsang pertumbuhan bobot badan menimbulkan efek samping yang merugikan, yaitu timbulnya resistensi mikroba tertentu terhadap obat dan akumulasi residu obat dalam tubuh ikan yang dapat membahayakan konsumen/manusia.

Penggunaan probiotik yang diintroduksi dalam pakan ikan, akan lebih murah, aman dan sederhana penerapannya bila dibanding dengan penggunaan antibiotik. Menurut Samadi (2004) Probiotik merupakan mikroorganisma yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan tanpa mengakibatkan terjadinya proses penyerapan komponen probiotik dalam tubuh inang, sehingga tidak terdapat residu ataupun menimbulkan mutasi genetik pada konsumen (ternak/ikan)

Macam probiotik yang sering digunakan adalah starbio, EM 4 (Effective Microorganism-4) dan MEP<sup>+</sup> (Mikroba Efektif Produktif Plus). Masing-masing produk probiotik tersebut sangat spesifik sifatnya tergantung pada jenis, komposisi mikroba dan matrik/substratnya. MEP<sup>+</sup> merupakan probiotik produk program IbIKK Unsoed yang diproduksi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Biologi Unsoed, berupa kultur campur tiga bakteri asam laktat (BAL) dan *Cellulomonas cellasea*. Kultur campur tersebut bersifat sinkronis, non pathogen, amilolitik+, proteolitik+, lipolitik-, selulolitik + dan antagonik terhadap *Aeromonas*, *Pseudomonas* dan *Enterbacteriaceae* (Sukanto dan Sutardi, 2008). Menurut Hadioetomo (1993), kelompok BAL apabila berada dalam saluran pencernaan inang (internal) berperan sebagai probiotik dan bila berada pada lingkungan sekitar (eksternal) berperan aktif sebagai dekomposer.

Mengingat masih sedikitnya informasi mengenai kemampuan probiotik MEP<sup>+</sup> dalam menekan kuman pathogen (*Enterobacteriaceae*) dalam saluran pencernaan ikan, maka dilakukan suatu penelitian tentang introduksi MEP<sup>+</sup> pada pakan ikan dan pengaruhnya terhadap *Enterobacteriaceae* pathogen dalam usus ikan maupun perairan waduk.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui: (1) Pengaruh introduksi MEP<sup>+</sup> pada pakan ikan terhadap populasi *Enterobacteriaceae* usus ikan dan perairan waduk, (2) Perlakuan pakan yang memberikan efek penurunan populasi *Enterobacteriaceae* yang terbaik. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang pengaruh perlakuan pemberian probiotik MEP<sup>+</sup> yang diintroduksi dalam pakan ikan terhadap jumlah total *Enterobacteriaceae* pathogen.

Pemberian MEP<sup>+</sup> dengan dosis 1 ml/kg bahan pakan efektif dapat meningkatkan produktivitas ayam (Sukanto dan Sutardi, 2008). Meningkatnya produktivitas ayam disebabkan oleh berkurangnya serangan pathogen, karena MEP<sup>+</sup> mampu menghambat pertumbuhan pathogen. Kemampuan probiotik MEP<sup>+</sup> dalam menekan pathogen dapat diketahui dengan menghitung jumlah total *Enterobacteriaceae* pathogen, yaitu dengan menumbuhkan *Enterobacteriaceae* dari isi usus pada medium selektif agar MacConkey. Medium MacConkey merupakan medium agar selektif untuk mengisolasi *Enterobacteriaceae* pathogen dari feses. Adanya garam empedu dan kristal violet dapat menghambat pertumbuhan mikrofora kuman gram positif. Adapun adanya indikator *etral red* di dalam medium MacConkey digunakan untuk mendeteksi kemampuan kuman dalam mendegradasi laktosa. Kuman yang tidak dapat mendegradasi laktosa menunjukkan kenampakan koloni yang transparan, sedangkan kuman yang dapat mendegradasi laktosa menunjukkan koloni yang berwarna. *Escherichia coli* dapat mendegradasi laktosa sehingga kenampakan koloninya berwarna merah, sedang *Enterobacter* berwarna merah muda (Merck, 2002).

Kenampakan anggota kelompok famili *Enterobacteriaceae* mudah diketahui karena memiliki ciri spesifik koloninya yakni *Salmonella* mempunyai koloni berukuran sedang, bentuk



bulat, elevasi cembung dan halus; *Shygella* mempunyai koloni berukuran sedang hingga besar, tepi rata dan halus; *Proteus* memiliki ukuran kecil-kecil, tepi rata dan halus. Salmonella, Shygella, Yesrsinia dan Proteus memiliki kenampakan sama yaitu berupa koloni transparan atau tidak berwarna (Cowan dan Steel, 1995).

Berdasarkan uraian tersebut di atas dapat disusun hipotesis sebagai berikut: (1) Introduksi probiotik MEP<sup>+</sup> dapat menekan jumlah Enterobacteriaceae patogen, (2) Pemberian probiotik pada dosis 1,5 ml per kg pakan secara internal, efektif menghambat pertumbuhan Enterobacteriaceae dalam usus ikan dan non signifikan secara eksternal terhadap jumlah total Enterobacteriaceae perairan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di perairan Waduk Wadaslintang selama 70 hari pemeliharaan dengan menggunakan 12 unit keramba jaring apung ukuran 2,5 x 2,5 x 1 m yang terbuat dari jaring polyethylene. Masing-masing keramba diisi hewan uji ikan nila ukuran 13 gram sebanyak 8 kg dan diset pada sebuah rakit, permukaan keramba mencuat 20 cm ke permukaan air sehingga kedalaman air menjadi 1 m. Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yaitu: (A) penggunaan pakan komersial (protein 24%), (B) pakan komersial (protein 24%) yang diintroduksi MEP<sup>+</sup>, (C) pakan fermentasi (protein 21%) dan (D) pakan fermentasi (protein 21%) yang diintroduksi MEP<sup>+</sup>.

Pemberian pakan dilakukan 2 kali sehari sebanyak 3% dari total bobot badan per hari. Peubah yang diamati meliputi populasi Enterobacteriaceae dalam isi usus ikan dan perairan waduk. Pengamatan Enterobacteriaceae dilakukan dengan kultur spread pada medium MacConkey.

Penentuan jumlah Enterobacteriaceae perairan waduk dilakukan dengan penetapan lokasi sampling menjadi tiga zona/stasiun ( zona I :perairan KJA, zona II: 50m dari zona I dan zona III: 50m dari zona II). Tiap Stasiun dilakukan 3 kali pengambilan sampel sebanyak 250 ml dan dicampur menjadi satu sampel, diberi label dan dimasukkan dalam termos es untuk keperluan pengamatan Laboratoris. Penentuan jumlah Enterobacteriaceae pada isi usus ikan dilakukan pada ikan yang diberi pakan yang diintroduksi MEP<sup>+</sup> dan pada ikan yang diberi pakan tanpa diintroduksi MEP<sup>+</sup>

Penentuan jumlah Enterobacteriaceae perairan waduk dan isi usus ikan dilakukan dengan cara mengukur sampel air 1ml dan menimbang sampel isi usus ikan sebanyak 1gr dan disuspensikan dalam 9ml akuadest steril, selanjutnya dibuat seri pengenceran hingga 10<sup>-6</sup> dan 10<sup>-3</sup>. Tiga seri pengenceran tertinggi dispread kultur sebanyak 0,1 ml pada medium MacConkey dan diinkuasi pada suhu 37<sup>oC</sup> selama (1 – 2)x24 jam. Kondisi mikrobiologis dilakukan secara diskriptif menggunakan Bergey`s Manual Determinative of Bacteriology ( Holt *et al.*, 1994). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati dilakukan analisis ragan uji F dengan bantuan paket program statistik. Hasil uji F yang signifikan dari perlakuan yang dicoba dilanjutkan uji BNJ (Stell and Torrie, 1991).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kepadatan Enterobacteriaceae pada perairan Waduk Wadaslintang ditunjukkan pada Tabel 1. Pengamatan Enterobacteriaceae perairan waduk didapatkan kepadatan (36,667 – 48,667) cfu/ml dari 10 tipikal isolat. Kepadatan Enterobacteriaceae tertinggi terdapat pada Stasiun II (perairan KJA) yaitu 48,667 x 10<sup>3</sup> yang diikuti Stasiun I dan III.

**Tabel 1: Kepadatan Enterobacteriaceae di perairan Waduk Wadaslintang**

Stasiun	Kepadatan cfu/ml)				
	Sampling I	Sampling II	Sampling III	Jumlah	Rerata
Stasiun I	81.000	36.000	15.800	132.000	44.000
Stasiun II	90.000	41.000	15.000	146.000	48.667
Stasiun III	50.000	43.000	17.000	110.000	36.667

Hasil uji F introduksi MEP<sup>+</sup> pada pakan ikan tidak berpengaruh terhadap penurunan kepadatan populasi Enterobacteriaceae perairan waduk yang ditunjukkan adanya nilai F hitung < F tabel. (Tabel 2). Hal itu karena MEP<sup>+</sup> yang terdedah dari pakan yang terintroduksi dalam perairan waduk sangat kecil dibanding dengan yang terjebak dalam pakan yang dimakan ikan. Dengan demikian keberadaan MEP<sup>+</sup> dalam perairan waduk sangatlah kecil sehingga tidak berefek terhadap penurunan populasi Enterobacteriaceae.

**Tabel 2 : Analisis sidik ragam pengaruh introduksi MEP<sup>+</sup> pada pakan ikan terhadap kepadatan Enterobacteriaceae di perairan Waduk Wadaslintang**

Populasi	JK	Df	MS	F hit	F tab
Perlakuan	21955555.556	2	10977777.778	.114	.894
Antar perlakuan	8066666.667	1	8066666.667	.084	.782
Deviation	13888888.889	1	13888888.889	.144	.717
Galat	57793333.334	6	9632222.222		
Total	59988888.889	8			

Pengamatan Enterobacteriaceae pada isi usus ikan didapatkan kepadatan (34.04 – 16.51) x 10<sup>3</sup> cfu/ml dari 12 tipikal isolate (Tabel 3). Pada Tabel 3 menunjukkan adanya kepadatan Enterobacteriaceae dari isi usus ikan yang diberi pakan terintroduksi MEP<sup>+</sup> lebih rendah daripada yang tidak diintroduksi

**Tabel 3: Data populasi Enterobacteriaceae dalam usus ikan**

Sample usus ikan pada perlakuan	Kepadatan 10 <sup>3</sup> cfu/ml					
	Sampling I	Sampling II	Sampling III	Jumlah	Rerata	Hamb
A	35.21	35.78	31.14	102.13	34.04	
B	15.49	16.73	17.32	49.54	16.51	51,5%
C	35.78	31.62	33.47	100.87	33.62	
D	20.98	17.32	18.44	56.74	18.91	43,75%

Pengamatan pemberian MEP<sup>+</sup> pada pakan ikan dalam system budidaya KJA efektif menurunkan populasi Enterobacteriaceae saluran cerna sebesar 51,5%. Hal itu ditunjukkan dari kepadatan enterobacteriaceae isi usus ikan dengan pakan yang tidak diintroduksi MEP<sup>+</sup> sebanyak 34.04 x 10<sup>3</sup> cfu/ml dan 16.51 x 10<sup>3</sup> cfu/ml . Menurut Fuller (1989) adanya probiotik dalam tubuh inang sangat menguntungkan yaitu merubah populasi mikroba saluran pencernaan, membantu pencernaan dan penyerapan zat-zat nutrisi melalui aktivitas enzimatik, meningkatkan respon imun dan menekan pathogen potensial. Dalam hal kemampuan probiotik menekan pertumbuhan kuman pathogen, MEP<sup>+</sup> secara invitro dan in-vivo telah teruji efektif menekan pertumbuhan *Aeromonas*, *Esherichia*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shygella* dan *Vibrio* (Sukanto,2004) . Adanya BAL dalam MEP<sup>+</sup> berpotensi menghasilkan asam laktat dan latosidin dengan keasaman yang tinggi sangat menghambat pertumbuhan kuman pathogen. Sedangkan menurut Sugita *et al.*, 1991 dalam Iriyanto 2003 bahwa probiotik mampu memperbaiki nutrisi inang dengan cara memproduksi vitamin dan detoksikasi senyawa toksik yang ada dalam pakan.



Hasil analisis sidik ragam dengan menggunakan uji F didapatkan bahwa antar perlakuan berbeda nyata (Tabel 4). Uji beda nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil didapatkan antar perlakuan B berbeda nyata dengan A; perlakuan C tidak berbeda dengan A; perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan A; perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan C; perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan C dan perlakuan D tidak berbeda dengan perlakuan B (Tabel 5).

**Tabel 4 : Analisis sidik ragam pengaruh introduksi MEP<sup>+</sup> pada pakan ikan terhadap kepadatan Enterobacteriaceae saluran cerna ikan**

Populasi	JK	Df	MS	F Hit	F Tab.
Perlakuan	788.468	3	262.823	69.453*	.000
Antar perlakuan	119.964	1	119.964	31.702*	.000
Deviasi	668.504	2	334.252	88.329	.000
Galat	30.273	8	3.784		
Total	818.741	11			

**Tabel 5 : BNJ antar perlakuan introduksi MEP<sup>+</sup> pada pakan Ikan terhadap kepadatan Enterobacteriaceae usus ikan**

	A	B	C	D	
A (protein 24%)	-				
B ( protein 24%+MEP)	17,53*	-			
C (protein 21%)	0,42	17,11*	-		
D (protein 21%+MEP)	15,13*	2,4	14,71*	-	

BNT 0,05 = 11,46, 0,01 = 18,79

Berdasarkan Hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa perlakuan pemberian pakan yang diintroduksi dengan MEP<sup>+</sup> cukup efektif terhadap penurunan kepadatan Enterobacteriaceae usus ikan (51,5%) dan tidak berpengaruh terhadap penurunan Enterobacteriaceae perairan . Perlakuan (B) penggunaan pakan pasar dengan protein 24% yang diintroduksi MEP<sup>+</sup> paling tinggi menurunkan populasi Enterobacteriaceae dan tidak berbeda dengan perlakuan D yang menggunakan pakan fermentasi berbahan baku lokal yang diintroduksi MEP<sup>+</sup>.

### PUSTAKA

Barrow, G.I., and R.K.A. Feltham. 1993. Cowan dan Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria. Third Edition. The press Syndicate of The Univesity of Cambrige, United Kingdom.

Cowan and Steel's. 1995. Manual for The Identification of Medical Bacteria. Practice Hall Upper Saddle Rime. New Jersey.

Fuller, R. 1989. Review. Probiotic in Men and Animals. Journal Application Bacteria 66:365-378

Hadioetomo, R.S. 1993. Mikrobiologi Dasar dalam Praktek, Teknik dan Prosedur Dasar Laboratoeium. PT Gramedia. Jakarta

Holt J.G., N.I.R. Kreig,, P.H.A.Sneth., J.T.Staley., and S.T.Williams. 1994. Bergey's Manual of Deteminatie Bacteriology, 8<sup>th</sup> Eddition. Williams & Wilkins, Philadelphia

Irianto, A. 2003. Probiotik Akuakultur. Gajah Mada Press, Yogyakarta.

Iriyanti, N. dan E. Aris., 2001. Pengaruh Suplementasi Probiotik *Lactobacills* sp. Dalam Ransum Unggas Terhadap Aktivitas Antagonism dan Kompetisi *Lactobacillus* sp. Pada Saluran Pencernaan Unggas. *Biosfera*. 18:68-72

Jawetz, E., J.L. melnick dan E.A. Adelberg. 1996. Mikrobiologi Kedokteran (Medical Microbiology) edisi 20. EGC, Jakarta.

Lampert, W. and U. Sommer. 2007. *Limnoecology*. Oxford University Press. Oxford.

Merck, 2002. MacCONKEY A: lactosefermenting bacteria in faeces. <http://www.emdemicals.Com/analytics/Micro Manual/TEDISdata/prods/I 05465 0500 5000.html>.



- Pelzar, M.J. and E.C.S. Chan. 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Ringo, E., dan T.H. Birkbeck. 1999. A Review, Intestinal Microflora of Fish Larvae and Fry. *Aquaculture* 30:73-93
- Sukadi, M.F., I.N.S. Rabegnatar, O. Praseno, Krismono, Z. Jangkaru dan H.R. Schmittou. 1989. Petunjuk Teknis Budidaya Ikan dalam Keramba Jaring Apung. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta.
- Samadi. 2004. Feed Quality for Food Safety. *Inovasi Online* Vol.2XVI/November 2004-IPTEK
- Sukanto. 2003. Seleksi dan Uji Daya Hambat Isolat Bakteri Asam Laktat dari Lab. Mikrobiologi Fak. Biologi Unsoed Terhadap Pertumbuhan *Aeromonas hydrophilla*. Seminar Nasional Pengendalian Penyakit Ikan di Unsoed, Purwokerto.
- Sukanto dan T.R. Sutardi, (2008). Pengembangan Budidaya Ayam Broiler Secara Nonkonvensional Melalui Pemberian Probiotik MEP<sup>+</sup>. *Jurnal Pengembangan dan & Penerapan Teknologi VI (1):397-409*
- Stell, R.G., dan J.H Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pedekatan Biometrik, Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.



## BAKTERI FOTOSINTETIK ANOKSIGENIK PERANANNYA DALAM MENDEGRADASI LIMBAH

Lestanto Unggul Widodo

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email: lestanto.widodo@yahoo.com

BFA (Bakteri Fotosintetik Anoksigenik) merupakan bakteri yang mempunyai kemampuan melakukan fotosintesis tanpa membentuk molekul oksigen. Bakteri ini dapat menggunakan donor elektron fotosintetis hidrogen sulfida, disamping sumber nitrogen seperti amonia dan nitrit untuk pertumbuhannya. Metode survey digunakan untuk melakukan isolasi dan karakterisasi BFA dari perairan tambak udang, analisis deskriptif komparatif terhadap 12 isolat tersebut berhasil mengenali 4 isolat *Rhodobacter* sp. (B1, B2, B6 dan B8), 3 isolat *Sandaracinobacter* sp. (B3, B10 dan B11), 3 isolat *Roseobacter* sp. (B4, B5 dan B9) dan 2 isolat *Erythrobacter* sp. (B7 dan B12). Metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) digunakan untuk menguji kemampuan isolat-isolat tersebut dalam menurunkan konsentrasi amonia, nitrit dan hidrogen sulfida. Analisis ragam (ANOVA) dan uji beda nyata jujur (BNJ) menunjukkan bahwa masing-masing isolat mempunyai kemampuan berbeda-beda dalam menurunkan amonia, nitrit dan hidrogen sulfida. Besarnya penurunan konsentrasi amonia pada masing-masing isolat adalah 9,58% (B1), 9,56% (B2), 9,23% (B3), 9,57% (B4), 12,02% (B5), 12,38% (B6), 9,44% (B7), 9,21% (B8), 9,18% (B9), 9,90% (B10), 9,88% (B11) dan 9,54% (B12). Besarnya penurunan konsentrasi nitrit pada masing-masing isolat adalah 5,72% (B1), 2,38% (B2), 2,22% (B3), 5,55% (B4), 39,52% (B5), 40,79% (B6), 3,77% (B7), 82,51% (B8), 78,79% (B9), 1,87% (B10), 2,26% (B11) dan 4,67% (B12). Besarnya penurunan konsentrasi hidrogen sulfida pada masing-masing isolat adalah 53,67% (B1), 54,00% (B2), 1,67% (B3), 7,64% (B4), 8,00% (B5), 58,00% (B6), 12,00% (B7), 57,67% (B8), 8,00% (B9), 1,67% (B10), 1,33% (B11) dan 11,67% (B12).

Kata kunci: Bakteri Fotosintetik Anoksigenik, Amonia, Nitrit, Hidrogen Sulfida

### PENDAHULUAN

Bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) tumbuh pada lingkungan perairan yang banyak mendapatkan sinar matahari dan mengandung senyawa-senyawa yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya seperti amonia, nitrit dan hidrogen sulfida. Kondisi lingkungan perairan terbuka dengan aliran yang tidak terlalu deras (menggenang) dan terdapat akumulasi berbagai bahan organik ditemukan pada perairan tambak udang.

Perairan tambak udang merupakan perairan estuarin yang mengandung amonia, nitrit dan hidrogen sulfida. Senyawa-senyawa ini dihasilkan dari dekomposisi bahan organik sisa pakan dan udang yang terakumulasi. Konsentrasi amonia, nitrit dan hidrogen sulfida yang berlebihan dapat merugikan perairan karena bersifat toksik. Keberadaan BFA dalam perairan dapat mengurangi kandungan senyawa-senyawa toksik tersebut, tetapi informasi mengenai jenis BFA dari perairan tambak udang yang mampu menurunkan amonia, nitrit dan hidrogen sulfida belum banyak diketahui.

Aktivitas BFA dari famili Chromaticeae seperti *Chromatium* sp. dan *Chlorobium* sp, yang bersifat anaerob cenderung menggunakan hidrogen sulfida dalam jumlah banyak, yang dikarenakan senyawa tersebut ditemukan berlimpah dalam kondisi anaerob di dasar perairan. Sementara kelompok BFA yang bersifat aerob dan fakultatif anaerob seperti *Erythrobacter* sp., *Roseobacter* sp., *Sandaracinobacter* sp. dan *Rhodobacter* sp, mempunyai kemampuan lebih besar dalam menggunakan amonia dan nitrit, dikarenakan senyawa-senyawa tersebut dapat terdistribusi merata pada seluruh lapisan perairan. (Schlegel dan Schmidt, 1985; Widiyanto dan Rusmana, 1988; Yurkov dan Beatty, 1998; Blankenship, 1997; Madigan *et al*, 1997; Saefulloh, 2001).





Empat strain BFA yang diisolasi Saefulloh (2001) dari perairan estuarin Segara Anakan Cilacap mempunyai kemampuan menurunkan nitrit antara 36,96 sampai 98,51 persen pada media uji setelah inkubasi selama 96 jam. 18 strain BFA dari perairan estuarin Serang, Sukabumi serta Kerawang yang berhasil diisolasi mampu menurunkan hidrogen sulfida dengan konsentrasi yang bervariasi antara 59 sampai 97,15 persen. (Widiyanto 1996)

Uji kemampuan BFA pada media Sea Water Complete (SWC) cair dengan cara menambahkan senyawa-senyawa uji disesuaikan dengan konsentrasi yang merugikan perairan tambak udang. Konsentrasi amonia sebesar 0,45 ppm dan konsentrasi nitrit sebesar 6,4 ppm sudah dapat menghambat laju pertumbuhan udang sebesar 50%, sementara hidrogen sulfida yang mencapai 4,0 ppm dapat menyebabkan kematian udang di perairan tambak (Shigueno, 1975)

Untuk mengetahui Jenis BFA dilakukan identifikasi dan karakterisasi. Karakterisasi terhadap BFA dilakukan dengan melihat sifat pertumbuhan dan warna kultur, sifat dan bentuk sel, serta pola spektra absorbansi (Rusmana *et al.*, 1998). Isolatnya berbentuk batang Gram negatif dengan pertumbuhan fakultatif anaerob. Isolat-isolat tersebut termasuk kelompok Rhodospirillaceae dengan variasi warna kultur mulai dari kuning, jingga sampai merah tua, dengan serapan cahaya pada panjang gelombang maksimal antara 800 sampai 850 nm (Pfennig dan Truper, 1989). Isolat yang mampu menurunkan hidrogen sulfida sampai 97,15 persen adalah *Rhodobacter* sp. dengan karotenoid berwarna jingga (Blankenship *etal.*, 1995), Widiyanto dan Rusmana (1998).

Besarnya kemampuan BFA dalam menurunkan konsentrasi amonia, nitrit dan hidrogen sulfida dapat diketahui dengan menganalisis konsentrasi masing-masing senyawa tersebut pada media pertumbuhan di akhir inkubasi dan membandingkannya dengan media steril (kontrol) (Saefulloh, 2001). Konsentrasi amonia dan nitrit dianalisis secara spektrofometri dan hidrogen sulfida dengan metode iodine secara titrasi (Alaerts dan Santika, 1987; APHA, 1995). Hasil penelitian diharapkan mendapatkan strain BFA perairan tambak udang yang dapat digunakan untuk bioremediasi cemarani amonia, nitrit dan hidrogen sulfida.

## MATERI DAN METODE

Sampel dimasukkan dalam media uji SWC dengan Ekstrak khamir (1 gram), bacto pepton (5 gram) dan gliserol (3 ml) (cair) sebanyak 10% v/v (air) atau 10% b/v (lumpur/sedimen) lalu diinkubasi dengan penerangan lampu 40 watt dan jarak 30 cm selama 7 hari pada suhu kamar. Isolat yang tumbuh diinokulasikan pada media uji (padat) di cawan petri dengan pengenceran  $10^{-4}$ , diinkubasi suhu kamar selama 4 hari. Koloni yang tumbuh dipisahkan secara kuadran pada media uji (padat) sampai didapatkan biakan murni. Pemisahan koloni berbeda dilakukan menurut penampakan morfologi koloni yang meliputi bentuk, tepi, warna dan elevasi. isolat-isolat tersebut di uji kembali kemampuan pertumbuhannya dalam media cair yang mengandung amonia, nitrit dan hidrogen sulfida.

Sebanyak 1 ose dari masing-masing isolat yang berumur 48 jam diinokulasikan dalam media uji cair. Sebagai kontrol adalah media uji cair steril yang tidak diinokulasi BFA. Diperam selama 96 jam pada suhu kamar. Pengamatan kemampuan tumbuh BFA dilakukan setiap 24 jam.

Jumlah sel dihitung dengan metoda spektrometri dengan membuat kurva standard. Identifikasi isolat bakteri dilakukan melalui pengamatan mikromorfologi yang meliputi bentuk sel, sifat gram, motilitas. Dilakukan juga identifikasi warna dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 350 sampai 900 nm.



Kurva standar ammonia dan nitrit dibuat dengan menghubungkan nilai absorbansi masing-masing larutan referensi dengan nilai konsentrasinya. Konsentrasiamonia dan nitrit pada sampel dapat ditentukan dengan memasukkan nilai absorban sampel dalam kurva standar nitrit kemudian dikalikan nilai pengencerannya. Untuk menghitung konsentrasi hidrogen Sulfida dihitung dengan titrasi. Data hasil isolasi, seleksi dan karakterisasi dianalisis secara deskriptif-komparatif antara satu isolat dengan lainnya. Data persentase konsentrasi amonia, nitrit dan hidrogen sulfida dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) atau uji F, kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan tingkat kesalahan 1% dan 5%.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil isolasi dan seleksi BFA dari perairan tambak udang didapatkan 12 isolat yang mampu menurunkan amonia, nitrit dan hidrogen sulfida, setiap isolat tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. ( Tabel 1.)

**Tabel 1. Isolat BFA dari perairan tambak udang yang mampu tumbuh pada media uji.**

Code Isolat	Habitat		Sifat Pertumbuhan	Spektra Absorbansi		Teridentifikasi
	Substrat	Kedalaman Perairan		Karoten (nm)	Bchl (nm)	
B1	Sedimen	Permukaan	fakultatif anaerob	513	800-850, 870	<i>Rhodobacter</i> sp. (Zuber, 1986)
B2		Tengah	fakultatif anaerob	513	800-850, 870	<i>Rhodobacter</i> sp. (Zuber, 1986)
B3		Tengah	aerob	424, 450, 474	800, 867	<i>Sandaracinobacter</i> sp. (Yurkov <i>et al</i> , 1997)
B4		Tengah	aerob	510	806, 868	<i>Roseobacter</i> sp. (Shiba, 1991)
B5		Dasar	aerob	510	806, 868	<i>Roseobacter</i> sp. (Shiba, 1991)
B6		Dasar	fakultatif anaerob	513	800-850, 870	<i>Rhodobacter</i> sp. (Zuber, 1986)
B7	air	Dasar	aerob	470	800, 869	<i>Erythrobacter</i> sp. (Shiba & Simidu, 1982)
B8		Dasar	fakultatif anaerob	513	800-850, 870	<i>Rhodobacter</i> sp. (Zuber, 1986)
B9		Dasar	aerob	510	806, 868	<i>Roseobacter</i> sp. (Shiba, 1991)
B10		Dasar	aerob	424, 450, 474	800, 867	<i>Sandaracinobacter</i> sp. (Yurkov <i>et al.</i> , 1997)
B11		Permukaan	aerob	424, 450, 474	800, 868	<i>Sandaracinobacter</i> sp. (Yurkov <i>etal</i> , 1997)
B12		Permukaan	aerob	470	800, 869	<i>Erythrobacter</i> sp. (Shiba & Simidu, 1982)

Hasil isolasi sebagian besar mempunyai sifat pertumbuhan aerob (*Sandaracinobacter* sp., *Erythrobacter* sp.), sebagian lainnya fakultatif anaerob (*Rhodobacter* sp.) dan tidak ada yang anaerob (*Chromatittm* sp., *Chlorobium* sp.). BFA yang terdapat melimpah pada habitat perairan dangkal kebanyakan mempunyai sifat pertumbuhan aerob dan fakultatif anaerob. dengan morfologi sel Gram negatif berbentuk batang dengan warna kultur merah . BFA dengan ciri-ciri tersebut oleh Pfennig dan Truper (1989) dikelompokkan ke dalam famili Rhodospirillaceae. Blankenship *et al.* (1995) mengidentifikasi Rhodospirillaceae dengan warna kultur merah sebagai *Rhodobacter* sp. yang yaitu isolat B1, B2, B6 dan B8 .

Bakteri Fotosintetik Anoksigenik yang mempunyai sifat pertumbuhan aerob menurut Yurkov dan Beatty (1998) mengabsorbi spektra maksimum pada panjang gelombang beragam. Isolat B4, B5 dan B9 yang mempunyai bentuk sel lonjong, warna kultur merah muda serta



spektra absorbansi maksimum pada 510, 806 dan 868 nm dikarakterisasi sebagai *Roseobacter* sp. (Shiba, 1991). Isolat B7 dan B12 yang mempunyai bentuk sel batang, warna kultur jingga dan mengabsorpsi spektra maksimum pada 470, 800 dan 869 nm dikarakterisasi sebagai *Erythrobacter* sp. (Shiba & Simidu, 1982). Sementara isolat B3, B10 dan B11 termasuk genus *Sandaracinobacter* sp. berdasarkan ciri sel berbentuk batang, warna kultur kuning-jingga serta mengabsorpsi spektra maksimum pada 425, 450, 474, 800 dan 867 nm (Yurkov *et al.*, 1997). Menurut Madigan *et al.* (1997) BFA mempunyai kemampuan dalam menggunakan amonia sebagai sumber nitrogen melalui asimilasi. Perlakuan isolat B6 (*Rhodobacter* sp.) dan B5 (*Roseobacter* sp) diketahui berbeda nyata dan menurunkan konsentrasi amonia relatif lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu sebesar 12,38 dan 12,02 persen. amonia dalam sel tersebut akan diasimilasi BFA melalui 2 jalur, yaitu glutamat dehidrogenase dan glutamin-glutamat sintetase. Jalur pertama adalah glutamat dehidrogenase yang mengkatalisis asimilasi amonia dengan  $\alpha$ -ketoglutarat (salah satu senyawa/intermediet pada siklus Krebs) menjadi glutamat. Yang selanjutnya membentuk asam amiono. Moat dan Foster (2002). Perlakuan antar isolat memberikan hasil yang berbeda. Menurut Pelczar dan Chan (1988) strain atau jenis bakteri berlainan mempunyai aktivitas enzim yang berbeda pula. Perlakuan B8 dan B9 diketahui berbeda sangat nyata dibandingkan perlakuan lain dalam menurunkan nitrit. Karena isolat termasuk dalam genus *Rhodobacter* sp. dan *Roseobacter* sp yang menurut Madigan (1984) mempunyai kemampuan menurunkan nitrit secara asimilasi dan denitrifikasi termasuk genus *Rhodobacter* dan *Roseobacter* yang mempunyai kemampuan asimilasi dan denitrifikasi adalah *Rb. capsulatus*, *Rb. sphaeroides*, dan *Rs.denitrificans*. Baker *et al.* (1998), Reyes *et al.* (1998), Elsen *et al.* (2000), Candela *et al.* (2001), Gavira *et al.* (2002), Laratta *et al.* (2002), Matsuda *et al.* (2002) dan Koblizek *et al.* (2003)

Kemampuan mengasimilasi nitrit isolat B8 dan B9 berbeda sangat nyata, tetapi juga menurunkan nitrit lebih banyak dibandingkan perlakuan isolat lain, yaitu sebesar 82,51 (B8) dan 78,79 persen (B9). Isolat B6 dan B5 yang termasuk genus *Rhodobacter* sp dan *Roseobacter* sp. mempunyai kemampuan menurunkan nitrit lebih kecil dari B8 dan B9, yaitu 40,79 (B6) dan 39,52 persen (B5) yang disebabkan jumlah sel isolat B6 dan B5 lebih rendah daripada B8 dan B9, sehingga B6 dan B5 mempunyai kemampuan yang lebih rendah dalam menurunkan nitrit dibandingkan B8 dan B9.

Berdasarkan data uji BNJ diketahui pengaruh antar perlakuan yang dicobakan memberi hasil berbeda nyata, berbeda sangat nyata dan berbeda tidak nyata. Pengaruh antar perlakuan yang berbeda nyata dan berbeda sangat nyata disebabkan masing-masing isolat mempunyai kebutuhan sumber sulfur dan donor elektron fotosintetis. Menurut Madigan *et al.* (1997) banyaknya hidrogen sulfida yang digunakan sebagai donor elektron fotosintetis tergantung pada kemampuan masing-masing isolat dalam melakukan fiksasi karbondioksida, hal ini dikarenakan proses fiksasi membutuhkan tenaga pereduksi NADH yang berasal dari proses fotosintetis. Pengaruh antar perlakuan isolat berbeda tidak nyata berasal dari genus yang sama, sehingga kemungkinan metabolismenya serupa dan menghasilkan kemampuan menurunkan hidrogen sulfida yang hampir sama pula.

Perlakuan isolat B1, B2, B6 dan B8 (genus *Rhodobacter*) diketahui berbeda sangat nyata dan menurunkan hidrogen sulfida lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu sebesar 58,00 (B6), 57,67 (B8), 54,00 (B2) dan 53,67 persen (B1) (lampiran 15). Menurut Widiyanto dan Rusmana (1998) genus *Rhodobacter* dapat menurunkan hidrogen sulfida lebih banyak dibandingkan genus lainnya karena membutuhkan tenaga pereduksi NADH dalam jumlah yang cukup untuk melakukan fiksasi karbondioksida. Wang *etal.* (1993), Schultz *etal* (1999), Uchino dan Yokota (2003). melaporkan bahwa beberapa jenis dari genus *Rhodobacter* mempunyai kemampuan menggunakan donor elektron fotosintetis hidrogen sulfida dengan laju fiksasi



karbondioksida yang tinggi, jenis-jenis tersebut adalah *Rb. sphaeroides*, *Rb. capsulatus* dan *Rb. azotoformans*. Kemampuan penggunaan hidrogen sulfida sebagai donor elektron fotosintesis untuk membentuk  $\text{NADH}+\text{H}^+$  dari perlakuan B1, B2, B6 dan B8 juga ditandai dengan nilai pH harian isolat-isolat tersebut yang cenderung meningkat sebanding dengan pertumbuhan BFA (lampiran 24, 25, 29 dan 31), hal ini dikarenakan penggunaan ion I-T (dari hidrogen sulfida) sebagai donor elektron fotosintesis dapat mengurangi konsentrasi ion  $\text{H}^+$  tersebut sehingga meningkatkan nilai pH.

Perlakuan isolat B3, BIO, fill (genus *Sandaracinobacter*), B4, B5, B9 (genus *Roseobacter*) dan B7, B12 (genus *Erythrobacter*) diketahui berbeda nyata dan berbeda sangat nyata (tabel 3.7), tetapi tidak mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menurunkan hidrogen sulfida dibandingkan perlakuan B1, B2, B6 dan B8 (genus *Rhodobacter*) (lampiran 15). Yurkov dan Beatty (1998) melaporkan isolat-isolat dari genus *Sandaracinobacter*, *Roseobacter* dan *Erythrobacter* mempunyai laju yang rendah dalam melakukan fiksasi karbon dioksida, sehingga kurang membutuhkan hidrogen sulfida untuk membentuk tenaga pereduksi. Isolat-isolat tersebut diduga cenderung mengasimilasi sumber karbon organik berupa gliserol dari dalam media. Menurut Schlegel dan Schmidt (1985) gliserol dapat diisomerisasi oleh BFA menjadi dihidroksiaseton fosfat dengan enzim gliserol dehidrogenase. Dihidroksiaseton fosfat yang terbentuk ini selanjutnya akan diubah menjadi asam.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis-jenis BFA dari perairan tambak udang yang mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi amonia, nitrit dan hidrogen sulfida adalah *Rhodobacter* sp., *Sandaracinobacter* sp., *Roseobacter* sp. dan *Erythrobacter* sp.
2. Isolat-isolat BFA dari perairan tambak udang tersebut mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam menurunkan konsentrasi amonia, nitrit dan hidrogen sulfida.

### SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan ini, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menguji kemampuan BFA dari perairan tambak udang dalam menurunkan konsentrasi amonia, nitrit dan hidrogen sulfida pada konsentrasi yang berbeda-beda. Terutama untuk menguji isolate potensial yaitu *Rhodobacter* Sp B6 dan *Rhodobacter* Sp B8

### DAFTAR PUSTAKA

- BarrowBlankenship, R. E., M. T. Madig, G. I. dan R. K. A. Feltham (editor). 1993. *Cowan and Steel's Manual for Identification of Medical Bacteria*, 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Blankenship RE, MT Madigan, dan CE Bauer. 1997. *Advances in Photosynthesis: Anoxygenic Photosynthesis Bacteria*. Kluwer Academic Press, Netherlands.
- Candela, M., E. Zacchaerini, D. Zannoni. 2001. Respiratory electron transport and light-induced energy transduction in membranes from the aerobic photosynthetic bacterium *Roseobacter denitrijicans*. *Archaea Microbiology*, 175 : 166-177.
- Erase, J. M. dan S. Kaplan. 2001. Photoautotrophy. *Encyclopedia of Life Science*. Nature Publishing Group. URL : <http://www.els.net>
- Fuhrman, J. A., K. Me Callum dan A. A. Davis. 1993. Phylogenetic diversity of surface marine microbial community from Atlantic and Pacific Ocean. *Applied Environmental Microbiology*, 59:1294-1302.
- Fuller, R. C. 1978. Photosynthetic Carbon Metabolism in the Green and Purple Bacteria. In : R. K. Clayton dan W. R. Sistrom (editor). *The Photosynthetic Bacteria*, pp: 691-705. Pavn Press, New York.



- Gavira, M., M. D. Roldan, F. Castillo dan C. Moreno-Vivian. 2002. Regulation of *nap* Gene Expression and Periplasmic Nitrate Reductase Activity in the Phototrophic Bacterium *Rhodobactersphaeroides* DSM158. *Journal of Bacteriology*, 184 : 1639-1702.
- Hanafiah, K. A. 1994. Rancangan Percobaan : Teori dan Aplikasi. PT. RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- Koblizek, M., O. Beja, R. R. Bidigare, S. Christensen, B. Benitez-Nelson, C. Vetriani, M. K. Kolber, P. G. Falkowski, Z. S. Kolber. 2003. Isolation and Characterization of *Erythrobacter* sp. strain from the upper ocean. *Archaea Microbiology*, 180:327-338.
- Larata, W. P., P.S. Choi, I. E. Tosques dan J. P. Shapleigh. 2002. Involvement of the PrrB/PrrA Two-Component System in Nitrite Respiration in *Rhodobacter sphaeroides* 2.43: Evidence for Transcriptional Regulation. *Journal of Bacteriology*, 184:3521-3529.
- Lay, B. W. 1994. Analisis Mikroba di Laboratorium. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Madigan, M. T., J. M. Martinko dan J. Parker. 1997. Brock Biology of Microorganism, 8<sup>th</sup> ed. Prentice-Hall Inc., London.
- Maeda, S., M. Okamura, M. Kobayashi dan T. Omata. 1998. Nitrite-Specific Transport System of The Cyanobacterium *Synechococcus* sp. Strain PCC 7942. *Journal of Bacteriology*, 180.6761 -6763.
- Maier, R. M., I. L. Pepper, dan C. P. Gerba. 2000. Environmental Microbiology. Academic Press, Canada.
- Malik, A. 1999. Kajian Metode Flokulasi dan Pengendapan BFA. Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Teknik Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mandelstam, J. K., Me Quillen dan Ian Dowes. 1986. Biochemistry of Bacterial Growth. Blackwell Science Publication, London.
- Moat, A. G. dan J. W. Foster. 2002. Microbial Physiology, 3<sup>rd</sup> ed. John Wiley dan Sons, Inc.
- Overman, J dan N. Pfennig. 1992. Continues Chemotropic Growth and Respiration of \ Chromaticeae Species of Low Oxygen Concentrations. *Archaea Microbiology*, 158:59-67
- Pfennig, N. dan H. G. Truper. 1989. Anoxygenic phototrophic Bacteria. In: G. Stacey, R. H. Burris dan H. J. Evans (editor). 1989. Biological Nitrogen Fixation. Chapman and Hall Inc.
- Prescott, L. M., J. P. Harley dan D. A. Klein. 2002. Microbiology, 5<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Reyes, F., M. Gavira, F. Castillo dan C. Moreno-Vivian. 1998. Periplasmic nitrate-reducing system of the phototrophic bacterium *Rhodobacter sphaeroides* DSM 158: transcriptional and mutational analysis of the *napKEFDABC* gene cluster. *Journal of Biochemistry*, 331.897-904.
- Richardson, D. J., B. C. Berks, D. A. Russell, S. Spiro dan C. J. Taylor. 2001. Functional, biochemical and genetic diversity of prokaryotic nitrate reductases. *CMLS, Cell Moleculer Life Science*. 58 : 165-178
- Rusmana, I., T. Widiyanto dan M Badjoeri. 1998. Isolasi Bakteri Fotosintetik Anoksigenik dari Estuarin Daeran Karawang, Serang dan Sukabumi. In : Hasil-hasil Penelitian Puslitbang Limnologi tahun 1997/1998. pp: 391-397. Puslitbang Limnologi LIPI, Cibinong.
- Sabaty, M., C. Schwintner, S. Cahors, P. Richaud dan A. Vermeglio. 1999. Nitrite and Nitrous Oxide in *Rhodobacter sphaeroides* f. sp. *denitrificans* IL106. *Journal of Bacteriology*, 181: 6028-6032.
- Saefulloh, D. 2001. Kemampuan Bakteri Fotosintetik Anoksigenik Dari Perairan Estuarin Segara Anakan Cilacap dalam Mereduksi Nitrit, Karbon Organik dan Menghambat Pertumbuhan *Vibrio harveyi*. Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Said, E. G. 1987. Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi. Penerbit MSP Jakarta.
- Schlegel, H. G. dan K. Schmidt. 1985. Mikrobiologi Umum. diterjemahkan oleh T. Baskoro, 1994. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Schutz, M., I. Maldener, C. Griesbeck, dan G. Hauska. 1999. Sulfide-Quinone Reductase from *Rhodobacter capsulatus*: Requirement for Growth, Periplasmic Localization and Extension of Gene Sequence Analysis. *Journal of Bacteriology*, 181: 6516-6523.
- Shiba, T. 1991. *Roseobacter litoralis* gen. Nov., sp. nov. and *Roseobacter denitrificans* sp. nov., aerobic pink-pigmented bacteria which contain bacteriochlorophyll a. *Journal of Systemic Applied Microbiology*, 14 : 140-145.
- Shiba, T. dan U. Shimidu. 1982. *Erythrobacter longus* gen. Nov, sp. nov., an aerobic bacterium which contain bacteriochlorophyll a. *International Journal of Systemic Bacteriology*, 32 :211-217.
- Shigueno, A. 1975. Shrimp Culture in Japan. Association for International Technique Promotion, Tokyo.
- Wickins, J.F 1976. Prawn Biology and Culture. *Ocean and Marine Biology Annual Review*, 14 : 435-503.



## PENGGUNAAN MIKROFUNGI DALAM BIOREMEDIASI KANDUNGAN BAHAN ORGANIK LIMBAH CAIR YANG BERBEDA

**Aliati Iswantari, Inna P. Ayu, Majariana Krisanti, Niken T.M. Pratiwi**

*Laboratorium Produktivitas Lingkungan dan Perairan Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB  
Email: ay\_ay87@yahoo.com*

Rangkaian penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan beberapa mikrofungi terhadap penurunan kandungan bahan organik limbah cair yang berbeda. Kandungan bahan organik diketahui berdasarkan analisis parameter kualitas air COD. Secara umum hasil menunjukkan telah terjadi peningkatan biomassa mikrofungi dan penurunan kandungan bahan organik limbah selama beberapa hari pengamatan. Hal ini diduga menunjukkan telah terjadinya perombakan bahan organik dan pemanfaatan hasil perombakan bahan organik untuk pertumbuhan mikrofungi. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa mikrofungi memberikan pengaruh dalam penurunan kandungan bahan organik limbah cair sehingga berpotensi untuk dijadikan agen biologis pengolah limbah cair.

Kata kunci: mikrofungi, limbah cair, bahan organik

### PENDAHULUAN

Mikrofungi bersifat heterotrofik. Dalam hal ini mikrofungi mampu mensintesis material organik untuk tumbuh hanya dari komponen organik. Mikrofungi dapat menyerap bahan organik dalam molekul yang lebih kecil yang terlarut dalam air secara langsung dari lingkungan melalui hifanya (Moore-Landecker 1972).

Limbah cair terutama limbah dari industri makanan maupun limbah domestik, memiliki kandungan bahan organik cukup tinggi. Untuk industri makanan tradisional dan pemukiman yang tidak memiliki instalasi pengolahan air limbah, limbah cair yang dihasilkan dibuang secara langsung maupun tidak langsung ke perairan. Bila beban pencemar yang masuk terlalu tinggi dan melebihi kapasitas perairan tersebut untuk melakukan pulih diri, maka kualitas lingkungan perairan menurun dan mengganggu kehidupan organisme yang hidup di dalamnya. Akibat yang lebih buruk adalah rusaknya ekosistem di perairan tersebut. Oleh karena itu, air limbah yang tidak digunakan akan lebih baik jika diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan.

Bioremediasi merupakan proses penyehatan secara biologis terhadap komponen lingkungan yang telah tercemar oleh kegiatan manusia. Bioremediasi adalah salah satu pengolahan air limbah secara biologi. Salah satu agen biologis yang memiliki potensi sebagai bioremediator adalah mikrofungi (mikoremediasi). Berdasarkan uraian di atas, mikrofungi dapat dimanfaatkan untuk mengolah limbah cair.

Dalam penelitian ini digunakan mikrofungi yang berbeda sebagai bioremediator beberapa limbah cair yang diharapkan dapat memberikan informasi mengenai mikrofungi sebagai agen biologis dalam pengolahan limbah cair organik.

### METODE PENELITIAN

Rangkaian penelitian ini dilakukan dengan menambahkan beberapa mikrofungi yang berbeda ke limbah cair yang berbeda pula. Pada penelitian perlakuan mikrofungi terhadap limbah cair tahu (Iswantari 2009), kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut. Terdapat 3 perlakuan yaitu *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, dan tanpa mikrofungi sebanyak 3 kali ulangan. Limbah cair yang digunakan adalah limbah cair tahu dengan konsentrasi 100% (tanpa pengenceran). Setelah limbah disaring, stoples diisi dengan limbah sebanyak 1,5 L. Setelah itu, inokulan mikrofungi sebesar potongan agar cawan petri atau  $\pm 12,5$  % dari luas penutupan total permukaan media uji dimasukkan ke dalam stoples. Selanjutnya setiap hari



masing-masing perlakuan diberikan pengadukan selama 2 jam. Pengadukan dilakukan mulai hari ke-2 hingga hari ke-6. Hari ke-1 tidak dilakukan pengadukan dengan tujuan agar mikrofungi dapat beradaptasi dahulu dengan media uji. Pengamatan pertumbuhan mikrofungi dilakukan selama 6 hari dan pengukuran kualitas air (COD) dilakukan setiap hari.

Pada penelitian perlakuan mikrofungi terhadap limbah cair tahu (Ayu 2008), kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut. Terdapat 6 perlakuan yaitu *Absidia spinosa* (AS), *Cephalosporium acremonium* (CA), *Acremonium strictum* (ACST), *Penicillium rugulosum* (PR), *Penicillium viridicatum* (PV), dan tanpa mikrofungi sebanyak 3 kali ulangan. Perlakuan dilakukan pada konsentrasi limbah 75% limbah : 25% akuades. Setelah itu, inokulan mikrofungi sebesar  $\pm 7,71$  % dari luas penutupan total permukaan media uji dimasukkan ke dalam stoples. Pengamatan pertumbuhan mikrofungi dilakukan selama 6 hari dan pengukuran kualitas air (COD) dilakukan setiap hari.

Pada penelitian perlakuan mikrofungi terhadap limbah minyak nabati (Widiyanti 2007), kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut. Terdapat 3 perlakuan mikrofungi yaitu *Acremonium strictum*, *Mucor hiemalis*, dan tanpa mikrofungi dan 2 perlakuan konsentrasi minyak yaitu 200 mg/l dan 385,1 mg/l sebanyak 2 kali ulangan. Perlakuan dilakukan pada konsentrasi perbandingan volume akuades dan media PDB sebesar 5 : 1. Minyak nabati (minyak goreng) ditambahkan ke dalam stoples sehingga volume total akuades, PDB, dan minyak nabati adalah 520 ml. Selanjutnya inokulan mikrofungi sebesar 1/4 potongan agar cawan petri dimasukkan ke dalam stoples. Pengamatan pertumbuhan mikrofungi dilakukan sebanyak 4 kali dan pengukuran kualitas air (COD) dilakukan setiap tiga hari sekali selama 9 hari.

Pada penelitian perlakuan mikrofungi terhadap limbah minyak nabati (Widiastuti 2007), kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut. Terdapat 3 perlakuan yaitu *Penicillium waksmanii*, *Penicillium spinulosum*, dan tanpa mikrofungi dan 2 perlakuan konsentrasi minyak yaitu 100 mg/l dan 200 mg/l sebanyak 2 kali ulangan. Perlakuan dilakukan pada konsentrasi perbandingan volume air payau dan media PDB sebesar 1 : 5 (166,67 ml dan 833,33 ml, volume total 1 L). Kemudian minyak nabati (minyak goreng) ditambahkan ke dalam stoples. Selanjutnya inokulan mikrofungi yang dimasukkan ke dalam stoples adalah sebesar 1/9 potongan agar cawan petri. Pengamatan pertumbuhan mikrofungi dan pengukuran kualitas air (COD) dilakukan setiap 2 hari sekali selama 6 hari.

Pada penelitian perlakuan mikrofungi terhadap air limbah kantin (Destilawaty 2007), kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut. Terdapat 3 perlakuan yaitu *Rhizopus stolonifer*, *Acremonium strictum*, dan tanpa mikrofungi sebanyak 2 kali ulangan. Air limbah kantin yang digunakan disaring terlebih dahulu. Perlakuan dilakukan pada konsentrasi limbah 75% limbah : 25% media PDB. Sebanyak 225 ml air limbah yang telah disaring dicampur dengan 75 ml PDB kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer steril sehingga total campuran menjadi 300 ml. Selanjutnya inokulan mikrofungi sebesar 1/6 potongan agar cawan petri dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian ditutup dengan penutup kapas. Pengamatan pertumbuhan mikrofungi dan pengukuran kualitas air (COD) dilakukan setiap 3 hari sekali selama 9 hari.

Selanjutnya, data pertumbuhan mikrofungi dan data kualitas air (COD) dari masing-masing penelitian diolah menggunakan analisis statistik. Analisis statistik tersebut yaitu Rancangan Acak Lengkap *in time* (Iswantari 2009 dan Ayu 2008), Rancangan Acak Faktorial *in time* (Widiastuti 2008 dan Widiyanti 2007), dan Rancangan Acak Kelompok (Destylawaty 2007).

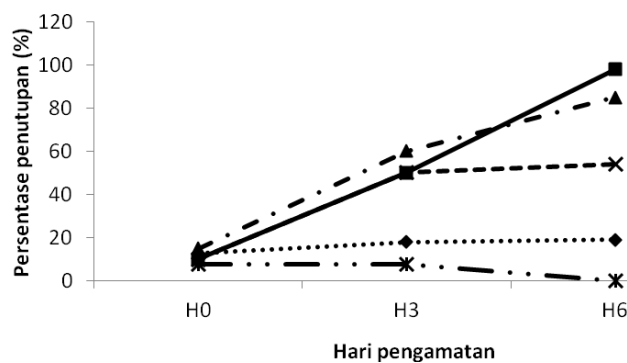


### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa mikrofungi yang diinokulasikan ke dalam limbah mengalami pertumbuhan. Secara umum, pertumbuhan mikrofungi hingga hari ke 6 menunjukkan pertumbuhan yang terus meningkat. Hal ini diduga terjadi karena mikrofungi telah menguraikan bahan organik menjadi bahan anorganik yang selanjutnya dimanfaatkan untuk pertumbuhannya.

Pada Tabel 1 tampak bahwa konsentrasi COD limbah cair tahu yang digunakan jauh lebih besar dari penelitian lainnya dan penurunan kandungan bahan organiknya juga lebih besar. Tapi hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa penambahan mikrofungi tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap penurunan kandungan bahan organik. Berdasarkan hasil tersebut diduga bahwa mikroorganisme *indigenous* lebih berperan dalam menurunkan kandungan bahan organik.

Konsentrasi bahan organik yang lebih tinggi menyediakan sumber makanan yang lebih banyak bagi mikroorganisme *indigenous*. Disamping itu, pengadukan juga diduga telah meningkatkan kesempatan mikroorganisme *indigenous* untuk menempel pada bahan organik sehingga perombakan dan pemanfaatan bahan organik menjadi lebih besar. Hal ini diduga menyebabkan pertumbuhannya menjadi lebih cepat sehingga dapat bersaing dengan mikrofungi uji dalam memanfaatkan bahan organik.



**Gambar 1.** Pertumbuhan mikrofungi yang memberikan penurunan COD paling besar ♦····· *Aspergillus* sp. (Iswantari 2009), ■—■ *Penicillium spinulosum* (Widiastuti 2008), —▲— *Aspergillus oryzae* (Destylawaty 2007), —\*— *Penicillium veridicatum* (Ayu 2008), —×— *Mucor hiemalis* (Widiyanti 2007)

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan dapat juga diketahui perbandingan peranan antara mikrofungi uji dan mikroorganisme *indigenous* dalam mendekomposisi bahan organik berbagai jenis limbah (Gambar 2). Selisih nilai COD awal terhadap nilai COD perlakuan tanpa mikrofungi menunjukkan peran mikroorganisme *indigenous* dan selisih penurunan nilai COD perlakuan mikrofungi terhadap nilai COD perlakuan tanpa mikrofungi menunjukkan peran mikrofungi uji dalam mendekomposisi bahan organik.

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa dari beberapa penelitian, peran mikroorganisme *indigenous* dalam menurunkan bahan organik cenderung lebih besar dari mikrofungi uji yang ditambahkan. Hal ini menunjukkan bahwa di dalam setiap limbah pada dasarnya sudah ada mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk mendekomposisi bahan organik hingga batas tertentu.





**Tabel 1. Hasil uji beberapa penelitian menggunakan mikrofungi dalam menurunkan COD**

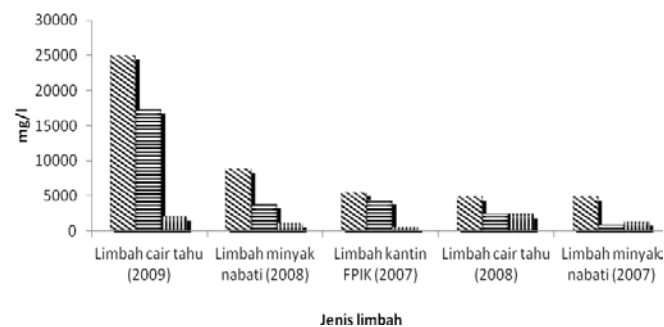
Limbah	Agen biologis	Konsentrasi awal (mg/l)	Konsentrasi akhir (mg/l)	Δ (awal-akhir)	Persentase perubahan (%)	Lama pematangan (hari)	Hasil uji statistik
Limbah cair tahu (2009)	<i>Aspergillus</i> sp.	24883,67	5709,97	19173,70	77,05	6	Perlakuan mikrofungi tidak berbeda nyata dari perlakuan tanpa mikrofungi
	<i>Penicillium</i> sp.	24883,67	9151,40	15732,27	63,22		
	Tanpa mikrofungi	24883,67	7676,50	17207,17	69,15		
Limbah cair tahu (2008)	<i>Absidia spinosa</i> (AS)	4800	1950	2850	59,38	6	Perlakuan PR, PV, & ACST berbeda nyata dari perlakuan tanpa mikrofungi, perlakuan AS, & CA
	<i>Cephalosporium acremonium</i> (CA)	4800	2500	2300	47,92		
	<i>Acremonium strictum</i> (ACST)	4800	1350	3450	71,88		
	<i>Penicillium rugulosum</i> (PR)	4800	2100	2700	56,25		
	<i>Penicillium viridicatum</i> (PV)	4800	1050	3750	78,13		
	Tanpa mikrofungi	4800	2333,33	2466,60	51,39		
Limbah minyak nabati (2008)	<i>Penicillium spinulosum</i>	8800	3950	4850	59,69	6	Perlakuan mikrofungi berbeda nyata dari perlakuan tanpa mikrofungi
	<i>Penicillium waksmanii</i>	8800	4500	4300	54,08		
	Tanpa mikrofungi	8800	5000	3800	48,98		
Limbah minyak nabati (2007)	<i>Acremonium strictum</i>	4800	2150	2650	55,21	9	Perlakuan mikrofungi berbeda nyata dari perlakuan tanpa mikrofungi
	<i>Mucor hiemalis</i>	4800	1600	3200	66,67		
	Tanpa mikrofungi	4800	3900	900	18,75		
Limbah kantin FPIK (2007)	<i>Rhizopus stolonifer</i>	5469,60	612,80	4856,80	88,80	9	Perlakuan mikrofungi berbeda nyata dari perlakuan tanpa mikrofungi
	<i>Aspergillus oryzae</i>	5469,60	567,60	4902,00	89,60		
	Tanpa mikrofungi	5469,60	1135,20	4334,40	79,20		

Sebagaimana yang telah dijelaskan di atas bahwa pada dasarnya setiap limbah sudah memiliki mikroorganisme yang dapat melakukan dekomposisi bahan organik. Bila limbah ini masuk ke badan perairan penerima berarti badan perairan tersebut telah memiliki mikroorganisme yang akan melakukan dekomposisi. Hal ini dapat menunjukkan bahwa sebenarnya perairan sudah memiliki mekanisme sendiri untuk melakukan proses pulih diri (*self purification*). Namun proses pulih diri ini tentu saja terkait dengan beban limbah (*loading*) dan frekuensi limbah yang masuk ke perairan.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa secara umum mikrofungi memiliki peran dalam menurunkan kandungan bahan organik sehingga berpotensi untuk dijadikan agen pengolahan limbah. Oleh karena itu, pengembangan teknik



bioremediasi menggunakan mikroorganisme harus terus dilakukan sehingga bioremediasi dapat menjadi alternatif metode yang baik dalam rangka upaya penanggulangan dampak pencemaran.



**Gambar 2.** Grafik perbandingan peran mikroorganisme *indigenous* dan peran mikrofungi uji nilai COD awal, selisih COD awal terhadap nilai COD perlakuan tanpa mikrofungi -peran mikroorganisme *indigenous*-, selisih penurunan nilai COD perlakuan mikrofungi terhadap nilai COD perlakuan tanpa mikrofungi -peran mikrofungi uji-

Hal penting yang harus diperhatikan adalah bahwa sebagian besar fungi bersifat aerobik dan tahan terhadap kondisi pH dan konsentrasi nitrogen lingkungan yang rendah. Meskipun rentang pH bagi fungi cukup lebar (2-9), namun pH optimum adalah pada nilai 5,6; sedangkan kebutuhan nitrogen bagi pertumbuhan fungi hanya setengah dari kebutuhan bakteri (Gerardi 2006)

Fungi dapat berkembang biak dengan baik dalam lumpur aktif. Kehadiran populasi fungi yang melimpah dan beragam sangat diharapkan dalam proses pengolahan limbah beberapa jenis industri, dan dapat mendekomposisi limbah organik. Fungi sanggup mendegradasi selulosa serta toleran terhadap kondisi nutrien dan pH yang rendah (Gerardi 2006).

## KESIMPULAN

Secara umum mikrofungi memiliki peran dalam menurunkan kandungan bahan organik sehingga berpotensi untuk dijadikan agen pengolahan limbah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayu IP. 2008. Biodiversitas dan Peran Mikrofungi Isolat Telaga Warna dalam Mendekomposisi Bahan Organik pada Limbah Cair Tahu. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Destilawaty. 2007. Penggunaan Mikrofungi Kultur Alami dalam Pengolahan Air Limbah Rumah Makan (Kantin). [Skripsi]. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Gerardi, MH. 2006. Wastewater Bacteria. Wiley-Interscience. John Wiley & Sons Inc. Pennsylvania.
- Iswantari A. 2009. Penggunaan Mikrofungi *Aspergillus* sp dan *Penicillium* sp. dalam Bioremediasi Kandungan Bahan Organik Limbah Cair Tahu. [Skripsi]. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Moore-Landecker E. 1972. Fundamentals of The Mikrofungi. Prentice-Hall, Inc. USA. 482 p.
- Widiastuti I. 2007. Pemanfaatan Mikrofungi Jenis *Penicillium waksmanii* dan *P. spinulosum* dalam Teknik Bioremediasi Limbah Minyak Nabati. [Skripsi]. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Widiyanti DAD. 2007. Pemanfaatan Mikrofungi Akuatik (*Acremonium strictum* dan *Mucor hiemalis*) sebagai Bioremediator dalam perbaikan Kualitas Air yang tercemar Minyak Nabati. [Skripsi]. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

## PENGARUH *LAUNDERING* DENGAN TWEEN-20 TERHADAP AKTIVITAS ANTIBAKTERI KAIN TERLAPISI KITOSAN

Mardiyah Kurniasih<sup>1</sup>, Nurul Hidayat Aprilita<sup>2</sup>, dan Indriana Kartini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Sain dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, <sup>2</sup> Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
Email : m\_kurniasih@yahoo.com

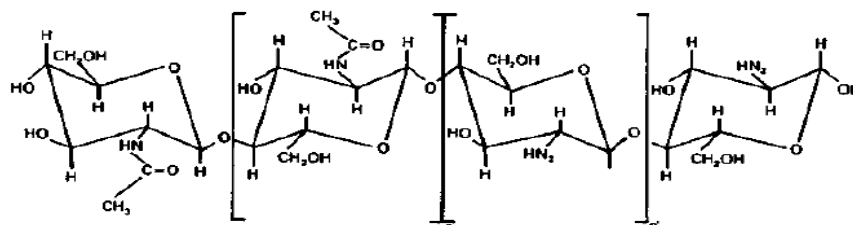
Kitosan merupakan polimer kationik yang bersifat nontoksik, dapat mengalami biodegradasi dan bersifat biokompatibel. Sumber kitosan sangat melimpah di alam, terutama dari hewan golongan *crustacea* seperti udang dan kepiting yang memiliki aktivitas antibakteri. Telah dikaji pengaruh *laundering* (pencucian) dengan Tween-20 terhadap aktivitas antibakteri dari kain yang dilapisi kitosan. Kitosan diperoleh dari deasetilasi kitin dari cangkang udang. Kitosan dilapiskan pada kain katun dengan metode *pad-dry-cure*. Kestabilan lapisan diuji melalui proses *laundering* menggunakan Tween-20. Aktivitas antibakteri kain yang dilapisi kitosan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* yang diuji dengan metode *shake flask*. Pertumbuhan bakteri dimonitor berdasarkan *optical density* larutan bakteri dengan metode pengenceran dan *plating technique*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri pada kain yang dilapisi kitosan dapat meningkat setelah proses *laundering*. Kain yang dilapisi kitosan setelah proses *laundering* memberikan persentase penghambatan pertumbuhan *S. aureus* sebesar 79,46% (jam ke-24) dan 91,88% (jam ke-48).

Kata kunci : kain katun dilapisi kitosan, *laundering*, aktivitas antibakteri.

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang mempunyai potensi cukup besar sebagai penghasil jenis ikan dan hewan laut lainnya seperti udang dan kepiting. Udang merupakan salah satu komoditi ekspor andalan. Pada umumnya, udang diekspor sebagai daging yang sudah dipisahkan dari kepala, ekor dan kulitnya. Hal ini tentunya menyisakan limbah berupa kulit udang. Kulit udang tersusun atas protein (25-40%), kitin (15-20%), mineral (45-50%) dan lemak 0,4% (Gildberg and Stenberg 2001; Widodo dkk, 2005).

Kitin saat ini menjadi sorotan untuk mengembangkan produksinya dalam skala industri, dengan alasan limbah industri makanan laut begitu besar dan perlu diolah menjadi sesuatu yang berguna. Selain itu didukung sifat-sifat kitin yang tidak beracun, *biodegradable* serta dapat dikonversi menjadi kitosan yang polikationik. Kitosan merupakan biopolimer yang diperoleh dari deasetilasi kitin. Kitosan terdiri dari poli (2-deoksi-2-asetilamin-2-glukosa) dan poli (2-deoksi-2-aminoglukosa) yang berikatan secara (1-4)  $\beta$ -glikosidik. Struktur kitosan tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur kitosan

Akhir-akhir ini sifat polikationik kitosan banyak dimanfaatkan dalam beragam industri, salah satunya sebagai bahan antibakteri (Lim, 2002; No et al., 2002). Salah satu alternatif bahan antibakteri yang bersifat ramah lingkungan dan tidak toksik adalah penggunaan polimer alam seperti kitosan. Menurut Fernández et al. (2006) kitosan dapat memberikan aktivitas antibakteri (*Escherichia coli*, *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Salmonella paratyphi B.*).



Kitosan umumnya menunjukkan efek antibakteri yang besar pada bakteri Gram-positif dibanding Gram-negatif dengan konsentrasi kitosan 0,1% (No *et al.*, 2002). Telah diteliti oleh Zhang *et al.* (2003) aktivitas antibakteri kitosan dengan derajat deasetilasi 69,10 sampai 92,52%, diperoleh laju reduksi *E. coli* 62,14 sampai 84,98% dan *Hay bacillus* 33,96 sampai 82,53%. Kemampuan kitosan mengkoagulasi dan membentuk kompleks dengan DNA, menyebabkan mekanisme antara sel dan gugus kationik pada polimer kitosan masih perlu dikaji lebih lanjut (Dunn *et al.*, 1992).

Kain merupakan tempat penyebaran bakteri atau fungi (Wollina *et al.*, 2003) karena kain memiliki sifat berpori yang merupakan tempat kondusif bagi pertumbuhan mikroorganisme (Danna, 1978). Kain katun merupakan serat tekstil alami yang banyak digunakan di dunia, terhitung sekitar 50% dari produksi tekstil di dunia (Teal *et al.*, 1998).

Dewasa ini perkembangan permintaan pasar yang cukup tinggi pada industri tekstil terjadi pada produk tekstil fungsional, sebagai contoh perkembangan pasar produk tekstil fungsional di Jerman pada tahun 2002 mencapai penjualan 24,3% (Mahltig, 2005). Fenomena permintaan pasar terhadap produk tekstil mulai bergeser dari tekstil konvensional menuju tekstil multifungsi yaitu tekstil yang menghasilkan nilai tambah fungsional baru dengan adanya proses penambahan menggunakan teknologi (Wong, 2006).

Salah satu tekstil multifungsi yang prospektif untuk dikembangkan saat ini salah satunya adalah tekstil yang bersifat antibakteri (Mahtig *et al.*, 2005). Tekstil yang bersifat antibakteri diperoleh dari penambahan agen antibakteri pada polimer serat sebelum proses ekstrusi (*fiber chemistry*) atau pemberian perlakuan akhir (*post-treatment*) pada serat atau kain pada tahap finishing (Anonim, 2005). Secara praktis metode kedua lebih disukai karena relatif sederhana, mempunyai efisiensi hasil yang terukur, mempunyai sifat ketahanan mekanis lebih baik dan memerlukan bahan aktif lebih sedikit (Kartini, 2006).

Proses pelapisan tekstil dengan agen antibakteri di Indonesia selama ini masih berpotensi menimbulkan limbah pencemaran di lingkungan. Agen antibakteri yang sering digunakan dalam proses pelapisan tekstil berupa senyawa timah organik (Anonim, 2003). Penggunaan senyawa tersebut dalam pelapisan tekstil menimbulkan pencemaran berupa limbah logam berat yaitu logam Sn (Timah). Timah merupakan limbah logam yang sulit mengalami biodegradasi di alam dan bersifat toksik sehingga membahayakan kehidupan biologis dan kelestarian lingkungan (Lacasse, 2004). Kemikalia lainnya yang telah digunakan sebagai antibakteri kain adalah perak, tembaga dan triklosan (Wollina *et al.*, 2006). Beberapa kemikalia tersebut juga tidak mudah diuraikan di lingkungan.

Ramachandran (2003) dan Vigo dalam Lee *et al.* (1999) menyebutkan bahwa salah satu bahan antibakteri yang digunakan untuk memberikan sifat antibakteri pada kain adalah senyawa ammonium kuartener yang menunjukkan sifat polikationik. Karakteristik kitosan yang *biodegradable*, tidak beracun, memiliki aktivitas antibakteri dan bersifat polikationik membuat kitosan digunakan sebagai agen antibakteri pada kain (Lim, 2002). Gugus –OH kitosan dan gugus –OH selulosa kain dapat membentuk ikatan hidrogen (Zhang *et al.*, 2003). Menurut Lim (2002) kain yang dilapisi kitosan memberikan aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dan diperoleh kenaikan aktivitas berbanding lurus dengan kenaikan derajat deasetilasi kitosan.

## METODE PENELITIAN

### *Bahan dan peralatan penelitian*

Bahan-bahan yang digunakan, antara lain: kain katun, kultur murni bakteri *S. aureus* ATCC (*American Type Culture Collection*) 25293, nutrisi cair (*broth nutrient*), dan nutrisi padat (*agar nutrient*), etanol (teknis) dan akuades.



Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: oven, timbangan analitik Mettler AE200, kurs porselin, pembersih supersonik (*supersonic cleaner*), pinset, *dip-coater* teflon, spritus, vortex, autoklaf (*autoclave*), ose, cawan petri (*petridish*), pipet mikro 1 mL, pipet ukur 5 mL, oven dan inkubator.

Instrumen yang digunakan untuk karakterisasi hasil adalah: Spektrofotometer UV-Vis Spektronic 20D dan pH meter model HM-5B.

### **Prosedur kerja penelitian**

Sebelum kain katun dilapisi kitosan, kain terlebih dahulu dicuci dengan etanol dan selanjutnya dibilas dengan akuades sebanyak tiga kali dan dikeringkan.

Pelapisan menggunakan metode *pad-dry-cure*. Kain katun dicelupkan pada larutan kitosan sebanyak 20 kali, kemudian dikeringkan dalam oven 100 °C (*drying*) dan dioven kembali pada 150 °C (*curing*), yang masing-masing selama tiga menit.

Proses *laundering* dilakukan pada kain hasil pelapisan untuk uji ketahanan pelapisan terhadap pencucian. Proses *laundering* dilakukan dengan cara mencuci kain yang telah dilapisi dengan larutan Tween-20 2% selama 5 menit dalam *supersonic cleaner*, kemudian kain dibilas dengan akuades sebanyak tiga kali masing-masing selama 5 menit. Kain kemudian dikeringkan dan diuji aktivitas antibakterinya.

Kain katun hasil pelapisan sebelum dan setelah proses pencucian (*laundering*) dilakukan uji aktivitas antibakteri dengan melihat CFU/ml pada jam ke-0, ke-24 dan ke-48. Metode kuantitatif yang digunakan untuk uji aktivitas antibakteri pada kain adalah *shake flask method*, dalam metode ini 3 mL kultur bakteri *S. aureus* 10<sup>8</sup> CFU/mL diinokulasikan dalam 25 mL media NB kemudian kain yang akan diuji dimasukkan dan diinkubasi selama 48 jam. Suspensi sebelum kontak (jam ke-0) dan sesudah kontak (jam ke 24 dan 48) diencerkan untuk menentukan jumlah CFU/mL dari bakteri yang masih hidup dengan metode *plating technique*.

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Sebelum pelapisan (*coating*), kain katun dicuci terlebih dahulu dengan etanol untuk menghilangkan kotoran-kotoran pada permukaan kain. Kitosan yang digunakan untuk pelapisan terlebih dahulu dilarutkan dalam asam asetat 1% sampai larut sempurna. Proses pelapisan dilakukan dengan kecepatan pencelupan minimum agar pelapisan kitosan pada kain katun lebih homogen. Sedangkan frekuensi pencelupan sesuai hasil optimasi sebelumnya, yaitu 20 kali pencelupan.

Metode kuantitatif yang digunakan untuk uji aktivitas antibakteri pada kain adalah *shake flask method* (Anonim, 2005). Dengan mengacu pada (Kang *et.al*, 2008) dapat diketahui persentase penghambatan (% *inhibition*). Persentase penghambatan dihitung dengan mengurangi nilai blanko dari kontrol dan sampel, seperti tersaji pada persamaan (a). Nilai blanko untuk sampel maupun kontrol dihitung dari CFU/mL pada jam ke-0 ketika belum terjadi kontak. Kontrol yang digunakan adalah kain tanpa perlakuan.

$$\% \text{ penghambatan} = \left( 1 - \frac{\text{sampel (CFU / mL)} - \text{blanko (CFU / mL)}}{\text{kontrol (CFU / mL)} - \text{blanko (CFU / mL)}} \right) \times 100 \dots\dots(a)$$

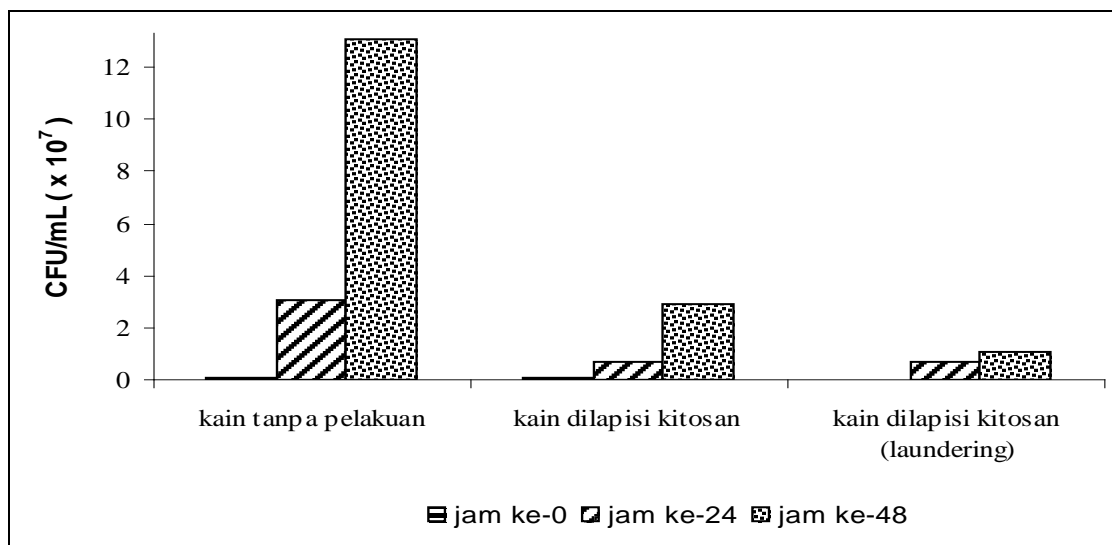
Hasil uji aktivitas anti bakteri untuk kain tanpa perlakuan, kain terlapisi kitosan sebelum dan setelah *laundering* tersaji dalam Tabel 1 dan Gambar 2.



**Tabel 1. Hasil uji aktivitas antibakteri**

	CFU/ml (x 10.000.000)			% pertumbuhan relatif		% penghambatan	
	Jam ke-			Jam ke-		Jam ke-	
	0	24	48	24	48	24	48
kain tanpa pelakuan	0,047	3,090	13,100	100	100	0	0
kain dilapisi kitosan (awal)	0,071	0,660	2,890	19,37	21,60	80,63	78,40
kain dilapisi kitosan ( <i>laundering</i> )	0,030	0,655	1,090	20,54	8,12	79,46	91,88

Populasi yang hidup dari bakteri uji pada jam ke-0, ke-24 dan ke-48 dilaporkan dalam *Colony Forming Units* (CFU)/mL hasil pengukuran dengan *plating technique*, yaitu dengan membuat seri pengenceran sampel dan ditumbuhkan pada media padat.



**Gambar 2. Pertumbuhan bakteri *S. aureus* pada kain katun dilapisi kitosan sebelum dan setelah pencucian**

Pada jam ke-24 dan ke-48, jumlah bakteri yang tumbuh pada kain katun yang dilapisi kitosan lebih sedikit dibandingkan jumlah bakteri yang tumbuh pada kain katun tanpa perlakuan, hal ini menunjukkan kitosan cukup efektif memberikan aktivitas antibakteri. Kain yang dilapisi kitosan memberikan persentase penghambatan sebesar 80,63% pada jam ke-24 dan 78,40% pada jam ke-48.

Aktivitas antibakteri pada kain yang dilapisi kitosan dikarenakan adanya gugus polikationik yaitu gugus  $-NH_3^+$ . Muatan positif  $-NH_3^+$  akan berinteraksi dengan muatan negatif pada permukaan bakteri sehingga menyebabkan perubahan permeabilitas permukaan sel, hilangnya beberapa penyusun sel seperti protein, asam amino dan glukosa yang akhirnya akan menghambat metabolisme mikroorganisme dan dapat mengakibatkan kematian sel. Ion polifosfat akan menghambat pertumbuhan bakteri dengan mengkelat kation yang bersifat esensial pada dinding sel seperti magnesium ( $Mg^{2+}$ ), sehingga mempengaruhi metabolisme sel dan mengakibatkan melemahnya pembelahan sel (Jen and Leora, 1986).

Aktivitas antibakteri pada kain yang dilapisi kitosan meningkat setelah proses *laundering*. Kenaikkan aktivitas antibakteri pada kain setelah proses *laundering* mungkin dikarenakan terjadi interaksi antara gugus  $-OH$  dari asam lemak pada Tween-20 dengan gugus  $-OH$  pada selulosa kain. Kain yang dilapisi kitosan setelah proses *laundering* memberikan persentase penghambatan sebesar 79,46% pada jam ke-24 dan 91,88% pada jam ke-48.



Keseluruhan hasil uji bakteri menunjukkan kain yang kitosan memberikan aktivitas antibakteri yang lebih besar setelah dibandingkan kain tanpa perlakuan dan proses *laundering* dengan Tween-20 akan meningkatkan aktivitas antibakteri pada kain terlapisi kitosan.

### KESIMPULAN

Aktivitas antibakteri pada kain yang dilapisi kitosan meningkat setelah proses *laundering*. Kain yang dilapisi kitosan setelah proses *laundering* memberikan persentase penghambatan pertumbuhan bakteri *S. aureus* sebesar 79,46% pada jam ke-24 dan 91,88% pada jam ke-48.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. *Industri Kitin : Dari Limbah Menjadi Bernilai Tambah*. Warta Pasar Ikan: hal 20-23
- Anonim, 2005, *Intellegent Textile Structures-Application, Production and Testing: New Functional Textiles: Antimicrobial Treatments*, Presentation slides of Flexifunbar in International workshop, 12-13/5/2005, Thessaloniki, Greece.
- Danna, G. F, 1978, Permox-A Hydrogen Peroxide-Zinc Acetate Antibacterial Finish for Cotton, *Textile Res. J.*, 48, 173.
- Dunn, E. T.; Li, Q.; Grandmaison, E. W. dan Goosen, M. F. A, 1992, Applications and Properties of Chitosan, *J. Bioact. Compat. Polym.*, 7, 370.
- Fernández, M.; Plessing, C.V. dan Cárdenas, G., 2006, Preparation and characterization of chitosan gels, *J. Chil. Chi. Soc.*, 51, 1022-1024.
- Gildberg, A. and Stenberg, E., 2001, A new process for advanced utilisation of shrimp waste, *Process Biochem.*, 36, 809–812.
- Kang, T.H.; Hwang E.I.; Yun, B.S.; Shin, C.S. dan Kim, S.U., 2008, Chitin Synthase 2 Inhibitory Activity of O-Methyl Pisiferic Acid and 8,20-Dihydroxy-9(11),13-abietadien-12-one, Isolated from *Chamaecyparis Pisifera*, *Biol. Pharm. Bull.* 31(4) 755-759.
- Kartini, Indriana. 2006. *Naskah seminar; Lapis Ragam Fungsi Berbasis Silika-Titania dan Bahan Alam Indonesia*. Yogyakarta, 19 Agustus 2006.
- Lacasse, K. and Baumann W., 2004. *Textile Chemicals Enviromental Data and Fact*. Springer, Germany.
- Lim, S., 2002. *Synthesis of a fiber-reactive chitosan derivative and its application to cotton fabric as an antimicrobial finish and a dyeing-improving agent*, Dissertation, Fiber and polymer science, North Carolina State University.
- Lee, S., Cho, J. S., Cho, G., 1999, Antimicrobial and Blood Repellent Finishes for Cotton and Nonwoven Fabrics Based on Chitosan and Fluoropolymers, *Textile Research Journal*, 69(2): 104 – 112.
- Mahltig, B.; Haufe, H. dan Böttcher, H., 2005, Functionalisation of textiles by inorganic sol-gel coatings, *J. Mater. Chem.*, 15, 4385–4398.
- No, H. K.; Park, N.Y; Lee, S.H. dan Meyers, S. P., 2002, Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weights, *Int. J. Food Microbiol.* ,74, 65– 72.
- Ramachandran, T. Rajendrakumar K dan Rajendran, R, 2003. *Antimicrobial Textiles - an Overview*, Journal-(IE)TX, Vol 84: 42-47.
- Teal, S.; Ervin, R. T. dan Mehta R.D.,1998, *Economic analysis of cotton textile finishing processes: Part 2 – aftertreatments, Paper*, Texas Tech University Lubbock, Texas.
- Widodo, A.; Mardiah, dan Prasetyo A., 2005, *Potensi kitosan dari sisa udang seagai koagulan logam berat limbah cair industri tekstil*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Wollina, U.; Abdel-Naser, M.B. dan Verma S, 2006, Skin Physiology and Textiles –Consideration of Basic Interactions, *Biofunct. Textile. Skin*, vol 33, pp 1–16.
- Wong, Y. W. H., Yuen, C. W. M., Leung, M. Y. S., Ku, S. K. A., Lam, H. L. I., 2006, Selected Application of Nanotechnology in Textile Application, *AUTEX Res. J.*, 6(1):191.
- Zhang Z., Chen, L., Ji, J., Huang, Y. dan Chen, D., 2003, Antibacterial Properties of Cotton Fabrics Treated with Chitosan, *Textille Res. J.*, Vol 73(12) : 1103-1106.



## BIODEGRADASI LINIAR ALKILBENZEN SULFONAT (LAS) OLEH KONSORSIUM BAKTERI PEMBENTUK BIOFILM DI SEDIMEN EKOSISTEM AIR SUNGAI

Suharjono<sup>1</sup>, Sutrisno<sup>2</sup>, dan Romualdus Nugraha Catur Utama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, <sup>2</sup>Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

Email : csharjono@yahoo.co.id

Ekosistem air sungai di kota besar-kota besar Indonesia sudah tercemar oleh limbah deterjen. Limbah deterjen sintetis pada umumnya mengandung surfaktan LAS yang toksik terhadap berbagai biota di ekosistem air sungai. Beberapa spesies bakteri mampu tumbuh membentuk biofilm di sedimen ekosistem air sungai yang tercemar limbah deterjen. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari kemampuan konsorsium bakteri pembentuk biofilm di ekosistem sungai tercemar deterjen dalam mendegradasi LAS. Konsorsium sepuluh isolat bakteri sebanyak 80 ml dengan densitas  $2,34 \cdot 10^8$  sel/ml diinokulasikan dalam bioreaktor berisi sedimen dengan berbagai ukuran dan 720 ml medium mineral sederhana yang mengandung 10 mg/L LAS sebagai satu-satunya sumber karbon. Biakan diinkubasikan dalam sistem *batch culture* dan setelah tujuh hari dalam sistem *continuous culture* secara aerobik. Konsorsium bakteri mampu mendegradasi LAS sebesar 61,47%; 61,63%; 44,47%; dan 48,76% pada sistem *batch culture* dalam waktu tujuh hari dan sebesar 59,85%; 60,37%; 44,47%; dan 46,73% pada sistem *continuous culture* dengan debit 80 ml/jam dan waktu retensi 10 jam secara berturut-turut pada perlakuan sedimen batu ukuran kecil, sedang, besar, dan kontrol.

Kata kunci : bakteri, biodegradasi, konsorsium, LAS

### PENDAHULUAN

Deterjen sintetis pada saat ini lebih dominan dan secara luas digunakan sebagai agen pembersih menggantikan sabun karena harganya lebih murah, mempunyai daya pembersihan lebih baik, serta tidak membentuk garam magnesium dan kalsium dalam air sadah. Deterjen merupakan salah satu bahan pencemar utama dalam limbah domestik dan limbah industri yang telah melampaui nilai ambang baku mutu air sungai (Retnaningdyah *et al.* 1999; Mitakda *et al.*, 2000; Suharjono, 2008). Tingginya kandungan deterjen di ekosistem air sungai tersebut karena banyaknya limbah cair dari pemukiman dan industri yang dibuang langsung ke perairan tanpa melalui unit pengolahan limbah.

Bahan utama senyawa penyusun deterjen sintetis adalah surfaktan anionik Linier Alkilbenzen Sulfonat (LAS) untuk menggantikan Alkil Benzen Sulfonat (ABS) (Huang *et al.*, 2000; Schleheck *et al.*, 2004). Konsumsi surfaktan LAS terus meningkat dan volumenya paling dominan digunakan sebagai bahan aktif formulasi deterjen (Vidali, 2001; Li *et al.*, 2003; Sablayrolles *et al.*, 2009). Surfaktan tersebut saat ini merupakan pencemar utama yang selalu ada dalam limbah pemukiman serta mencemari dan terakumulasi di air dan sedimen ekosistem sungai (Jerabkova *et al.*, 1999; Kenzaka *et al.*, 2001). Senyawa LAS relatif resisten untuk didegradasi oleh mikrobia dibandingkan dengan sabun, sehingga limbahnya memainkan peran penting dalam masalah pencemaran air dan konsentrasinya meningkat seiring dengan waktu (Kenzaka *et al.*, 2001).

Surfaktan LAS bersifat toksik dan menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Saccharomyces cerevisiae* dan *Chlorella* sp. (Marwati *et al.*, 1995). Surfaktan tersebut pada konsentrasi 1 mg/l toksik bagi kelompok bakteri tertentu, alga, *Daphnia* sp., dan ikan (Lewis, 1990 *cit.* Van Ginkel, 1996). Surfaktan LAS mempunyai nilai LC<sub>50</sub>-96 jam terhadap makrozoobentos *Melanoides granifera*, *Lymnaea rubiginosa*, dan *Belamya javanica* secara berturut-turut sebesar 6,17 mg/L, 11,96 mg/L, dan 18,86 mg/L (Retnaningdyah *et al.*, 1999). Surfaktan tersebut juga dapat menyebabkan kerusakan epithelium insang dan kematian anak ikan (Gledhil, 1974) serta dapat menyebabkan kerusakan pembuluh darah *Ictalurus* sp. (Zeni & Caligiuri, 1992). Senyawa LAS pada konsentrasi kurang dari atau sama





dengan satu miligram per liter dapat mengakibatkan abnormalitas regenerasi potongan tubuh dan menghambat penambahan panjang tubuh planaria (Retnanigdyah *et al.*, 2001).

Di ekosistem sungai tercemar deterjen, ada kelompok bakteri tertentu yang mampu beradaptasi secara genetik dan metabolik sehingga bertahan hidup di ekosistem tersebut. Komunitas beberapa strain bakteri tersebut menunjukkan sifat metabolisme yang tidak teracuni oleh pencemar surfaktan anionik, bahkan mampu menggunakannya sebagai satu-satunya sumber karbon, belerang, dan energi bagi pertumbuhannya. Komunitas bakteri tersebut memainkan peran sangat penting dalam biodegradasi senyawa pencemar alami maupun yang berasal dari aktivitas manusia, sehingga mendukung swapurifikasi ekosistem secara alami (Halden *et al.*, 1999; Vidali, 2001; Kenzaka *et al.*, 2001; Wackett, 2003). Strain bakteri tersebut memiliki DNA yang mengandung gen-gen penyandi enzim-enzim untuk memetabolismekan surfaktan anionik. Struktur senyawa surfaktan yang kompleks memerlukan konsorsium beberapa spesies bakteri yang berasosiasi secara sinergis untuk mendegradasinya.

Di dalam ekosistem air sungai tercemar deterjen, sel-sel komunitas bakteri saling berinteraksi dan beragregasi secara kuat membentuk biofilm pada permukaan sedimen. Komunitas bakteri penyusun biofilm memainkan peran kunci mendegradasi dan mendetoksifikasi pencemar beracun serta daur berbagai unsur kimia (McLean *et al.*, 1999; Davey & O'Toole, 2000; Deziel *et al.*, 2001; O'Toole, 2003). Komunitas tersebut merupakan bentuk kerja sama organisme teradaptasi yang memungkinkan pemanfaatan sumber daya lingkungan secara efisien dan menghasilkan lingkungan mikro yang sesuai di dalam lingkungan makro yang tidak sesuai. Adanya kerja sama metabolik antarstrain bakteri dapat meningkatkan biodegradasi dan mereduksi toksisitas bahan organik kompleks (Cowan *et al.*, 2000; Davey & O'Toole, 2000). Menurut Schleheck *et al.* (2004) LAS merupakan sumber karbon dan energi yang potensial untuk pertumbuhan beberapa strain bakteri meskipun senyawa tersebut toksik bagi strain-strain bakteri yang lain. Degradasi parsial dan semakin tinggi persentase LAS yang terdegradasi menyebabkan semakin berkurang toksisitasnya terhadap berbagai organisme perairan (Kimerle & Swisher, 1977; Suharjono *et al.*, 1999).

Pencemaran limbah deterjen di ekosistem air sungai merupakan masalah bersama yang harus segera ditanggulangi. Pencemaran ini mengakibatkan turunnya estetika, eutrofikasi, turunnya kualitas air, dan kematian berbagai jenis organisme di ekosistem air sungai. Oleh karena itu diperlukan usaha biodegradasi secara efektif terhadap pencemar tersebut dengan melibatkan peran komunitas bakteri *indigenous* yang adaptif di ekosistem air sungai tercemar deterjen.

## METODE PENELITIAN

### ***Pembuatan Starter Konsorsium Bakteri Pendegradasi LAS***

Sepuluh isolat bakteri pendegradasi LAS yang berasosiasi positif diperoleh dari komunitas bakteri pembentuk biofilm di sedimen ekosistem Sungai Sawojajar I Kota Malang yang tercemar deterjen (Suharjono *et al.*, 2009). Medium yang digunakan untuk membiakkan dan uji potensi adalah medium garam mineral sederhana menurut He *et al.* (1998) yang dalam satu liter akuades mengandung  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0,50 g,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  0,40 g;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  9,65 g;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  2,65; *trace element*  $\text{FeCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  20,0 g;  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  10,0 g;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  0,03 g;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  0,05 g dan  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  0,10 g. Satu oose biakan setiap isolat diinokulasikan ke dalam media mineral sederhana yang mengandung 10 mg/L LAS, selanjutnya diinkubasi dalam inkubator gojog merk Kuhner Shaker pada kecepatan 120 rpm, 30°C selama 24 jam. Suspensi biakan setiap isolat diukur nilai OD (*Optical density*) dengan menggunakan spektrofotometer Genesys pada panjang gelombang 500 nm. Suspensi biakan setiap isolat sebanyak lima mililiter



dengan densitas sel sebesar  $1,86 \times 10^8$  sel/ml ditambahkan ke dalam 250 ml media mineral sederhana yang mengandung 10 mg/l LAS sebagai satu-satunya sumber karbon. Konsorsium biakan tersebut diinkubasi dalam inkubator gojog merk Kuhner Shaker pada kecepatan 120 rpm dan suhu  $30^\circ\text{C}$  hingga mencapai fase pertumbuhan logaritmik untuk digunakan sebagai starter pada uji biodegradasi LAS. Laju pertumbuhan konsorsium bakteri pada fase logaritmik ditentukan berdasarkan rumus menurut Atlas (1989).

$$k = (\log N_t - \log N_0) / (0,301.t)$$

dengan  $k$  = konstanta kecepatan pertumbuhan rerata (generasi/jam),  $N_t$  = jumlah sel bakteri pada jam ke- $t$  pada fase logaritmik,  $N_0$  = jumlah sel bakteri pada awal fase logaritmik,  $t$  = waktu inkubasi ke  $t$ , dan  $t_0$  = waktu awal pertumbuhan dalam fase logaritmik

### ***Uji Potensi Biodegradasi LAS dalam Sistem Batch Culture***

Percobaan dilakukan menurut rancangan acak kelompok dengan perlakuan ukuran batu yaitu kecil (diameter = 13,5 mm; volume = 1,17 ml), sedang (diameter = 38,5 mm; volume = 17,5 ml), besar (diameter = 94,2; volume = 260 ml), dan campuran (kontrol) serta waktu inkubasi selama tujuh hari. Percobaan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali dengan parameter yang diamati yaitu densitas sel bakteri dan konsentrasi residu LAS. Uji biodegradasi LAS dilakukan dengan cara starter konsorsium bakteri dengan densitas sel sebesar  $2,34.10^8$  sel/ml diambil sebanyak 80 ml kemudian diinokulasikan ke dalam 720 ml media mineral sederhana cair yang mengandung 10 mg/L LAS dalam bioreaktor sistem *batch culture* yang mengandung batu steril dengan volume yang sama pada setiap percobaan. Suspensi bakteri diinkubasikan pada suhu  $30^\circ\text{C}$  yang diberi aerasi dengan waktu inkubasi tujuh hari. Parameter yang diamati setiap 24 jam yaitu densitas sel bakteri dan konsentrasi residu LAS dalam bioreaktor. Densitas sel bakteri ditentukan secara spektrofotometri dengan menggunakan spektrofotometer *Genesys 10uv*. Konsentrasi LAS diukur dengan metode *Methylene Blue Active Substance* (MBAS) menurut Clesceri *et al.* (1989). Data densitas sel bakteri dan konsentrasi residu LAS dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan analisis Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan derajat kepercayaan 95%. Data tersebut dianalisis dengan menggunakan program SPSS for Windows Release 13.

### ***Uji Biodegradasi sistem continous culture***

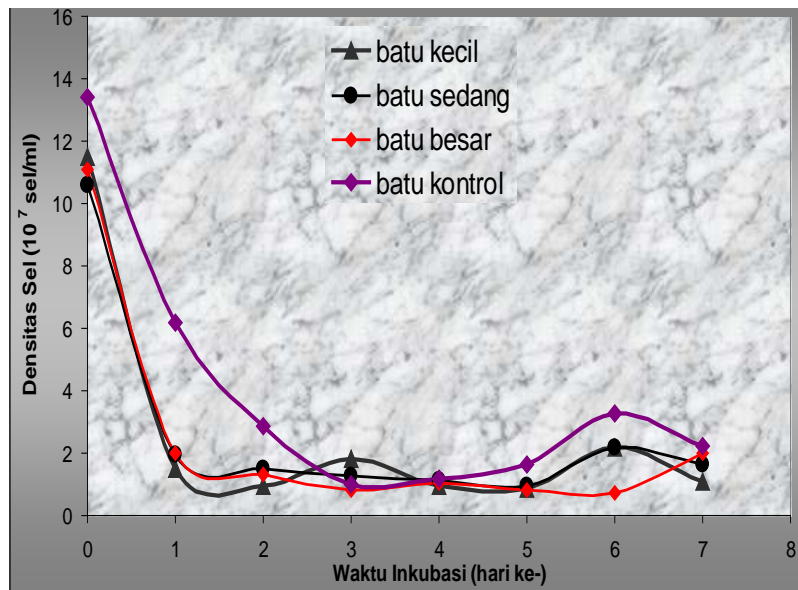
Percobaan dilakukan menurut rancangan acak kelompok dengan perlakuan ukuran batu yang diulang tiga kali. Setelah dilakukan pengujian potensi degradasi LAS dengan sistem kultur tertutup maka dilanjutkan dengan pengujian potensi degradasi LAS dengan sistem kultur kontinyu (*continous culture*). Kultur konsorsium bakteri dengan volume 800 ml dalam bioreaktor yang sudah diinkubasikan tujuh hari dalam sistem *batch culture* kemudian ditambahkan media mineral sederhana baru yang mengandung 10 mg/L LAS dengan debit medium 80 mL/jam dan waktu retensi 10 jam. Suspensi bakteri dalam bioreaktor tersebut diinkubasi pada suhu kamar secara aerobik. Suspensi yang keluar dari bioreaktor ditampung dalam erlenmeyer 2000 ml dan diukur konsentrasi residu LAS. Konsentrasi residu LAS diukur dengan metode *Methylene Blue Active Substance* (MBAS) menurut Clesceri *et al.* (1989). Data konsentrasi residu LAS dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan analisis Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan derajat kepercayaan 95%. Data dianalisis dengan menggunakan program SPSS for Windows Release 13.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### ***Potensi Konsorsium Bakteri pendegradasi LAS dalam Sistem Batch Culture***

Konsorsium bakteri yang digunakan dalam uji potensi biodegradasi LAS menunjukkan adanya asosiasi yang positif (saling menguntungkan antarspesies). Hal ini ditunjukkan dengan

kemampuan tumbuh konsorsium bakteri tersebut dengan laju pertumbuhan pada fase logaritmik sebesar 0,36 generasi/jam. Densitas sel bakteri dalam suspensi medium pada sistem *batch culture* semakin lama semakin berkurang (Gambar 1). Hal ini disebabkan semua bakteri penyusun konsorsium bersifat gram negatif dan cenderung membentuk biofilm dalam batu sedimen (Suharjono *et al.*, 2009). Pada ketiga perlakuan yaitu pada ukuran batu sedimen besar, medium dan kecil dalam waktu sehari menunjukkan konsorsium bakteri sudah melekat membentuk biofilm, sedangkan pada kontrol konsorsium bakteri melekat membentuk biofilm pada sedimen memerlukan waktu tiga hari. Konsorsium bakteri pada perlakuan kontrol melekat membentuk biofilm pada sedimen memerlukan waktu lebih lama karena pada sedimen tersebut sudah ditumbuhi biofilm bakteri dari ekosistem sungai. Batu sedimen pada kontrol ukurannya bervariasi disesuaikan dengan sedimen di ekosistem sungai.



**Gambar 1. Densitas Konsorsium Bakteri Pendegradasi LAS dalam sistem *Batch Culture***

Konsorsium isolat merupakan bakteri indigenous pembentuk biofilm di ekosistem air sungai tercemar limbah deterjen. Pertumbuhan bakteri di lingkungan pada umumnya berasosiasi dengan permukaan suatu benda hidup atau mati membentuk biofilm sebagai mekanisme untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya (Deziel *et al.*, 2001; O'Toole, 2003). Dalam lingkungan alami, biofilm biasanya tersusun oleh berbagai populasi bakteri dan terjadi interaksi metabolik antarstrain melalui hubungan mutualistik atau komensalistik (McLean *et al.*, 1999; Dunne, 2002; O'Toole, 2003). Sel-sel strain bakteri penyusun biofilm mampu berinteraksi, berkoordinasi, dan berkomunikasi untuk memudahkan adaptasinya terhadap berbagai parameter lingkungan. Salah satu faktor kunci dalam adaptasi yaitu pada kemampuan untuk menempatkan dirinya dalam suatu *niche* tempat mereka dapat memperbanyak diri. Strain-strain bakteri yang mampu melekatkan diri dan membentuk biofilm pada suatu permukaan benda memperoleh keuntungan dalam komunitas tersebut (Davey & O'Toole, 2000).

Menurut Dunne (2002) secara evolusi keuntungan adanya pembentukan biofilm tersebut merupakan mekanisme untuk mendapatkan lokasi yang lebih menguntungkan dari segi nutrisi, menghindarkan dari berbagai faktor lingkungan yang merugikan, serta melindungi dari predasi. Adanya kerja sama metabolik antarstrain bakteri dapat meningkatkan biodegradasi dan mereduksi toksisitas bahan organik kompleks (Cowan *et al.*, 2000; Davey & O'Toole, 2000).



**Tabel 1. Konsentrasi Residu LAS selama Biodegradasi dalam Sistem *Batch Culture***

Ukuran Batu Sedimen	Konsentrasi LAS (mg/l) pada waktu inkubasi .. hari							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Kecil	8,87 (Ac)	6,72 (Abc)	4,39 (Aab)	3,95 (Aab)	3,88 (Aab)	3,76 (Aab)	3,62 (Aab)	3,31 (Aa)
Sedang	8,99 (Ab)	6,41 (Aab)	4,56 (Aa)	4,25 (Aa)	4,16 (Aa)	4,00 (Aa)	3,70 (Aa)	3,37 (Aa)
Besar	9,21 (Ab)	7,34 (Aab)	6,74 (Aab)	6,14 (Aab)	5,93 (Aa)	5,46 (Aa)	5,26 (Aa)	5,10 (Aa)
Kontrol (Campuran)	8,35 (Ab)	6,22 (Aab)	5,33 (Aa)	4,55 (Aa)	4,46 (Aa)	4,41 (Aa)	4,31 (Aa)	4,28 (Aa)

**Tabel 2. Persentase LAS terdegradasi oleh Konsorsium Bakteri dalam Sistem *Batch Culture***

Ukuran Batu Sedimen	LAS terdegradasi (%) pada waktu inkubasi .. hari							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Kecil	0,00 (Aa)	23,82 (Aab)	48,44 (Ab)	53,74 (Ab)	54,53 (Ab)	56,02 (Ab)	57,65 (Ab)	61,47 (Ab)
Sedang	0,00 (Aa)	27,34 (Aab)	48,32 (Ab)	51,85 (Ab)	52,76 (Ab)	54,47 (Ab)	57,83 (Ab)	61,63 (Ab)
Besar	0,00 (Aa)	20,61 (Aab)	26,69 (Bbc)	33,25 (Bbc)	35,73 (ABbc)	40,44 (ABbc)	42,51 (Abc)	44,47 (Ac)
Kontrol (Campuran)	0,00 (Aa)	23,97 (Ab)	35,70 (Bbc)	45,87 (Abc)	46,78 (Abc)	47,35 (Abc)	48,53 (Ac)	48,76 (Ac)

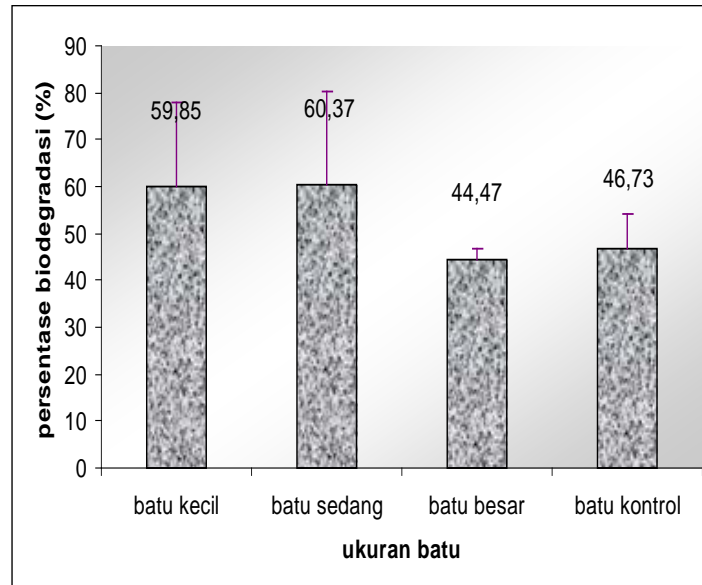
**Keterangan:** Huruf kapital (huruf besar) yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata ( $p > 0,05$ ) antar ukuran batu (dalam kolom yang sama), sedangkan huruf kecil yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata ( $p > 0,05$ ) antar waktu (dalam baris yang sama)

Konsentrasi residu LAS pada perlakuan batu sedimen ukuran kecil, medium, dan kontrol menunjukkan penurunan yang signifikan dalam waktu dua hari yaitu secara berturut-turut dari 8,87; 8,99 mg/l dan 8,35 pada awal perlakuan menjadi 4,39; 4,56 dan 5,33 mg/L pada hari kedua inkubasi (Tabel 1). Selama dua hari inkubasi terjadi penurunan residu LAS sebesar 48,44 % pada batu kecil dan 48,32 % pada batu medium yang lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan batu besar dan kontrol (Tabel 2). Konsentrasi residu LAS setelah dua hari berkurang secara tidak signifikan dan mencapai konsentrasi 3,31 mg/l, 3,37 mg/l, dan 4,28 mg/l secara berurutan pada batu ukuran kecil, medium, dan kontrol selama tujuh hari biodegradasi. Residu LAS pada perlakuan batu sedimen ukuran besar terjadi penurunan secara gradual yang tidak signifikan antar hari selama biodegradasi. Residu LAS yang terdegradasi dalam sistem *batch culture* dalam waktu tujuh hari sebesar 61,47 %; 61,63 %; 44,47 % dan 48,76 % secara berurutan pada batu sedimen ukuran kecil, medium, besar dan kontrol.

**Potensi Konsorsium Bakteri pendegradasi LAS dalam Sistem *Continuous Culture***

Pada penelitian sebelumnya (Suharjono *et al.*, 2009) menunjukkan bahwa konsorsium 10 isolat bakteri yang sama dalam sistem *continuous culture* dengan debit media 40 mL/jam (waktu retensi 25 jam) dan 60 mL/jam (waktu retensi 17 jam) mampu mendegradasi LAS secara berurutan sebesar 51,06% dan 67,23%. Pada penelitian ini konsorsium sepuluh isolat bakteri tersebut dalam sistem *continuous culture* dengan debit media 80 mL/jam dan waktu retensi 10 jam mampu mendegradasi LAS sebesar 59,85%, 60,37%, 44,47%, dan 46,73% secara berurutan pada batu ukuran kecil, sedang, besar, dan kontrol (Gambar 2). Persentase biodegradasi LAS dengan sistem *continous culture* terbukti lebih efektif dibandingkan dengan sistem *batch culture*. Konsorsium bakteri dengan menggunakan sistem *continous culture* dalam

waktu antara 10 – 25 jam mampu mendegradasi LAS hampir sama besarnya dengan sistem *batch culture* selama tujuh hari inkubasi.



**Gambar 2. Persentase LAS terdegradasi oleh Konsorsium Bakteri dalam Sistem *Continuous Culture***

Berdasarkan hasil ini potensi biodegradasi LAS dengan debit media 80 mL/jam lebih baik jika dibandingkan dengan debit media 40 mL/jam. Hal ini dapat disebabkan pada debit media 40 mL/jam masih terdapat akumulasi hasil metabolisme bakteri yang menghambat pertumbuhannya. Senyawa hasil metabolisme dapat menghambat biodegradasi primer LAS tersebut (Suharjono *et al.*, 2009). Ukuran batu sangat berpengaruh terhadap biodegradasi LAS. Semakin kecil ukuran batu menyebabkan proses biodegradasi LAS semakin maksimal. Nam *et al.* (2000) menunjukkan bahwa pasir yang memiliki diameter yang lebih kecil mampu membentuk biofilm yang lebih tebal. Biofilm pada reaktor yang menggunakan diameter pasir berukuran 0,23 mm lebih tebal dibandingkan dengan pada pasir dengan diameter 0,60 mm. Terbentuknya biofilm yang lebih tebal pada reaktor menyebabkan zona turbulensi (ruang berisi udara yang kaya oksigen) menjadi tinggi, sehingga meningkatkan aktivitas biodegradasi LAS.

## KESIMPULAN

Konsorsium sepuluh isolat bakteri pembentuk biofilm pada batu sedimen ukuran kecil dan sedang di ekosistem sungai tercemar deterjen memiliki potensi biodegradasi LAS lebih tinggi dibandingkan pada batu sedimen ukuran besar dan campuran berbagai ukuran. Biakan bakteri tersebut dalam sistem *continuous culture* memiliki potensi biodegradasi LAS lebih tinggi dibandingkan pada *batch culture*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atlas, R. M. 1989. *Microbiology : Fundamentals and Applications*. 2nd Edition. McMillan Publ. Co., New York.
- Clesceri, L. S., E. G. Arnold, R. R. Trussel & A. H. F. Mory. 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 17<sup>th</sup> ed. APHA, AWWA and WPLF, Washington.
- Cowan, S. E., E. Gilbert, D. Liepmann & J. D. Keasling. 2000. Commensal Interactions in a Dual-Species Biofilm Exposed to Mixed Organic Compounds. *Appl. Environ. Microbiol.* 66 (10): 4481-4485.
- Davey, M. E. & G. A. O'Toole. 2000. Microbial Biofilm : from Ecology to Molecular Genetics. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 64 (4): 847-867.



- Deziel, E., Y. Comeau & R. Villemur. 2001. Initiation of Biofilm Formation by *Pseudomonas aeruginosa* 57RP Correlates with Emergences of Hyperpilated and Highly Adherent Phenotypic Variants Deficient in Swimming, Swarming, and Twitching Motilities. *J. Bacteriol.* 183 (4): 1195-1204.
- Dunne, W. M. 2002. Focus. Bacterial Adhesion : Seen Any Good Biofilm Lately? *Clin. Microbiol. Rev.* 15 (2): 155-166.
- Gledhil, W. E. 1974. *Linear Alkylbenzene Sulfonate : Biodegradation and Aquatic Interactions*. Monsanto Co., St. Louis, Missouri.
- Halden, R. U., S. M. Tepp, B. G. Halden & D. F. Dwyer. 1999. Degradation of 3-Phenoxybenzoic Acid in Soil by *Pseudomonas pseudoalcaligenes* POB310 (pPOB) and Two Modified *Pseudomonas* Strains. *Appl. Environ. Microbiol.* 65(8): 3354-3359.
- He, W., T. Weidong, Z. Guang, C. Gup-Qiang & Z. Zengming. 1998. Production of Novel Polyhydroxyalkanoates by *Pseudomonas stutzeri* 1317 from Glucose and Soybean Oil. *FEMS Microbiol. Lett.* 169: 45-49.
- Huang, H., T. G. Ellis & S. K. Kaiser. 2000. *Extant Biodegradation Testing with Linear Alkylbenzene Sulfonate in Laboratory and Field Activated Sludge Systems*. WEFTEC, Water Environmental Federation.
- Jerabkova, H., B. Kralova & J. Nahlik. 1999. Biofilm of *Pseudomonas* C12B on Glass Support as Catalytic Agent for Continuous SDS Removal. *Int. Biodet. Biodeg.* 44: 233-241.
- Jimenez, L., A. Breen, N. Thomas, T. W. Federle & G. S. Saylor. 1991. Mineralization of Linear Alkylbenzene Sulfonate by a four member Aerobic Bacteria Consortium. *Appl. Environ. Microbiol.* 57 (5) : 1566 – 1569.
- Kenzaka, T., N. Yamaguchi, B. Prapagde, E. Mikami & M. Nasu. 2001. Bacterial Community Composition and Activity in Urban Rivers in Thailand and Malaysia. *J. Health Sci.* 47(4): 353-361.
- Kimerle, R. A. and R. D. Swisher. 1977. Reduction of Aquatic Toxicity of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) by Biodegradation. *Wat. Res.* 11 : 31 – 37.
- Krueger, C. J., L. B. Barber, D. W. Medge and J. A. Field. 1998. Fate and Transport of Linear Alkylbenzene Sulfonate in a Sewage-Contaminated Aquifer: A Comparison of Natural-Gradient Pulsed Tracer Test. *Environ. Sci. Technol.* 32: 1134 – 1142.
- Li, L., X. Y. Zhang, Z. W. Wang and G. Z. Li. 2003. Structure-Biodegradation Relationship Study of Commercial Linear Alkylbenzene Sulfonates. *Internet Electronic Journal of Molecular Design* 2(6): 383-391.
- Marwati, U., Suharjono, B. Yanuwadi, C. Retnaningdyah, T. H. Kurniati. 1995. *Efek Toksikologis Deterjen pada Beberapa Jenis Mikroorganisme Tanah dan Perairan*. Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
- McLean, R. J. C., C. Fuqua, D. A. Siegle, B. L. Kirkland, J. L. Adams and M. Whiteley. 1999. *Biofilm Growth and Illustration of its Role in Mineral Formation*. *Microbial Biosystems: New Frontiers*. Proceeding of the International Symposium on Microbial Ecology. Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada.
- Mitakda, B., Prayitno, Suharjono & C. Retnaningdyah. 2000. Perancangan dan Pemodelan Usaha Peningkatan Kemampuan Purifikasi Sungai Brantas Hilir. *Natural* 4 (2) : 38 – 49.
- Nam, K., M. B. Timmons., C. D. Montemagno, dan S. M. Tsukuda. 2000. Biofilm Characteristics As Affected By Sand Size And Location In Fluidized Bed Vessels. *Aquacultural Engineering*. Vol. 22 (3), pages 213-224.
- O'Toole, G. A. 2003. To Build a Biofilm. *J. Bacteriol.* 185 (9): 2687-2689.
- Retnaningdyah, C., S. Samino, Suharjono, I. Doddy & Prayitno. 1999. Uji Toksisitas Akut Surfaktan Deterjen LAS dan ABS terhadap Beberapa Gastropoda Sungai. *Natural* 3 (2) : 63-74.
- Retnaningdyah, C., S. Samino, Suharjono, M. Hadi & Prayitno. 2001. Pengaruh Surfaktan Deterjen (ABS dan LAS) terhadap Kemampuan Regenerasi Planaria (*Dugesia triginia*). *Natural* 5 : 21-26.
- Sablajrolles, C., M. Montrejeud-Vignoles, J. Silvertre and M. Treilhou. 2009. Trace Determination of Linear Alkylbenzene Sulfonates : Application in Artificially Polluted Soil – Carrots System. *Int. J. Anal. Chem.*: 1 – 6.
- Schleheck, D., T. P. Knepper, K. Fischer & A. M. Cook. 2004. Mineralization of Individual Congeners of Linear Alkylbenzene Sulfonate by Defined Pairs of Heterotrophic Bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 70(7): 4053-4063.



- Suharjono. 2008. Keanekaragaman dan Potensi *Pseudomonas* Strain Indigenous Pendegradasi Surfaktan Anionik Di Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen. Disertasi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suharjono, B. Mitakda, C. Retnaningdyah, Prayitno, & M. Harlin. 1999. *Biodegradasi dan Reduksi Toksisitas Surfaktan Deterjen (ABS) dalam Media Air Kali Mas Surabaya*. Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
- Suharjono, Sutrisno, A. Ashari. 2009. Potensi Konsorsium Bakteri Pembentuk Biofilm dalam Mendegradasi *Linier Alkylbenzene Sulfonat*. Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres PBI XIV pada tanggal 24-25 Juli 2009 di UIN Kota Malang, Jawa Timur.
- Van Ginkel, C. G. 1996. Complete Degradation of Xenobiotic Surfactants by Consortia of Aerobic Microorganism. *Biodegradation* 7 : 151 – 164.
- Vidali, M. 2001. Bioremediation. An Overview. *Pure Appl. Chem.* 73(7): 1163-1172.
- Wackett, L. 2003. *Pseudomonas putida* a Versatile Biocatalyst. *Nat. Biotechnol.* 21 (2) : 136 – 138.
- Zeni, C. & A. S. Caligiuri. 1992. Morphological and Ultrastructural Change Induced by sub Lethal Concentration of an Anionik Detergent on *Ictalurus* species Barbel Taste Buds. *Microbios* 69 : 1 – 52.



## KAJIAN PENGARUH TKO DAN OSMOEFEKTOR TERHADAP PERTUMBUHAN *METAPENAEUS ELEGANS* DENGAN MEDIA ISO-OSMOTIK BERBEDA

Gazali Salim<sup>1</sup>, Sutrisno Anggoro<sup>2</sup>, dan Suminto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo, Tarakan, <sup>2</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang  
Email : axza\_oke@yahoo.com

*Metapenaeus elegans* merupakan organisme akuatik euryhaline bersifat endemik, termasuk hewan yang mempunyai toleransi cukup besar terhadap salinitas. Tujuannya adalah untuk mengkaji pengaruh tingkat kerja osmotik (TKO) dan osmoefektor terhadap pertumbuhan pada berbagai salinitas media iso-osmotik berbeda. Metode yang digunakan adalah Eksperimental Laboratoris dengan menggunakan Rancangan Acak Sistematis dengan empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan grafik atau histogram dan mempertimbangkan tingkat kelayakan bagi kultivan. Hasil pertumbuhan terbaik yaitu pada salinitas media iso-osmotik sebesar 16+1 ppt (0,333 g), nilai TKO sebesar 20,79+0,07 mOsm/H<sub>2</sub>O, regulasi di dalam tubuh udang bersifat hiper-osmotik (media bersifat hipo-osmotik); dengan osmoefektor yaitu kadar Cl sebesar 0,473+0,005 g/l, Na sebesar 0,273+0,003 g/l, Mg sebesar 0,041+ 0,0014 g/l, Ca sebesar 0,01 g/l, dan K sebesar 0,009 + 0,01 g/l. Pertumbuhan terendah yaitu pada salinitas media iso-osmotik 22+1 ppt (0,236 g), nilai TKO kisaran 19,04+0,05 mOsm/H<sub>2</sub>O, regulasi di dalam tubuh udang bersifat hiper-osmotik (media bersifat hipo-osmotik); dengan osmoefektor yaitu kadar Cl sebesar 0,617+0,006 g/l, Na sebesar 0,013+0,004 g/l, Mg sebesar 0,01 g/l, Ca sebesar 0,01 g/l, dan K sebesar 0,01 g/l.

**Keywords :** Udang Jahe (*Metapenaeus elegans*), Osmoefektor, Iso-osmotik, Tingkat Kerja Osmotik

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Segara Anakan merupakan tempat bermuara beberapa sungai besar maupun kecil. Udang jahe (*Metapenaeus elegans*) merupakan organisme akuatik euryhaline yaitu mampu bertahan hidup pada media dengan rentan salinitas tinggi. Udang jahe bersifat endemik di Laguna Segara Anakan dimana secara umum memiliki fluktuatif tingkat kekeruhan dan tingkat gradient salinitas yang cukup tinggi sepanjang tahun mencapai 16-24ppt (Anggoro, 2007).

Keunggulan udang jahe dibandingkan dengan jenis udang lainnya yaitu dapat hidup pada lingkungan kurang baik dimana tingkat kekeruhan tinggi, DO sangat rendah kurang dari 3 mg/l (ppm) dan memiliki gradien salinitas lebar 3-34ppt (Anggoro dan Bhayangkawati, 2004). Secara alamiah, udang jahe ketika menjadi larva, hidupnya berada di perairan payau, kemudian setelah beranjak menjadi juvenil, udang jahe melakukan ruaya dan tinggal di air tawar hingga menjadi dewasa (Iversen dkk, 1993). Moreira dkk (1983) dalam Atmomarsono dkk (1998), menyatakan bahwa osmolaritas hemolimfe udang akan mengalami penurunan dengan meningkatnya stadia dan umur udang. Kenyataan ini akan mengakibatkan perubahan iso-osmotik media yang dibutuhkan udang (Perdue dan Nakamura, 1976 dalam Sadek dan Elgayar, 1994).

Titik iso-osmotik tersebut menurun ke perairan yang lebih tawar dengan semakin bertambahnya umur udang. Udang jahe (*Metapenaeus elegans*) merupakan organisme akuatik euryhaline yaitu mampu bertahan hidup pada media dengan rentan salinitas tinggi. Udang jahe bersifat endemik di Laguna Segara Anakan dimana secara umum memiliki fluktuatif tingkat kekeruhan dan tingkat gradient salinitas yang cukup tinggi sepanjang tahun mencapai 16-24ppt selama bulan Januari hingga awal Mei 2007 pada saat air laut pasang, dimana udang jahe ini mendominasi dari hasil keseluruhan tangkapan nelayan (Anggoro, 2007).





### ***Pendekatan Masalah***

Udang jahe (*Metapenaeus elegans*) merupakan organisme bersifat endemik yang dapat bertahan hidup pada media dengan rentan salinitas tinggi karena bersifat euryhaline di Laguna Segara Anakan. Udang jahe termasuk hewan yang mempunyai toleransi cukup besar terhadap salinitas. Produksi (hasil tangkapan) udang di perairan Segara Anakan di dominasi *Metapenaeus elegans* mencapai 51-62% dari total hasil tangkapan selama kurun waktu 1988-2004. Di lihat dari segi perkembangan hasil tangkapan selama kurun waktu 1987/1988 hingga 2005 ternyata terjadi penurunan yang tajam (Solichin, 2005). Terjadinya sedimentasi berlanjut tanpa penanggulangan yang memadai, diperkirakan pada 2015 seluruh kawasan Segara Anakan akan menjadi daratan (Atmawijaya, 1995). Menurut Anggoro *dkk* (2008), menyatakan bahwa Faktor pengganggu utama adalah sedimentasi dan pedangkalan serta turbiditas yang tinggi (15-75mg/L).

Pengamatan langsung di daerah tambak secara visualisasi bahwa sedimentasi di perairan Segara Anakan semakin bertambah karena pengambilan udang yang dilakukan pada waktu malam hari terjadi hujan deras dimana air yang mengalir membawa lumpur halus yang mengarah ke Tambak udang Jahe serta aliran air sungai tampak deras menuju ke muara Segara Anakan dengan membawa lumpur halus. Sebelum pengambilan udang Jahe pada waktu sore hari, terjadi endapan lumpur (sedimentasi) yang tampak jelas pada saat air laut mengalami surut.

Selain itu pula penurunan tajam disebabkan karena tingginya eksploitasi penangkapan terhadap udang jahe di Segara Anakan. Akibat adanya ancaman tersebut di atas dikhawatirkan sumberdaya udang khususnya udang jahe di perairan Segara Anakan akan terancam punah, oleh sebab itu untuk menjaga kelestariannya diperlukan suatu aplikatif domestikasi udang jahe agar dapat dijadikan kultivan budidaya. Udang jahe melakukan molting apabila media salinitas mendukung, dimana salinitas iso-osmotik berkisar antara 22-28ppt (Anggoro *dkk*, 2008).

### ***Tujuan penelitian***

Mengkaji TKO dan Osmoefektor terhadap pertumbuhan dan SR udang jahe pada berbagai salinitas media iso-osmotik berbeda. Penelitian diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi para khalayak ramai atau para instansi terkait dan para pembudidaya udang jahe, khususnya di Kecamatan Teritih Kulon Kabupaten Cilacap yang dapat mengaplikasikan dengan melakukan usaha pengembangan budidaya tambak yaitu udang jahe. Selain itu pula penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan, referensi dan pengetahuan serta informasi mengenai kehidupan udang jahe agar dapat dilestarikan secara berkelanjutan bagi kepentingan dan kemajuan usaha bioteknologi yang tepat guna dan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat khususnya dalam usaha budidaya tambak maupun hatchery.

### **BAHAN DAN METODA**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratoris yaitu suatu metode penelitian yang mengadakan kegiatan percobaan skala laboratorium dengan sistem pengamatan dan perencanaan secara teratur terhadap fenomena yang diteliti. Metode eksperimental adalah penelitian yang berusaha untuk mencari pengaruh variable tertentu terhadap variable lain dengan pengawasan ketat (Sedarmayanti dan Hidayat, 2002). Sedangkan menurut Srigandono (1989), eksperimen adalah suatu penyelidikan yang terencana untuk memperkuat maupun membantah fakta yang telah ada sebelumnya. Data yang diperoleh melalui observasi dan pengamatan secara langsung di lapangan (Hadi, 1979). Rancangan penelitian yang digunakan dengan pola Rancangan Acak Sistematis, dengan



mengaplikasikan tiga ulangan dengan melalui cara aklimasi Juvenil udang jahe yang berasal Segara Anakan pada media kultur (Bak beton) terkontrol.

### Uji Hipotesis

Hipotesis merupakan anggapan sementara yang masih harus dibuktikan kebenarannya. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

- Ho : Tidak ada perbedaan pengaruh tingkat kerja osmotik (TKO) dan Osmoefektor terhadap pertumbuhan dan SR udang jahe (*Metapenaeus elegans*) dengan berbagai tingkat salinitas media iso-osmotik berbeda.
- H<sub>1</sub>: Ada perbedaan pengaruh tingkat kerja osmotik (TKO) dan Osmoefektor terhadap pertumbuhan dan SR udang jahe (*Metapenaeus elegans*) dengan berbagai tingkat salinitas media iso-osmotik berbeda.

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai (LPWP) "Prof. Dr. Gatot Rahardjo Joenoos"- UNDIP, Komplek Pantai Kartini P.O. Box. 14 Jepara (Jawa Tengah).

### Teknik Pengumpulan Data

#### Tingkat Kerja Osmotik (TKO)

$$TKO = [ P \text{ osmo hemolimfe} - P \text{ osmo media}]$$

Keterangan :

- TKO = Tingkat kerja osmotik, mOsm/ H<sub>2</sub>O
- P osmo hemolimfe = Tekanan osmotik hemolimfe, mOsm/H<sub>2</sub>O
- P osmo media = Tekanan osmotik media, mOsm/H<sub>2</sub>O
- [ ] = Nilai mutlak

Dimana :

- TKO = 0 (atau mendekati nol) artinya regulasi atau pengaturan iso-osmotik (media mendekati iso-osmotik)
- TKO > 0 artinya regulasi hiperosmotik (media bersifat hipo-osmotik)
- TKO < 0 artinya regulasi hipoosmotik (media bersifat hiper-osmotik) (Anggoro dkk, 2008)

### Kandungan Elektrolit (Osmoefektor)

Kandungan elektrolit pada media perlakuan (Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>) juga diperiksa dengan electrolite analyzer dan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) untuk mengetahui ion-ion utama yang berperan dalam menentukan osmolaritas media.

Tabel. Unsur Utama dalam Air Laut

Unsur utama (ion)	Persen (%)
Klorida (Cl <sup>-</sup> )	55,04
Natrium (Na <sup>+</sup> )	30,61
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	3,69
Kalsium (Ca <sup>2+</sup> )	1,16
Kalium (K <sup>+</sup> )	1,10

Sumber : Nybakken, 1988

### Pertumbuhan

- Model pertumbuhan yang digunakan untuk menganalisis pertumbuhan berat Juvenil *M. elegans* menggunakan rumus Capuzzo (1999), berikut ini:

$$W = W_t - W_o \text{ (gram)}$$



### Tingkat Kelulushidupan (SR)

- Persentase kelangsungan hidup (*Survival rate*) ditentukan dengan menghitung nisbah antara jumlah udang yang hidup pada akhir percobaan (Nt) dan jumlah udang pada awal percobaan (No) menggunakan rumus :

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

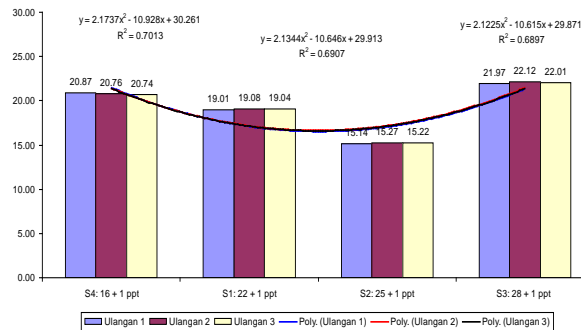
### Teknik Analisis Data

Sebelum data dianalisis dengan sidik ragam atau analisis ragam atau analisis variansi (Anova), terlebih dahulu data diuji kenormalan dan uji homogenitas (Steel dan Torrie, 1993). Data kualitas air dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan grafik atau histogram sedangkan analisis model regresi polynomial orthogonal diaplikasikan guna melihat respon peubah (variable dependen) terhadap tingkat salinitas (variable independent) media percobaan (Sudjana, 1982) serta untuk menetapkan kurva respon dan salinitas optimum.

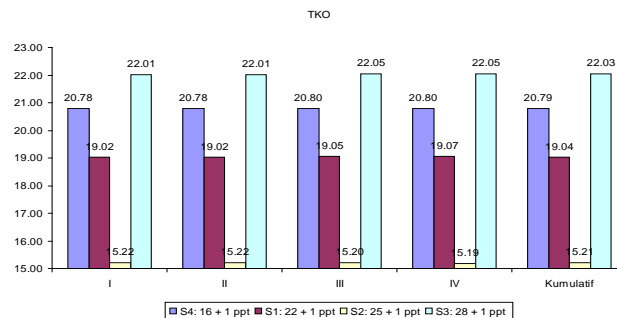
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diperoleh data mengenai kelangsungan hidup (SR), Osmolaritas media dan osmolaritas cairan haemolymph udang jahe, pertumbuhan berat awal dan berat akhir, kualitas air dengan variabel fisika dan kimia air, kandungan elektrolit (media maupun haemolymph), data parameter kualitas air perairan Segara Anakan (salinitas 16ppt ; pH = 7,2 ; DO ; 3,98 ppm ; Suhu 28,7°C) yang digunakan sebagai media iso-osmotik tempat asal dari Udang Jahe (*Metapenaeus elegans*).

### Pola Osmoregulasi (Tingkat Kerja Osmotik)



### Histogram dan Grafik Polynomial Tingkat Kerja Osmotik Kumulatif (TKO) Udang Jahe (*Metapenaeus elegans*) Pada Tiap-Tiap Perulangan



### Histogram Tingkat Kerja Osmotik (TKO) Udang Jahe (*Metapenaeus elegans*) Pada Tiap-Tiap



**Periode dan Kumulatif**

Salinitas Iso-Osmotik	TKO (mOsm/H <sub>2</sub> O)	Kelangsungan hidup (%)
S1 : 22±1 ppt	19,04 ± 0,04 19,00 – 19,08	98,33%
S2 : 25±1 ppt	15,21 ± 0,07 15,14 – 15,28	98,33%
S3 : 28±1 ppt	22,03 ± 0,11 21,95 – 22,14	97,50%
S4 : 16±1 ppt	20,79 ± 0,07 20,72 – 20,86	97,50%

Berdasarkan nilai tingkat kerja osmotik yang diperoleh selama penelitian dapat dikaji bahwa udang jahe (*Metapenaeus elegans*) merupakan osmoregulator kuat. Besarnya nilai tingkat kerja osmotik (rata-rata) TKO tertinggi adalah pada perlakuan S3 dengan salinitas 28±1ppt rerata±SD yaitu 22,03±0,11 mOsm/H<sub>2</sub>O dimana perkiraan TKO tertinggi sebesar 22,14 mOsm/H<sub>2</sub>O. Sedangkan untuk TKO terbaik atau terendah dimana TKO mendekati angka nol atau sama dengan nol berada pada perlakuan S2 dengan salinitas 25±1ppt rerata±SD yaitu 15,21±0.07 mOsm/H<sub>2</sub>O dimana untuk terendah sebesar 15,14 mOsm/H<sub>2</sub>O.

Untuk mengkaji tiap-tiap perlakuan dalam regulasi tubuh udang jahe bersifat hipoosmotik atau hiperosmotik yaitu

1. Perlakuan S1 pada salinitas 22±1ppt osmolaritas haemolymph > osmolaritas media dimana TKO bernilai positif. Yang berarti TKO > 0. (Hiperosmotik)
2. Perlakuan S2 pada salinitas 25±1ppt osmolaritas haemolymph < osmolaritas media dimana TKO bernilai negatif. Yang berarti TKO < 0. (Hipoosmotik)
3. Perlakuan S3 pada salinitas 28±1ppt osmolaritas haemolymph < osmolaritas media dimana TKO bernilai negatif. Yang berarti TKO < 0. (Hipoosmotik)
4. Perlakuan S4 pada salinitas 16±1ppt osmolaritas haemolymph > osmolaritas media dimana TKO bernilai positif. Yang berarti TKO > 0. (Hiperosmotik)

Regulasi TKO terbaik berada pada kisaran mendekati nol karena energi yang dibutuhkan untuk menyeimbangkan osmotik tubuh udang jahe, tidak membutuhkan banyak energi untuk mencapai kesetimbangan osmotik di dalam (cairan haemolymph) dengan di luar (lingkungan salinitas). Perlakuan tersebut merupakan perlakuan terbaik dimana perlakuan S2 salinitas 25±1ppt (fase intermolt) merupakan perlakuan media iso-osmotik yang mendekati nol dengan nilai TKO sebesar 15,21 ± 0,07 mOsm/H<sub>2</sub>O (15,14 mOsm/H<sub>2</sub>O). Sedangkan regulasi terburuk apabila TKO < 0 dimana dibutuhkan banyak energi yang dikeluarkan untuk menyeimbangkan tekanan osmotik di dalam tubuh dengan tekanan osmotik yang ada pada lingkungan dalam hal ini salinitas. Pengaturan kinerja osmotik terburuk pada Perlakuan S3 dengan salinitas iso-osmotik 28±1ppt yang memiliki nilai TKO adalah - 22,03 ± 0,11 mOsm/H<sub>2</sub>O (-22,14 mOsm/H<sub>2</sub>O).

Untuk keperluan itu, udang mengekstrak H<sub>2</sub>O dari medianya dengan cara meminum air atau memasukkan air lewat insang dan kulit (pada saat ganti kulit). Didalam saluran pencernaan, air dan ion terlarut itu diabsorpsi. Kelebihan ion terutama ion Na dan Cl yang diambil oleh haemolimfe akan dikeluarkan oleh insang melalui sel-sel epitel (salt secreting epithelium) sehingga diperoleh air bebas ion untuk pembentukan urin dan keseimbangan osmotik cairan tubuh udang. Pengaturan keseimbangan ion tersebut dilakukan dengan cara



transpor aktif atau pengangkutan aktif. Untuk keperluan itu diperlukan sejumlah energi yang berasal dari simpanan ATP (Adenosin Tri-fosfat) (Gufran dan Baso, 2005).

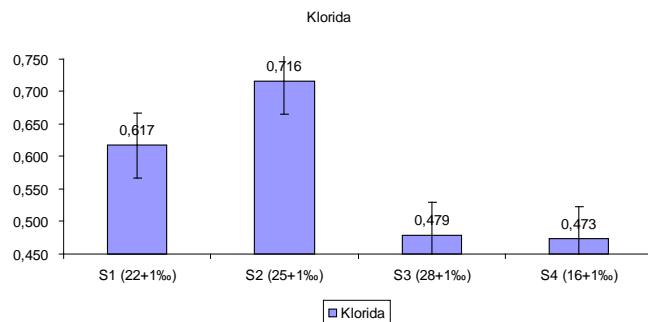
**Osmoefektor (Kandungan elektrolit)**

**Klorida (Cl)**

HASIL PEMERIKSAAN KLORIDA MEDIA DAN HAEMOLYMPH UDANG JAHE						
Perlakuan	Ulangan	Kandungan Klorida (KK)				Rata-rata
		KK 1	KK 2	KK 3	KK 4	
S1 (22 ± 1 ‰)	1	0.61	0.62	0.63	0.62	0.620
	2	0.61	0.62	0.62	0.63	0.620
	3	0.61	0.61	0.61	0.61	0.610
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.61 ± 0.000</b>	<b>0.62 ± 0.006</b>	<b>0.62 ± 0.01</b>	<b>0.62 ± 0.01</b>	<b>0.617 ± 0.006</b>
S2 (25 ± 1 ‰)	1	0.69	0.71	0.72	0.72	0.710
	2	0.70	0.73	0.73	0.73	0.723
	3	0.72	0.71	0.71	0.72	0.715
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.70 ± 0.015</b>	<b>0.72 ± 0.012</b>	<b>0.72 ± 0.01</b>	<b>0.72 ± 0.006</b>	<b>0.716 ± 0.006</b>
S3 (28 ± 1 ‰)	1	0.47	0.48	0.48	0.49	0.480
	2	0.48	0.48	0.47	0.48	0.478
	3	0.47	0.48	0.48	0.49	0.480
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.47 ± 0.006</b>	<b>0.48 ± 0.000</b>	<b>0.48 ± 0.006</b>	<b>0.49 ± 0.006</b>	<b>0.479 ± 0.001</b>
S4 (16 ± 1 ‰)	1	0.47	0.47	0.48	0.48	0.475
	2	0.46	0.47	0.47	0.47	0.467
	3	0.47	0.48	0.48	0.48	0.477
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.47 ± 0.006</b>	<b>0.47 ± 0.006</b>	<b>0.48 ± 0.006</b>	<b>0.48 ± 0.006</b>	<b>0.473 ± 0.005</b>

*Ion Klorida (Cl)*

Dilihat dari analisis pengolahan data menggunakan SPSS, untuk tingkat uji homogenitas klorida kumulatif yaitu  $0,185 > 0,05$  ( $\alpha > 0,05$ ) yang berarti bahwa data klorida merupakan data normal, terdistribusi dan homogen. Selanjutnya dilakukan uji analisis varian menggunakan uji Anova dan uji Duncan yaitu  $0,000 < 0,05$  ( $\alpha < 0,05$ ) dan  $0,17 > 0,05$  ( $\alpha > 0,05$ ) berarti menerima H1 dan menolak Ho dengan pengertian bahwa ion klorida memiliki hubungan nyata dengan salinitas tiap perlakuan media iso-osmotik, baik salinitas rendah  $16 \pm 1$  ppt (post molt) hingga salinitas tinggi  $28 \pm 1$  ppt (molt). Selain itu pula salinitas media perlakuan yang berbeda memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap klorida. Dari data ion klorida baik itu ion klorida dalam haemolyph maupun media diartikan bahwa semakin tinggi salinitas maka akan semakin tinggi pula ion klorida jadi ion klorida memiliki pengaruh yang sangat nyata pada tiap perlakuan media iso-osmotik terhadap respon osmotik dari udang jahe.



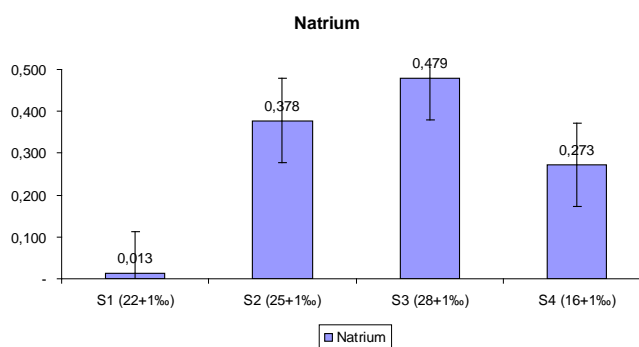


**Natrium (Na<sup>+</sup>)**

HASIL PEMERIKSAAN NATRIUM MEDIA DAN HAEMOLYMPH UDANG JAHE						
Perlakuan	Ulangan	Kandungan Natrium (KN)				Rata-rata
		KN 1	KN 2	KN 3	KN 4	
S1 (22 ± 1 ‰)	1	0,01	0,02	0,02	0,02	0,017
	2	0,01	0,01	0,02	0,01	0,012
	3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,010
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.013 ± 0.006</b>	<b>0.017 ± 0.006</b>	<b>0.013 ± 0.006</b>	<b>0.013 ± 0.004</b>
S2 (25 ± 1 ‰)	1	0,38	0,38	0,38	0,38	0,380
	2	0,39	0,37	0,37	0,37	0,375
	3	0,38	0,38	0,38	0,38	0,380
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.383 ± 0.006</b>	<b>0.377 ± 0.006</b>	<b>0.377 ± 0.006</b>	<b>0.377 ± 0.006</b>	<b>0.378 ± 0.003</b>
S3 (28 ± 1 ‰)	1	0,47	0,48	0,48	0,49	0,480
	2	0,48	0,48	0,47	0,48	0,478
	3	0,47	0,48	0,48	0,49	0,480
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.473 ± 0.006</b>	<b>0.480 ± 0.000</b>	<b>0.477 ± 0.006</b>	<b>0.487 ± 0.006</b>	<b>0.479 ± 0.001</b>
S4 (16 ± 1 ‰)	1	0,26	0,28	0,27	0,28	0,273
	2	0,26	0,27	0,28	0,27	0,270
	3	0,26	0,28	0,28	0,28	0,275
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.260 ± 0.000</b>	<b>0.277 ± 0.006</b>	<b>0.277 ± 0.006</b>	<b>0.277 ± 0.006</b>	<b>0.273 ± 0.003</b>

*Ion Natrium (Na)*

Data dari ion natrium untuk tingkat uji homogenitas secara kumulatif (Lampiran 7) sebesar 0,316 ( $\alpha > 0,05$ ) sehingga data natrium merupakan data normal, terdistribusi dan homogen. Selanjutnya dilakukan uji analisis varian menggunakan uji Anova dan uji Duncan maka didapat angka ( $0,000 < 0,05$ ) dan ( $1,00 > 0,05$ ) berarti menerima H1 dan menolak Ho dengan pengertian bahwa ion natrium berpengaruh sangat nyata terhadap salinitas media iso-osmotik yang berbeda antara satu perlakuan dengan perlakuan yang lainnya. Dari data (Lampiran 7) baik itu ion natrium dalam haemolyph udang dan media, di artikan bahwa semakin tinggi salinitas media perlakuan maka akan semakin tinggi pula ion natrium. Selain itu, ion natrium memiliki pengaruh yang sangat kuat dan nyata terhadap respon osmotik dari udang jahe.

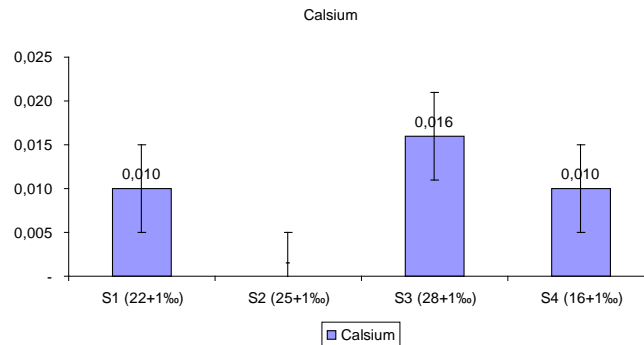


**Calcium (Ca<sup>+</sup>)**

*Ion Kalsium (Ca)*

Data dari ion kalsium untuk tingkat uji homogenitas secara kumulatif atau rata-rata (Lampiran 7) didapat angka 0,002 ( $\alpha < 0,05$ ) sehingga data kalsium merupakan data tidak normal, tidak terdistribusi dan heterogen. Dari hasil homogenitas tersebut tidak perlu dilanjutkan untuk uji analisis Anova dan uji Duncan. Meskipun demikian ion kalsium tetap

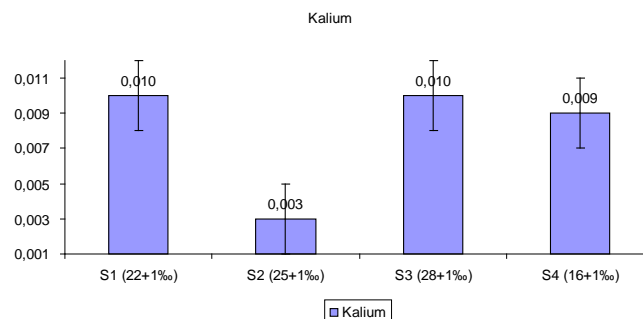
berpengaruh namun sangat lemah terhadap respon osmotik dari udang jahe. Dari data (Lampiran 7) baik itu ion kalsium dalam haemolymph udang dan media, di artikan bahwa semakin tinggi salinitas maka akan semakin tinggi pula ion kalsium.



HASIL PEMERIKSAAN CALSIUM MEDIA DAN HAEMOLYMPH UDANG JAHE						
Perlakuan	Ulangan	Kandungan CALSIUM (KC)				
		KC 1	KC 2	KC 3	KC 4	Rata-rata
S1 (22 ± 1 ‰)	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
	2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
	3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>
S2 (25 ± 1 ‰)	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.000 ± 0.000</b>	<b>0.000 ± 0.000</b>	<b>0.000 ± 0.000</b>	<b>0.000 ± 0.000</b>	<b>0.000 ± 0.000</b>
S3 (28 ± 1 ‰)	1	0.02	0.02	0.02	0.01	0.018
	2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
	3	0.02	0.02	0.02	0.02	0.020
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.017 ± 0.006</b>	<b>0.017 ± 0.000</b>	<b>0.017 ± 0.0058</b>	<b>0.013 ± 0.0058</b>	<b>0.016 ± 0.0052</b>
S4 (16 ± 1 ‰)	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
	2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
	3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>

### Kalium (K<sup>+</sup>)

#### Ion Kalium (K)



Data dari ion kalium untuk tingkat uji homogenitas secara kumulatif atau rata-rata (Lampiran 7) didapat angka 0,002 ( $\alpha < 0,05$ ) sehingga data kalium merupakan data tidak normal, tidak terdistribusi dan heterogen. Dari hasil homogenitas tersebut tidak perlu dilanjutkan untuk uji analisis Anova dan uji Duncan. Meskipun demikian ion kalium tetap



berpengaruh namun sangat lemah terhadap respon osmotik dari udang jahe. Dari data (Lampiran 7) baik itu ion kalium dalam haemolymph udang dan media, di artikan bahwa semakin tinggi salinitas maka akan semakin tinggi pula ion kalium.

HASIL PEMERIKSAAN KALIUM MEDIA DAN HAEMOLYMPH UDANG JAHE						
Perlakuan	Ulangan	Kandungan Kalium (KK)				
		KK 1	KK 2	KK 3	KK 4	Rata-rata
S1 (22 ± 1 %)	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
	2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
	3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>
S2 (25 ± 1 %)	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	3	0.00	0.01	0.01	0.01	0.008
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.000 ± 0.000</b>	<b>0.003 ± 0.006</b>	<b>0.003 ± 0.006</b>	<b>0.003 ± 0.006</b>	<b>0.003 ± 0.0043</b>
S3 (28 ± 1 %)	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
	2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
	3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>
S4 (16 ± 1 %)	1	0.00	0.01	0.01	0.01	0.007
	2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
	3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.010
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.07 ± 0.0058</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.009 ± 0.01</b>

**Magnesium (Mg<sup>2+</sup>)**

HASIL PEMERIKSAAN MAGNESIUM MEDIA DAN HAEMOLYMPH UDANG JAHE						
Perlakuan	Ulangan	Kandungan Magnesium (KM)				
		KM 1	KM 2	KM 3	KM 4	Rata-rata
S1 (22 ± 1 %)	1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,010
	2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,010
	3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,010
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>	<b>0.01 ± 0.000</b>
S2 (25 ± 1 %)	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
	3	0,00	0,01	0,01	0,01	0,008
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.000 ± 0.000</b>	<b>0.003 ± 0.058</b>	<b>0.003 ± 0.058</b>	<b>0.003 ± 0.006</b>	<b>0.003 ± 0.004</b>
S3 (28 ± 1 %)	1	0,03	0,03	0,03	0,05	0,035
	2	0,03	0,03	0,03	0,06	0,038
	3	0,03	0,03	0,03	0,05	0,035
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.003 ± 0.006</b>	<b>0.03 ± 0.000</b>	<b>0.03 ± 0.000</b>	<b>0.053 ± 0.006</b>	<b>0.036 ± 0.0014</b>
S4 (16 ± 1 %)	1	0,05	0,04	0,04	0,04	0,043
	2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,040
	3	0,04	0,04	0,04	0,04	0,040
<b>Rerata ± SD</b>		<b>0.043 ± 0.006</b>	<b>0.04 ± 0.000</b>	<b>0.04 ± 0.000</b>	<b>0.04 ± 0.000</b>	<b>0.041 ± 0.0014</b>

**Ion Magnesium (Mg)**

Data dari ion magnesium untuk tingkat uji homogenitas secara kumulatif (Lampiran 7) didapat angka 0,007 ( $\alpha < 0,05$ ) sehingga data magnesium merupakan data tidak normal, tidak terdistribusi dan heterogen. Dari hasil homogenitas tersebut tidak perlu dilanjutkan untuk uji analisis Anova dan uji Duncan karena hasilnya  $\alpha < 0,05$ . Meskipun demikian ion magnesium berpengaruh tidak nyata terhadap respon osmotik dari udang jahe. Dari data (Lampiran 7) baik





itu ion magnesium dalam haemolyph udang maupun media, di artikan bahwa semakin tinggi salinitas media perlakuan maka akan semakin tinggi pula ion magnesium.

**Kualitas Air**

Berikut ini parameter kualitas air baik karakteristik fisika dan kimia air yaitu :

**Parameter Kualitas Air untuk Udang (Crustacea)**

Parameter Kualitas Air	Hasil Penelitian	Referensi	Pustaka
Suhu (°C)	29,35 – 29,90	28 – 30	Gufran dan Baso, 2005
DO (ppm)	6,61 – 7,22	5 – 10	Gufran dan Baso, 2005
pH	7,5	7,5 – 7,8	Gufran dan Baso, 2005
Amonia (mg/L)	0.01	> 0,1	McNeely <i>dkk.</i> , 1979 ; Amri, 2003
Nitrit (mg/L)	0.01	> 0,05	Moore, 1991
Nitrat (mg/L)	0.01	> 0,05	Moore, 1991

**Pertumbuhan**

Pertumbuhan udang jahe diamati untuk menganalisis perbedaan pertumbuhan yang terjadi pada berbagai media perlakuan. Pengamatan terhadap pertumbuhan terdiri dari pertumbuhan berat mutlak, selisih berat, laju pertumbuhan harian yang dikaitkan dengan kerja osmotik yang dialami oleh udang dengan berbagai media perlakuan.

Menurut Capuzzo (1999) dan Che Mat (1987) menjelaskan pengertian dari pertumbuhan adalah suatu adanya proses perpaduan mengenai perubahan struktur dengan waktu tertentu menggunakan berbagai cara yaitu ganti kulit (molting), metamorfosis maupun dengan cara meningkatkan biomassa sebagai proses transformasi materi dan energi pakan menjadi massa tubuh udang.

**Tabel. Hubungan,DO, Suhu, pH, Wt, W dan TKO dengan Berbagai Salinitas Media**

Salinitas Iso-Osmotik	TKO	DO	Suhu	pH	Wt	W
S1 : 22 $\pm$ 1 ppt	19,04	7,06	29,4	7,6	1,428	0,236
S2 : 25 $\pm$ 1 ppt	15,21	7,00	29,3	7,5	1,531	0,274
S3 : 28 $\pm$ 1 ppt	22,03	6,90	29,3	7,6	1,541	0,273
<b>S4 : 16<math>\pm</math>1 ppt</b>	<b>20,79</b>	<b>7,18</b>	<b>29,6</b>	<b>7,6</b>	<b>1,710</b>	<b>0,333</b>

Sumber data : *Penelitian 2009*

Pertumbuhan udang jahe terbaik pada salinitas 16 $\pm$ 1ppt karena tingkat kerja osmotik udang jahe mendekati nol atau regulasi bersifat iso-osmotik. Selain itu pula, pertumbuhan udang jahe tumbuh pesat karena kandungan oksigen terlarutnya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Selain itu pula pertumbuhan berat yang lebih besar dibandingkan dengan salinitas lainnya, laju pertumbuhan harian dari udang jahe pun semakin pesat juga sekitar 2,147%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Anggoro (2000) yang menjelaskan bahwa bila udang dihadapkan pada kondisi stress osmotik yang kuat, akan berakibat meningkatnya energi untuk kerja osmotik. Akibatnya pakan yang dikonsumsi oleh udang tidak dapat sepenuhnya dipergunakan untuk pertumbuhan tetapi sebagian besar digunakan untuk kerja osmotik. Media yang terlalu hipotonik dan regulasi bersifat hipertonik dapat mengganggu atau menghambat kelancaran molting serta pertumbuhan sehingga udang tidak dapat melakukan pertumbuhan secara optimal.

**Kelangsungan Hidup (SR)**

Pada penelitian ini, menyatakan bahwa salinitas tidak berpengaruh besar terhadap kelangsungan hidup udang jahe. Kelangsungan hidup udang untuk perlakuan S1 : 22 $\pm$ 1ppt dan



S2 : 25±1ppt didapatkan nilai SR sebesar 98,33% dan untuk perlakuan S3 dan S4 yaitu pada salinitas 28±1ppt dan 16±1ppt menunjukkan SR sebesar 97,33%.

Untuk salinitas media perlakuan S1 dan S2 disebabkan karena adanya MDS (*Moult Death Syndrome*) sedangkan untuk salinitas 28±1ppt dan 16±1 ppt disebabkan karena adanya kanibalisme dan MDS (*Molt Death Syndrome*). Untuk salinitas 16±1ppt pertumbuhan baik dan kadang pakan yang tersedia telah habis sebelum batas pemberian pakan kembali bagi udang jahe, sehingga pada saat tubuh udang mengalami butuh suplai makanan yang terkuras habis dalam proses molting maka tubuh udang mati karena tidak adanya energi yang tersisa dari suplai makanan setelah melakukan molting (MDS = *Molt Death Syndrome*).

## PUSTAKA

- Ali, K. H. 1991. *Rancangan percobaan Teori dan Aplikasi*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 238 Hlm.
- Anggoro, S. 1990. *Keterkaitan antara Molting dan Osmoregulasi pada Udang Windu (Penaeus monodon Fab)* Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- \_\_\_\_\_. 2000. *Pola regulasi osmotik dan kerja enzim Na-K-ATPase udang windu (Penaeus monodon Fabr.) pada berbagai fase molting*. *Aquaculture Indonesia*, 1(2): 15-21hlm.
- \_\_\_\_\_. dan Bhayangkarawati. 2004. *Inventarisasi dan identifikasi jenis udang liar di Laguna Segara Anakan dan faktor-faktor pengganggu habitat*. Laporan Penelitian. Program Pascasarjana Sumberdaya Pantai, PPS UNDIP, Semarang.
- \_\_\_\_\_. 2007. *Teknik Domestikasi Udang Liar Metapenaeus elegans (Udang Jahe) Asal Segara Anakan melalui optimalisasi Media dan Pakan*.
- \_\_\_\_\_, Subandiono dan Tri Supratno. 2008. *Teknik Domestikasi Udang Liar Metapenaeus elegans (Udang Jahe) Asal Segara Anakan melalui optimalisasi Media dan Pakan*.
- Boyd, C. E., 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam the Netherland.
- Capuzzo, J. M. 1999. *Crustacean bioenergetics: the role of environmental variables and dietary levels of macronutrient on energetic eggiciencies*, p:71-83, in G.D. Pruder et al, eds. *Proc. Aquacult. Nutrition, Biochemical and Phsyiological Approach*. Louisiana State Univ. Baton Rouge.
- Ferraris, R. P., E.D.P. Estepa, J.M. Ladja and E.G.D Jesus. 1986 a. *Effect, J. M. Ladja and E.G. De Jesus. 1986 a. Effect of salinity on the osmotic, chloride, total protein and calcium concentrations in the hemolymph of the prawn Penaeus monodon Fabricius*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 83 A (4) : 701-708.
- Gufran H. Kordi K. dan Andi Baso Tancung. 1995. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Penerbit. Rineka Cipta. 210hlm.
- Iversen, E.S, Allen, D.M. dan Higman, J.B. 1993. *Shrimp Capture and Culture Fisheries of the United States*. Cambridge University Press, London.
- Hadie, W dan L.E Hadie, 2003. *Pembenihan Udang Galah untuk Industri Rumah Tangga*. Edisi 5. Penerbit Kanisius Yogyakarta. 104hlm.
- Hadi, S. 1979. *Metodologi Penelitian*. Yayasan Penerbit Fakultas Psikologi. Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Hlm 224-230.
- Srigandono. B. 1989. *Racangan Percobaan (Experimental Designs)*. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Syafei S. A. 1996. *Pegelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perikanan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, Samarinda. (Menerjemahkan buku Claude E. Boyd).
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika (Suatu Pendekatan Biometrik)*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta (Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri). 748 Hlm.
- Sawyer, C.N. and McCarty, P.L. 1978. *Chemistry for Environmental Engineering*. Third Edition. McGraw-Hill Book Company, Tokyo. 532p.
- Tacon, A.G.J 1987. *The Nutrition and Feeding of farmed Fish and Shrimp*. A Training Manual, FAO, Rome.



## POLA PERTUMBUHAN POPULASI *Artemia salina* PADA KONDISI LINGKUNGAN TERKONTROL

Majariana Krisanti, Niken TM Pratiwi, Irma Yusnita

*Bagian Produktivitas dan Lingkungan Perairan Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB  
Email:mychrysanti@yahoo.com*

*Artemia* hidup secara planktonik dengan sifat toleransi yang sangat luas terhadap kisaran salinitas (*euryhaline*), antara 15–300‰. Kondisi salinitas dapat mempengaruhi kehidupan *Artemia*, seperti derajat penetasan, pertumbuhan, dan perkembangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola pertumbuhan *Artemia salina* pada kondisi salinitas yang berbeda. Perlakuan salinitas yang digunakan dalam penelitian adalah 20, 30, dan 40‰. Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pendahuluan dan utama. Penelitian utama dicobakan menggunakan rancangan acak lengkap “dalam waktu” (RAL *in time*), dilanjutkan dengan uji F (anova) dan uji lanjut Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Tahap penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui derajat penetasan kista pada kondisi salinitas yang berbeda. Penelitian utama bertujuan untuk mengetahui pola pertumbuhan dan perkembangan *A. salina* pada kondisi salinitas yang berbeda. Parameter yang diujikan dalam penelitian ini adalah panjang total dan lebar tubuh, serta capaian instar *A. salina*. Pengambilan contoh dilakukan dengan selang waktu 10 hari. Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa urutan derajat penetasan yang tertinggi sampai terendah terjadi pada salinitas 20, 30, dan 40‰, sedangkan pertumbuhan dan perkembangan, secara berurutan dari yang tercepat sampai terlambat, terjadi pada salinitas 40, 20, dan 30‰. Hasil uji parsial menunjukkan bahwa perlakuan (salinitas) memiliki pengaruh berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap pertumbuhan panjang total dan lebar tubuh *A. salina*. Hasil uji lanjut Duncan terhadap perlakuan (salinitas) menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan 40‰ berbeda nyata dari salinitas 20 dan 30‰. Selain itu, hasil uji lanjut Duncan terhadap waktu (hari) menunjukkan adanya lima kelompok waktu yang memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan panjang total *A. salina* dan terdapat tiga kelompok waktu yang memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan lebar tubuh *A. salina*. Secara keseluruhan terlihat adanya perbedaan derajat penetasan, pola pertumbuhan, dan perkembangan *A. salina* pada salinitas yang berbeda.

Kata kunci: *Artemia salina*, pertumbuhan, salinitas

### PENDAHULUAN

*Artemia* merupakan salah satu sumber pakan berkualitas tinggi untuk budidaya ikan dan Crustacea (Persoone and Sorgeloos 1982 *in* Royan *et al.* 1990). Dalam menggunakan organisme sebagai sumber pakan, pembudidaya memperhatikan dua hal, yaitu menyediakan organisme dengan ukuran yang tepat sebagai pakan pertama larva dan menyediakan jumlah yang cukup dengan kelangsungan hidup yang tinggi dan pertumbuhan yang cepat mencapai tingkat dewasa (Arulvasu and Munuswamy 2009). Untuk dapat memenuhi kriteria tersebut, maka kondisi lingkungan untuk hidup *Artemia* perlu diperhatikan.

*Artemia* hidup secara planktonik di perairan laut dengan salinitas berkisar antara 15–300‰. Keistimewaan *Artemia* adalah sifat toleransi yang sangat luas terhadap kisaran salinitas (*euryhaline*). Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), pertumbuhan *Artemia* yang baik membutuhkan salinitas antara 30 sampai 50‰. Salinitas yang diperlukan agar *Artemia* dapat menghasilkan kista cukup bervariasi, tergantung galurnya. Selain kondisi salinitas, *Artemia* juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang lain, seperti suhu, oksigen terlarut, pH, amonia, dan cahaya.

Menurut Mudjiman (1989), *Artemia* secara umum tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 25–30 °C. *Artemia* termasuk hewan *euroksibion*, yaitu hewan yang mempunyai kisaran toleransi yang lebar terhadap kandungan oksigen. Kandungan oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan *Artemia* adalah di atas 3,0 mg/l. Kondisi pH air juga mempengaruhi kehidupan



*Artemia*. *Artemia* membutuhkan pH air yang sedikit bersifat basa untuk kehidupannya. Nilai pH air sangat berpengaruh terhadap efisiensi penetasan kista. Efisiensi penetasan kista akan menurun pada pH air yang kurang dari 8 (Mudjiman 1989). *Artemia* dapat tumbuh dengan baik pH air yang berkisar antara 7,5–8,5 (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995). Menurut Sorgeloos (1980), konsentrasi amonia sebesar 2 mg/l dapat menghambat penelanan makanan.

Berdasarkan kebutuhan *Artemia* akan kondisi lingkungan tersebut, diperlukan kajian tentang derajat penetasan, pertumbuhan dan perkembangan instar *Artemia* pada salinitas yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola pertumbuhan *Artemia salina* pada kondisi salinitas yang berbeda. Dengan demikian, dapat diketahui besarnya salinitas yang sesuai dengan kebutuhan kelangsungan hidup *Artemia*.

## METODE PENELITIAN

### *Waktu dan Lokasi*

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Riset Plankton, Bagian Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian pendahuluan dilakukan pada bulan Maret–Juni dan penelitian utama pada bulan Juli–Agustus 2009.

### *Alat dan Bahan*

Alat yang digunakan adalah botol air mineral berukuran 1,5 liter untuk proses perendaman dan penetasan kista *Artemia salina*, wadah pemeliharaan berukuran 30x30x30 cm<sup>3</sup>, peralatan untuk melakukan pengamatan pH, suhu, dan oksigen terlarut, mikroskop stereo, seperangkat komputer, mikroskop, dan kamera dengan program *Motic Image Plus 2.0*. Bahan yang digunakan adalah kista *Artemia salina*, air tawar, air laut, lugol 1%, deterjen, dan kaporit.

### *Metode*

Kegiatan penelitian berupa percobaan di laboratorium yang terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pendahuluan dan utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui derajat penetasan kista pada salinitas yang berbeda (20, 30, dan 40‰). Penelitian utama bertujuan untuk mengetahui pola pertumbuhan dan perkembangan *Artemia salina* pada kondisi salinitas yang berbeda (20, 30, dan 40‰).

### *Penelitian pendahuluan*

#### *Tahap Penetasan*

Penetasan kista *Artemia salina* dilakukan secara langsung, diawali dengan proses perendaman menggunakan air tawar selama 2 jam, kemudian ditetaskan menggunakan air laut pada kondisi salinitas yang berbeda (20, 30, dan 40‰) dengan periode inkubasi 24 jam. Pemanenan dilakukan dengan cara mengeluarkan nauplius yang berada di dasar wadah dengan selang kecil yang disaring dengan saringan berukuran 60 µm. Di bawah saringan tersebut diletakkan wadah agar nauplius tetap berada dalam media air.

Setelah pemanenan, dilakukan pengambilan contoh untuk mengetahui derajat penetasan kista. Derajat penetasan dapat didekati melalui penentuan nilai efisiensi penetasan dan persentase penetasan.

Berdasarkan hasil penghitungan, didapatkan derajat penetasan pada salinitas 20, 30, dan 40‰. Berdasarkan nilai efisiensi penetasan untuk satu gram kista *Artemia salina*, nilai tertinggi sampai terendah, secara berurutan terdapat pada perlakuan salinitas 20‰ (157.000 individu), 30‰ (148.000 individu), dan 40‰ (134.000 individu). Selanjutnya, urutan



persentase penetasan yang tertinggi sampai terendah adalah sebesar 62,97%, 59,29%, dan 53,77%, masing-masing pada perlakuan salinitas 20, 30, dan 40‰.

### **Penelitian utama**

#### *Tahap Persiapan*

Air laut disterilisasi dengan saringan berukuran 20 µm dan perebusan hingga mendidih. Sterilisasi wadah akuarium dilakukan dengan mencuci menggunakan deterjen dan pemberian kaporit. Air laut diaerasi selama satu hari sebelum *Artemia salina* hasil penetasan dimasukkan ke dalam media pemeliharaan. Selanjutnya *Artemia salina* yang merupakan hasil penetasan kista ditebar ke dalam wadah pemeliharaan dengan padat tebar 800 ind/l (Ari 2005).

#### *Tahap Pemeliharaan*

Pada tahap ini digunakan akuarium dan air laut dengan salinitas berbeda (20, 30, dan 40‰). Setiap perlakuan memiliki tiga ulangan. Pemeliharaan *Artemia salina* dilakukan selama 10 hari. Pakan yang diberikan selama masa pemeliharaan berupa pakan buatan fermentasi sebanyak 1,5 ml. Frekuensi pemberian pakan adalah tiga kali sehari pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB. Pada kegiatan pemeliharaan dilakukan kegiatan penyifonan. Penyifonan dasar wadah akuarium dilakukan sekali setiap tiga hari pada pukul 07.00 WIB, sebelum pemberian pakan. Pengukuran kualitas air (suhu, pH, oksigen terlarut, dan salinitas) dilakukan setiap tiga hari sekali pada pagi hari (pukul 06.00 WIB) dan siang hari (pukul 14.00 WIB).

#### *Tahap Pengamatan*

Pada tahap ini dilakukan pengambilan contoh dari wadah pemeliharaan *Artemia salina* secara acak sebanyak 10 individu untuk setiap ulangan (akuarium) pada setiap perlakuan salinitas berbeda. Setelah itu, contoh tersebut diawetkan dengan menggunakan larutan Lugol 1%. Pengamatan dilakukan melalui pengambilan gambar dengan menggunakan mikroskop listrik yang terhubung dengan perangkat komputer yang menggunakan program *Motic Image Plus 2.0*. Citra yang diperoleh digunakan sebagai acuan untuk mengetahui pola pertumbuhan dengan pengukuran dimensi (panjang total dan lebar tubuh) *A. salina*.

### **Metode Pengumpulan Data**

#### *Penentuan derajat penetasan kista Artemia salina pada salinitas berbeda*

Metode yang digunakan dalam penetasan kista *A. salina* adalah metode *hatching efficiency* (ind/g) dan *hatching percentage* (%). Metode efisiensi penetasan (*hatching efficiency*) adalah suatu ukuran yang menggambarkan jumlah nauplius yang dihasilkan dalam setiap gram kista. Efisiensi penetasan dihitung dengan menggunakan rumus (Harefa 1997) sebagai berikut.

$$HE = \frac{N \times 500 \text{ ml} \times 2}{1 \text{ g kista}}$$

Keterangan : HE = *Hatching efficiency* (efisiensi penetasan) (ind/g)

N = jumlah nauplius yang dihasilkan (ind/ml)

Persentase penetasan (*hatching percentage*) adalah suatu nilai (dalam %) yang menyatakan jumlah nauplius yang dihasilkan dari jumlah telur yang ditetaskan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa banyak jumlah kista *Artemia salina* yang menetas pada salinitas berbeda. Persentase penetasan dihitung dengan menggunakan rumus (Harefa 1997) sebagai berikut.



$$HP = \frac{N}{(N + C)} \times 100\%$$

Keterangan : HP = *Hatching percentage* (persentase penetasan) dalam % N = jumlah nauplius yang menetas C = jumlah kista yang berisi tapi tidak menetas

***Pertumbuhan panjang total dan lebar tubuh Artemia salina***

Dimensi panjang total dan lebar tubuh *Artemia salina* diukur selama 10 hari pengamatan. Dimensi tersebut digunakan untuk mengetahui pola pertumbuhan panjang total dan lebar tubuh harian *A. salina* pada perlakuan salinitas berbeda.

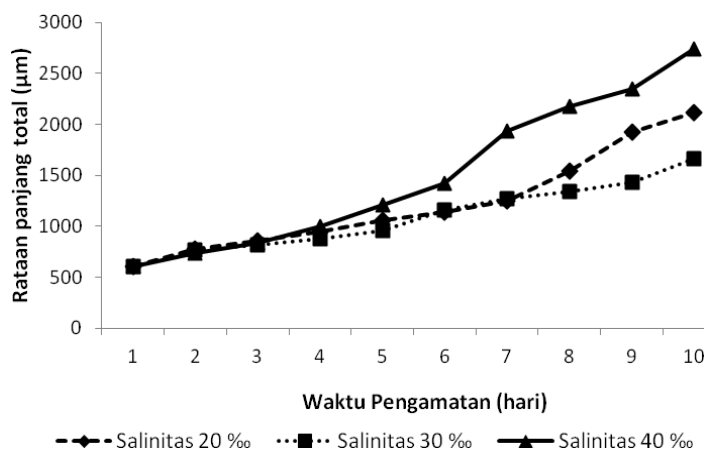
**Analisis Data**

Model umum yang digunakan adalah model yang mengikuti rancangan acak lengkap “dalam waktu” (RAL *in time*). Kemudian dilakukan analisis dengan uji F (ANOVA) dan uji lanjut Duncan. Analisis dilakukan pada selang kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ) menggunakan perangkat lunak SAS (*Statistical Analysis Software*) versi 9.1. Analisis pola pertumbuhan harian (panjang total dan lebar tubuh) populasi *Artemia salina* dilakukan dengan melihat distribusi sebaran panjang total dan lebar tubuh. Pola perkembangan *A. salina* dapat dilihat dari capaian instar berdasarkan ciri-ciri morfologi perkembangan *A. salina*.

**HASIL**

***Pertumbuhan panjang total dan lebar tubuh Artemia salina***

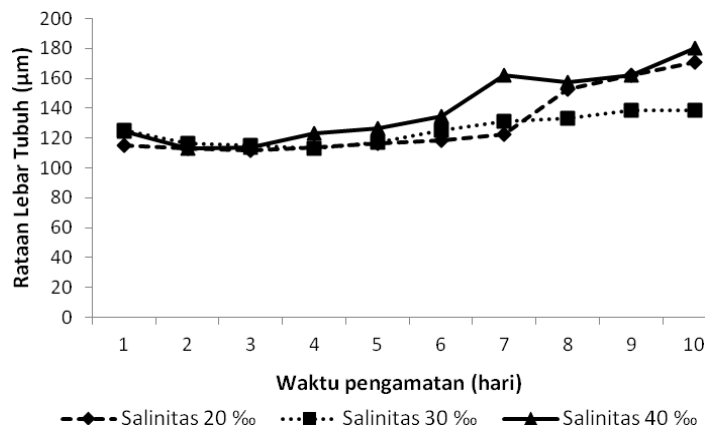
Panjang total dan lebar tubuh *Artemia salina* diukur selama 10 hari untuk mengetahui pola pertumbuhan harian pada perlakuan salinitas yang berbeda. Rataan panjang total harian *A. salina* disajikan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan rata-rata panjang total *Artemia salina* yang semakin tinggi dengan bertambahnya hari, baik pada perlakuan 20, 30, maupun 40‰. Hal ini menunjukkan *A. salina* mengalami pertumbuhan panjang total. Namun apabila disimak lebih dalam, maka perlakuan salinitas 40‰ memiliki rata-rata panjang total yang paling tinggi. Berdasarkan gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa *A. salina* pada perlakuan salinitas 40‰ mengalami pertumbuhan panjang total yang paling cepat.



**Gambar 1. Grafik rata-rata panjang total harian Artemia salina**

Selain pertumbuhan panjang total, *Artemia salina* juga mengalami pertumbuhan lebar tubuh (Gambar 2). Secara umum terlihat bahwa pada perlakuan salinitas berbeda juga terdapat pola pertumbuhan lebar yang berbeda. Gambar 2 memperlihatkan bahwa rata-rata lebar tubuh *A. salina* semakin tinggi dari awal sampai akhir pengamatan, baik pada perlakuan 20, 30, maupun 40‰. Hal ini berarti *A. salina* mengalami pertumbuhan lebar tubuh. Perlakuan

salinitas 40‰ memiliki rata-rata lebar tubuh yang paling tinggi dan mengalami pertumbuhan lebar tubuh yang paling cepat.



**Gambar 2.** Grafik rata-rata lebar tubuh harian *Artemia salina*

Hasil analisis sidik ragam rancangan acak lengkap *in time* terhadap panjang total dan lebar tubuh *A. salina* yang disajikan pada Tabel 1 dan 2. Berdasarkan tabel tersebut terlihat adanya perbedaan pola pertumbuhan panjang total dan lebar tubuh *A. salina* pada salinitas yang berbeda.

**Tabel 1.** Analisis sidik ragam panjang total *Artemia salina*

Sumber	DF	Tipe I SS	Rataan kuadrat	Nilai F	Pr > F
Perlakuan	2	2805001,53	1402500,77	13,09	* <,0001
Hari	9	21433351,02	2381483,45	22,23	* <,0001
Ulangan(Perlakuan)	6	2862557,23	477092,87	4,45	0,0018
Ulangan(Hari)	18	497304,01	27628,00	0,26	0,9983
Perlakuan*Hari	18	3004710,58	166928,37	1,56	0,1263

**Tabel 2.** Analisis sidik ragam lebar tubuh *Artemia salina*

Sumber	DF	Tipe I SS	Rataan kuadrat	Nilai F	Pr > F
Perlakuan	2	3209,38	1604,69	4,70	* 0,0153
Hari	9	26638,83	2959,87	8,67	* <,0001
Ulangan(Perlakuan)	6	10130,34	2218,38	6,50	0,0005
Ulangan(Hari)	18	8873,51	130,90	0,38	0,9834
Perlakuan*Hari	18	5345,90	296,99	0,87	0,6135

Keterangan : \* menunjukkan pengaruh berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

## PEMBAHASAN

### *Pertumbuhan Artemia salina*

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan dapat diketahui bahwa rata-rata panjang total nauplius *Artemia salina* hasil penetasan secara berurutan dari yang terpanjang sampai terpendek yaitu pada salinitas 20, 30, dan 40‰. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian utama yang diperoleh diketahui bahwa semakin bertambahnya hari, semakin meningkat pula rata-rata panjang total dan lebar tubuh *A. salina* pada masing-masing perlakuan salinitas. Namun



terdapat perbedaan pola pertumbuhan panjang total dan lebar tubuh *A. salina* pada salinitas berbeda. Pada perlakuan salinitas 40‰ terlihat pertumbuhan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan perlakuan salinitas 20 dan 30‰.

Hasil uji lanjut Duncan terhadap perlakuan (salinitas) menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan salinitas 20 dan 30‰ tidak berbeda nyata terhadap panjang total dan lebar tubuh *Artemia salina*. Pengaruh perlakuan salinitas 40‰ berbeda nyata dari salinitas 20 dan 30‰ terhadap panjang total *A. salina*. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata panjang total *A. salina* pada perlakuan salinitas 40‰ yang lebih tinggi daripada perlakuan salinitas 20 dan 30‰. Pengaruh perlakuan salinitas 20 dan 40‰ juga tidak berbeda nyata terhadap lebar tubuh, sedangkan pengaruh perlakuan salinitas 40‰ berbeda nyata dari salinitas 30‰ terhadap lebar tubuh *A. salina*. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata lebar tubuh *A. salina* pada perlakuan salinitas 40‰ lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan salinitas 20 dan 30‰.

Berdasarkan hasil pengukuran parameter fisika–kimia kualitas air berupa suhu, pH, DO, dan amonia, *A. salina* dipelihara pada kondisi lingkungan terkontrol dan memiliki kisaran nilai yang masih sesuai untuk kehidupan *A. salina*. Dengan demikian kehidupan *A. salina* dipengaruhi oleh kondisi salinitas yang berbeda. Secara keseluruhan terlihat bahwa pada salinitas berbeda terdapat perbedaan derajat penetasan, pola pertumbuhan, dan pola perkembangan *A. salina*.

Penelitian terhadap *Artemia salina* ini mencakup pengamatan yang dimulai dari penetasan kista dan pemeliharaan nauplius hingga dewasa. Secara keseluruhan diketahui bahwa salinitas air laut 40‰ merupakan salinitas yang sesuai untuk proses penetasan, pertumbuhan, dan perkembangan *A. salina*. Hal ini ditunjukkan dari rendahnya ukuran rata-rata panjang total nauplius *A. salina* instar I pada salinitas 40‰. Keadaan demikian sesuai dengan lebar bukaan mulut larva ikan dan Crustacea. Selain itu, pada salinitas 40‰ terdapat pola pertumbuhan dan perkembangan *A. salina* yang paling cepat dengan persentase capaian instar *A. salina* yang paling besar untuk mencapai tingkat dewasa.

Namun dalam aplikasi pemanfaatan sebagai pakan alami, terdapat dua macam pendekatan. Hal ini berkaitan dengan ukuran biota pemanfaat *A. salina*. Apabila diterapkan untuk larva, maka sebaiknya digunakan *A. salina* yang ditetaskan pada salinitas 20‰ karena memiliki laju pertumbuhan yang relatif lambat sehingga ukurannya masih memadai dalam jangka yang relatif lebih lama. Akan tetapi bila diterapkan untuk pemangsa yang lebih besar, lebih baik diberikan *A. salina* dari hasil penetasan dan pemeliharaan pada salinitas 40‰.

## KESIMPULAN

Pola pertumbuhan dan perkembangan *Artemia salina* dipengaruhi oleh kondisi salinitas. Rata-rata panjang total nauplius *A. salina* instar I pada salinitas 40‰ merupakan ukuran yang terkecil. Pertumbuhan dan perkembangan tercepat juga terjadi pada salinitas 40‰. Pertumbuhan panjang total lebih dapat menggambarkan perkembangan capaian instar jika dibandingkan dengan pertumbuhan lebar tubuh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ari KW. 2005. Pembenuhan kuda laut. Balai Budidaya Laut Lampung. Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Perikanan. Lampung. 2007. Budidaya fitoplankton & zooplankton. Seri Budidaya Laut No : 9.
- Arulvasu C & Munuswamy N. 2009. Survival, growth, and composition of *Poecilia latipinna* fry fed enriched *Artemia* nauplii. *Journal of Current Science*. 96 (1) : 114-119.
- Harefa F. 1997. Pembudidayaan *Artemia* untuk pakan udang dan ikan. Penebar Swadaya. Jakarta. 78 hlm.





- Isnansetyo A & Kurniastuty. 1995. Teknik kultur phytoplankton dan zooplankton (pakan alami untuk pembenihan organisme laut). Kanisius : Yogyakarta. 52-57 hlm.
- Mudjiman A. 1989. Udang renik air asin (*Artemia salina*). P.T. Bhratara Niaga Media, Jakarta. 149 hlm.
- Royan JP, Sumitra-Vijayaraghavan, & L Krishna Kumari. 1990. Biomass production of *Artemia* in air-water-lift raceway system. Mahasagar-Bulletin of the National Institute of Oceanography. 23 (2): 163-168.
- Sorgeloos. 1980. The use of the brine shrimp *Artemia* in aquaculture. Reference Centre State University of Ghent. Belgium.
- Vos J. 1979. Brine shrimp (*Artemia salina*) inoculation in tropical salt ponds : A preliminary guide for use in Thailand. FAO Associate Expert (Culture of Food Organism). National Freshwater Prawn Research and Training Center Freshwater Fisheries Division. Departement of Fisheries Ministry of Agriculture and Cooperatives (FAO/UNDP:THA/75/008).



## RASIO NEMATODA-COPEPODA UNTUK MENETUKAN TINGKAT PENCEMARAN SUNGAI CODE, YOGYAKARTA

**Siti Suwarni<sup>1)</sup>, Suwarno Hadisusanto<sup>2)</sup>, dan S. Djalal Tandjung<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>MAN Godean, <sup>2)</sup>Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
suwarno\_hsusanto@yahoo.co.id

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemanfaatan rasio kemelimpahan anggota nematoda dan anggota kopepoda untuk menentukan tingkat pencemaran di perairan sungai. Lokasi penelitian di Sungai Code yang melewati Wilayah Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. Metode pencuplikan menggunakan core ukuran 2 inci untuk mendapatkan sedimen. Pencuplikan dilakukan di enam lokasi (Sinduharjo, Sinduadi, Sayidan, Keparakan, Bangunharjo, dan Trimulyo). Pencuplikan diulang enam kali di setiap lokasi. Sampel diawetkan dengan formalin 2% dan diamati di Laboratorium Ekologi Fakultas Biologi UGM. Hasil menunjukkan bahwa berdasarkan rasio nematoda-copepoda, Lokasi-1, tercemar ringan; Lokasi-2, tercemar agak berat; dan Lokasi-3 - 6, tercemar berat.

*Kata kunci: rasio, nematoda, kopepoda, pencemaran, Sungai Code*

### PENDAHULUAN

Sungai sebagai salah satu tipe ekosistem akuatik, didalamnya terdapat banyak anggota komunitas heterotrof. Setiap spesies mempunyai toleransi terhadap kondisi habitat. Istilah lain yang sering didiskusikan adalah relung multidimensi atau hipervolume. Oleh karena itu adanya perubahan kondisi parameter perairan maka akan terjadi perubahan komposisi antar anggota komunitas akuatik tersebut. Toleransi adalah sifat organisme dalam merespon habitatnya, keadaan ini tergantung spesies, jenis kelamin maupun tingkat umur. Umur awal suatu organisme sangat rawan dalam menghadapi faktor pembatas. Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain kedalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (UU No. 23/1997).

Dua kelompok komunitas yang mempunyai perbedaan kebiasaan hidup adalah kelompok Nematoda, kelompok cacing yang mampu hidup di perairan dengan turbiditas yang sangat tinggi maupun eksis hidup dalam perairan yang jernih. Disisi lain ada kelompok organisme yang hanya mampu di perairan yang jernih, organisme tersebut adalah Copepoda. Organisme ini mampu hidup melayang sebagaimana organisme planktonik yang lain, namun ditemukan juga di dasar perairan. Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui rasio Nematoda-Copepoda di perairan Sungai Code.
2. Mengkaji kelayakan rasio NC sebagai kriteria tingkat pencemaran perairan sungai.

### TINJAUAN PUSTAKA

Limbah yang masuk ke dalam perairan dapat mempengaruhi kondisi antara lain temperatur, kandungan oksigen terlarut, derajat keasaman, salinitas, kandungan zat organik/anorganik; efeknya dapat pada trofik, habitat, derajat kompetisi, dan pola simbiosis (Rombke & Moltmann, 1995). Sedimen menurut Hartoto et al., 1998 mempunyai fungsi antara lain keluar masuknya nutrien, habitat pengurai dalam proses biogeokimia, tempat akumulasi bahan toksik, penyerap-pelepas air tanah, dan habitat makroinvertebrata. Nematoda merupakan cacing yang hidup bebas dan sebagai parasit di tanah maupun perairan. Anggota Nematoda banyak berukuran mikroskopis contoh cacing *Filaria* dan *Trichiura*. Copepoda sebenarnya mempunyai sifat planktonik, namun demikian ada yang ditemukan di permukaan substrat dasar perairan sehingga seperti bentos. Anggota Copepoda melimpah sepanjang



tahun walaupun tidak lepas dari pengaruh iklim. Tiga kelompok dalam komunitas Copepoda yaitu Harpacticoida, Calanoida, dan Cyclopoida. Dua kelompok, Calanoida, dan Cyclopoida inilah banyak dikenal bersifat planktonik. Spesies Copepoda bentonik umumnya masuk ke dalam kelompok meiobentos berdasar ukurannya. Banyak anggota Copepoda yang ditemukan hampir sepanjang tahun, walaupun kemelimpahannya dipengaruhi oleh fluktuasi musim (Higgins & Thiel, 1988). Organisme ini mengalami perubahan komposisi komunitas apabila terjadi penurunan kualitas perairan. Oleh karena itu organisme tersebut dapat dijadikan indikator biologi karena memberi petunjuk tentang status dan kualitas lingkungan (Tandjung, 2003). Nematoda lebih tahan dan toleran terhadap perubahan lingkungan apabila dibandingkan dengan Copepoda, sehingga pada perairan yang tercemar akan ditemukan Nematoda lebih melimpah dibanding Copepoda (Coull & Chandler, 1992).

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

Survei lapangan dilaksanakan sebelum pencuplikan untuk menentukan lokasi yang akan diputuskan sebagai stasiun penelitian. Penentuan lokasi didasarkan pada informasi ekologis baik secara visual maupun pengukuran awal di saat survei. Hasil orientasi lapangan mendapatkan enam lokasi yang layak dianggap sebagai lokasi pencuplikan. Keenam lokasi tersebut adalah sungai di bawah jembatan:

- Lokasi 1. Jalan Kapten Haryadi, Ngentak, Sinduharjo, Sleman;
- Lokasi 2. Wisma Haji, Sinduadi, Sleman;
- Lokasi 3. Sayidan, Mantrijeron, Yogyakarta;
- Lokasi 4. Keparakan, Mergangsan, Yogyakarta;
- Lokasi 5. Bangunharjo, Sewon, Bantul;
- Lokasi 6. Trimulyo, Jetis, Bantul.

Pengumpulan data lapangan dilakukan 3 kali dan masing-masing dengan jeda waktu satu bulan. Sampel yang dicuplik adalah organisme yang tergolong bentik, organisme tersebut adalah cacing nematoda dan kopepoda yang berada di dasar perairan. Cara pencuplikan nematoda dan kopepoda digunakan *core* terbuat dari pipa PVC yang berukuran 2 inci. Alat pencuplik tersebut ditekan pada substrat dasar perairan sedalam 5 cm. *Core* diangkat, sedimen yang terbawa alat ditampung dalam kantong sampel dan diberi label waktu pencuplikan. Sedimen diberi pengawet formalin 2 % sebanyak 5 cc. Sampel di laboratorium disaring dengan saringan bertingkat ukuran 20; 40 dan 60 mesh. Bentos yang didapatkan diamati di Laboratorium Ekologi Fakultas Biologi UGM.

Parameter kualitas air yang diukur di lapangan adalah kandungan oksigen terlarut, karbon dioksida, derajat keasaman air/sedimen, arus air, kedalaman air, dan temperatur air/sedimen. Masing-masing parameter diukur dua kali ulangan. Sampling sedimen/substrat untuk parameter fisikokimia alat yang sama dengan pencuplik bentos yakni digunakan *core* diameter 2 inci, diulang 6 kali di setiap lokasi. Parameter nitrogen dan fosfor total dianalisis di Laboratorium Hidrologi Fakultas Geografi UGM.

Analisis data mengacu pada interaksi antara variabel bebas yang mempengaruhi rasio nematoda-copepoda sebagai variabel tak bebas. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah temperatur air/sedimen, pH air/sedimen, kecepatan arus, jeluk (kedalaman), kandungan oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen untuk proses biologi (BOD), kadar C-organik, kadar N dan P-total. Berdasarkan data penelitian yang dilaksanakan di Sungai Code, untuk membuktikan variabel yang berpengaruh terhadap rasio nematoda-copepoda menggunakan analisis regresi dengan notasi  $Y = \text{rasio nematoda-copepoda}$ ;  $X_1 = \text{temperatur air}$ ;  $X_2 = \text{temperatur sedimen}$ ;  $X_3 = \text{pH air}$ ;  $X_4 = \text{pH sedimen}$ ;  $X_5 = \text{DO}$ ;  $X_6 = \text{BOD}$ ;  $X_7 = \text{kecepatan arus}$ ;  $X_8 = \text{kedalaman air}$ ;  $X_9 = \text{C organik}$ ;  $X_{10} = \text{N total}$ ;  $X_{11} = \text{P total}$ . Dalam persamaan regresi berganda:



$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7X_7 + b_8X_8 + b_9X_9 + b_{10}X_{10} + b_{11}X_{11}$$

Uji regresi dilakukan setelah uji normalitas terhadap data yang diperoleh. Program komputer statistik untuk analisis data yang digunakan adalah SPSS versi 15.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sampel ditemukan ada lima spesies nematoda yaitu *Trichinella spiralis*, *Trichostrongilus* sp. *Strongyloides stercoralis*, *Pselionema* sp., dan Larva *Rabditiform*. Spesies anggota Nematoda yang paling melimpah dan ditemukan di semua lokasi pencuplikan yaitu *Trichostrongilus* sp. dan *Larva Rabditiform*, keduanya mempunyai toleransi tinggi pada berbagai kondisi dan adaptif di berbagai habitat.

Kelompok Copepoda yang didapat dalam sampel adalah *Nauplius* (nauplii), *Halicyclops* sp., *Calanus* sp., dan *Eucyclops* sp. Paling melimpah adalah nauplius karena merupakan stadium larva mikrustase sangat bervariasi (tergantung macam spesies) dan sangat aktif bergerak, sehingga mudah terbawa arus sungai. Oleh karena itu nauplius dapat ditemukan di semua lokasi.

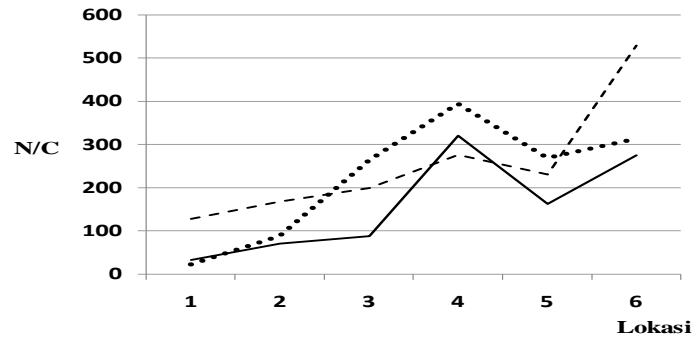
Tabel 1. di bawah menyajikan hasil rerata rasio nematode-copepoda selama pencuplikan yaitu pada bulan Juli 2008, September 2008, dan Januari 2009. Rasio paling rendah di kawasan Sinduharjo pada bulan Juli dan September 2008, rasio ini paling bagus karena kemelimpahan nematoda cukup rendah dibandingkan dengan lokasi lain. Lokasi dan/atau bulan lain menunjukkan rasio tinggi, artinya nematode sangat melimpah, hal ini menandakan kondisi perairan tidak cukup baik. Tingginya kemelimpahan nematoda berarti kekeruhan juga tinggi, kekeruhan yang tinggi dapat terjadi karena Kandungan padatan terlarut atau suspensi. Suspensi dapat ditimbulkan karena tingginya bahan organik di kawasan tersebut atau limbah dengan konsentrasi yang tinggi.

**Tabel 1. Rasio Nematoda-Copepoda di Sungai Code selama penelitian**

Stasiun	Lokasi	Juli 2008	September 2008	Januari 2009
1	Sinduharjo	22,73	33,28	127,99
2	Sinduadi	88,88	71,41	167,52
3	Sayidan	264,13	88,91	199,27
4	Keparakan	394,52	320,71	276,34
5	Bangunharjo	264,34	162,63	230,38
6	Trimulyo	313,15	275,21	529,29

Pada Tabel 2. ditunjukkan bahwa, berdasarkan koefisien determinasi ( $R^2$ ), dari 11 parameter lingkungan yang terukur hanya terdapat tiga parameter yang lebih mempunyai nilai lebih dari 50% yaitu BOD ( $R^2 = 0,55$ ); N-total ( $R^2 = 0,53$ ), dan kecepatan arus air  $R^2 = 0,52$ ). Dengan demikian berarti tiga parameter inilah yang memberi sumbangan terbesar terhadap perubahan rasio NC di Sungai Code. Hal tersebut menunjukkan bahwa, pengaruh BOD terhadap perubahan rasio NC terbesar diantara ketiga parameter tersebut. Lebih luas lagi bahwa, BOD sangat potensial mempengaruhi dinamika komunitas di ekosistem perairan.

Kecepatan arus air seharusnya dapat menetralkan tingkat penurunan kualitas karena adanya difusi oksigen menambah kandungan oksigen terlarut dalam air. Namun demikian, apabila masuknya limbah organik lebih cepat maka kecepatan arus yang tinggi tidak mampu menyumbang oksigen sehingga tidak dapat menekan BOD yang tinggi. Kondisi seperti ini berarti jelas bahwa kedua faktor tersebut berbeda pengaruhnya. Apabila BOD naik maka rasio NC akan naik, sebaliknya kecepatan arus naik rasio NC justru menurun. Jadi semakin tingginya rasio NC ke arah hilir ditimbulkan terutama oleh BOD berkaitan dengan rendahnya difusi oksigen yang dihasilkan oleh kecepatan arus.



Gambar. Rasio NC selama penelitian di S. Code

Kaitan antara rasio NC dengan berbagai parameter yang diukur maka dilakukan analisis regresi dan korelasi. Hasil persamaan regresi ganda yaitu:

$$Y = -1659,30 + 74,9 X_1 + 3,05 X_2 - 8,49 X_3 + 38,7 X_4 - 49,84 X_5 - 0,85 X_6 - 3,7 X_7 - 56,67 X_8 + 9,92 X_9 + 0,06 X_{10} + 0,15 X_{11}.$$

Keterangan:

$X_1$  : temperatur air;  $X_2$  : temperatur sedimen;  $X_3$  : pH air;  $X_4$  : pH sedimen;  $X_5$  : DO;

$X_6$  : BOD;  $X_7$  : kecepatan arus air;  $X_8$  : jeluk;  $X_9$  : C-organik;  $X_{10}$  : N-total;  $X_{11}$  : P-total.

Tabel 2. Hubungan antara parameter dengan rasio NC

No	Parameter lingkungan	Persamaan regresi	Koef. Determinasi
1	Temperatur air	$y = -3523 \ln(x) + 7328$	0,108
2	Temperatur sedimen	$y = 4633 \ln(x) - 15061$	0,338
3	pH air	$y = -3523 \ln(x) + 7328$	0,108
4	pH sedimen	$y = 438,3 \ln(x) - 579,3$	0,045
5	DO	$y = -545 \ln(x) + 1259$	0,17
6	BOD	$y = 412,8 \ln(x) - 164,5$	0,551
7	Kecepatan arus	$y = -258 \ln(x) + 837$	0,517
8	Kedalaman air	$y = 137,8 \ln(x) - 320$	0,027
9	C organik	$y = -206 \ln(x) + 7328$	0,287
10	N total	$y = 109,1 \ln(x) + 7328$	0,528
11	P total	$y = -162 \ln(x) + 1229$	0,203

Kandungan nitrogen total berpengaruh besar terhadap rasio NC sangat dapat dipahami karena nutrisi sangat diperlukan juga oleh organisme perairan, sehingga berpotensi sekali merubah perbandingan kelimpahan antara nematoda dengan kopepoda. Apabila melihat data nitrogen total cukup tinggi antara 155 – 2073 ppm, demikian juga fosfor juga sebagai nutrisi yang diperlukan organisme berkisar antara 153,09 - 951,3 ppm, tetapi rasio N-P di bawah 7 sehingga nitrogen menjadi faktor pembatas. Data kandungan fosfor (periksa Lampiran) cukup tinggi, sehingga tidak menjadi faktor pembatas bagi komunitas perairan khususnya nematoda dan kopepoda (Parmenter & Lamarra, 1991).

Kandungan N total dalam sedimen sangat berkaitan dengan kandungan N total di perairan karena kandungan N total di sedimen menentukan distribusi kandungan N total di lapisan perairan di atasnya (Bloesch & Burgi, 1989; Hadisusanto, 2006).

Pada Tabel 3. disajikan data N dan P total yang menghasilkan angka rasio NP. Rasio NP di perairan lapisan atas relatif sama dengan rasio NP dalam sedimen, sehingga rasio NP dalam



sedimen yang tidak mendukung berarti rasio NP di perairan juga tidak jauh berbeda. Dengan demikian rasio NP di bawah 7 juga terjadi di perairan, maka nitrogen menjadi faktor pembatas bagi perkembangan organisme akuatik. Keadaan ini masih dapat berubah-ubah oleh dinamika curah hujan yang akan meningkatkan debit air sungai dan selanjutnya akan mempengaruhi semua parameter di perairan sungai (Prochazkova et al., 1995).

**Tabel 3. Total N-P dan Rasio NP dalam sedimen Sungai Code**

Lokasi	N total	P total	Rasio NP
1	187 ppm	781,2 ppm	0,24
2	331 ppm	550,35 ppm	0,60
3	173 ppm	770,16 ppm	0,23
4	1.788 ppm	267,49 ppm	0,68
5	891 ppm	445,63 ppm	2,0
6	1.031 ppm	646,92 ppm	1,60

Sementara delapan parameter lingkungan lainnya dapat dianggap tidak nyata pengaruhnya terhadap perubahan nilai rasio kemelimpahan nematoda dan kopepoda karena koefisien determinasi semuanya di bawah 0,50; khususnya kedalaman perairan dan derajat keasaman sedimen.

### KESIMPULAN

1. Kualitas perairan Sungai Code telah mengalami penurunan sehingga tidak sesuai lagi dengan Baku Mutu Air Golongan B yaitu sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan kebutuhan rumah tangga.
2. Parameter lingkungan yang berpengaruh kuat adalah BOD ( $R^2 = 0,55$ ), kadar N total ( $R^2 = 0,53$ ) dan kecepatan arus ( $R^2 = 0,52$ ).
3. Berdasarkan rasio nematoda-copepoda, Lokasi-1, tercemar ringan; Lokasi-2, tercemar agak berat; dan Lokasi-3 - 6, tercemar berat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bloesch, J. & H.R. Burgi. 1989. Changes in Phytoplankton and Zooplankton Biomass and Composition reflected by Sedimentation. *Journal of Limnology and Oceanography*.
- Coull, B.C. & G.T. Chandler. 1992. Pollution and Meiofauna: Field, Laboratory, and microcosmos studies. In: M.A. Palmer & D.I. Strayer. 1996. *Methods in Stream Ecology: Meiofauna*. Academic Press, London.
- Hadisusanto, S. 2006. *Distribusi dan Kemelimpahan Larva Bentonik Chironomidae (Diptera): Hubungannya dengan Jeluk dan Nutrien di Waduk Sempor, Kebumen, Jawa Tengah*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, UGM, Yogyakarta.
- Hartoto, D.I., S. Sunanisari, M.S. Syawal, Yustiawati, I. Ridwansyah, & S. Nomosatryo. 1998. *Alternatif Tata Guna Danau Teluk Berdasar Sifat Limnologis*. Hasil-hasil Penelitian Puslitbang Limnologi, LIPI, Cibinong.
- Higgins, R.P. & H. Thiel. 1988. *Introduction to Study of Meiofauna*. Published by Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Parmenter, R.R. & V.A. Lamarra. 1991. Nutrient Cycling in a Freshwater Marsh: The Decomposition of Fish and Waterfowl carrion. *Journal of Limnology & Oceanography* 36(5): 976-987.
- Prochazkova, J., J.F. Prochazkova, E. Stochlik & P. Blazka. 1995. The Nitrogen-phosphorous relationship in mountain lakes: Influences of atmospheric input, watershed, and pH. *Journal of Limnology & Oceanography* 40(5): 930-937.
- Rombke, J. & J.F. Moltmann, 1995. *Applied Ecotoxicology*. Deutsche Gesellschaft for Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH. Lewis Publishers, Boca Raton, New York.
- Tandjung, S.D. 2003. *Ilmu Lingkungan*. Laboratorium Ekologi Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta.
- Undang-Undang No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kantor Menteri Negara-Lingkungan Hidup Republik Indonesia, Jakarta



## TEKNIK PEMBUATAN PAKAN MIKROKAPSUL DENGAN BAHAN IKAN RUCAH SEBAGAI PAKAN LARVA UDANG WINDU (*Penaeus monodon*)

**Hayati Soeprapto**

*Fakultas Perikanan, Universitas Pekalongan*

*Email: hayatisoeprapto@gmail.com*

Mikrokapsul adalah mikropartikel pakan buatan, berbentuk bundar yang ber-diameter 100 – 800  $\mu\text{m}$ . Tersusun dari matrik polimer sebagai dinding dan terdapat bahan yang dilindungi sebagai inti. Mikrokapsul yang dibuat berupa Mikrobound. Bahan yang digunakan adalah telur bebek sebagai penyelubung. Sebagai bahan aktif (inti) dibuat dari ikan rucah yaitu jenis Layur (*Trichiurus sp.*). Telur bebek, daging ikan rucah yang halus dan air dicampur serta dihomogenkan dengan menggunakan mixer. Setelah homogen bahan dipanaskan pada suhu 80°C. Selanjutnya di oven sampai kering pada suhu 55°C selama 22 jam. Bahan kemudian diblender sampai halus dan diayak sehingga menghasilkan Pakan Mikrokapsul, dengan menggunakan mata ayakan 100-250 mesh. Pemberian pakan mikrokapsul tersebut menunjukkan pertumbuhan yang meningkat terhadap pertambahan berat, panjang dan sintasan larva udang Windu (*Penaeus monodon*).

Kata kunci: *Mikrokapsul, Pertumbuhan, Rucah.*

### PENDAHULUAN

Mikrokapsul pertama kali dibuat oleh Langdon dan Bolton (1984) dalam Robert dan Trintignac (1997), yang diberikan pada larva tingkat juvenil yaitu *Crassostrea virginica*. Penelitiannya menunjukkan dengan pemberian mikrokapsul dapat meningkatkan laju pertumbuhan hingga 73 % dan larva mampu melakukan metamorfosis (Chu *et al.*, 1987). Mikrokapsul sebagai sarana untuk membawa substansi spesifik yang berbeda-beda. (Yufera *et al.*, 2003). Dalam penelitian ini digunakan ikan Rucah (Layur) sebagai inklusi, dan telur bebek merupakan penyelubungnya. Kriteria pakan mikrokapsul antara lain, dapat terdistribusi secara luas di dalam kolam air (Cahu dan Zambonino Infante, 2001). Laju tenggelam rata-rata 25 cm/jam. Daya mengapung partikel dalam bak pemeliharaan harus diperhatikan, karena ini akan mempengaruhi proses makan larva (Yufera *et al.*, 1999). Berbentuk bulat atau lonjong diameter berkisar antara 1,00 – 800  $\mu\text{m}$  (Ashady, 1989; Adamiec dan Marciniak, 2004). Disamping itu kandungan proteinnya harus antara 35 - 60% agar pertumbuhan larva dapat optimal (Watanabe, 1988).

Pada penelitian pendahuluan, mikrokapsul merupakan pakan yang dibuat dengan menggunakan bahan telur ayam yang diisi dengan cacing *Nereis sp* dan *Tubifex sp* sebagai inklusinya, dapat digunakan sebagai pakan larva ikan dan udang (Sukardi *et al.*, 2007). Metodenya yang sederhana mendorong penulis untuk melakukan pembuatan pakan dengan menggunakan bahan dasar ikan rucah (Layur), dan sebagai penyelubungnya adalah telur bebek. Mikrokapsul yang terbentuk dapat digunakan sebagai pakan larva dalam pembenihan ikan dan udang. Hasil penelitian menunjukkan, ikan mengandung protein yang berkualitas tinggi. Protein dalam ikan tersusun dari asam-asam amino yang dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan. Selain itu protein ikan amat mudah dicerna dan diabsorpsi (Cho, 2005).

Daging ikan mempunyai serat-serat protein lebih pendek daripada serat-serat protein daging sapi atau ayam. Vitamin yang ada dalam ikan juga bermacam-macam, yaitu vitamin A, D, Thiamin, Riboflavin, dan Niacin. Ikan juga mengandung mineral yang kurang lebih sama banyaknya dengan mineral yang ada dalam susu seperti kalsium, phosphor, akan lebih tinggi dibandingkan dengan susu. Ada dua kelompok vitamin dalam ikan yaitu larut dalam air dan larut minyak. Larut dalam minyak yaitu vitamin A dan D. Vitamin yang larut dalam air dan terdapat dalam ikan adalah vitamin tergolong dalam famili vitamin B, yaitu B6, B12, Biotin, dan Niacin. Jumlah vitamin ini lebih banyak terdapat pada daging ikan yang berwarna lebih gelap,



dan dari daging ikan yang berwarna putih jumlah vitamin-vitamin B-nya hampir sama banyaknya dengan jumlah vitamin di dalam daging sapi atau ayam. Mineral dalam ikan termasuk magnesium, phosphor, iodium, fluor, zat besi, copper, zinc, dan selenium (Cahu and Zambonino Infante,. 2001)

Para ahli menemukan, komposisi asam-asam amino dalam bahan makanan hewani sesuai dengan komposisi jaringan di dalam tubuh manusia. Oleh karena ada kesamaan ini maka ikan, yang mengandung 18 % protein terdiri dari asam-asam amino esensial yang tidak rusak walaupun dimasak, lemaknya 1-20 % lemak yang mudah dicerna serta langsung dapat digunakan oleh jaringan tubuh. Kandungan lemaknya sebagian besar adalah asam lemak tak jenuh yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan dapat menurunkan kolesterol darah. Macam-macam ikan mengandung jumlah lemak yang bervariasi, ada yang lebih berlemak dan ada yang kurang berlemak. Lemak merupakan salah satu unsur besar dalam ikan, unsur lainnya adalah protein, vitamin, dan mineral. (Watanabe,1988)

Berarti penggunaan ikan sebagai bahan pembuatan pakan ikan cukup mendukung, hal ini sesuai dengan pendapat Watanabe (1988) yang mengatakan bahwa diperlukan protein yang cukup untuk pertumbuhan pada larva maupun pembesaran ikan dan udang . Oleh karenanya ikan yang ternyata memiliki komposisi cukup untuk bahan pakan buatan bagi larva ikan dan udang maka dengan memanfaatkan jenis ikan rucah akan menjadi efisiensi bagi para budidaya dalam usaha pembenihan ikan ataupun udang. Selama ini pengusaha budidaya dengan menggunakan pakan import, padahal harganya cukup mahal, yang menjadikan kurangnya peminat dalam usaha budidaya benih. Biaya pakan (umumnya) berkisar antara 60 - 70 % dari total biaya produksi (Suantika dan Renata, 2008).

Pembuatan pakan larva ikan dapat diusahakan dengan sederhana dan menggunakan bahan lokal, yang harganya murah dan mudah didapat serta ramah lingkungan. Bahan komponen nutrisi pakan mikrokapsul untuk ikan dan udang harus ditentukan berdasarkan kebutuhan larva terhadap protein, asam amino, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Materi bahan yang digunakan harus mendukung akan kebutuhan tersebut. Dalam penelitian ini dengan bahan lokal adalah telur bebek dan ikan rucah yang selama ini masih belum dimanfaatkan secara optimal. Mikrokapsul yang dibuat pada penelitian ini adalah yang berbentuk Mikrobound (Wanatabe, 1988). Selanjutnya dikatakan pula bahwa agar pertumbuhan larva dapat optimal, dibutuhkan pakan dengan kadar protein yang cukup antara 35 – 60 %. Mikrokapsul dapat dibuat dengan bahan yang dapat menyelubungi partikel pakan berukuran kecil dengan substansi yang tidak larut dalam air (Yufer *et al.*, 2000; 2003).

### **MATERI PAKAN MIKROKAPSUL**

Alat-alat yang digunakan adalah blender, mesin homogeniser ( mixer ) yang sudah dimodifikasi, kompor listrik., Oven listrik (Mommert, Jerman), Centrifuge (Medilite, Thermo IEC, Expotech USA, Inc, Texas), alat saringan dengan mesh 100 µm, kertas saring, Freezer, hot plate, stirrer, Mikroskop cahaya (merk Olympus) dan Mikroskop Stereo (Boeco, Jerman) serta akuarium pemeliharaan. Sedang bahan-bahan yang digunakan adalah Ikan layur (*Trichiurus*) dan telur bebek. Untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan, maka digunakan Larva udang windu (*Penaeus monodon*) yang telah menjadi post larva (PL-7) sebagai larva uji.

Uji pakan Mikrokapsul terhadap pertumbuhan larva udang Windu tersebut, menggunakan metode penelitian eksperimental yang disusun secara faktorial dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan diulang 4 (empat) kali. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi pertambahan berat, panjang dan sintasan. Parameter pendukung yang diukur adalah proksimat pakan mikrokapsul, lama terapung di atas permukaan air dan laju tenggelam ke dasar perairan.



## Prosedur Kerja

### Metode Pembuatan Pakan Mikrokapsul

Pembuatan mikropartikel dilakukan secara manual yaitu dengan metode Chu *et al.* (1987) yang menggunakan tehnik *suspension cross-linking* yang dalam hal ini diganti dengan panas (*thermal cross-linking*; Arshady, 1989). Alat pengolah mikrokapsul yang terdiri dari blender dan kompor listrik juga telah dimodifikasi (Sukardi *et al.*, 2007).

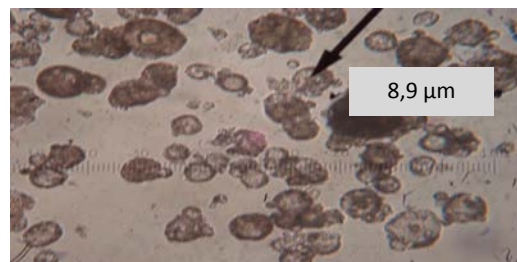
Ikan layur (*Trichiurus sp*) diblender sampai halus dicampurkan dengan telur bebek sampai homogen. Perbandingan yang sama antara ekstrak daging ikan layur dan campuran telur, ditambah air setengah bagian dari campuran telur yang digunakan. Semua bahan campuran dimixer sampai homogen selama kurang lebih 15 menit hingga terbentuk emulsion. Pada saat mulai emulsion terbentuk dilakukan pemanasan diatas kompor listrik hingga mencapai 80-90°C (5- 7 menit). Bila nampak terjadi pengikatan antar bahan-bahan, terjadi endapan didasar wadah yang nampak licin, pengocokan mixer dan pengapian segera dihentikan. Ambil larutan letakkan di atas obyek glass dan tutup, diamati di bawah mikroskop cahaya, adanya butiran dari larutan, dengan ukuran maupun komposisinya sesuai menunjukkan terdapat mikrokapsul, maka dilanjutkan dengan penyaringan larutan. Hasil penyaringan di oven dengan suhu 55° C, selama 22 jam hingga nampak kering, yang selanjutnya diayak dengan alat saringan mess 100 µm,

**Tabel 1. Komposisi bahan pakan mikrokapsul (MBD)**

No	Komposisi bahan	Ukuran (cc)
1	albumin dan yolk dihomogenkan	20
2	ikan layur ( <i>Trichiurus</i> ) yang diblender	2
3	Air	10

### Uji Daya Ambang Mikrokapsul

Mikrokapsul yang telah didapatkan selajutnya diuji daya apung dan laju tenggelamnya, guna mengetahui daya tahan pakan di dalam perairan. Laju tenggelam mencapai dasar perairan serta lamanya larut di dasar perairan. Uji pakan mikrokapsul ini dilakukan secara manual yaitu menggunakan enam buah beker glass berukuran 250 ml, yang diisi air sampai volume tersebut. Jumlah pakan yang sama (0,00005) G dimasukkan ke dalam gelas yang berisi air, diamati lamanya berada dipermukaan air, mulainya menerobos permukaan air, lama melayang dalam perairan hingga pakan mencapai dasar perairan dalam beker glass, perhitungan waktu menggunakan menit. Hasil pengamatan berdasarkan waktu yang diamati ternyata nampak bahwa lama pakan berada di air, mulai dari permukaan mencapai tengah perairan selama 20 menit sedang untuk mencapai dasar perairan dengan waktu 35 menit . Luruhnya pakan hingga terbentuknya molekul yang amat kecil yaitu dari diameter 100 µm hingga 80 µm diperlukan waktu 90 – 120 menit (Yufera dan Dabrowski. 2003).



**Gambar foto partikel Mikrokapsul (MBD) yang terbuat dari telur bebek dan ikan rucah jenis Layur (*Trichiurus sp*) dibawah Mikroskop berdiameter 8,9 µm.(80 µm - 250 µm).**



*Uji Proksimat pakan Mikrokapsul*

Bentuk daripada mikrokapsul yang telah kering selanjutnya dilakukan pengujian kandungan nutrisi, melalui analisa proksimat. Perolehan hasil uji analisa Proksimat adalah sebagai berikut:

**Tabel 2. Hasil analisa Proksimat dari Mikrokapsul yang terbuat dari Ikan rucah jenis Layur (*Trichiurus sp*) dan telur Bebek.**

Air %	Berat Kering %	% BK				
		protein	lemak	serat	Abu	BETN
5,52 ± 0,17	94,48 ± 0,17	42,72±0,44	43,87±0,09	4,96 ±0,62	3,32 ±0,27	5,14 ±1,44

Hasil analisa proksimat menunjukkan tersebut menunjukkan bahwa pakan mikrokapsul memiliki kandungan potein yang standart (Erwinda, 2008), artinya komposisi pakan telah mendukung untuk pertumbuhan larva ikan dan udang. Adanya struktur pakan yang halus dan cukup lama luruhnya, sehingga kestabilan pakan cukup terjaga selama dalam air. Hal tersebut akan membantu larva dalam meng-konsumsi pakan saat diperlukan (Yufera *et al*, 1999)

Struktur pakan buatan yaitu Mikrokapsul dalam percobaan ini ukurannya lebih bervariasi yaitu mulai dari 80 µm – 250 µm , berarti pakan dapat dikonsumsi oleh larva mulai awal menetas sampai larva menjadi benur (Dall dan Staples, 1990)

*Pengujian pada Larva Udang Windu (*P.monodon*)*

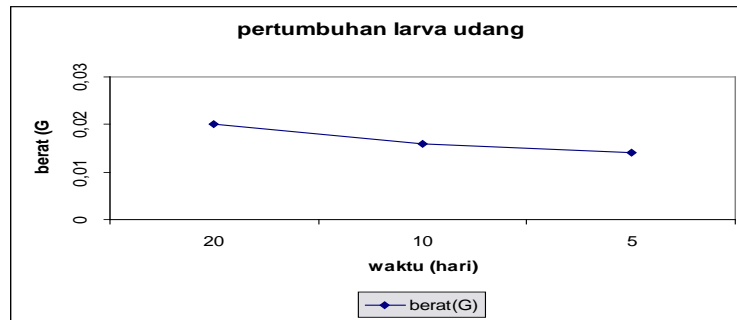
*Parameter Pertumbuhan*

*Pertambahan Berat Udang Windu*

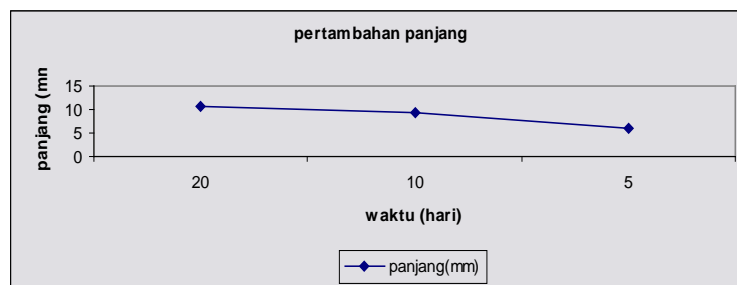
Hasil rata-rata pertambahan berat selama 21 hari peneitian berkisar antara 0,014 ± 0,001 g sampai dengan 0,020 ± 0,001 g. Pertambahan berat akhir larva udang *P. monodon* diberi pakan mikrokapsul selama 21 hari diperoleh nilai berat 0,020 ± 0,001 g. Pada larva yang diberi mikrokapsul selama 10 hari memberikan berat 0,016 ± 0,001g, dan hanya lima hari diberi pakan mikrokapsul buatan diperoleh nilai berat 0,014 ± 0,001g. Pemberian pakan mikrokapsul ini menunjukkan angka yang berbeda nyata (P<0,05). Perbedaan pertambahan berat pada larva yang diberi pakan mikrokapsul, diduga adanya jumlah pakan yang dikonsumsi terbatas, walaupun kadar protein dalam pakan cukup baik, namun adanya keterbatasan pakan dalam media pemeliharaan, sehingga larva akan menggunakan pakan cadangan dalam tubuhnya (Yuwono 2001), ini mengakibatkan berat larva semakin menurun (Yuwono 2001).

Ketersediaan pakan yang terbatas menjadikan larva berkompetisi, keadaan ini menyebabkan larva menjadi lemas, karena selalu mengeluarkan energi untuk aktifitasnya dengan memanfaatkan makanan cadangan dalam tubuhnya. Bila keadaan ini berlangsung terus menerus terjadi gangguan fisiologis misal adanya stres, kondisi stres yang lama juga mengakibatkan larva kurang mengkonsumsi pakan (Afandi dan Tang, 2002).

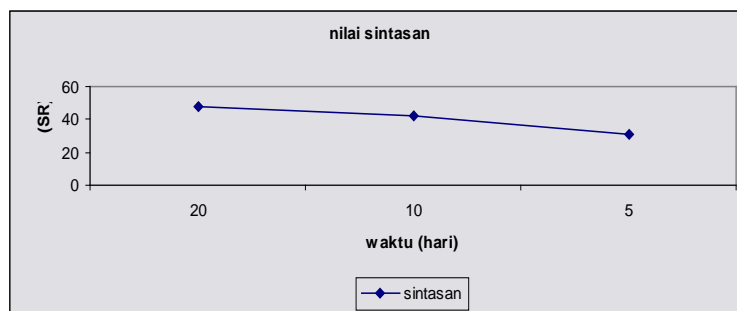
Pertambahan panjang selama penelitian rata-rata diperoleh angka 6,103 ± 0,204 mm - 10,540 ± 0,204, penambahan panjang 6,103 ± 0,204 mm larva hanya diberi pakan mikrokapsul selama lima hari, penambahan panjang 9,258 ± 0,204 mm pada larva yang mendapat pakan mikrokapsul selama 10 hari dan pertambahan panjang 10,540 ± 0,204, untuk larva yang diberi pakan selama penelitian 21 hari. Berdasarkan angka tersebut pada larva dengan pemberian mikrokapsul yang kontinu memberikan pertambahan panjang yang terbaik selama penelitian. Berarti larva dipengaruhi oleh jumlah pakan dan kadar protein serta komposisi pakan yang dikonsumsi untuk mendukung pertumbuhan (Watanabe, 1988). Hasil ini selaras dengan penelitian Dall dan Staples, 1990. panjang 10,4 – 10,9 mm dan 11,1 mm – 25,1 mm (Garcia-Ortega *et al.*, 2003).



*Parameter Sintasan dan Pertambahan Panjang Udang Windu*



Hasil analisis statistik menunjukkan Nilai sintasan yang diperoleh berkisar antara  $30,935 \pm 1,206 \%$  -  $40,265 \pm 7,266 \%$ , nilai  $47,383 \pm 0,871 \%$ , pada larva dengan secara kontinu memperoleh pakan, dan diberi pakan mikrokapsul 10 hari nilai sintasannya  $42,480 \pm 1,134 \%$ , pada lima hari pemberian mikrokapsul diperoleh  $30,935 \pm 1,206 \%$ . Keadaan tersebut menunjukkan bahwa adanya perbedaan jumlah pemberian pakan mikrokapsul walaupun pakan dengan kadar protein yang tinggi. Hal tersebut berdampak adanya kompetisi pada larva untuk memperoleh pakan, lingkungan demikian dapat berakibat munculnya kanibalisme yang berdampak menurunkan pada nilai sintasan akhir, ini dibuktikan adanya nilai sintasan yang semakin rendah (Bautista dan Kanazawa, 1989).



## KESIMPULAN

1. Pakan Mikrokapsul dapat dibuat dari bahan ikan rucah jenis Layur (*Trichiurus sp*) dan telur bebek.
2. Mikrokapsul yang terbentuk tersebut, berada di air mulai dari permukaan air hingga tengah perairan memerlukan waktu selama 20 menit, sedang untuk mencapai dasar perairan membutuhkan waktu 35 menit.
3. Berdasarkan pengamatan dibawah Mikroskop, partikel Mikrokapsul berdiameter 8,9  $\mu$ m dan dari analisa proksimat mempunyai kandungan protein hingga 42,72%.



4. Mikrokapsul tersebut dapat dikonsumsi oleh Larva Udang dan menunjukkan pertumbuhan yang meningkat terhadap parameter sintasan, panjang dan berat Udang Windu (*P.monodon*).
5. Mikrokapsul dengan bahan baku Ikan Layur (*Trichiurus sp*) dan telur bebek dapat sebagai pengganti pakan mikrokapsul import yang harganya mahal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adamiec, J. and E. Marciniak. 2004. Microencapsulation of Oil/Matrix/Water System During Spray Drying Process. *Drying*. C: 2043-2050.
- Affandi, R. dan Tang, M.U. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Arshady, R. 1989. Microsphere and microkapsule: A Survey of manufacturing Techniques. Part I: Suspension cross-Linking. *Polymer Engineering and Science* 29 (24): 1746-1757.
- Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Baskerville.B. and L.J. Kling. 2000. Early Weaning of Atlantik Cod (*Gadus morhua*) Larvae Onto a Microparticulate diet. *Aquaculture* 189, 109-117.
- Bautista, M. N., O. M. Millamena., and A. Kanazawa. 1989. Use of Kappa-Carrageenan.Microbound Diet (C-MBD) As Feed For *Panaeus monodon* Larvae. *Marine Biology* 103:169-173.
- Cahu, C. and J. Zambonino Infante. 2001. Substitution of Live Food by Formulated Diets in Marine Fish Larvae. *Aquaculture* 200: 161-179.
- Cho, S.H. 2005. Compensatory Growth of Juvenile Flounder *Paralichthys clivaceus* L. and Changes in Biochemical Composition and Body Condition Indices during Starvation and after Refeeding in winter Season. *Journal of The World Aquaculture Society* 32(3):278-285.
- Chu, F-L. E., K.L. Webb, D. A. Hepworth and B. B. Casey. 1987. Metamorphosis of Larvae of *Crassostrea virginica* Fed Mikroencapsulated Diets. *Aquaculture* 64: 185-197.
- Chu, F-L., E. and S. Ozkizilcik. 1999. Acceptability of Complex Mikroencapsulated Diet by *Suriped Bass (Morone saxatilis)* Larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 237:19-33.
- Dall, W., B.J. Hill, P. C. Rothlisberg, dan D.J. Staples. 1990. The Biology of *Panaeidae*. Advances in *marine Biology*. Academic Press. London. UK.
- Diaz, F., C. E. Pascual, S. Kolkovski and M. Yurfer. 1994. Feeding Behaviour and Prey Size Selection of Gilthead Seabream, *Sparus aurata*, Larvae fed on inert and Live Food. *Aquaculture* 116: 233-242.
- Erwinda, Y.E. 2008. *Pembenihan Udang Putih (P. vannamei)*. Program Studi Biologi. ITB. Bandung.
- Garcia-Ortega,A., I. Abdo dan C. Hernandez. 2003. Weaning of Bullseye Puffer (*Sphoeroides annulatus*) from Live Food to Mikroparticulate Diets Made with Decapsulated Cysts of Artemia and Fishmeal. *Aquaculture Internasional* 11: 183-194.
- Kolkovski, S., W. Koven and A. Tandler. 1997. The Mode of Action of Artemia in Enhancing Utilization of Microdiet by Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Larvae. *Aquaculture* 155: 193- 205.
- Kontara, E.K., Ranoemihardjo, B.S. dan Sdijaya, M., 1986. *Teknik Budidaya Udang Windu*. INFIS Manual Seri no 29, 1986.Direktorat Bina Sumber Hayati, . Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta. 21 hal .
- Koven, W.,S. Kolkovski, E. Hadas, K. Gamsiz and A. Tandler. 2001. Advances in the Development of Microdiets for Gilthead Seabream, *Sparus aurata*: Review.*Aquaculture* 194: 107-121
- Langdon. 1989. Preparation and evaluation of protein microcapsules for a marine suspension-feeder, the Pacific oyster *Crassostrea gigas* . *Marine Biology*. 102: 217-224).
- Lazo J. P., Maria, T. Dini, G. Joan, H. Cindy, F. Connie, R and Arnold. 2000. Co-feeding microparticulate diets with algae: toward eliminating the need of zooplankton at first feeding in larval red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*. 88: 339-351.
- Ling, S.W. 1969. A General Account on the Biology of Giant Fresh Water Prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Method for its Rearing and Culturing. Fisheries Research institute. FaO. Glogor, Malaysia.
- Maguire, G. B. dan G. L. Allan. 1992. Effects of Temperatur on Growth Food Consumption and Food Conversion *Penaeus monodon*, *Penaeus plebejus*, and *Metapenaeus macleayi*. In : G. L. Allan and W. Dall (Eds). 1991. *Proceeding Aquaculture Nutrition* 8: 97-99.



- Sanjaya, A. 2008. Sintasan dan Laju Pertumbuhan *Penaeus monodon* Fab. Yang Diberi Pakan Mikrokapsul dengan Rejimen Pemberian Pakan yang Berbeda. *Skripsi S1*. Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto (Tidak dipublikasikan).
- Suantika, G dan Renata. 2008. Pengembangan Pakan Buatan Berbahan Baku *Tubifex sp*, Untuk Budidaya Udang Galah (*Macrobranchium rosenbergii*(de Man). (On-line),[http://www.Damandiri.or.id/file/Julianii\\_pbbab\\_52.pdf](http://www.Damandiri.or.id/file/Julianii_pbbab_52.pdf). diakses 9 juni 2008.
- Sugiyono. 2005. *Statistika untuk Penelitian*. CV Alfabeta, Bandung.
- Sukardi, P., E. Yuwono, dan I. Sulistyono. 2007. Mikroencapsulated Diet Ramah Lingkungan Untuk Larva Udang Windu Menggunakan Bahan Lokal. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*. Fakultas Sains dan Teknik. Unsoed. Purwokerto. 13 hal (tidak dipublikasikan).
- Sukardi, P., E. Yuwono dan I. Sulistyono. 2007. Pembuatan Mikrokapsul Dinding Protein Dengan Bahan Lokal Untuk Pakan Ikan dan Udang. *Makalah* disampaikan pada Semnaskon Tahunan IV. UGM/Pengolahan Hasil Perikanan. Yogyakarta.
- Wanatabe. T. 1988. *Fish Nutrition and Mariculture*. JICA Textbook. The General *Aquaculture* Course, Tokyo. P132 -145.
- Yufera, M., E. Pascual and C. Fernandez-Diaz. 1999. A Highly Efficient Microencapsulated Food for rearing Early Larvae of Marine Fish. *Aquaculture* 177: 249-256 .
- Yufera, M., S. Kolkovski, C. Fernandez-Diaz, and K. Dabrowski. 2002. Free Amino Acid Leaching from a Protein-Walled Microencapsulated Diet for Fish Larvae. *Aquaculture* 214:273-287.
- Yufera, M., S. Kolkovski, C. Fernandez-Diaz, J. Rinchar, K. J. Lee and K. Dabrowski. 2003. Delivering Bioactive Compounds to Fish Larvae Using Microencapsulated Diets. *Aquaculture* 227:277-291.
- Yuwono, E. 2001. *Fisiologi Hewan 1*. Fakultas Biologi. UNSOED. Purwokerto.



## STUDI HIPOSMOREGULASI IKAN NILA MERAH (*Oreochromis* sp.) PADA TEMPERATUR AIR BERBEDA

**Yunita Rusidah, Untung Susilo, dan Farida Nur Rachmawati**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : yunita\_bio04035@yahoo.co.id*

Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.) termasuk hewan eurihalin yang mampu hidup pada kisaran toleransi salinitas yang luas, sehingga ikan nila ini mampu hidup di air tawar, air payau dan air laut. Osmoregulasi merupakan upaya hewan air untuk mengontrol keseimbangan air dan ion antara di dalam tubuh dan lingkungannya melalui mekanisme pengaturan tekanan osmosis. Temperatur berpengaruh terhadap proses osmoregulasi ikan dengan meningkatnya permeabilitas air dan laju pengambilan air. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur dan metode pemaparan yang berbeda terhadap hipoosmoregulasi ikan nila merah. Perlakuan yang dicobakan meliputi temperatur air (20 dan 30°C) dan metode pemaparan (*Direct Transfer* dan *Indirect Transfer*). Penelitian eksperimental ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan masing-masing perlakuan diulang enam kali, untuk mengamati parameter osmolalitas plasma darah dan kapasitas osmoregulasi sedangkan untuk mengamati parameter kandungan air tubuh diulang sebanyak empat kali. Pengamatan data dilakukan dalam 6 periode yaitu jam ke-6, ke-12, ke-24, ke-48, ke-96 dan ke-120. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F dilanjutkan uji BNT untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan temperatur dan metode pemaparan tidak berpengaruh secara nyata terhadap hipoosmoregulasi ikan nila merah. Temperatur 20 dan 30°C merupakan kisaran yang masih dapat ditoleransi oleh ikan nila merah dan pemaparan indirect transfer lebih baik di banding direct transfer.

*Keywords : osmolalitas plasma darah, temperatur, metode pemaparan, ikan nila merah*

### PENDAHULUAN

Ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) merupakan salah satu komoditas ikan air tawar yang mendapat perhatian besar bagi usaha perikanan. Ikan nila merah banyak dibudidayakan oleh para petani ikan saat ini berasal dari Filipina, di introduksi masuk ke Indonesia oleh Balai Perikanan Air Tawar (BPPAT) Bogor pada tahun 1981 (Djarajah, 1995). Ikan nila merah mudah diterima masyarakat, karena jenis ikan ini mempunyai banyak keunggulan dibandingkan ikan air tawar yang sudah ada. Ikan nila merah memiliki resistensi relatif tinggi terhadap kualitas air dan penyakit serta memiliki kemampuan tumbuh yang baik dan mudah tumbuh dalam sistem budidaya intensif karena memiliki toleransi yang luas terhadap kondisi lingkungan (Kusrini, 2007).

Ikan nila merah termasuk euryhaline yang dapat mentolerir terhadap kondisi salinitas perairan dengan rentang yang luas (Kay, 1998). Hewan air tawar seperti ikan nila merah memiliki cairan tubuh yang lebih pekat dari lingkungannya. Hewan ini bersifat hiperosmotik terhadap mediumnya dan mereka menghadapi masalah fisiologis dengan memasukkan air ke dalam tubuh. Air yang masuk harus diekskresikan bersamaan dengan bahan terlarut lainnya yang masuk dalam tubuh (Yuwono & Sukardi, 2001). Mekanisme tersebut merupakan proses osmoregulasi yang bertujuan untuk memelihara keadaan homeostasis internal, yang bertanggung jawab untuk mengendalikan tekanan osmotik plasma (William, 1988).

Perubahan salinitas lingkungan eksternal dapat mempengaruhi kondisi internal tubuh organisme. Salinitas pada lingkungan perairan dapat di ubah dengan beberapa metode. Metode *gradual transfer* (*indirect transfer*) merupakan metode pemindahan secara tidak langsung dari salinitas awal kemudian naik secara bertahap sampai pada salinitas yang diinginkan, sedangkan metode *direct transfer* merupakan metode pemindahan secara langsung dari salinitas awal langsung dipindah ke salinitas akhir. Pemindahan ikan nila secara



*direct transfer* ke dalam media dengan kadar garamnya berbeda dapat mengakibatkan stres dan kematian ikan (Suyanto, 2002). Toleransi terhadap perubahan salinitas berbeda-beda tergantung jenis kelamin dan ukuran ikan. Ikan jantan dan ikan kecil lebih toleran dibanding yang betina dan ikan besar (Arie, 1999).

Temperatur juga akan mempengaruhi toleransi terhadap salinitas. Liu & Chang (1987) dalam Chen & Chen (2000), melaporkan bahwa temperatur maksimal kritis (CTM) untuk *Heliotis diversicolor supertexta* meningkat seiring dengan peningkatan temperatur tetapi mengalami penurunan jika salinitas media ditingkatkan. Penelitian Likongwe (1996), menggunakan temperatur 28-32°C dan salinitas 0-12 g/l untuk mengetahui tingkat pertumbuhan juvenile *Oreochromis niloticus*. Secara umum hasil penelitian tidak signifikan terhadap kombinasi temperatur dan salinitas. Kombinasi perlakuan terbaik untuk pertumbuhan *Oreochromis niloticus* adalah 32°C dan 8 g/l.

Efek perbedaan temperatur dan salinitas banyak diteliti untuk mengetahui laju pertumbuhan, namun jarang sekali meneliti tentang proses osmoregulasinya. Penelitian yang terdahulu, tentang pengaruh temperatur dan salinitas terhadap osmolalitas plasma darah telah dilakukan Meilina (2007), perbedaan salinitas dan temperatur mempengaruhi nilai osmolalitas plasma ikan nila GIFT (*Oreochromis sp.*) hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan pada nilai plasma darah dan nilai kapasitas osmoregulasi ikan nila GIFT (*Oreochromis sp.*).

Temperatur berpengaruh terhadap proses osmoregulasi larva ikan dengan meningkatnya permeabilitas air dan laju pengambilan air. Kemampuan ini dapat mendorong peningkatan proses ekskresi ion berlebih dalam tubuh. Handeland *et al* (2000) dalam Imsland (2003), melaporkan bahwa ketika ikan salem lautan Atlantik, *Salmo Salar*, ditransfer dari air tawar ke air laut pada temperatur berbeda, menyebabkan peningkatan klorid dalam plasma dan secara berangsur-angsur juga terjadi peningkatan Na-K ATPase di insang pada temperatur tinggi, sedangkan efek ini tidak terjadi pada temperatur rendah.

Handeland *et al.* (1998), juga melakukan penelitian terhadap ikan salmon yang sedang mengalami smoltifikasi di wilayah Fiord, respon fisiologis tidak ditunjukkan oleh ikan tersebut baik pada perairan payau 28‰ maupun pada air laut 34‰. Dengan kata lain kemampuan hypoosmoregulatori tidak dipengaruhi oleh perubahan salinitas media namun respon fisiologis terjadi karena pengaruh perbedaan temperatur, temperatur tinggi dengan mantap mempengaruhi kemampuan hypoosmoregulatori sepanjang bulan pertama, dan membutuhkan waktu aklimasi yang lebih panjang pada temperatur rendah. Apakah fenomena tersebut terjadi pula pada ikan nila merah (*Oreochromis sp.*), hal ini masih perlu dikaji lebih mendalam.

Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah perbedaan temperatur dan metode pemaparan berpengaruh terhadap hypoosmoregulasi ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) ?
2. Pada kisaran temperatur berapa dan metode pemaparan manakah yang baik untuk hypoosmoregulasi ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) ?

Ada pun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

1. Pengaruh perbedaan temperatur dan metode pemaparan terhadap hypoosmoregulasi ikan nila merah (*Oreochromis sp.*).
2. Kisaran temperatur dan metode pemaparan yang baik bagi hypoosmoregulasi ikan nila merah (*Oreochromis sp.*).



Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan ilmiah tentang kemampuan hipoosmoregulasi ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) serta mengetahui kisaran temperatur dan metode pemaparan ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) yang hasilnya digunakan sebagai informasi dasar dalam mekanisme hipoosmoregulasi. Selain itu juga dapat digunakan sebagai acuan dalam proses budidaya ikan nila merah sehingga mendapatkan hasil dengan kualitas yang lebih baik untuk tujuan komersial.

## BAHAN DAN METODA

Materi yang digunakan adalah ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) yang diperoleh dari BBI Tambak Sogra, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas. Dengan kisaran bobot tubuh  $\pm 20$  gram/ekor dan umur berkisar antara 2-3 bulan, sehat dan tidak cacat tubuh, media air tawar dan air laut, pelet apung komersial dengan kadar protein 20-25%. Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium ukuran 50x30x35 cm, bak kayu ukuran 80x60x40 cm<sup>3</sup>, aerator, selang, *water heater automatic*, chiller, timbangan, termometer air raksa ( $^{\circ}\text{C}$ ), *hand refraktometer*, tabung kapiler hematokrit, sentrifuge dan osmometer.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Hewan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman pada bulan Mei-November 2008.

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan masing-masing perlakuan 6 kali ulangan untuk osmolalitas plasma darah dan kapasitas osmoregulasi sedangkan untuk kandungan air tubuh total ikan nila merah dilakukan ulangan sebanyak 4 kali. Pengamatan terhadap osmolalitas darah, kapasitas osmoregulasi dan kandungan cairan tubuh ikan dilakukan dalam 6 periode yaitu jam ke-6, ke-12, ke-24, ke-48, ke-96 dan ke-120. Perlakuan yang dicobakan terdiri atas :

T20MD : temperatur 20  $^{\circ}\text{C}$  *direct transfer*

T30MD : temperatur 30  $^{\circ}\text{C}$  *direct transfer*

T20MI : temperatur 20  $^{\circ}\text{C}$  *indirect transfer*

T30MI : temperatur 30  $^{\circ}\text{C}$  *indirect transfer*

Cara kerja meliputi : persiapan akuarium, pembuatan media, penyediaan ikan uji, aklimasi dan pemaparan ikan uji

Data yang diperoleh berupa Osmolalitas plasma darah, Kapasitas osmoregulasi dan Kadar air tubuh total di analisis dengan menggunakan "One way of Varian (uji F)". Apabila diperoleh hasil yang berbeda nyata, dilakukan uji BNT (Steel & Torrie, 1981; Sugiyono, 2005).

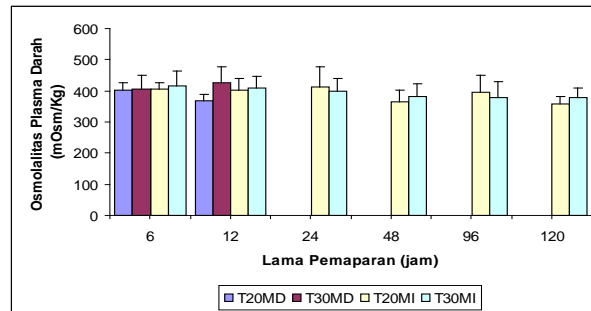
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Plasma Darah*

Keberadaan ion-ion elektrolit (seperti ion garam) dalam plasma darah akan menimbulkan suatu tekanan osmotik yang sebanding dengan konsentrasi osmotiknya. Konsentrasi osmotik suatu larutan diistilahkan sebagai osmolaritas (Osm/l), namun lebih sering dalam satuan mili (mOsm/l) (Schmidt-Neilsen, 1990). Sedangkan untuk menghitung konsentrasi (bobot) suatu ion dalam cairan tubuh digunakan istilah osmolalitas (Osm/kg) tetapi lebih lazim digunakan mili (mOsm/kg) (Guyton, 1995). Jadi konsentrasi osmotik dari substansi yang larut dalam darah akan menimbulkan suatu tekanan osmotik.

Hasil pengukuran osmolalitas plasma darah ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) setelah pemaparan 6 jam, 12 jam, 24 jam, 48 jam, 96 jam dan 120 jam pada masing-masing perlakuan tersaji pada gambar 3.1. di bawah ini. Sedangkan hasil selengkapnya terdapat pada lampiran 29.





**Gambar 3.1. Rata-rata Osmolalitas Plasma Darah Ikan Nila Merah Pada Temperatur dan Metode Pemaparan Yang Berbeda**

Pengamatan konsentrasi osmotik internal terhadap ikan uji dilakukan pada saat ikan berada pada salinitas 30 ppt, hasilnya menunjukkan konsentrasi internal ikan berkisar antara 359,3-426,8 mOsm/kg sedangkan konsentrasi osmotik media berkisar antara 609-833 mOsm/kg. Berarti ikan berada pada keadaan hipoosmotik terhadap media, maka ikan tersebut akan mengalami permasalahan osmoregulasi yaitu kehilangan air karena tubuhnya hipotonik terhadap media. Ikan melakukan transport aktif NaCl di insang untuk mengambil air dari lingkungannya.

Hasil analisis statistik pada pemaparan 6 jam, menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ; lampiran 32). Hal ini menunjukkan perbedaan temperatur dan metode pemaparan tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan terhadap osmolalitas darah ikan nila merah menghasilkan nilai osmolalitas plasma darah dengan nilai yang beragam pada tiap perlakuan (*Oreochromis sp.*)

Nilai osmolalitas plasma darah setelah pemaparan 12 jam bertambah dengan meningkatnya temperatur, nilai osmolalitas plasma darah tertinggi adalah perlakuan *direct transfer* dengan temperatur  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  dan terendah adalah juga perlakuan *direct transfer* dengan temperatur  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  (Gambar 3.1, Lampiran 33). Dengan kata lain dengan perlakuan salinitas yang sama yaitu *direct transfer* dan temperatur yang berbeda menghasilkan nilai osmolalitas yang berbeda. Hal ini sesuai dengan pernyataan Handeland (1998), respon fisiologis terjadi karena pengaruh perbedaan temperatur, temperatur tinggi dengan mantap mempengaruhi kemampuan hypoosmoregulatori sepanjang bulan pertama, dan membutuhkan waktu aklimasi yang lebih panjang pada temperatur rendah. Sedangkan perbedaan salinitas tidak memberikan pengaruh terhadap kemampuan hypoosmoregulatori pada ikan salmon.

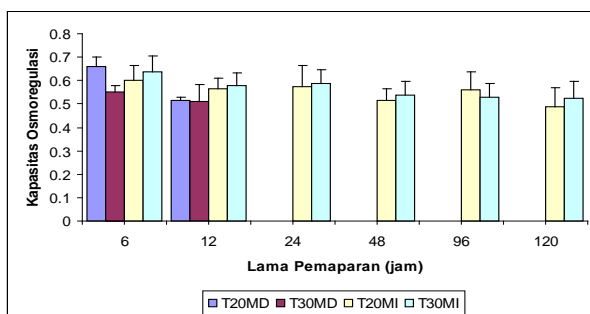
Nilai osmolalitas plasma darah ikan dengan perlakuan *direct transfer* hanya bisa didapatkan sampai pemaparan 12 jam saja, karena pemaparan diatas 12 jam dengan perlakuan tersebut menyebabkan ikan tidak mampu bertahan hidup ( $P > 0,05$ , lampiran 31-34). Hal ini dimungkinkan karena ikan tersebut meyeberangi batas salinitas normalnya secara tiba-tiba. Penelitian Guner *et al.*, (2005), melaporkan bahwa ikan Nila (*Oreochromis sp.*) dan ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) pada pemaparan secara *direct transfer* dari air tawar ke air laut mengalami kematian setelah 4 jam pemaparan, hal ini dikarenakan ikan mengalami dehidrasi secara mendadak. Sedangkan perlakuan secara *indirect transfer* menghasilkan konsentrasi klorida sel dan  $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$  naik secara signifikan serta berkorelasi positif dengan salinitas lingkungan.

### **Kapasitas Osmoregulasi**

Kapasitas osmoregulasi didefinisikan sebagai selisih tekanan osmotik darah dengan tekanan medium pada suatu salinitas (Charmantier *et al.*, 1989 *dalam* Lignot, 2000).



Hasil pengukuran osmolalitas plasma darah ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) setelah pemaparan 6 jam, 12 jam, 24 jam, 48 jam, 96 jam dan 120 jam pada masing-masing perlakuan tersaji pada gambar 3.2., sedangkan hasil selengkapnya terdapat pada lampiran 28.



**Gambar 3.2. Rata-rata Kapasitas Osmoregulasi Ikan Nila Merah Pada Temperatur dan Metode Pemaparan yang Berbeda**

Kapasitas osmoregulasi ikan uji menunjukkan hasil yang beragam pada setiap jam pemaparan. Kisaran nilai kapasitas osmoregulasi di bawah kisaran isoosmotik yaitu 0,5111 sampai 0,6122. Hal tersebut mempunyai arti bahwa ikan nila merah tersebut berada pada kondisi hipoosmotik yaitu konsentrasi internal tubuhnya lebih rendah dibandingkan konsentrasi osmotik medianya. Air dan garam akan terus menerus keluar dari dalam tubuh, dan selanjutnya dapat menyebabkan ikan mengalami dehidrasi. Ikan akan minum banyak air untuk mengatasi masalah tersebut, kira-kira tiga kali lipat dibandingkan pada media hipoosmotik atau sekitar 0,3-1,5% dari berat tubuhnya perjam (Conte dalam Hoar, 1984).

Berdasarkan analisis statistik menunjukkan bahwa nilai kapasitas osmoregulasi pada perlakuan 6 jam pemaparan menunjukkan perbedaan yang nyata, semakin tinggi temperatur semakin rendah nilai kapasitas osmoregulasinya. Kenaikkan temperatur 10°C dapat menurunkan 0,0110 kapasitas osmoregulasi (Lampiran 36-39). Hal ini tidak sesuai dengan penelitian Lemiere *et al* (2002), yang melaporkan bahwa nilai kapasitas osmoregulasi udang cenderung berkurang ketika temperatur turun. Kejadian ini ditekankan pada salinitas media rendah maupun salinitas tinggi hingga mencapai salinitas 43 ppt. Pada salinitas tersebut, penurunan temperatur 4°C secara signifikan akan diikuti penurunan kapasitas osmoregulasi. Ketika osmoregulasi medium mendekati nilai isoosmotik (26,2 ppt), kapasitas osmoregulasi udang hanya sedikit dipengaruhi oleh penurunan temperatur.

Nilai kapasitas osmoregulasi juga berbeda nyata pada 12 jam pemaparan karena perbedaan pengaruh metode pemaparan (Lampiran 41-43). Nilai kapasitas osmoregulasi ikan dengan metode *indirect transfer* lebih besar daripada pemaparan *direct transfer*. Hal ini karena metode *indirect transfer* mempunyai waktu aklimasi sehingga ikan dapat beradaptasi. Ikan secara aktif menggunakan NaCl di air tawar dan secara aktif mensekresi NaCl pada saat berada di air laut. Aklimasi fisiologi insang membutuhkan waktu beberapa hari dalam lingkungan yang berbeda dengan cara mensintesis komponen sistem transport epitel dan mengubah morfologi dan jumlah sel-sel klorida. Penyesuaian osmoregulasi ini didukung oleh adanya hormon yang mempengaruhi perubahan dan metabolisme epitel. Hormon ini diantaranya hormon pertumbuhan dan hormon steroid, seperti kortisol yang mengubah struktur insang dalam air tawar ke air laut. Jika kondisinya sebaliknya namanya prolactin (Randall *et al.*, 2002).

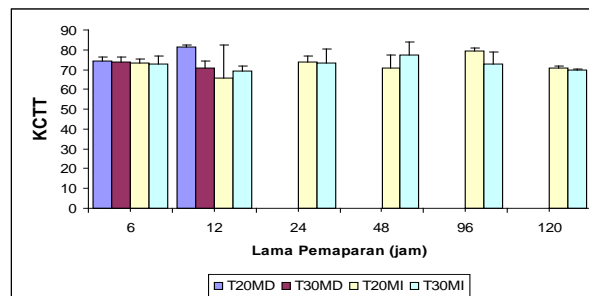
Hasil analisis statistik pemaparan *indirect transfer* pada 24, 48, 96 dan 120 jam pemaparan menunjukkan dengan perbedaan temperatur tidak mempengaruhi nilai kapasitas osmoregulasi ( $P > 0,05$ , Lampiran 45-47). Hal ini mengindikasikan bahwa ikan dengan perbedaan temperatur tidak menghasilkan perbedaan nilai kapasitas osmoregulasi ikan nila

merah (*Oreochromis sp.*). Hal ini sesuai dengan penelitian Sardella *et al* (2004), melaporkan bahwa peningkatan dan penurunan temperatur mengakibatkan penurunan kapasitas osmoregulasi pada *Tilapia hybrid (Oreochromis mossambicus* dengan *O. urolepis hornorum*).

Ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) yang mampu bertahan hidup adalah ikan yang telah teradaptasi perbedaan salinitas dengan perlakuan *indirect transfer*. Hal ini sesuai pernyataan Doudet (1992), menyatakan spesies hibrida dari genus *Oreochromis* dapat bertahan hidup jika dipindahkan secara *indirect transfer* dengan peningkatan salinitas 5 ppt. Kenaikkan salinitas secara bertahap sebesar 5 ppt per hari dapat membantu proses adaptasi dengan sempurna sehingga tingkat kelulusan hidup juga tinggi.

### Kandungan Air Tubuh Total

Rerata hasil perhitungan kandungan cairan tubuh total ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) setelah pemaparan 6 jam, 12 jam, 24 jam, 48 jam 96 jam dan 120 jam pada masing-masing perlakuan tersaji pada gambar 3.3. di bawah ini. Sedangkan hasil selengkapnya terdapat pada lampiran 31.



**Gambar 3.3. Rata-rata Kandungan Cairan Tubuh Pada Temperatur dan Metode Pemaparan Yang Berbeda**

Kandungan cairan tubuh ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) dalam penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ , lampiran 43-48) akibat perbedaan temperatur dan metode pemaparan, untuk lama waktu 6 jam pemaparan sampai 120 jam pemaparan juga tidak menghasilkan perubahan pada kandungan cairan tubuh totalnya. Rerata kandungan cairan tubuh total untuk tiap perlakuan dan lama waktu pemaparan berada pada nilai yang seragam. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) mampu mengatasi perubahan temperatur dan mampu beradaptasi pula dalam metode yang berbeda selama pemeliharaan, baik dalam perolehan cairan maupun kehilangan cairan yang berlebih dengan melakukan osmoregulasi.

Diouf *et al* (2000) dalam penelitiannya juga menyebutkan bahwa pada pemindahan spesies salmonid dari air tawar ke air laut mempengaruhi keseimbangan air dalam tubuh ikan. Kehilangan bobot tubuh terjadi pada air laut, sedangkan penambahan bobot tubuh terjadi pada saat berada di air tawar. Hal yang sama juga terjadi pada ikan bandeng dalam penelitian Khaerunnisa (2004), ikan bandeng yang dipaparkan pada salinitas 0-24 selama 28 hari pemeliharaan kandungan cairan tubuhnya tidak dipengaruhi oleh perubahan salinitas dan lama waktu pemaparan. Hal tersebut menunjukkan ikan bandeng mampu mempertahankan kondisi internal tubuhnya akibat perubahan salinitas lingkungan maupun lama waktu pemaparan.

Menurut Holliday *dalam* Hoar dan Randall (1969), kemampuan suatu organisme dalam mempertahankan diri terhadap perubahan salinitas tergantung pada kemampuan cairan tubuh dalam berfungsi minimal untuk jangka pendek pada selang yang tidak normal dari konsentrasi osmotik dan ionik tubuh (toleransi salinitas) dan kemampuan untuk meregulasi



cairan tubuh dalam menyesuaikan tekanan osmotik mendekati normal (regulasi salinitas). Kay (1998) menyatakan bahwa ikan yang mampu menjaga kondisi cairan internalnya dalam keadaan konstans tergolong mampu melakukan homeostasis.

### **Parameter Pendukung**

Pengamatan terhadap pH air tiap perlakuan dilakukan setiap ikan akan diambil darahnya. Kisaran pH air dalam penelitian ini adalah 7-8, hal ini sesuai dengan pernyataan Barus (2002), nilai pH ideal bagi kehidupan organisme air berkisar antara 7-8,5. Mc Connaughey & Zatolin (1983), pH air laut cenderung konstan dan dapat mencapai 8,31. dapat dikatakan pH penelitian ini masih berada dalam jangkauan toleransi bagi kehidupan ikan nila merah (*Oreochromis sp.*).

### **PUSTAKA**

- Arie, U. 1999. Pembenihan dan Pembesaran Nila GIFT. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Barus, T.A. 2002. Limnologi. Jurusan biologi FMIPA USU, Medan.
- Chen, J. C. and W. C. Chen. 2000. Salinity tolerance of *Heliotis diversicolor supertexta* at different salinity & temperatur. *Journal Aquaculture* 18: 191-203.
- Diouf, B., P. Rioux., P. U. Blier and D. Rojotte. 2000. Use of brook char (*Salvelinus fontinalis*) physiological responses to stress as teaching exercise. *The American Physiological Society, vol 23 no 1*
- Djarajah. A. S. 1995. Nila Merah Pembenihan dan Pembesaran Secara Intensif. Kanisius, Yogyakarta.
- Doudet, T. 1992. Brackish water tolerance of some special and hybrids of *Oreochromis* for use in Logoon, *Jurnal Aquaculture, 102: 275-288*. Evans, D. H. 1988. the Physiology of Fishes 2<sup>nd</sup> edition. CRC Press, New York
- Guner, Y., O. Osman, C. Hasmet, A. Muhammet, and K. Volkan. 2005. Effect of Salinity on the Osmoregulation of the Gills in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Ege University Izmir, Turkey.
- Guyton, A. C. 1995. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. ECG, Jakarta.
- Handeland, S.O; A. Berge, B.Th. Bjornsson and S.O. Stefansson. 1998. Effects of temperature and salinity on osmoregulation and growth of Atlantic salmon *Salmo salar* L. smolts in seawater. *Jurnal Aquaculture 168, 289-302*.
- Hoar, W. S. 1994. General and Comparative Physiology 3<sup>rd</sup> Edition. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- and D.J Randall. 1969. Fish Physiology Vol III : Excretion, ionic regulation and metabolism. Academic Press, New York.
- Imsland, A. K., S. Gunnarson, A. Foss and S. O. Stefansson. 2003. Gill Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ATP ase activity plasma chloride and osmolality in juvenil Turbot (*Scaphthalmus maximum*) reared at different temperatur and salinity. *Journal Aquaculture, 218: 671-683*.
- Kay, I. 1998. Introduction to Animal Physiology. Biological Sciences, Manchester Metropolitan University, UK.
- Khaerunnisa. 2004. Kandungan cairan tubuh total dan smolalitas plasma darah bandeng (*Chanos-chanos* Forskal) yang diaklimatisasikan dalam salinitas media pemeliharaan. Skripsi (tidak dipublikasikan). Fabio Unsoed, Purwokerto.
- Lemaire P., E. Bernard, J. A. Martinez-paz., and L. Chim. 2002. Combined effect of temperatur and salinity on Osmoregulation of Juvenil and Subadult *Penaeus stylirostris*. *Journal Aquaculture, 209: 307-371*.
- Lignot, J. H. , C. S. Pierot and G. Charmantier. 2000. Osmoregulatory capacity as a tool in monitoring the physiological condition and the effect of stress in Crustacean. *Jurnal Aquaculture, 239:497-507*
- Likongwe, J. S.; T. D. Stecko; J.R. Stauffer; R.F. Carline. 1996. Combined effect of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nila Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus.) *Jurnal Aquaculture 146, 37-46*.
- Kusrini, E., N. H. Kharisma A. Sucipto & M. Ahmad. 2007. Anatomi organ pencernaan ikan nila merah, *Oreochromis sp.* [http://aquamina.files.wordpress.com/2007/12/1\\_\\_lap-praktikum-fha.pdf](http://aquamina.files.wordpress.com/2007/12/1__lap-praktikum-fha.pdf) (fisiologi hwn air) diakses 20 april 2008



- Mc Connaughey, B. H. & Radioisotop Zatolin. 1983. Pengantar Biologi Laut I. Penerbit IKIP Semarang Press, Semarang.
- Meilina, W. 2007. Osmoregulasi dan Nilai Hematokrit Ikan Nila Gift (*Oreochromis* sp.) pada Salinitas dan Temperatur Air Berbeda. Skripsi (tidak dipublikasikan). Fabio Unsoed, Purwokerto.
- Randall, G., W. Burggren and K. French. 2002. *Animal Physiology, Mechanism and Adaptation*. W. H. Freeman and Company, New York.
- Sardella, Brian, Matey V.I., Cooper J.2., Gonzales R.J.2., and Brauner C.J. 2004. Mechanism of salinity tolerance in California Mozambique Tilapia (*Oreochromis mossambicus* X *O. urolepis hornorum*) exposed to salinities greater than seawater. Departemen of Zoology, University of British Columbia, Canada.
- Schmidt-Neilsen K. 1990. *Animal Physiology Adaptation and Environment* 4<sup>th</sup> edition. Cambridge University Press, Australia.
- Steel, R. G. D. And J. H. Torrie. 1981. *Principles and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach*. McGraw Hill, London.
- Sugiyono. 2005. *Statistika untuk Penelitian*. CV Alfabeta, Bandung.
- William A. W. 1988. *Osmoregulation, Red Drum, And Euryhaline Fish: Environmental Physiology*. A&M University, Texas
- Yuwono, E & P. Sukardi. 2001. *Fisiologi Hewan Air*. Fabio Unsoed, Purwokerto.



## PEMANFAATANNYA HUMIN DARI TANAH HUTAN BAKAU WANAWISATA TRITIH CILACAP UNTUK MENURUNKAN KESADAHAN AIR

**Roy Andreas dan Irmanto**

*Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : Klik disini dan ketik satu e-mail penulis*

The hardness water is not good for consumption cause can be resulted kidney disease. One of the methods which can be used to decrease hardness water is adsorption use humin. Humin is biggest fraction of humat materials that insoluble in acid, alcohol and base. The ability of humin for adsorp  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  caused by the existence of OH phenolic and carboxylic functional group which can be interacted with metal ion. The aim of this study is recognize humin characteristic from the soil of Wanawisata Tritih Cilacap, and ability of humin isolated for decreasing the hardness water. Humin was isolated from the Wanawisata Tritih Cilacap and purified use mixture of HCl:HF. Purified humin is characterised such as identify of functional group of humin, stipulating of water content, stipulating of dust content, obstetrical stipulating of total acidity content, carboxylic and OH phenolic functional group. Decreasing of hardness water was analysed with variation time 0; 10; 30; 60; 120; 180; 300; 600; 1200 and 1440 minutes. Humin that isolated from the soil of Wanawisata Tritih Cilacap have characteristic such as water content 15,23%; dust content 29,31%; total acidity content 500 cmol/Kg; carboxylic rate 160 cmol/Kg, and OH phenolic rate 340 cmol/Kg. Decreasing of hardness water was 49.35% with maximum time 1440 minutes (24 hours).

Key words : Hardness water, humin

### PENDAHULUAN.

Air yang akan digunakan sebagai air minum harus memenuhi syarat kriteria kualitas air yang aman dan dapat digunakan sebagai air minum. Parameter yang digunakan antara lain parameter fisika, kimia, bakteriologi dan radioaktivitas. Salah satu parameter kimia yang diuji adalah kesadahan air. Kadar kesadahan yang dianjurkan untuk air yang layak diminum adalah sebesar 10- 300 mg/L (Alaerts dan Santika, 1984). Kesadahan didefinisikan sebagai jumlah dari ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) terlarut dalam air. Kedua ion ini merupakan unsur kesadahan yang paling besar, walaupun beberapa logam lainnya juga termasuk unsur sadah, namun konsentrasinya dalam air alami sangat kecil. Pada umumnya air dengan kesadahan total lebih dari 200 mg/L (sebagai  $\text{CaCO}_3$ ) dikatakan air sadah (Hauser, 2002). Berbagai usaha telah banyak dilakukan untuk mengatasi kesadahan air yang tinggi, salah satunya adalah dengan metode adsorpsi. Bahan adsorben yang sering digunakan antara lain karbon aktif, tanah diatomea, zeolit dan lain-lain. Bahan alternatif lain yang dapat digunakan sebagai adsorben dengan harga yang relatif murah dan mudah diperoleh adalah tanah yang banyak mengandung humin.

Tanah tersusun dari komponen organik dan komponen anorganik. Komponen organik tanah terbagi dalam dua kelompok yaitu bahan humat dan non humat. Bahan non humat meliputi karbohidrat, asam amino, protein, lipid asam nukleat dan lignin. Bahan humat merupakan hasil akhir dekomposisi bahan tanaman di dalam tanah (Tan, 1994). Bahan humat bersifat reaktif karena mempunyai elektronegativitas yang besar. Gugus  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$  fenolat,  $-\text{OH}$  alkoholat serta gugus  $-\text{C}=\text{O}$  pada bahan humat mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi limbah cair zat warna. Humin merupakan fraksi yang tidak dapat larut dalam alkali, asam atau alkohol. Martin *et, al.*, (2004) menyatakan bahwa humin merupakan fraksi terbesar bahan humat. Sebagai fraksi bahan humat, humin memiliki gugus karboksilat dan gugus  $-\text{OH}$  fenolat yang dapat mengadsorpsi limbah cair zat warna, namun masih sedikit penelitian tentang humin dan pemanfaatan humin sebagai material adsorben logam-logam khususnya untuk menurunkan kesadahan air yang banyak mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ .



## METODE PENELITIAN

### *Waktu dan Tempat Penelitian*

Penelitian ini akan dilakukan selama 4 bulan di Laboratorium Kimia Anorganik Program Studi Kimia Jurusan MIPA Fakultas Sains dan Teknik UNSOED Purwokerto.

### *Alat dan Bahan*

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: eksikator; mortar; ayakan 100 mesh; neraca analitik; muffle furnace; spektroskopi infra merah (IR); pH meter; labu ukur 250 ml, 100 ml dan 10ml; pipet tetes, pipet seukuran 10 ml, erlenmeyer 250 ml, cawan porselen, corong, gelas piala, kertas saring dan pengaduk kaca. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tanah, NaOH, HCl, larutan Ca (II), Larutan Mg(II), akuades, larutan buffer fosfat dan buffer sitrat, larutan kloroform, polistirena, dan larutan aseton.

### *Prosedur Penelitian*

#### *Isolasi dan Pemurnian Humin (Aiken et al, 1985)*

Humin diisolasi dari tanah hutan bakau Wanawisata Tritih Cilacap. Sampel tanah dibersihkan dari kerikil dan pengotor dengan cara diayak. Sebanyak 30 gram sampel tanah yang telah dibersihkan diekstraksi dengan larutan NaOH 0,5 M dengan media botol plastik ukuran 1,5 liter kemudian ditambahkan gas nitrogen ( $N_2$ ), ditutup rapat dan dikocok dengan bantuan *shaker* selama 24 jam. Residu ekstraksi dipisahkan dari larutan dengan sentrifugasi pada kecepatan 2500 rpm selama 15 menit, lalu didekantasi. Selanjutnya, dilakukan pengasaman dengan menambahkan HCl 6 M hingga pH < 2. Residu disaring dengan saringan *buchner*, dibilas dengan larutan HCl 0,01 M dan dibebaskan dengan akuades kemudian dikeringudarkan. Humin yang diperoleh dari tahap ini merupakan humin kotor.

Ekstraksi humin dilanjutkan dengan tahap pemurnian. Humin kotor diekstraksi dengan larutan campuran HF-HCl sebanyak tiga tahap. Tahap pertama, humin kotor dicampur dengan (1:1 v/v) 0,2 M HCl dan 0,2 M HF selama 64 jam lalu disaring. Tahap kedua, residu yang diperoleh dimasukkan dalam campuran 1:1 HF (5,5) dan HCl (1,1 M) tiga kali selama satu jam, masing-masing didekantasi. Tahap ketiga, residu dimasukkan dalam larutan 5,5 M HF empat kali masing-masing selama 16 jam. Endapan dipisahkan dari pelarutnya dengan sentrifugasi pada kecepatan 2500 rpm selama 15 menit, didekantasi, dibilas dengan 0,1 M HCl dan terakhir dibilas dengan akuades empat kali. Residu yang diperoleh merupakan humin yang bebas pengotor. Selanjutnya humin dikeringudarkan, dihaluskan, diayak dengan ayakan 120 *mesh* lalu disimpan dalam desikator.

### *Karakterisasi Humin*

#### *Identifikasi gugus fungsional humin*

Humin kotor dan humin yang telah dimurnikan dikarakterisasi menggunakan metode spektroskopi infra merah (IR) untuk mengetahui gugus fungsinya.

#### *Penetapan Kadar Air*

Sebanyak 50 miligram humin hasil isolasi yang telah dikeringudarkan dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya. Cawan berisi humin tersebut dipanaskan dalam oven pada suhu 105 selama 24 jam dan didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang. Masing-masing dilakukan dua kali (duplo). Perhitungan kadar air dilakukan dengan rumusan sebagai berikut:



$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan :

A= massa humin sebelum pengeringan (gram)

B= massa humin setelah pengeringan (gram)

#### *Penetapan Kadar Abu*

Penetapan kadar abu dilakukan dengan pembakaran dalam tungku perapian (*furnace*) pada temperatur 440°C selama 6 jam, setelah dilakukan pengujian kadar air. Masing-masing dilakukan dua kali (*duplo*). Perhitungan kadar abu dilakukan dengan rumusan sebagai berikut,

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{Cx100}{B}$$

Keterangan :

B = berat benda uji kering oven (gram)

C = berat abu (gram)

#### *Penetapan keasaman total (Tan, 1994)*

Sebanyak 20 mg humin dimasukkan ke dalam erlenmeyer 125 mL dan ditambahkan 10 mL larutan Ba(OH)<sub>2</sub> 0,2 N dalam kondisi atmosfer nitrogen. Erlenmeyer ditutup rapat dan *dishaker* selama 24 jam pada temperatur kamar. Suspensi yang terbentuk disaring kemudian residu dibilas dengan aquades bebas CO<sub>2</sub>, filtrat dan air bilasan digabung lalu dititrasi secara potensiometri dengan larutan standar HCl 0,2 N hingga pH 8,4. Titrasi ini juga dilakukan pula terhadap larutan blangko yaitu larutan jenuh Ba(OH)<sub>2</sub> 0,2 N sebanyak 10mL. Perhitungan kemasaman total dilakukan dengan rumusan sebagai berikut,

$$\text{Error! Bookmark not defined. kemasamantotal} = \frac{(Vb - Vs) \times N \times 10^5}{\text{miligramsampel}} \text{ cmol / kg}$$

Keterangan :

Vb = volume HCl yang digunakan untuk mentitrasi blangko

Vs = volume HCl yang digunakan untuk mentitrasi sampel

N = normalitas larutan standar asam

#### *Penetapan kandungan gugus karboksilat (Tan, 1994)*

Sebanyak 20 mg humin dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 10 mL larutan Ba(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> 0,2 M dan 40 mL aquades bebas CO<sub>2</sub>. Dalam waktu yang sama juga dilakukan pula terhadap larutan blangko yaitu 10 mL larutan Ba(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> 0,2 M dan 40 mL aquades bebas CO<sub>2</sub> kemudian larutan *dishaker* selama 24 jam pada suhu kamar. Suspensi yang terbentuk disaring kemudian residu dibilas dengan air destilat bebas CO<sub>2</sub>. Filtrat dan air bilasan digabung, kemudian dititrasi dengan menggunakan larutan standar 0,1M NaOH hingga pH 9,8. Perhitungan kandungan gugus karboksilat dilakukan dengan rumusan sebagai berikut,

$$\text{Gugus - COOH} = \frac{(Vs - Vb) \times N \times 10^5}{\text{miligramsampel}} \text{ cmol / kg}$$

Keterangan :

Vb = volume NaOH yang digunakan untuk mentitrasi blangko

Vs = volume NaOH yang digunakan untuk mentitrasi sampel

N = normalitas larutan standar basa



### Penetapan kandungan gugus OH fenolat (Tan, 1994)

Kandungan gugus –OH fenolat merupakan selisih antara keasaman total dengan kandungan gugus –COOH. Perhitungan kandungan gugus OH fenolat dilakukan dengan rumusan sebagai berikut,

$$OH\ fenol = keasaman\ total - kandungan\ COOH$$

### Pemanfaatan Humin untuk menurunkan kesadahan air

Humin sebanyak 3 gram dimasukkan ke dalam gelas beker yang telah berisi 1 liter air yang akan diturunkan kesadahannya. Kemudian diaduk dengan menggunakan magnetik striter. Analisis kesadahan air dilakukan dengan variasi waktu 0 ; 10; 30; 60 ; 180; 300; 600 ; 1200 dan 1440 menit.

Prosedur penetapan kesadahan air adalah sebagai berikut :

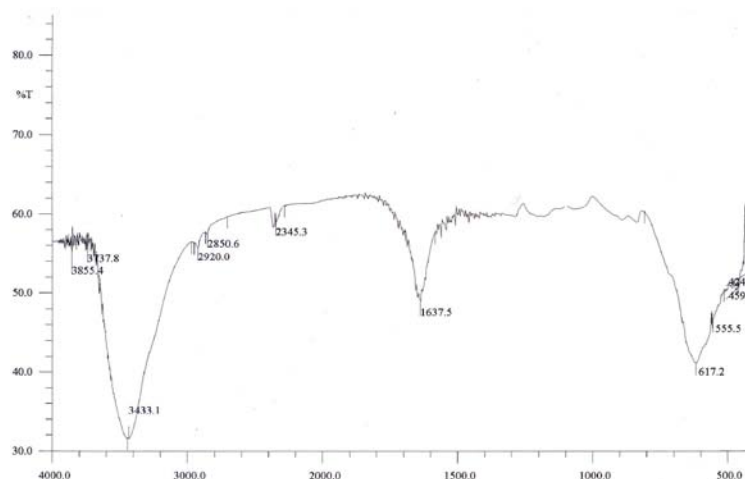
- Ambil 100 mL contoh air dengan gelas ukur, masukkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 mL
- Tambahkan 2 mL larutan buffer pH= 10 dan 0,2 g indikator EBT dalam NaCl.
- Titrasasi dengan larutan EDTA 1/56 M sampai terjadi perubahan warna dari merah anggur menjadi biru yang jelas

Keterangan:

Kesadahan air dinyatakan dalam derajat kesadahan jerman ( $D^0$ ) per liter  
 $1 D^0 = 10\ mg\ CaO\ per\ liter\ larutan\ EDTA\ 1/56 = 1\ mg\ CaO$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Humin hasil isolasi setelah proses pemurnian dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer inframerah Shimadzu FTIR-8201PC dengan sel KBr untuk mengetahui adanya gugus fungsional humin yang diharapkan mengandung gugus –COOH dan -OH fenolat. Hasil analisis kualitatif gugus fungsional humin setelah proses pemurnian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektrum IR Humin Hasil Isolasi Setelah Pemurnian

Spektrum IR humin setelah pemurnian menunjukkan adanya gugus –OH terlihat pada pita serapan dengan bilangan gelombang  $3433,1\ cm^{-1}$ . Bilangan gelombang  $1637,5\ cm^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur C=C aromatik atau C=O (keton terkonjugasi) mengikat hidrogen, sedangkan bilangan gelombang  $2920\ cm^{-1}$  dan  $2850,6\ cm^{-1}$  merupakan vibrasi ulur C-H alifatik.



Adanya –OH dari –COOH ditunjukkan dengan pita serapan pada bilangan gelombang 2345,3  $\text{cm}^{-1}$  (Aiken, et.all., 1985).

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Penetapan kadar air dilakukan dengan memanaskan humin pada suhu 105 selama 24 jam. Kadar abu suatu bahan adalah kadar residu hasil pembakaran semua komponen organik di dalam bahan yang biasanya berupa mineral. Penetapan kadar abu dilakukan dengan cara memanaskan humin kering pada suhu 400 selama 6 jam (SNI 13 - 6793, 2002). Penentuan gugus fungsional humin secara kuantitatif yaitu nilai keasaman total, gugus karboksilat dan gugus –OH fenolat dilakukan dengan metode titrasi potensiometri. Keasaman total atau kapasitas tukar senyawa humat tanah dikarenakan oleh kehadiran proton yang dapat terdisosiasi atau ion-ion H pada gugus-gugus karboksil aromatik dan alifatik dan gugus hidroksil fenolik (Tan, 1994). Hasil karakterisasi humin hasil isolasi terlihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Hasil karakterisasi humin**

	Kadar				
	Air (%)	Abu (%)	Keasaman total (cmol/kg)	Karboksilat (cmol/kg)	OH fenolat (cmol/kg)
Humin bersih	15,23	929,31	500	160	340

Efektifitas proses pemurnian akan makin tinggi apabila makin banyak mineral yang hilang dari humin. Abu yang dihasilkan merupakan residu proses pembakaran humin pada temperatur tinggi yaitu mineral, maka kadar abu dapat digunakan sebagai ukuran keberhasilan suatu proses pemurnian. Makin efektif proses pemurnian maka kadar abu semakin sedikit.

***Penggunaan Humin untuk menurunkan kesadahan air***

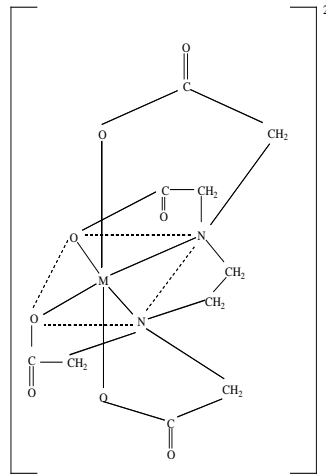
Air yang mempunyai sifat sadah tidak dapat dikonsumsi secara langsung. Air tersebut harus diproses terlebih dahulu. Penggunaan air sadah untuk minum tanpa diproses terlebih dahulu dapat menyebabkan penyakit batu ginjal atau kandung kemih. Hal ini disebabkan air sadah mengandung ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

Penurunan kesadahan dapat dilakukan dengan metode adsorpsi. Metode adsorpsi untuk menurunkan kesadahan air pada penelitian ini menggunakan humin sebagai adsorben. Air sadah diadsorpsi humin dengan variasi waktu 0 ; 10; 30; 60 ; 180; 300; 600; 1200 dan 1440 menit , kemudian dianalisis kesadahan totalnya. Kesadahan total merupakan jumlah ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang dapat ditentukan dengan metode titrasi. Analisis kesadahan total air pada penelitian ini menggunakan titrasi kompleksometri.

Titrasi kompleksometri meliputi reaksi pembentukan ion-ion kompleks ataupun pembentukan molekul netral yang terdisosiasi dalam larutan yang biasanya menggunakan EDTA ( Etilen Diamin Tetra Asetat ) sebagai pentiter. EDTA dapat bereaksi dengan ion logam seperti ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang terkandung dalam air sadah membentuk senyawa kompleks. Gambar 2 memperlihatkan struktur EDTA dalam mengkhelat logam.

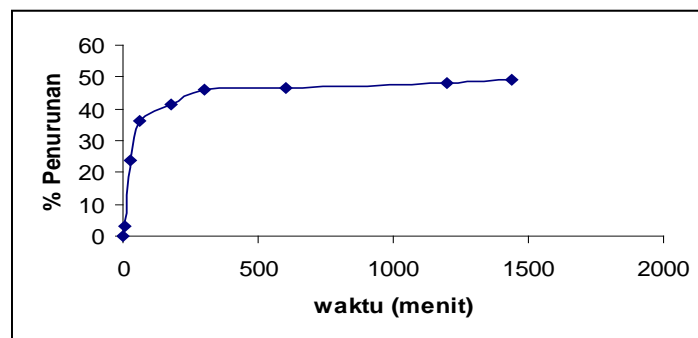
Pengendapan  $\text{CaCO}_3$  dapat terjadi pada sampel air sadah hasil adsorpsi, jika terjadi pengendapan akan mengurangi kadar kesadahan terlarut dalam air. Penambahan asam dapat mencegah terjadinya pengendapan  $\text{CaCO}_3$ . Pengenceran juga dapat mencegah terbentuknya endapan yang disebabkan kadar  $\text{Ca}^{2+}$  terlalu tinggi dalam larutan. Penambahan buffer ammonia-amonium klorida pH 10 dilakukan sebelum titrasi. Penambahan buffer pH 10 ini berfungsi untuk menstabilkan kompleks yang terjadi antara ligan EDTA dengan kation  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang ada dalam sampel air sadah, namun pH yang terlalu tinggi pada air sadah dapat

menyebabkan ion-ion kesadahan hilang dari larutan karena terjadi pengendapan  $Mg(OH)_2$  (Alaerts dan Santika, 1984).



**Gambar 2. Struktur EDTA mengkhelat logam (Day dan Underwood, 2002)**

Kadar kesadahan total air dari larutan campuran antara  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$  memiliki kesadahan yaitu 454,43 mg/L sebagai  $CaCO_3$ . Depkes RI menetapkan kadar kesadahan total maksimal untuk standar kualitas air minum yang diperbolehkan adalah 300 mg/L sebagai  $CaCO_3$ . Hasil penurunan kesadahan air menggunakan humin dapat terlihat pada gambar 3.



**Gambar 3. Penurunan kesadahan air menggunakan humin**

Gambar 3 menunjukkan penurunan kadar kesadahan total air oleh humin semakin meningkat dengan meningkatnya waktu kontak dan mencapai kesetimbangan pada waktu 1440 menit (24 jam). Waktu kesetimbangan yaitu waktu setelah permukaan adsorben jenuh atau telah tertutupi semua oleh adsorbat maka adsorben tidak mampu lagi mengadsorpsi adsorbat. Perpanjangan waktu kontak tidak memberikan pengaruh besar terhadap prosentase penurunan kesadahan air karena permukaan abu terbang telah jenuh. Permukaan adsorben yang telah jenuh oleh molekul teradsorpsi tidak akan mampu lagi untuk meningkatkan daya adsorpsinya meskipun konsentrasi adsorbat diperbesar (Lubis dan Nasution, 2002). Hasil penelitian diperoleh kesadahan pada waktu optimum sebesar 230,16 mg/L dengan persen penurunan sebesar 49,35 %.

## KESIMPULAN

1. Karakteristik humin hasil isolasi dari tanah bakau Wanawisata Tritih Cilacap memiliki kadar air 15,23 %; kadar abu 29,31 %; kandungan keasaman total 500 cmol/kg; kandungan gugus karboksilat 160 cmol/kg dan kandungan gugus -OH fenolat 340 cmol/kg.



2. Penurunan kesadahan air menggunakan humin hasil isolasi dari tanah bakau Wanawisata Tritih Cilacap sebesar 49,35 % dengan waktu optimum 1440 menit (24 jam)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, GR, D.M. McKnight, R.L. Wershaw, dan P. MacCarthy, 1985, "*Humic Substances in Soil Sediment and Water : Geochemistry, Isolation, and Characterization*", John Wiley & Son, New York.
- Alaerts dan Santika,S.S., 1987. Metode Penelitian Air. Penerbit Usaha Nasional Surabaya Indonesia
- Atastina, Praswasti dan Syarifudin., 2002., Penghilangan Kesadahan air yang mengandung ion Ca<sup>2+</sup> dengan menggunakan zeolit alam Lampung sebagai Penukar Kation. Universitas Indonesia, Jakarta
- Day, R. A. dan A. L Underwood,. 2002, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Erlangga, Jakarta
- Departemen Kesehatan RI., 1990., Standar Kesehatan Air minum, Depkes RI.. Jakarta
- Hauser, A.Barbara.2002. *Drinking Water Chemistry: A Laboratory Manual*. Lewis Publisher. United State of America
- Lubis, S. dan R. Nasution, 2002, Pemanfaatan Limbah Bubuk Kopi sebagai Adsorben pada Penurunan Kadar Besi (Fe Anorganik) dalam Air Minum, *Jurnal Natural* Volume 2. Nomor 2
- Martin, Netto dan Sergio C. Saab. 2004. *Studies of Semiquinone Free Radicals by ESR in the Whole Soil, HA, FA and Humin Substances*. J. Braz. Chem. Soc., Vol. 15, No. 1, 34-37
- SNI. 2002. *Metode Pengujian Kadar Air, Kadar Abu dan Bahan Organik dari Tanah Gambut dan Tanah Organik Lainnya*. SNI 13-6793-200
- Tan, K. H., 1994, "*Environment Soil Science*", Marcel Dekker Inc, New York.
- Winarni, E., 2004, Penentuan Kapasitas Penyerapan Zat Warna Batik Kongo Red oleh Arang Aktif Cangkang Biji Karet, *Skripsi*, Fakultas Sains Tek. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto (Tidak Dipublikasikan)



## STUDI BIOMORFOMETRIK KERANG TOTOK *P. erosa* DI LAGUNA SEGARA ANAKAN, CILACAP

Dewi Kresnasari<sup>1</sup>, Muhammad Zainuri<sup>2</sup>, Rudhi Pribadi<sup>2</sup>

1. Mahasiswa Magister SumberDaya Pantai, 2. Dosen fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang  
Email : dhewi\_ks@yahoo.com

Kerang Totok (*Polymesoda erosa*) merupakan kerang yang mempunyai nilai ekonomis karena merupakan salah satu sumber makanan laut yang memiliki protein tinggi dengan rasa yang cukup enak. Namun sayangnya masyarakat setempat mengeksploitasi kerang tersebut secara terus menerus untuk memenuhi kebutuhan pangan maupun usaha komersil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui biomorfometri dari kerang totok yang meliputi hubungan panjang dengan berat kering jaringan, tinggi dengan berat kering jaringan, tebal dengan berat kering jaringan, serta untuk mengetahui indeks kondisi dari kerang tersebut. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2010 yang berlokasi di Pulau Tiranggesik, Pulau Gombol dan Daerah Ujung Alang. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah *Sample Survey Method*. Sedangkan untuk penentuan stasiun sampling menggunakan metode pertimbangan (*purposive sampling methods*). Sampling dilakukan bulanan dan data yang diperoleh dianalisis dengan model regresi linear untuk mengetahui hubungan antara dimensi cangkang dengan berat kering jaringan serta indeks kondisi. Hasil pengukuran parameter morfologi dari kerang totok menunjukkan sifat pertumbuhan allometri positif ( $b > 3$ ) untuk hubungan antara panjang dengan berat kering jaringan pada semua lokasi penelitian. Hubungan antara tinggi cangkang dengan berat kering jaringan menunjukkan sifat pertumbuhan allometrik positif ( $b > 3$ ) untuk lokasi Tiranggesik dan Ujung Alang, Sedangkan sifat pertumbuhan allometrik negatif ( $b < 3$ ) terdapat pada daerah Gombol. Hubungan antara tebal cangkang dengan berat kering jaringan menunjukkan allometrik negatif ( $b < 3$ ) pada semua lokasi penelitian. Indeks kondisi kerang totok yang tertangkap selama penelitian dominan dalam kategori sedang (2,5 - 4,5) berjumlah 651 ekor (daerah Tiranggesik), 1078 ekor (daerah Gombol) dan 738 ekor (daerah Ujung Alang). Pada kategori gemuk ( $> 4,5$ ) terdapat 447 ekor (daerah Tiranggesik), 137 (daerah Gombol) dan 174 (daerah Ujung Alang). Pada kategori kurus terdapat 25 ekor (daerah Tiranggesik), 63 ekor (daerah Gombol) dan 58 ekor (daerah Ujung Alang).

**Key words :** Kerang Totok (*P.erosa*), Pertumbuhan, Von Bertalaffy, Segara Anakan, Cilacap

### PENDAHULUAN

Kerang merupakan salah satu jenis moluska yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber bahan pangan alternatif. Salah satu dari sekian banyak jenis kerang di Indonesia yang sudah dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan alternatif adalah *Polymesoda erosa*. Kerang Totok *P. erosa* termasuk dalam famili Corbiculidae yang hidup di ekosistem mangrove dan banyak dijumpai di kawasan Indo-Pasifik Barat yaitu mulai dari India, Malaysia, Indonesia, Thailand, Vietnam, Burma, Philipina (Morton, 1984); Australia Utara (Gimin *et al.*, 2004) dan Amerika Tengah (Campos *et al.*, 1998). Di Indonesia kerang ini dapat dijumpai di daerah Irian dan Sulawesi (Dwiono, 2003; Widowati *et al.*, 2007), Kalimantan (Anwar, 2009; Amin, 2009) dan Segara Anakan Jawa Tengah (Hartati *et al.*, 2005; Widowati *et al.*, 2004).

Masyarakat Kampung Laut Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah, mengenal *P. erosa* sebagai Kerang Totok. Masyarakat setempat memanfaatkan kerang tersebut baik sebagai sumber bahan pangan alternatif untuk meningkatkan konsumsi gizi keluarga karena daging kerang tersebut mengandung protein yang cukup tinggi maupun sebagai sumber mata pencaharian dengan menjual kerang tersebut ke pasaran.

Namun demikian, meningkatnya permintaan pasar akan Kerang Totok (*P.erosa*) segar, berakibat pula tingginya penangkapan terhadap Kerang Totok (*P. erosa*) di alam. Berdasarkan kondisi demikian, maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui pertumbuhan



kerang tersebut, sehingga diharapkan dapat diperoleh suatu acuan untuk menentukan umur dan waktu yang tepat dalam upaya pemanfaatan dengan tetap mempertahankan kelestarian populasi alaminya.

### BAHAN DAN METODA

Penelitian ini berlokasi di Segara Anakan Cilacap (07°40'51,7" LS - 07°40'60,2" LS dan 108°49'16,5" BT - 108°50'33,2" BT) dan dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2010 dengan periode pengambilan sampel dilakukan secara bulanan. Metoda penelitian yang digunakan yaitu purposive sampling yaitu mengambil sampel populasi dari suatu tempat yang telah ditentukan sebelumnya dengan melihat ciri-ciri atau sifat-sifat populasi yang dipilih secara khusus berdasarkan tujuan penelitian (Usman dan Purnomo, 2008). Pertimbangan yang diambil dalam menentukan stasiun sampel adalah bahwa pada kawasan hutan mangrove Segara Anakan tidak semuanya terdapat Kerang Totok *P.erosa* (*site specific*) dan kondisi hutan mangrove sebagai habitatnya. Dengan demikian, dalam penentuan stasiun ini hanya ditentukan pada daerah yang terdapat Kerang Totok *P.erosa* seperti Tiranggesik (stasiun 1), Pulau Gombol (stasiun 2) dan Ujung alang (stasiun 3). Setiap stasiun terdapat sembilan titik yang berbeda pada setiap periode pengambilannya dengan menggunakan transek kuadrat berukuran 5 m x 5 m x 10 cm (kuantitatif).

Sampel Kerang Totok *P.erosa* diambil seluruhnya dengan mempergunakan tangan pada saat air surut terendah agar memudahkan dalam pencarian dan pengambilan sehingga dapat memperkecil kemungkinan tidak terambilnya seluruh sampel. Kerang yang sudah diambil dikumpulkan dalam kantong plastik yang diberi sedikit air laut. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar suhu di dalam kantong plastik tidak terlalu panas.

Laju pertumbuhan kerang totok *P.erosa* dapat digambarkan melalui histogram frekuensi panjang yang dibagi dalam cohort. Analisis pemisahan kelompok-kelompok umur kerang berdasarkan ukuran panjang dengan menggunakan metode Petersen sebagai dugaan awal. Metode ini merupakan salah satu grafis untuk memisahkan data sebaran frekuensi panjang ke dalam beberapa distribusi normal (Effendie, 1979; Sparre dan Vanema, 1999; Schweers *et al.*, 2006; Bagher *et al.*, 2007; Ramesh, *et al.*, 2009). Pendugaan parameter pertumbuhan Von Bertalanffy yang diperoleh digunakan persamaan "Gulland dan Holt plot" untuk parameter  $L_{\infty}$  sedangkan untuk parameter  $k$  dan  $t_0$  dengan persamaan Von Bertalanffy plot.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan kerang *P.erosa* dapat diamati dengan melihat pertambahan ukuran cangkang kerang. Secara umum pengukuran panjang merupakan salah satu parameter untuk mengetahui pertumbuhan kerang. Metode pengukuran pertumbuhan Kerang Totok *P.erosa* dengan menggunakan aplikasi metoda Pettersen menunjukkan hasil estimasi pertumbuhan panjang cangkang berkisar 5,5 – 6,34 cm di Stasiun 1. Hasil estimasi pertumbuhan cangkang berkisar 5,15 – 6,83 cm di Stasiun 2 dan hasil estimasi pertumbuhan cangkang berkisar 5,8 – 7,0 cm di Stasiun 3. Hasil selengkapnya disajikan pada tabel 1, 2 dan 3 serta gambar 1, 2, dan 3.

**Tabel 1. Estimasi pertumbuhan panjang cangkang Kerang Totok *P.erosa* di Stasiun 1**

No	▲t (hari)	L1 (cm)	L2 (cm)	▲L (cm)	Lt (cm)	▲L/ ▲t (cm/hari)
1	30	5.5	6	0.5	5.75	0.01667
2	30	6	6.34	0.34	6.17	0.01133

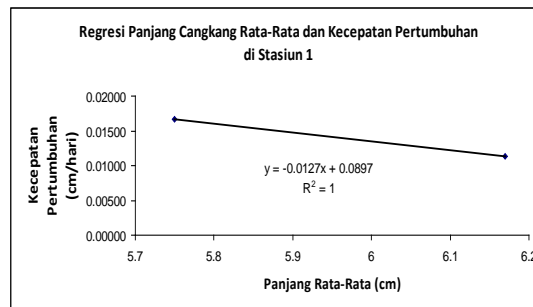


Tabel 2. Estimasi pertumbuhan panjang cangkang Kerang Totok *P.erosa* di Stasiun 2

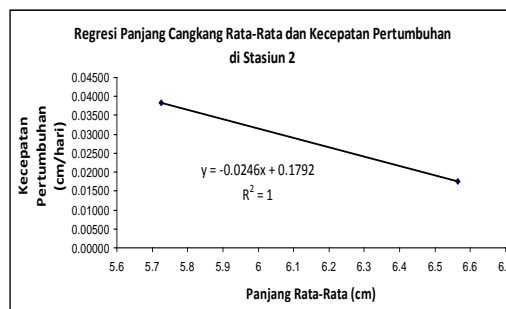
No	▲ t (hari)	L1 (cm)	L2 (cm)	▲ L (cm)	Lt (cm)	▲ L/ ▲ t (cm/hari)
1	30	5.8	6.5	0.7	6.15	0.02333
2	30	6.5	7	0.5	6.75	0.01667

Tabel 3. Estimasi pertumbuhan panjang cangkang Kerang Totok *P.erosa* di Stasiun 3

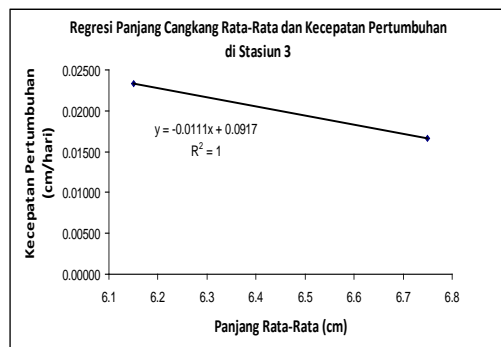
No	▲ t (hari)	L1 (cm)	L2 (cm)	▲ L (cm)	Lt (cm)	▲ L/ ▲ t (cm/hari)
1	30	5.15	6.3	1.15	5.725	0.03833
2	30	6.3	6.83	0.53	6.565	0.01767



Gambar 1. Regresi panjang cangkang rata-rata dan kecepatan pertumbuhan Kerang Totok (*P. erosa*) di Stasiun 1



Gambar 2. Regresi panjang cangkang rata-rata dan kecepatan pertumbuhan Kerang Totok (*P. erosa*) di Stasiun 2

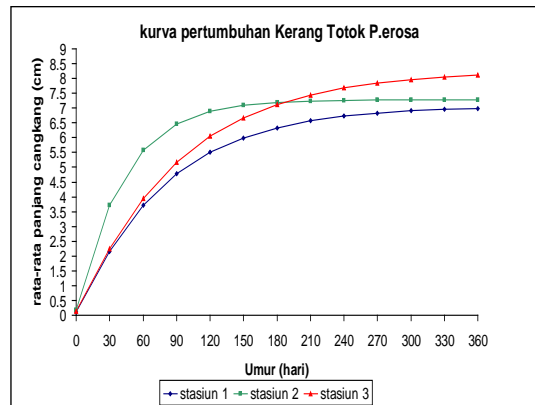


Gambar 3. Regresi panjang cangkang rata-rata dan kecepatan pertumbuhan Kerang Totok (*P. erosa*) di Stasiun 3

Nilai a dan b pada persamaan regresi digunakan untuk menghitung parameter K, dengan pendekatan Gulland dan Holt, sedangkan  $t_0$  dihitung menggunakan rumus empiris



kemudian diperoleh persamaan pertumbuhan von Bertalanffy untuk Stasiun 1, yaitu:  $L_t = 7,06299 (1 - 2,71828^{-0,0127(t+1,34156)})$ , Stasiun 2 yaitu :  $L_t = 7,28455 (1 - 2,71828^{-0,0246(t+1,03981)})$  dan Stasiun 3, yaitu:  $L_t = 8,26126 (1 - 2,71828^{-0,0111(t+1,3831)})$ . Nilai tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang cangkang di stasiun 2 lebih cepat dibandingkan di stasiun 1 dan 3, sedangkan nilai panjang cangkang maksimal tertinggi diperoleh pada stasiun 3 dan terendah pada stasiun 1 (Gambar 4). Berdasarkan hasil penelitian, hasil estimasi kelompok umur populasi *P. erosa* pada stasiun 1 diperoleh nilai koefisien pertumbuhan panjang asimtotik atau panjang infinity ( $L_\infty$ ) sebesar 7,06299 dengan koefisien pertumbuhan (K) sebesar 0,0127, pada stasiun 2 diperoleh nilai koefisien pertumbuhan panjang asimtotik atau panjang infinity ( $L_\infty$ ) sebesar 7,28455 dengan koefisien pertumbuhan (K) sebesar 0,0246 dan pada stasiun 3 diperoleh nilai koefisien pertumbuhan panjang asimtotik atau panjang infinity ( $L_\infty$ ) sebesar 8,26126 dengan koefisien pertumbuhan (K) sebesar 0,0111. Hal ini terkait dengan ketersediaan makanan dan kondisi lingkungan di stasiun 2 menunjang pertumbuhan kerang totok sehingga pertumbuhan untuk mencapai panjang cangkang maksimum ( $L_\infty$ ) lebih cepat dibandingkan di Stasiun 1 dan 3.



$$L_t = 8,26126 (1 - 2,71828^{-0,0111(t+1,3831)})$$

$$L_t = 7,28455 (1 - 2,71828^{-0,0246(t+1,03981)})$$

$$L_t = 7,06299 (1 - 2,71828^{-0,0127(t+1,34156)})$$

**Gambar 4. Kurva pertumbuhan *P. erosa* pada stasiun 1, 2 dan 3**

Nilai  $L_\infty$  yang berbeda menurut Widodo (1986); Sparre dan Vanema (1999); Gosling (2003), berkaitan erat dengan makanan dan kondisi perairan. Nilai k yang berbeda terkait dengan laju metabolisme. Nilai k yang meningkat menunjukkan bahwa semakin cepat organisme mencapai panjang maksimum. Pertumbuhan suatu biota dipengaruhi oleh makanan baik jenis dan jumlahnya untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Selain asupan makanan, faktor lingkungan juga mempengaruhi pertumbuhan (Effendie, 1979; Steffani dan Branch 2003). Hal tersebut juga diperjelas oleh Gosling (2003), bahwa pertumbuhan suatu biota sangat berkaitan dengan pola atau kebiasaan makan, sedangkan kebiasaan makan suatu biota dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan.

Nilai  $L_\infty$  paling kecil terdapat pada stasiun 1. Hal ini disebabkan lokasi pada stasiun 1 cenderung terbuka sehingga kondisi lingkungannya lebih berfluktuatif dibandingkan stasiun lainnya. Kondisi yang demikian akan mempengaruhi pertumbuhan kerang, karena energi yang diperoleh dari makanan lebih banyak digunakan untuk proses adaptasi, walaupun ketersediaan makanan tercukupi. Proses adaptasi ini membutuhkan energi yang cukup tinggi, di mana energi tersebut akan diambil dari protein yang terdapat di dalam makanan. Tentunya proses ini menghambat pertumbuhan kerang karena protein yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan akan diuraikan menjadi energi untuk adaptasi dengan lingkungannya. Berbeda





dengan stasiun 3 yang mempunyai nilai  $L_{\infty}$  paling besar. Lokasi pada stasiun 3 cenderung lebih tenang dan tertutup. Dengan demikian energi yang berasal dari makanan akan digunakan oleh tubuh untuk metabolisme, pergerakan, produksi organ seksual, perawatan bagian tubuh atau mengganti sel-sel yang sudah tidak terpakai sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan ukuran.

Kecepatan pertumbuhan di stasiun 2 paling cepat diantara stasiun lainnya. Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan pertumbuhan kerang yaitu faktor makanan. Kerang Totok merupakan jenis bivalvia yang hidup di daerah pasang surut, kegiatan pencarian makan akan dipengaruhi oleh gerakan pasang surut air. Selama air pasang, kerang akan secara aktif menyaring makanan yang melayang dalam air (*filter feeding*) yang diperoleh dari lingkungannya. Partikel - partikel organik tersebut berasal dari serasah mangrove yang akan mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme menjadi detritus. Jumlah serasah tersebut akan berdampak pada kuantitas detritus yang dihasilkan. Detritus inilah yang menjadi sumber makanan bernutrisi tinggi untuk berbagai jenis organisme perairan (khususnya detritifor) yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh organisme tingkat tinggi dalam jaring-jaring makanan.

Produksi serasah disuatu wilayah akan dipengaruhi oleh kerapatan mangrove. Menurut Zamroni dan Rohyani (2008), kerapatan pohon mempengaruhi produksi serasah. Meningkatnya kerapatan pohon akan terkait erat dengan produksi serasah. Hal ini sesuai dengan pengamatan di lapangan bahwa kerapatan mangrove tertinggi terdapat stasiun 2 yaitu sebesar 733 ind/ha dan kerapatan mangrove terendah terdapat pada stasiun 3 sebesar 337 ind/ha. Selain tingkat kerapatan, laju produksi serasah juga dipengaruhi oleh jenis mangrove dan umurnya. Spesies mangrove yang paling mendominasi di stasiun 2 adalah *Avicennia alba*. Menurut Lacerda *et al.*, (1995) dan Siswanto (2003), *Avicennia* sp. dan *Rhizophora* sp. menghasilkan serasah yang dua kali lebih cepat terdekomposisi dan merupakan penyumbang karbon lebih banyak dibandingkan *S. alba*. Hal ini menjelaskan ketercukupan kesediaan makanan pada stasiun 2 dan 3, dibandingkan dengan stasiun 1, yang diapresiasi oleh biota Kerang Totok (*P. erosa*) dalam bentuk pertumbuhan yang lebih baik.

#### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih disampaikan Biro Kerjasama Luar Negeri, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional yang telah memberikan Beasiswa melalui Program Double Degree, Program Beasiswa Unggulan Bidang Perencanaan dan Pengelolaan Sumberdaya Kelautan, Program Magister Manajemen Sumberdaya Pantai, Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang, sehingga terlaksananya program dan penelitian ini.

#### **PUSTAKA**

- Amin, R. 2009. *Potensi Kerang Kepah (Polymesoda erosa) di Perairan Pemangkat Sambas Kalimantan Barat*. Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Anwar, K. 2009. *Ekobiologi Dan Pola Distribusi Ukuran Kerang Kepah (Polymesoda erosa) di Perairan Pantai Peniti Kabupaten Pontianak Kalimantan Barat*. Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Bagher, N. S. M., Negar, G., Preetha, K dan Simin, D.M. 2007. *Population Growth of the Venerid Bivalve Circenita callipyga in the Hendijan Coast, Persian Gulf*. Pakistan Journal of Biological Sciences. Vol 10 (18) : 3185 – 3189.
- Campos, Eleazar Ruiz., Peña, Jorge Cabrera., Cruz Rafael A., Palacios, José A. 1998. *Crecimiento y ciclo reproductivo de Polymesoda radiata (Bivalvia:Corbiculidae) en Costa Rica*. Rev. biol. Trop. Vol.46 (3) : 1 - 6
- Dwiono, S.A.P. 2003. *Pengenalan Kerang Mangrove, Geloina erosa dan Geloina expansa*. Balitbang Sumberdaya Laut, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta. Oceana, Vol. XXVIII, No. 2 : 31 - 38.



- Effendie, M.1.1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 111 hal.
- Gimin, R; Mohan, R;Thinh, L.V.; and Griffiths, A.D. 2004. *The Relationship of dimension and shell volume to live weight and soft tissue weight in the mangrove clam, Polymesoda erosa (Solander, 1786) from notherm Australia Articles Naga*. Worldfish Centre Quarterly. Vol. 27 No. 3 & 4 Jul-Dec 2004 Pp. 32-35
- Gosling, E. 2003. *Bivalve Molluscs. Biology, Ecology and Culture*. Fishing News Books, a division of Blackwell Publishing. 443 hal.
- Hartati, R., I. Widowati dan Y. Ristiadi. 2005. *Histologi Gonad Kerang Totok P.erosa Polymesoda erosa (Bivalvia : Corbiculidae) dari Laguna Segara Anakan, Cilacap*. Jurnal Ilmu Kelautan. Vol 10 (3) : 119 – 125.
- L. D. Lacerda, L. D., V. Ittekkot dan S. R. Patchineelam. 1995. Biogeochemistry of Mangrove Soil Organic Matter: a Comparison Between *Rhizophora* and *Avicennia* Soils in South-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Vol 40 : 713–720.
- Morton, B.1984. *A Review of Polymesoda erosa (Geloina) Gray 1842 (Bivalvia: Corbiculidae) from Indo-Pasific Mangroves*. Journal Asian Marine Biology. pp77 – 86.
- Ramesh, R., Ravichandran, R dan Rameshkumar, G. 2009. Analysis of Age and Growth Rate of *Turbo brunneus*. World Journal of Dairy and Food Sciences. 4 (1) : 56-64.
- Schweers, T., Wolff, M., Koch, V. dan Duarte, F. S. 2006. *Population dynamics of Megapitaria squalida (Bivalvia: Veneridae) at Magdalena Bay, Baja California Sur, Mexico*. Journal International Biol Trop. Vol. 54 (3): 1003-1017.
- Siswanto. 2003. Produktivitas Serasah dan Dekomposisi Daun Mangrove di Kawasan Hutan Mangrove Segara Anakan, Cilacap. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Steffani, C. N dan George M. Branch. 2003. Growth rate, condition, and shell shape of *Mytilus galloprovincialis*: responses to wave exposure. Marine Ecology Progress Series. Vol. 246: 197–209.
- Usman, H. dan Purnomo, S.A. 2008. *Metodologi Penelitian Sosial*. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta.
- Widodo, J. 1986. Population Dynamics Models For Population Analysis In Fisheries. Oseana. Vol XI (1) : 11 – 16. ISSN 0216-1877.
- Widowati, I., Dwiono, S.A.P dan Hartati, R. 2004. *Laporan Penelitian : Kajian Bioreproduksi dan Biogenetik Kerang Totok Polymesoda erosa dan Aplikasinya dan Budidayanya Sebagai Upaya Restocking dan Pelestariannya di Kawasan Konservasi Segara Anakan, Cilacap*. Riset Unggulan Terpadu IX. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional. (Unpublish).
- Widowati, I., Suprijanto, Y dan R. Pribadi. 2007. *Kajian Dampak Tailing PT. Free Port Terhadap Perairan Muara Ajkwa dan Sekitarnya*. PT. Ecostar Engenering.
- Zamroni, Y dan Rohyani, I. S. 2008. *Produksi Serasah Hutan Mangrove Di Perairan Pantai Teluk Sepi, Lombok Barat*. Biodiversitas. Vol 9 (4) : 284-287.



## TINGKAT KEMATANGAN GONAD BETINA KERANG TOTOK (*Polymesoda erosa*) DARI SEGARA ANAKAN CILACAP

Ani Suryanti<sup>1</sup>, Ita Widowati<sup>2</sup>, dan Supriharyono<sup>2</sup>

1. Program Double Degree Manajemen Sumberdaya Pantai, Universitas Diponegoro, Semarang, 2. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang  
Email : yanti\_ajb@yahoo.co.id

Kerang Totok (*Polymesoda erosa*) banyak dijumpai di ekosistem hutan mangrove Segara Anakan Cilacap. Penelitian bertujuan untuk mengetahui Tingkat Kematangan Gonad (TKG) kerang Totok betina secara makroskopik dan mikroskopik. Sampel kerang diambil dari enam stasiun yaitu Pulau Tiranggesit, Gombol, Ujung Alang, Kembangkuning, Sapuregel dan Jojok Segara Anakan Cilacap. Sampel kerang yang diambil adalah 12 ekor pada tiap stasiun atau sama dengan 54 ekor kerang. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Februari 2010. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerang Totok ada pada stadia UND (unidentified) dan gonad betina ada pada tiga tingkat kematangan gonad. Diameter oosit segar lebih besar daripada diameter oosit yang diukur pada preparat gonad. Diameter oosit meningkat sejalan dengan meningkatnya kematangan gonad. Diameter rata-rata oosit dalam preparat gonad pada tingkat kematangan gonad 1, 2 dan 3 berturut-turut yaitu 59,16  $\mu\text{m}$ ; 67,00  $\mu\text{m}$  dan 76,83  $\mu\text{m}$ ; sedangkan diameter rata-rata oosit yang diukur pada oosit segar berturut-turut yaitu 66,95  $\mu\text{m}$ ; 77,44  $\mu\text{m}$  dan 96,91  $\mu\text{m}$ .

*Key words* : TKG, oosit, *polymesoda erosa*, Cilacap

### PENDAHULUAN

Spesies *Polymesoda erosa* hidup di ekosistem hutan mangrove dan banyak dijumpai di hutan mangrove Indo-Pasifik barat, mulai dari India sampai Vanuatu; sebelah utara sampai selatan dari kepulauan Jepang dan sebelah selatan Queensland serta New Caledonia, termasuk di dalamnya kepulauan di Indonesia (Poutiers, 1998). Di Indonesia *P. erosa* dilaporkan terdapat di hutan mangrove Papua dan Makasar (Dwiono, 2003), Kalimantan Barat Kabupaten Sambas (Amin, 2009), Nanggroe Aceh Darussalam Kabupaten Aceh Besar (Ali, 2007) dan Segara Anakan Cilacap Jawa Tengah (Widowati *et al.*, 2003).

Masyarakat di sekitar Segara Anakan Cilacap mengenal *P. erosa* sebagai kerang totok. Kerang ini dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber protein hewani. Pemanfaatan kerang Totok oleh masyarakat sampai dengan saat ini masih mengandalkan hasil tangkapan langsung di perairan mangrove Segara Anakan. Kondisi ini, apabila berlangsung terus menerus dikhawatirkan akan menghambat perkembangbiakan dan kelestarian hidup kerang Totok.

Gonad adalah organ tubuh yang paling berperan dalam proses perkembang biakan *P. erosa*. Perkembangan gonad terjadi secara bertahap, kondisi perkembangan gonad *P. erosa* untuk mencapai tahap kematangan berbeda dari satu tahap ke tahap berikutnya. Perkembangan gonad dapat dilihat secara visual dari perubahan ukuran dan warna. Oosit yang terdapat didalam gonad merupakan sel gamet betina yang memegang peranan penting dalam kelangsungan proses reproduksi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati tingkat kematangan gonad (TKG) kerang Totok Betina secara makroskopis dan mikroskopis.

### BAHAN DAN METODE

Pengambilan sampel *P. erosa* dilakukan pada bulan Januari 2010 di perairan mangrove Segara Anakan Cilacap. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode transek kuadrat di 6 (enam) stasiun. Tiga buah transek berukuran 5 X 5 m dibuat pada tiap stasiun. Identifikasi sampel secara makroskopis dilakukan di laboratorium Perairan Tawar Jurusan Perikanan dan



Kelautan Fakultas Sains dan Teknik UNSOED. Analisis histologi dilakukan di laboratorium Mikroanatomi Fakultas Kedokteran Hewan UGM.

Penentuan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) dilakukan dengan cara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis yaitu pengamatan secara visual berdasarkan ciri-ciri tingkat kematangan gonad. Tingkat kematangan gonad (TKG) kerang Totok (*P. erosa*) secara mikroskopis dilakukan pada preparat gonad berdasarkan klasifikasi TKG Mason (1983) yang telah dimodifikasi Widowati *et al.*, (2003) dari 7 tingkat kematangan gonad dimodifikasi menjadi 3 tingkatan (Tabel 1).

Pembuatan preparat gonad dilakukan pada individu kerang yang berada pada TKG yang berbeda. Pembuatan preparat gonad dilakukan secara histologi klasik melalui prosedur rutin yaitu: Pengambilan organ (gonad), Fiksasi, Dehidrasi, Penjernihan (*Clearing*) dengan Xylol, Infiltrasi Xylol dan Parafin, Penanaman sampel (*Embedding*) dengan parafin, Pemotongan atau pengirisan sampel (*Section*), Penempelan obyek, Deparafinasi, Pewarnaan dengan hematoxilin dan eosin (Bucke, 1989). Pengukuran diameter oosit dilakukan dengan mikrometer sebanyak 30 butir oosit tiap TKG. Pengukuran diameter oosit dilakukan pada sampel oosit segar dan oosit pada preparat gonad.

Diameter oosit yang diukur sebanyak 30 (tiga puluh) butir dengan ulangan 3 kali. Apabila oosit tidak persis bulat, diameter oosit dihitung berdasarkan rumus Pangni (2008) sebagai berikut:

$$D = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

Keterangan :

D = Diameter oosit

D<sub>1</sub> = Diameter terpanjang

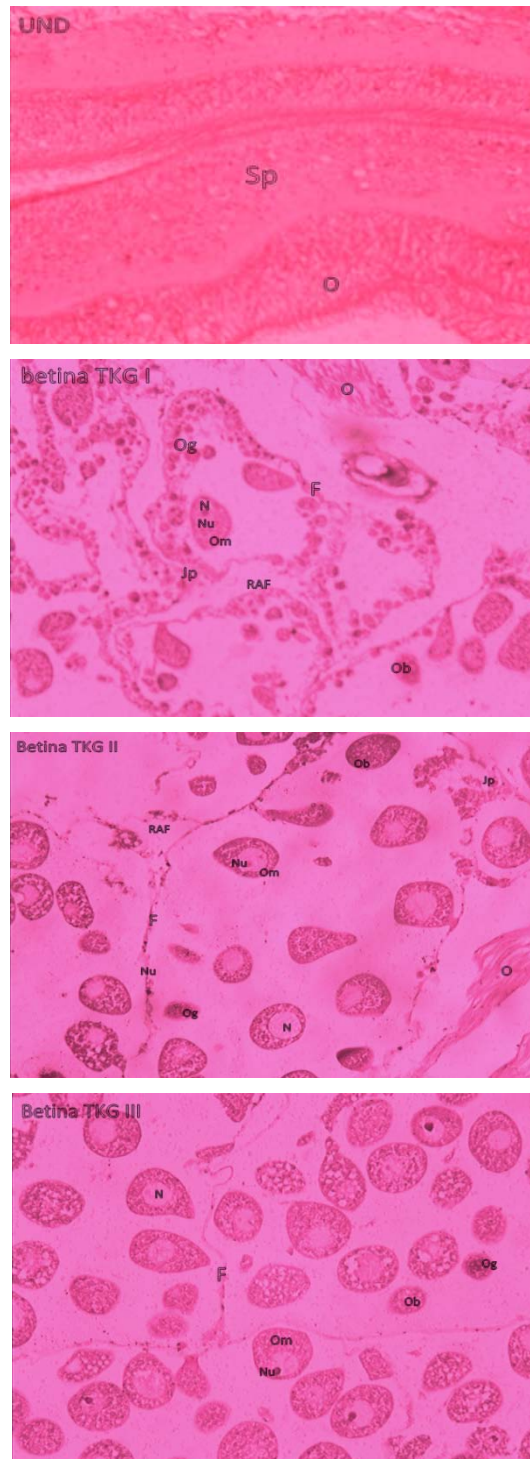
D<sub>2</sub> = Diameter terpendek

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan gonad kerang totok betina secara makroskopis diperoleh tiga tingkatan kematangan gonad yaitu TKG I, TKG II dan TKG III serta UND merupakan stadia dimana tidak terlihat adanya gonad sehingga belum dapat dibedakan jantan dan betina. Hal ini sesuai dengan penelitian hartati *et al.*, (2005). Penentuan TKG kerang totok berdasarkan klasifikasi TKG (Mason, 1983 *dimodifikasi* Widowati *et al.*, 2003).

**Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Kematangan Gonad (TKG) Jantan dan Betina *P. erosa* (Mason, 1983 Modifikasi Widowati *et al.*, 2003).**

Stadia	Ciri - Ciri
UND	Untuk tahapan ini gonad belum dapat dibedakan antara jantan dan betinanya. Gonad belum terlihat dan seluruh jaringan pencernaan dapat dilihat dengan mata.
Jantan TKG I & Betina TKG I	Gonad mulai berkembang walaupun masih tipis, gonad jantan berwarna putih agak kekuningan. Sedangkan gonad betina warnanya coklat muda. Jaringan pencernaan masih dapat terlihat dengan mata berwarna coklat kehijauan. Penutupan jaringan pencernaan oleh gonad sekitar < 60%.
Jantan TKG II & Betina TKG II	Gonad semakin berkembang dan semakin tebal, warna gonad jantan putih kekuningan. Sedangkan gonad betina berwarna coklat. Sebagian jaringan pencernaan tidak terlihat karena tertutup oleh perkembangan gonad. Penutupan gonad terhadap jaringan pencernaan sekitar 60–90 %.
Jantan TKG III & Betina TKG III	Gonad sudah berkembang sempurna. Pada fase ini warna gonad jantan semakin putih kekuningan. Sedangkan gonad betina berwarna coklat kehitaman. Jaringan pencernaan sudah tertutupsekitar > 90 % oleh gonad.



**Gambar 1. Histologi Gonad Betina Kerang Totok pada stadia Unidentified (UND) dan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) 1-3 (perbesaran 100 kali). Keterangan: Jaringan Pencernaan (Jpc), Otot (O), Folikel (F), Oogonia (Og), Ob (oosit berkembang), Oosit matang (Om), Nukleus (N), Nukleolus (Nu), Ruang Antar Folikel (RAF) dan Jaringan pengikat (Jp).**

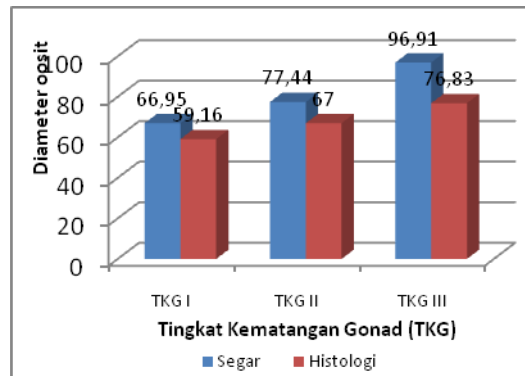
Hasil pengamatan terhadap preparat gonad betina (pengamatan secara mikroskopis) juga menunjukkan bahwa kerang Totok ada pada stadia unidentified (UND) dan Gonad pada tiga Tingkat Kematangan Gonad. Hasil pengamatan gonad tampak adanya perubahan bentuk dan ukuran serta perubahan struktur penyusun jaringan gonad mulai dari jaringan pencernaan,



folikel, ruang antar folikel, jaringan pengikat, nukleus dan nukleolus. Perubahan-perubahan tersebut mengikuti perubahan tingkat perkembangan gonad. Hal tersebut sesuai dengan hasil yang dilaporkan Hartati *et al.*, (2005) bahwa selama proses kematangan gonad kerang totok akan terjadi perubahan maupun kenampakan bentuk dan penyusun dari jaringan gonad seperti folikel, jaringan pengikat, nukleus, nukleolus dan saluran pencernaan. Perubahan bentuk dan ukuran serta perubahan struktur penyusun jaringan gonad kerang Totok berdasarkan stadia dan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) betina sebagai berikut:

Stadia UND (unidentified) belum terbentuk adanya gonad sehingga gonad belum dapat dibedakan antara jantan dan betina. Pada stadia ini yang terlihat secara makroskopis maupun mikroskopis adalah jaringan lunak berupa otot dan jaringan pencernaan. Foto preparat gonad betina pada TKG I terlihat adanya folikel (F) yang ukurannya kecil dan sedang. Folikel juga belum sepenuhnya terisi oleh oosit dan cenderung kosong. Oogonia (Og) dalam jumlah banyak tampak menempel pada dinding folikel, begitu juga oosit dalam perkembangan (Ob). Sedangkan oosit matang (Om) jumlahnya masih sangat sedikit. Oosit matang biasanya berbentuk seperti buah pir yang menempel sedikit pada folikel atau bebas di dalam folikel. Didalam oosit matang tampak adanya nukleus (N) dan nukleolus (Nu). Ruang antar folikel (RAF) masih terlihat kosong dan terdapat adanya jaringan pengikat (JP) serta Otot (O).

Foto preparat gonad betina pada TKG 2 terlihat folikel (F) berukuran sedang yang berisi oosit. Dalam satu folikel jumlah oogonia (Og) tampak lebih sedikit. Oosit dalam perkembangan (Ob) semakin banyak jumlahnya dan oosit matang (Om) juga semakin bertambah. Nukleus (N) dan nukleolus (Nu) tampak pada beberapa oosit matang. Ruang antar folikel (RAF) semakin banyak terisi oleh oosit dan terlihat adanya jaringan pengikat (JP) serta otot (O). Foto preparat gonad betina pada TKG 3 terlihat folikel (F) berukuran besar yang berisi oosit. Oosit di dalam folikel jumlahnya semakin banyak dengan kata lain folikel sudah mulai terisi penuh oleh oosit. Oogonia (Og) jumlahnya sangat sedikit, oosit dalam perkembangan (Ob) dan oosit matang (Om) jumlahnya semakin banyak. Sebagian besar oosit tampak adanya nukleus (N) dan nukleolus (Nu). Sudah tidak terdapat Ruang Antar Folikel (RAF) karena berkembangnya oosit.



**Gambar 2. Rata-rata diameter oosit segar dan oosit dalam preparat gonad kerang Totok (*Polymesoda erosa*) berdasarkan Tingkat Kematangan Gonad (TKG).**

Berdasarkan pengukuran diameter oosit sebanyak 30 butir pada tiga TKG betina diperoleh hasil pada oosit segar berkisar antara 30-130 µm. Diameter oosit segar terkecil yaitu 30 µm terdapat pada gonad dengan TKG I dan diameter oosit segar terbesar yaitu 135 µm terdapat pada gonad dengan TKG III. Sedangkan diameter oosit dalam preparat gonad berkisar antara 25-115 µm. Diameter oosit terkecil pada preparat gonad adalah 25 µm dijumpai pada gonad dengan TKG I dan diameter oosit terbesarnya 115 µm dijumpai pada gonad dengan TKG III. Hasil pengukuran diameter oosit selama penelitian menunjukkan bahwa rata-rata diameter oosit segar lebih besar daripada rata-rata diameter oosit pada preparat gonad (Gambar 2).



Diameter oosit segar pada TKG I berkisar antara 30-110  $\mu\text{m}$ , TKG II berkisar antara 50-110  $\mu\text{m}$  dan TKG III berkisar antara 60-135  $\mu\text{m}$ . Sedangkan kisaran diameter oosit dalam preparat gonad pada TKG I-III berturut-turut adalah 25-90  $\mu\text{m}$ , 35-90  $\mu\text{m}$  dan 45-115  $\mu\text{m}$ . Hasil pengukuran diameter oosit ini mempunyai kisaran yang lebih besar jika dibandingkan dengan hasil yang dilaporkan oleh Hartati *et al.*, (2005) bahwa diameter oosit kerang totok berkisar antara 30-100  $\mu\text{m}$ . Wilbur (1984) dalam Hartati *et al.*, (2005) menyatakan bahwa ukuran diameter oosit dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor tersebut sangat bervariasi antar individu dalam tempat dan waktu yang berbeda sehingga berpengaruh pada variasi pematangan gonad termasuk didalamnya diameter oosit. Diameter oosit baik yang diukur pada oosit segar maupun oosit pada preparat gonad akan semakin besar seiring dengan meningkatnya kematangan gonad. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mason (1983) dan Hartati *et al.*, (2005) bahwa diameter oosit akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan TKG.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengamatan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) kerang Totok Betina secara makroskopis dan mikroskopis menunjukkan bahwa kerang totok ada pada stadia UND (unidentified) yaitu belum dapat dibedakan antara jantan dan betina dan gonad ada pada stadia TKG I, II dan III.
2. Diameter oosit segar berkisar antara 30-135  $\mu\text{m}$  dan diameter oosit pada preparat gonad berkisar antara 23-115  $\mu\text{m}$ . Diameter oosit semakin besar seiring dengan meningkatnya kematangan gonad.

### UCAPAN TERIMAKASIH KASIH

Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga terselesaikannya penelitian ini, terutama saya sampaikan kepada Menteri Pendidikan Nasional yang telah memberikan dukungan biaya pendidikan melalui Program Beasiswa Unggulan berdasarkan DIPA Sekertariat Jenderal DEPDIKNAS Tahun anggaran 2008-2009 dan kepada ayah serta ibu atas dukungan dana penelitian ini.

### PUSTAKA

- Ali, S. M., Boer, M., Dahuri, R., Wardiatno, Y. Dan Sukirman, S. 2007. Pemanfaatan Kerang Geloina Dalam Masyarakat Leupung Kawasan Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar. *Ichthyos*. 6 (1): 41-44.
- Amin, R. 2009. *Potensi Kerang Kepah (Polymesoda erosa) di Perairan Pemangkat Sambas Kalimantan Barat*. Tesis Program Pasca Sarjana Manajemen Sumberdaya Pantai. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Dwiono, S.A.P. 2003. *Pengenalan Kerang Mangrove, Geloina erosa dan Geloina expansa*. Balitbang Sumberdaya Laut, Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI, Jakarta. *Oceana*. Vol. 28 (2): 31-38.
- Hartati, R., Widowati, I., Yoki, R. 2005. Histologi Gonad Kerang Totok *Polymesoda erosa* (Bivalvia: Corbiculidae) dari Laguna Segara Anakan Cilacap. *Jurnal Ilmu Kelautan UNDIP*. Vol.1(3): 119-125.
- Mason, J. 1983. Scallop and Queen Fisheries in The British Isles. Fishing News Books Ltd.143 pp.
- Pangni, K., B.C. Atse. Dan N. G. J. Kouassi. 2008. Influence of Brodstock Age on Reproductive Success in the African Catfish *Chrysichthys nigrodigitatus* (Claroteidae Lacedpede,1803). *Research Journal of Animal Sciences. Medwell Journals*. 2 (5): 139-143.
- Poutiers, J.M. 1998. Bivalves. In : Carpenter, K.E. and Niem, V.H. 1988. *The Living Marine Resources of The Western Central Pacific*. Vol I. Seaweed, Corals, Bivalves and Gastropods, FAO The UN Roma. 123 – 358 p.
- Widowati, I., Hartati, R dan Arbanto, B. 2003. Aspek Biologi Reproduksi Kerang Totok (*Polymesoda erosa*) di Pulau Gombol Segara Anakan Cilacap (inpress).



# ISOLASI SENYAWA BIOAKTIF YANG BERSIFAT SITOTOKSIK DARI KULIT BATANG BAKAU (*Bruguiera gymnorhiza*) DENGAN METODE Bioassay Guided Fraktionation DAN AKTIFITAS ANTIPROLIFERATIF PADA SEL RAJI

Warsinah<sup>1</sup>, Hartiwi Diastuti<sup>2</sup>, dan Hanif Nasiatul Baroroh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Fakultas Kedokteran dan Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto,* <sup>2</sup> *Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jenderal Soedirman*  
E-mail : [Klik disini](#) dan ketik satu e-mail penulis

Pemanfaatan tanaman mangrove sebagai bahan obat tradisional telah lama digunakan oleh masyarakat dalam beberapa terapi penyakit diantaranya anti kanker. *Bruguiera gymnorhiza* merupakan salah satu tanaman mangrove yang belum banyak diteliti potensinya sebagai anti kanker. Tujuan penelitian ini adalah melakukan fraksinasi dengan metode *Bioassay Guided Fraktionation* dari fraksi kloroform kulit batang, melakukan uji sitotoksik dan antiproliferatif terhadap sel raji. Fraksi kloroform difraksinasi dengan metode kromatografi kolom dengan campuran pelarut berdasarkan polaritasnya, masing-masing fraksi dilakukan kromatografi lapis tipis preparatif, fraksi yang sama dikumpulkan selanjutnya dilakukan uji sitotoksinya terhadap sel raji, fraksi yang toksik dilanjutkan uji kinetika antiproliferatif dengan metode MTT. Hasil fraksinasi dengan pelarut kloroform : metanol bersifat sitotoksik dengan nilai IC<sub>50</sub> 14,184 µg/ml, mampu menghambat pembelahan sel pada inkubasi 24 jam dan dapat menyebabkan kematian sel bersifat apoptosis yang ditandai dengan pengkerutan, kondensasi kromatin dan terjadi fragmentasi DNA.

Kata kunci: *B. gymnorhiza*, *Bioassay Guided Fraktionation*, sitotoksik, Antiprolifeatif

## PENDAHULUAN

Kanker merupakan salah satu ancaman utama di bidang kesehatan. Di Inggris, kematian akibat penyakit kanker menduduki peringkat ke-2 setelah penyakit kardiovaskuler (Anonim,2005<sup>a</sup>). Kematian akibat kanker di Indonesia mencapai 4,3% atau menduduki peringkat ke-6 (Anonim,2005<sup>b</sup> dan Tjindarbumi *et al.*, 2002).

Usaha penyembuhan kanker dengan pengangkatan jaringan atau mematikan sel kanker tersebut dengan obat (farmakoterapi) atau dengan senyawa kimia (kemoterapi) serta meminimalkan efek samping yang tidak diinginkan terhadap sel normal belum mampu memberikan hasil yang memuaskan, sehingga dijumpai cara-cara pengobatan alternatif antara lain dengan obat tradisional (Ma'at, 2004).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa bahan-bahan dari tanaman ternyata mempunyai potensi sebagai regulator negative onkogen dan regulator positif gen tumor supresor, sehingga berpotensi sebagai antikanker (Cardenas, *et al.*, 1998).

Pemanfaatan tanaman mangrove sebagai obat tradisional telah lama digunakan oleh masyarakat dalam terapi penyakit gastroenteritis dan antikanker (Saputra, 2000). Salah satu tumbuhan mangrove adalah *Bruguiera gymnorhiza* atau sering disebut bakau merah. Ekstrak etanol 70% kulit batang *B. gymnorhiza* telah diketahui mempunyai efek sitotoksik dan antiproliferatif pada sel He La dengan nilai LC<sub>50</sub> 301,78 µg/ml dan Myeloma dengan nilai LC<sub>50</sub> 582 µg/ml secara in vitro. Selanjutnya warsinah, *et al* (2007), melaporkan ekstrak metanol kulit batang *B. gymnorhiza* mempunyai efek sitotoksik terhadap sel Raji dengan LC<sub>50</sub> sebesar 34,78 µg/ml, sel Myeloma dengan LC<sub>50</sub> sebesar 578,01; dan sel Hela dengan LC<sub>50</sub> sebesar 516,15 µg/ml. Hasil fraksinasi ekstrak metanol dengan beberapa pelarut dan uji aktifitas terhadap sel Raji masing-masing adalah n-heksana memberikan LC<sub>50</sub> sebesar 534,78 µg/ml, fraksi kloroform memberikan LC<sub>50</sub> sebesar 24,78 µg/ml dan fraksi etil asetat memberikan LC<sub>50</sub> sebesar 243,56 µg/ml.





Penelitian ini dimaksudkan untuk mengungkap lebih rinci mengenai senyawa yang bertanggung jawab sebagai antikanker melalui uji kinetika antiproliferatif dan mekanisme aksi anti kanker dengan mengetahui ekspresi protein sel kanker secara *In vitro*.

## BAHAN DAN METODA

### ***Fraksinasi dengan metode Bioassay Guided Fraksination***

Fraksi aktif (fraksi kloroform) difraksinasi dengan kromatografi kolom dilanjutkan dengan Kromatografi Lapis Tipis. Fraksi yang memberikan spot sama dikumpulkan kemudian diuji sitotoksiknya terhadap sel kanker. Isolat yang paling aktif kemudian digunakan untuk uji kinetika antiproliferatif dan ekspresi protein.

### ***Pembuatan larutan uji***

Ekstrak, fraksi dari isolat telah di kering beku (*freeze dried*) dibuat stok 10 mg/ ml dengan dilarutkan dalam 1,25% DMSO dalam aquades steril. Selanjutnya larutan uji disaring dengan filter 0,2 um. Dimasukkan dalam conical steril ditutup dengan parafilm, dan disimpan dalam lemari es. Kemudian dibuat seri kadar ekstrak dari larutan stok dalam media RPMI 1640. Pembuatan larutan uji dilakukan di dalam *laminar air flow cabinet* secara aseptis.

### ***Uji sitotoksis dengan metode MTT ( Anonim, 1996)***

Sebanyak 100 ul suspensi sel uji dengan kepadatan  $2 \times 10^4/100$  ul didistribusikan ke dalam sumuran pada 96- *well plate*, ditambah ekstrak uji pada kadar masing-masing 0,125 mg/ml, 0,063 mg/ml, 0,031 mg/ml, 0,016 mg/ml dan 0,008 mg/ ml. Sebagai pembanding 100  $\mu$ l sel uji dimasukkan ke dalam sumuran yang berisi doksorubisin dengan seri kadar 0,2 mg/ml, 0,1 mg/ml, 0,05 mg/ml, 0,025 mg/ml dan 0,0125 mg/ml. Sedangkan sebagai kontrol digunakan 100  $\mu$ l suspensi sel ditambah media dan untuk blanko digunakan 100  $\mu$ l suspensi sel ditambah DMSO 1,25% dalam media. Selanjutnya dilakukan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Pada kahir inkubasi kepada sumuran ditambahkan 10  $\mu$ l MTT 5mg/ml dalam RPMI. Kemudian diinkubasi 4 jam pada suhu 37°C. Sel uji yang hidup akan bereaksi dengan MTT membentuk warna ungu. Reaksi dengan MTT dihentikan dengan *reagen stopper*. Kemudian diinkubasi semalam pada suhu kamar, serapan dibaca dengan *ellisa reader* pada panjang gelombang 550 nm.

### ***Uji Antiproliferatif (Sladowsky, 1992)***

Sel *distarvasi* (dipuasakan) selama 24 jam dalam media kultur yang mengandung FBS 0,5%. Selanjutnya sel ditumbuhkan di dalam *plate (multiple dishes)* dengan medium dengan kadar IC<sub>50</sub> dari uji sitotoksitas. Sampling dilakukan pada jam ke 24, 48 dan 72.. Dan dilakukan uji MTT. Sel uji yang hidup akan bereaksi dengan MTT membentuk warna ungu. Reaksi dengan MTT dihentikan dengan *reagen stopper*. Kemudian diinkubasi semalam pada suhu kamar, serapan dibaca dengan *ellisa reader* pada panjang gelombang 550 nm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### ***Fraksinasi dengan metode Bioassay Guided Fraksination***

Fraksinasi dari fraksi aktif yaitu fraksi kloroform dari ekstrak metanol kulit batang *Bruguiera gymnorhiza* dengan metode *Bioassay Guided Fraksination* dilakukan dengan cara kromatografi kolom menggunakan campuran pelarut berdasarkan polaritasnya, hasil fraksinasi dapat dilihat pada tabel 1.



**Tabel 1. Hasil fraksinasi dengan metode *Bioassay Guided Fraksination* dari fraksi kloroform**

Fraksi	Berat
FK1	0,20 gram
FK2	0,27 gram
FK3	0,14 gram
FE1	0,09 gram
FE2	0,12 gram
FE3	0,16 gram
FM1	0,27 gram
FM2	0,24 gram
FM3	0,21 gram
FH	0,08 gram

Setiap fraksi yang diperoleh selanjutnya duji sitotoksiknya terhadap sel kanker Raji.

***Uji sitotoksitas Terhadap sel kanker raji***

Pada penelitian ini fraksi yang dipilih untuk uji sitotoksitas terhadap sel kanker adalah fraksi- fraksi hasil kromatografi kolom vakum yang telah dilakukan identifikasi dengan kromatografi lapis tipis (KLT) preparatif. KLT ini dilakukan untuk memperoleh profil kromatogram yang sama dan dikumpulkan untuk dilanjutkan uji sitotoksitas..

Tingkat sitotoksitas fraksi-fraksi uji terhadap sel kanker dinyatakan pula dengan nilai  $IC_{50}$ .  $IC_{50}$  ini merupakan acuan untuk melakukan uji lebih lanjut yaitu uji antiproliferatif atau yang disebut doubling time dan pengecatan DNA. Uji sitotoksitas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode MTT.

MTT adalah garam tetrazolium yang dapat dipecah oleh sistem succinate tetrazolium reduktase yang terdapat dalam jalur respirasi sel pada mitokondria dan aktif hanya pada sel hidup. Jumlah formazan yang terbentuk berkorelasi dengan sel yang aktif secara metabolik kultur (signa, 1996). Data hasil uji dianalisis dengan spektrofotometri menggunakan Eliza reader pada panjang gelombang 595 nm. Besarnya serapan mempunyai korelasi positif dengan jumlah sel yang masih hidup. Hal ini menunjukkan potensi ketoksikan fraksi adalah *dose dependent* (tergantung dosis). Adapun hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 2.

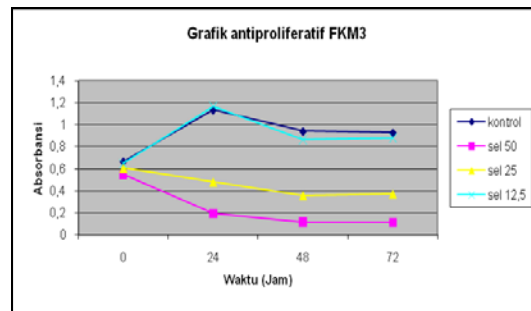
**Tabel 2. Nilai  $IC_{50}$  fraksi-fraksi hasil kromatografi kolom dari fraksi kloroform terhadap sel raji**

Fraksi	Nilai $IC_{50}$ ( $\mu\text{g/ml}$ )
FK1	223,7690
FK2	299019,8367
FK3	83,8301
FE1	533,5866
FE2	1218981,599
FE3	255,7997
FM1	161,2872
FM2	82,9767
FM3	14,1840
FH	29,0871

Berdasarkan tabel 2 di atas menunjukkan bahwa fraksi FM3 memiliki aktifitas paling tinggi terhadap sel raji dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 14,1840  $\mu\text{g/ml}$  dan diikuti oleh fraksi-fraksi yang lain yaitu FH sebesar 29,0871  $\mu\text{g/ml}$ , FM2 sebesar 82,9767  $\mu\text{g/ml}$ , FK3 sebesar 83,8301  $\mu\text{g/ml}$ , FM1 sebesar 161,2872  $\mu\text{g/ml}$ , FK1 sebesar 223,2989  $\mu\text{g/ml}$ , FE3 sebesar 255,7997  $\mu\text{g/ml}$  dan FE1 sebesar 533,5866  $\mu\text{g/ml}$  dan Fraksi yang tidak potensial adalah fraksi FK2 dan FE2.

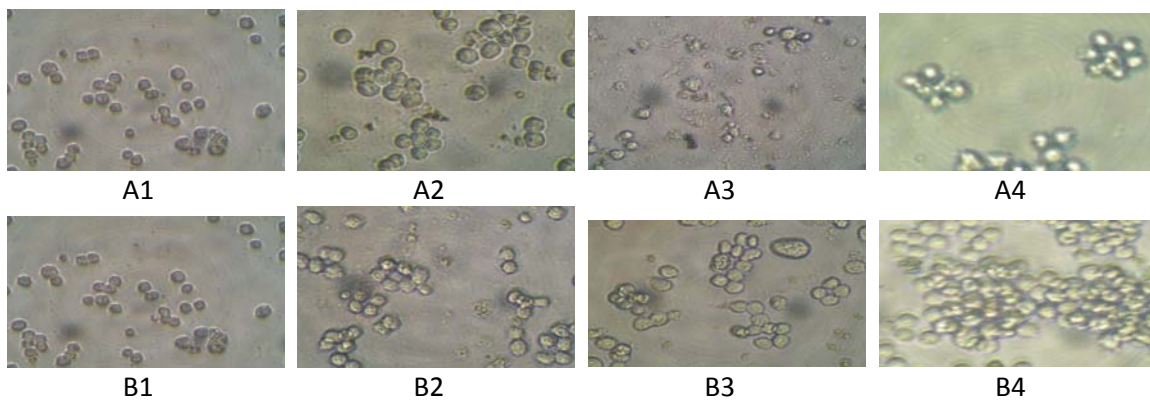
### Uji kinetika antiproliferatif

Proliferatif adalah proses penggandaan (perbanyakkan sel) pada kurun waktu tertentu. Uji antiproliferatif dimaksudkan untuk melihat pengaruh waktu inkubasi sel kanker setelah mendapat perlakuan dengan fraksi teraktif terhadap pembelahan sel. Tingkat pembelahan sel dapat dilihat dari nilai absorbansi pada pengukuran dengan Elisa *reader*. Uji anti proliferaatif disebut juga uji doubling time, dengan waktu inkubasi sel masing-masing perlakuan adalah 0, 24, 48 dan 72 jam. Hasil pengamatan uji antiproliferatif disajikan pada gambar 1. Pada penelitian ini uji antiproliferatif dilakukan terhadap fraksi yang paling berpotensi sebagai antikanker berdasarkan harga  $IC_{50}$  terhadap sel kanker raji. Grafik hubungan waktu inkubasi terhadap pembelahan sel raji pada berbagai fraksi ditunjukkan gambar 1.



**Gambar 1. Hubungan waktu inkubasi (jam) terhadap pembelahan sel kanker raji dengan perlakuan fraksi FM3**

Gambar 1 diatas menunjukkan bahwa kontrol dan perlakuan fraksi FM3 dengan konsentrasi 12,5  $\mu\text{g/ml}$  menunjukkan profil grafik yang sama, hal ini berarti baik pada kontrol maupun pada konsentrasi fraksi 12,5  $\mu\text{g/ml}$  pada 0 jam sampai 24 jam menunjukkan kenaikan pembelahan sel, dan mulai jam ke 24 sampai 48 jam terjadi penurunan nilai absorbansi atau pembelahan sel mulai mengalami penurunan dan pada jam ke 48 sampai jam ke 72 nilai absorbansi stasbil, hal ini menunjukkan bahwa fraksi dengan konsentrasi 12,5  $\mu\text{g/ml}$  mampu mengadakan pembelahan sel walaupun kemungkinan selnya sudah mengalami mutasi karena perlakuan fraksi FM3. Sedangkan pada fraksi dengan konsentrasi 50  $\mu\text{g/ml}$  dan 25  $\mu\text{g/ml}$ , dari jam ke 0 hingga jam ke 48 terus mengalami penurunan nilai absorbansi. Hal ini berarti pada konsentrasi tersebut fraksi mampu menghambat pembelahan sel sampai pada jam ke 48, kemudian pada jam berikutnya tidak terjadi pembelahan lagi dan ditunjukkan dengan stabilnya nilai absorbansi pada jam 48 sampai jam 72. Pembelahan sel pada konsentrasi 12,5  $\mu\text{g/ml}$  juga ditunjukkan pada gambaran morfologi sel yang dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2. Morfologi sel kontrol (B1 jam 0, B2 jam 24, B3 jam 48 dan B4 pada jam 72) dan dengan perlakuan fraksi F3 (A1 jam ke 0, A2 jam 24, A3 jam 48 dan A4 jam ke 72) pada konsentrasi 12,5  $\mu\text{g/ml}$**



## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa Fraksi FM3 yaitu fraksi campuran kloroform: metanol dari fraksi kloroform kulit batang *Bruguiera gymnorhiza* berpotensi sebagai antikanker Raji dengan kemampuan sitotoksik tertinggi yang ditunjukkan oleh nilai IC<sub>50</sub> sebesar 14,1840 µg/ml dan mampu menghambat pembelahan sel pada inkubasi 24 jam

## PUSTAKA

- Anonim. 2005<sup>a</sup>, *Health Information for World*. World Health Organisation. (Online). <http://diahome.org/content/abstract/2005/dij991.pdf>. diakses 28 April 2005.
- 2005<sup>b</sup>, *Profil Kesehatan Indonesia*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Pusat Data Kesehatan. Jakarta. pp 21-25.
- Cardenas ME, Sanfridson A, Cuter NS, and Heitman J, 1998, Signal Transduction Cascade as targets For Therapeutics Intervention by natural Products. *Tibtech*. Vol 16. October, 427 - 433
- Ma'at, S. 2004. Obat Tradisional Untuk Pelayanan Kesehatan Formal. *Prosiding Seminar Nasional* Tanggal 5 September 2004 di Surabaya pp. 45-49.
- Saputra, K., Ma'at, S., dan Handoko, R., 2000, *Terapi Biologi untuk Kanker*, Airlangga University press, Surabaya
- Warsinah, Puji Lestari dan Trisnowati, 2005, Isolasi Senyawa Bioaktif pada Kulit Batang *B. gymnorhiza* Sebagai Bahan Antikanker. Laporan Penelitian Dasar.
- Wyllie, A., Donahue, V., Fisher, B., Hill, D., Keeseey, J. and Manzow, S., 2000, Cell Death Apoptosis and Necrosis. *Rosche diagnosis Cooperation*, 2-64



## PERTUMBUHAN KERANG SIMPING (*Amusium pleuronectes*) DI PERAIRAN KABUPATEN BREBES JAWA TENGAH

Ana Kristianti<sup>1</sup>, Jusup Suprijanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Double Degree Managemen Sumberdaya Pantai, Universitas Diponegoro, Semarang,

<sup>2</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

Email : ana.kristianti@yahoo.co.id

Kerang merupakan salah satu sumberdaya laut, yang mempunyai potensi besar dan nilai ekonomis yang tinggi, namun belum banyak dimanfaatkan secara optimal, sebagai salah satu contoh adalah kerang simping. Produksi kerang simping rata-rata di Kabupaten Brebes mencapai 70 ton per tahun meskipun kerang simping merupakan *product by-catch*. Sebagai salah satu biota yang hidup di dasar perairan dan keberadaannya tidak sepanjang tahun maka sangat menarik untuk dijadikan obyek penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi langsung dengan melakukan penangkapan di wilayah perairan Brebes yang diduga sebagai habitat kerang simping dengan menggunakan jaring arad. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2009 – Maret 2010 yang bertujuan untuk menganalisa pola rekrutment kerang simping. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerang simping melakukan pemijahan atau rekrutment sepanjang tahun, dengan bulan Mei sampai dengan bulan Agustus merupakan puncak musim pemijahan. Pada bulan Mei 17.29%, bulan Juni 17.87%, Juli 15.76% dan bulan Agustus 10.42%. Hasil analisis menunjukkan bahwa pola rekrutmen individu baru yang ditandai dengan adanya proses pemijahan terjadi sepanjang tahun dari bulan Januari sampai dengan Desember tetapi lebih optimal terjadi pada bulan Mei sampai dengan bulan Agustus. Hal ini sesuai dengan pendapat Joll (1987) yang menyatakan bahwa fase gametogenesis *Amusium balloti* mulai terlihat pada bulan Maret dan gonad tersebut mengalami perkembangan seksual sampai dengan Desember/Januari dan *spawning Amusium balloti* terjadi dari April/Mei sampai Desember. Selain itu Joll (1989) juga mengatakan bahwa gonad pada *Amusium balloti* mulai berkembang pada bulan Juni/Juli dan *spawning* terjadi dari bulan Agustus sampai Februari/Maret. Hal ini menunjukkan bahwa *Amusium balloti* dapat melakukan *spawning* sepanjang tahun sesuai dengan pendapat Hasler dan Moran (1988) dalam Setiobudiandi (2000) bahwa kerang di daerah tropis memijah sepanjang tahun.

**Keywords :** Kerang Simpung (*Amusium pleuronectes*), Karakteristik pertumbuhan

### PENDAHULUAN

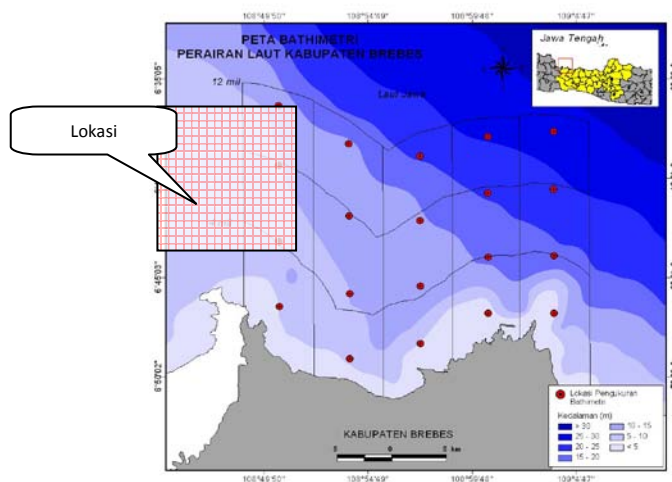
Produksi kerang simping di Provinsi Jawa Tengah memiliki nilai total pada tahun 2002 sebesar Rp.107.135.000.00 dan perkembangan produksi kerang simping pada kurun waktu 2002-2005 mengalami penurunan dari Rp.107.135.000.00 menjadi Rp. 49.331.000.00 atau mengalami penurunan sebesar 117.2% (DKP

Dalam Angka, 2002-2005). Salah satu daerah penghasil kerang simping di Jawa Tengah adalah Kabupaten Brebes. Studi pertumbuhan kerang bivalvia dan penetapan hubungan allometric adalah sumber informasi penting yang bermanfaat untuk mengelola sumber daya dan pemahaman perubahan lingkungan dan polusi (Palmer 1990; Boulding dan Hay 1993).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik dan pola pertumbuhan kerang simping di perairan Kabupaten Brebes dengan analisis morfometri dimensi panjang cangkang kerang dengan berat jaringan lunaknya.

### BAHAN DAN METODA

*Amusium pleuronectes* diambil dari perairan Brebes dengan melakukan penangkapan secara langsung di lokasi yang di duga sebagai habitat kerang simping pada bulan Agustus, November, Desember, Januari, Februari dan Maret. Untuk lebih jelasnya, lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel Kerang Samping Di Brebes**

Pengamatan morfometri kerang samping diperoleh melalui pengukuran dimensi kerang (panjang) cangkang kerang serta berat hidup kerang. Pengukuran panjang cangkang dilakukan dengan menggunakan cara yang dipakai oleh Marani et. al., 2002, yaitu dengan cara mengukur cangkang kerang menggunakan jangka sorong mulai dari posterior sampai sisi anterior.

Hubungan antara panjang dengan berat jaringan lunak dievaluasi menggunakan persamaan linear :  $Y = bx+a$ , dimana Y adalah berat hidup (gram), X adalah panjang dalam centimeter, a adalah intercept dan b adalah slope parameter.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil studi morfometri dimensi panjang cangkang *Amusium pleuronectes* pada 6 bulan penelitian dibagi menjadi 29 kelas ukuran dapat dilihat pada ilustrasi 3 dan tabel 1 berikut ini tentang distribusi frekuensi tertinggi :

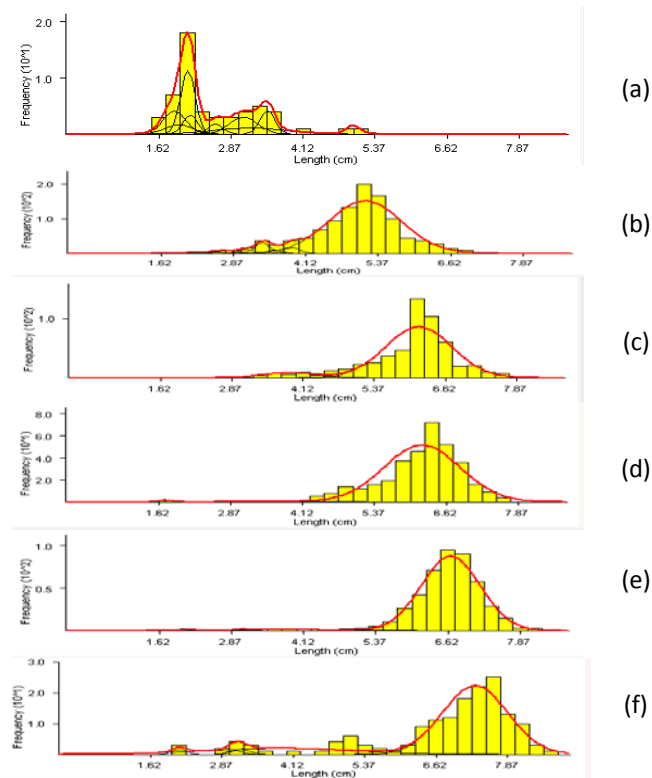
Bulan	Jml	Tertinggi	Frek
Agst	54	1.99-2.24 cm	18
Nov	1066	4.99-5.24 cm	199
Des	543	5.99-6.24 cm	133
Jan	349	6.24-6.49 cm	72
Feb	465	6.49-6.79 CM	95
MAR	158	7.49-7.74 CM	25

Nilai korelasi antara panjang cangkang dengan berat basah jaringan lunak pada masing-masing bulan berbeda. Pada bulan Agustus nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0.876, November 0.8738, bulan Desember 0.9226, Januari 0.9556, Februari 0.9631, Maret 0.9718.

Sedangkan nilai dari intercept (a) dan koefisien variabel (b) pada masing-masing bulan adalah sebagai berikut : bulan Agustus nilai intersep (a) adalah -1.5864, November nilai intercept (a) adalah -1.4591, bulan Desember -1.3713, Januari -1.4469, Februari -1.4848 dan bulan Maret adalah -1.3669. Dan nilai koefisien variabel (b) untuk masing-masing bulan secara berturut-turut adalah sebagai berikut : bulan Agustus adalah 3.0735, bulan November adalah 3.0429, bulan Desember 3.0253, bulan Januari 3.1315, Februari 3.1482, Maret 3.0144.

Sedangkan pergeseran pola pertumbuhan dan rekrutment baru dapat dilihat pada ilustrasi 3. Distribusi kelas ukuran dari keenam bulan penelitian dengan jumlah individu masing-masing bulan adalah sebagai berikut : bulan Agustus 54 individu, bulan November 1066 individu, bulan Desember 543 individu, Januari 349 individu, Februari 465 individu dan

Maret 158 individu sehingga jumlah total adalah 2635 individu dengan frekuensi tertinggi terdapat pada kelas ukuran 6.24 – 6.49 cm dengan jumlah 282 individu (10.70%) dari jumlah hasil tangkap keseluruhan.



**Ilustrasi 2. Analisis Distribusi Frekuensi Kerang Semping Bulan Agustus (a), November (b), Desember (c), Januari (d), Februari (e), Maret (f). (Sumber : Penelitian 2009 dan 2010)**

Total distribusi frekuensi kelas ukuran yang masuk ke dalam ukuran konsumsi dan bernilai ekonomis tinggi dimulai dari kelas ukuran  $> 5.49$  cm berjumlah 1533 individu (58.18%). Kondisi ini sama dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Prasetya (2009), bahwa pada musim penangkapan simping (Desember – April) ditemukan individu dengan kelas ukuran yang masuk dalam kelas ukuran konsumsi (ekonomis). Dari hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa penangkapan kerang simping lebih efektif dilakukan pada saat musim penangkapan karena akan menghasilkan simping dengan ukuran konsumsi yang lebih besar.

Frekuensi kelas terendah dimiliki oleh kelas ukuran terkecil 1.49 -1.99 cm sebanyak 13 individu (0.52%). Kelas ini memiliki frekuensi yang kecil dikarenakan beberapa sebab, yang pertama individu pada ukuran ini lolos dari penangkapan karena ukurannya yang kecil, yang kedua kerang simping yang berukuran kecil  $< 1.49$  yang tidak tertangkap bisa diakibatkan karena berkaitan erat dengan siklus hidup (*life cycle*) bivalve yang berada pada fase larva, dimana pada fase ini larva hidup secara planktonis. Biota ini pada fase planktonis masih bersifat motil atau bebas berenang, baru setelah melewati masa ini larva akan bermetamorfosis menjadi bentuk larva dewasa (Rohmimohtarto, 1999).

Kerang dengan kelas ukuran  $> 7.99$  cm memiliki frekuensi yang rendah dibandingkan dengan kelas lainnya, hal ini diduga karena kelas ukuran tersebut telah tertangkap oleh proses penangkapan yang dilakukan setiap harinya terutama pada musim penangkapan simping. Dengan ukuran yang besar maka kemungkinan lolos dari alat tangkap menjadi lebih kecil.

Berdasarkan hasil analisis morfometri atas dimensi cangkang terhadap berat basah, dapat diketahui bahwa kerang simping selalu mengalami perubahan baik pada jumlah maupun



distribusi frekuensi pada masing-masing kelas per bulannya. Menurut Effendie (2002), pertumbuhan populasi dipengaruhi oleh imigrasi, natalitas (kelahiran), dan *mortalitas* (kematian). Ketiga faktor tersebut sangat mempengaruhi kelimpahan kerang simping yang ada di perairan Brebes.

Faktor imigrasi menjadi sangat penting jika kita melihat hasil tangkapan pada bulan Agustus yang sangat sedikit (54 individu) dengan ukuran yang relatif kecil menjadi lebih banyak (1066 individu) pada bulan November, 543 individu pada bulan Desember, 349 pada bulan Januari dan 465 pada bulan Februari serta 158 individu pada bulan Maret dengan ukuran yang relatif jauh lebih besar, karena tidak mungkin dalam waktu 3 bulan kerang simping mampu tumbuh dan berkembang sedemikian pesat dalam faktor jumlah dan ukuran.

Faktor *natalitas* juga sangat mempengaruhi jumlah populasi dari hasil analisis morfometri dan pengamatan kelas ukuran didapat individu-individu baru (kecil) yang menandakan adanya perbedaan hari lahir atau menunjukkan dalam populasi tersebut terdapat beberapa kali proses natalitas yang menjadi beberapa kohort. Sedangkan faktor mortalitas juga sangat mempengaruhi, hal ini dibuktikan dengan adanya operasi penangkapan yang dilakukan oleh nelayan yang ada di wilayah Brebes yang secara otomatis akan mengurangi jumlah stok kerang simping yang ada di wilayah tersebut yang biasa disebut dengan *fishing mortality*. Mortalitas tidak hanya disebabkan oleh penangkapan saja, tetapi mortalitas juga bisa diakibatkan oleh mortalitas alami (*natural mortality*) sebagai akibat ketidakmampuan suatu individu beradaptasi terhadap lingkungannya atau adanya pemangsa dari predator.

Nilai slope yang diperoleh dari korelasi antara panjang cangkang dengan jaringan lunak pada setiap bulan pengamatan menunjukkan nilai yang berbeda-beda. Nilai slope ini menunjukkan karakteristik pertumbuhan panjang cangkang di setiap bulan pengamatan bersifat *allometri positif*, dimana penambahan berat kerang simping lebih cepat dibandingkan penambahan panjang. Hal ini senada dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Prasetya (2009). Hal ini diduga untuk strategi pertahanan hidup dalam proses migrasi dimana membutuhkan energi yang besar dari jaringan lunak dan cangkang yang tipis untuk mempermudah pergerakan simping di dalam habitatnya serta untuk dapat bertahan hidup dalam kondisi yang ekstrem.

Berdasarkan hasil analisis dari hasil tangkapan yang telah dilakukan menggunakan software FiSAT II (ilustrasi 2) dapat dilihat bahwa pertumbuhan kerang simping dari bulan Agustus, November, Desember, Januari, Februari dan Maret bergerak ke arah kanan untuk individu dengan ukuran yang lebih besar.

### Ucapan Terima Kasih

Kami sampaikan kepada: Menteri Pendidikan Nasional c.q. BKLN yang telah memberikan dukungan Pembiayaan melalui Program Beasiswa Unggulan melalui DIPA tahun 2008-2010 dan Program Master Sumberdaya Pantai Bidang Perencanaan dan Pengelolaan Sumberdaya Kelautan Undip Semarang.

### PUSTAKA

- Departemen Kelautan Dan Perikanan. 2006. *Departemen Kelautan dan Perikanan dalam Angka*. Jakarta.
- Bailey, R.C. and R.H. Green. 1988. *Within-basin variation in the shell morphology and growth rate of freshwater mussel*. Can. J. Zool. 66: 1704-1708.
- Boulding, E.G. and T.K. Hay. 1993. *Quantitative Genetics Of Shell Form Of An Intertidal Snail: Constraints On Short-Term Response To Selection*. Evolution 47:576-592.
- Currey, J.D. 1988. *Shell Form And Strength*, p. 183-210. In E.R. Trueman and M.R. Clarke (eds.) *The Mollusca: form and function*. Academic Press, London.





- Deval, M.C. 2001. *Shell Growth And Biometry Of The Striped Venus Chamelea Gallina (L) In The Marmara Sea, Turkey*. J. Shellfish Res. 20(1): 155-159.
- Effendi, M.I., 2002, *Biologi Perikanan*, Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta.
- Fowler, J., L. Cohen and P. Jarvis.2000. *Practical Statistics For Field Biology*. John Wiley and Sons. Chichester.
- Hibbert, C.J. 1977. *Growth And Survivorship In A Tidal-Flat Population Of The Bivalve Mercenaria Mercenaria From Souththampton Waters*. Mar. Biol. 44:71-76.
- Joll, L.M., (1989). *History, Biology and Management Of Western Australian Stock Of the Saucer Scallop (Amisiun balloti)*. in Proceedings of The Australian Scallop Workshop.
- Mariani, S., Fabrizio, P., and Elvira D.M., 2002. *Shell Morphology In Cerostoderma spp (Bivalvia: Cardiidae) and Its Significance for Adaption To Tidal and Non-Tidal Coastal Habits*. J. Mar. Biol. Ass. U.K. (2002), 82. Printed in The United Kingdom. 483-490 pp.
- Palmer, A.R. 1990. *Effect Of Crab Effluent And Scent Of Damaged Conspecifics On Feeding, Growth, And Shell Morphology Of The Atlantic Dogwhelk Nucella Lapillus (L.)*. Hydrobiol. 193:155-182.
- Romimohtarto dan Sri Juwana. 1999. *Biologi Laut*. Ilmu Pengetahuan Tentang Biologi Laut. Puslitbang Oseanologi. LIPI Jakarta. 527 Hal.
- Setiobudiandi, I. 2000. *Sumberdaya Hayati Moluska Kerang Mytilidae*. Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perikanan. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Hal 5-17.
- Sparre, P dan Venema,S.C.,1999. *Introduksi Pengkajian Stok Ikan*. Kerjasama FAO-Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Indonesia. 438 hal.



## KAJIAN REPRODUKSI IKAN TUNA SIRIP BIRU SELATAN *Thunnus maccoyii*

**Retno Andamari**

*Balai besar Perikanan Budidaya Laut, Gondol*

*Email : ipop@indosat.net.id*

Tuna sirip Biru Selatan (*Thunnus maccoyii*) merupakan salah satu jenis ikan tuna yang cukup penting sebagai komoditas ekspor. Pada saat ini, produksi ikan tuna masih mengandalkan tangkapan dari alam, sehingga untuk menjaga kelangsungan penangkapan tuna perlu diketahui aspek biologinya seperti reproduksi. Kajian tentang reproduksi ikan tuna sirip biru selatan telah dilakukan di Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol. Pengambilan sampel gonad dilakukan pada bulan September sampai Desember 2008. Gonad tuna sirip biru selatan diperoleh di perusahaan pemrosesan ikan tuna di Pelabuhan Benoa dari hasil tangkapan tuna *long line* di Lautan Hindia. Telah dikaji sebanyak 44 gonad yang terdiri dari 15 ekor ikan jantan dan 29 ekor betina. Dari 29 ekor ikan betina ditemukan 2 ekor telah matang gonad dengan fekunditas 2,25 dan 2,29 juta oosit. Fekunditas nisbi 16 dan 19 oosit/g berat badan. Gonad indeks berkisar antara 1,12-8,46 dengan rata-rata 4,77.

KATA KUNCI : tuna sirip biru selatan, fekunditas, fekunditas nisbi, gonad indeks

### PENDAHUAN

Ikan tuna merupakan salah satu komoditas andalan sebagai sumber devisa disamping udang. Ikan tuna sirip biru selatan (Southern Bluefin Tuna dan selanjutnya disingkat menjadi, SBT) merupakan salah satu dari jenis ikan tuna yang bernilai ekonomis tinggi karena dikenal dagingnya paling enak untuk "sashimi" dan paling diminati oleh orang Jepang. SBT ini hidup di lintang Selatan 30 sampai lintang 50 dan menurut Shingu (1981) menduga daerah pemijahan pada Lintang Selatan 10 – 20 dan Bujur Timur 100 - 125.. Jumlah kapal penangkap tuna dari tahun ke tahun semakin meningkat, tetapi eksport SBT berfluktuasi dari tahun ke tahun. Sebagai contoh eksport SBT melalui Bali sebesar 114 ton tahun 2001, 237,9 ton tahun 2002 dan 136,5 ton tahun 2003 (Laboratorium PPMHP Propinsi Bali, 2004). Di Indonesia penangkapan ikan tuna dengan long line sudah dimulai sejak tahun 70 an (Simorangkir, 2000). Bila eksploitasi ikan tuna dilakukan secara terus menerus tanpa memperhatikan pengelolaannya dikhawatirkan akan terjadi lebih tangkap yang dapat membahayakan kelestariannya. SBT ini dapat mencapai berat 400 kg dan panjang 2, 5 meter (Wikipedia, 2009). Salah satu usaha untuk dapat mengelola perikanan dengan baik maka terbentuklah organisasi pengelolaan tuna seperti CCSBT (Commission for thr Conservation of Southern Bluefin Tuna) dan IOTC (Indian Ocean Tuna Commision) serta beberapa organisasi yang lain. Indonesia telah menjadi anggota dari kedua RFMO (Regional Fisheries Management Organization) tersebut yaitu 2007 anggota IOTC dan 2008 anggota CCSBT. Saat ini SBT dikategorikan sebagai "Critically Endangered on the IUCN Red List of Threatened Species" Apabila Indonesia tidak mengatur usaha penangkapan dengan baik dikhawatirkan ekspor SBT akan terganggu. Disamping itu diperlukan juga pengetahuan tentang aspek biologi reproduksi ikan tuna sirip biru selatan sebagai salah satu upaya untuk mendukung pengelolaan yang baik serta kemungkinan usaha budidaya. Tujuan kajian ini untuk mengetahui aspek reproduksi ikan tuna sirip biru selatan diantaranya tingkat kematangan gonad, fekunditas dan gonad indeks.

### BAHAN DAN METODA

Gonad SBT diperoleh dari kapal tuna longline yang beroperasi di Samudera Hindia yang ikannya didaratkan dan dibongkar di Pelabuhan Benoa. Gonad dikumpulkan dari bulan September sampai dengan Desember 2008. Sampel gonad dibekukan dan dibawa ke laboratorium biologi Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut Gondol untuk diproses lebih lanjut. Panjang cagak setiap ikan diukur dan beratnya dicatat.



Gonad yang dibawa ke laboratorium biologi ditimbang seluruhnya dan diambil sebagian untuk dibuat preparat histologi. Dan yang telah matang gonad dihitung fekunditas serta diukur diameter telurnya. Pembuatan preparat histologi menggunakan metoda yang baku dengan pewarnaan hematoxylin dan eosin (Luna, 1968; Mujimin, 2005)). Preparat diamati dibawah mikroskop untuk ditentukan tingkat kematangannya. Setelah diketahui yang matang gonad maka gonad diambil sebagian untuk digunakan menghitung fekunditasnya (jumlah telur per angkatan). Fekunditas diduga berdasarkan rumus Bagenal (1978) sebagai berikut:

$$F = (Wg/Ws)n$$

Dimana: F = fekunditas  
 Wg = berat gonad (g)  
 Ws = berat sampel (g)  
 N = jumlah telur dalam sub sampel

Setiap gonad ditentukan tingkatannya berdasarkan kriteria yang dilakukan Andamari et al (1998) dan Farley dan Davis (1998). Tingkat kematangan gonad secara makroskopis ditentukan dengan Indeks Kematangan Gonad serta Indeks Gonad (Effendie, 1997;

$$IKG = \frac{Wg}{W} \times 100 \%$$

Dimana W = berat ikan(kg)  
 Wg = berat gonad(kg)  
 GI =  $Wg/L^3 \times 10^7$  dimana L = panjang cagak ikan (cm)

Dibuat pula grafik hubungan antara berat gonad dengan panjang ikan, GSI dan GI dengan panjang. Tingkat Kematangan Gonad diklasifikasikan juga berdasarkan diameter oosit (Farley dan Davis, 1999).

Belum Berkembang (TKG I)	20 – 150 μ
Berkembang (TKG II)	150 – 300 μ
Permulaan matang ( TKG III)	250 – 400 μ
Hampir matang (TKG IV)	400 – 700 μ
Matang/Hidrasi (TKG V)	800 – 1200 μ

### HASIL DAN PEMBAHASAN

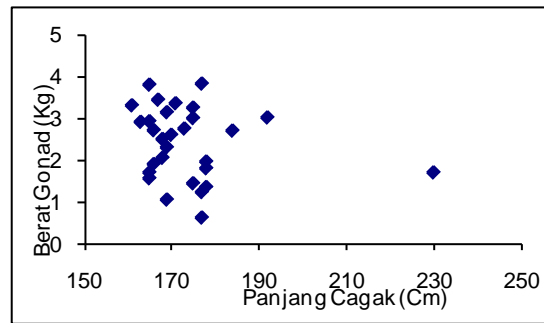
Sebanyak 44 ekor Tuna Sirip Biru Selatan diukur panjang cagak (cm) dan beratnya serta diambil gonadnya ditimbang beratnya dan diamati secara histologi serta dipisahkan antara jantan dan betina..

Deskripsi panjang dan berat ikan contoh disajikan pada Tabel 1 Ikan contoh yang diperoleh sebanyak 44 ekor terdiri dari 29 ekor betina dan 15 ekor jantan.

**Tabel 1. Deskripsi panjang dan berat serta gonad ikan Tuna Sirip Biru Selatan**

Jenis	Panjang Cagak (cm)	Berat (kg)	Berat Gonad (kg)
Jantan	169 – 188 (rerata 179)	102 – 161 (rerata 129.8)	1 – 5 (rerata 3,57)
Betina	161 – 230 (rerata 173,6)	82,5 – 189.2 (rerata 108.8)	0.62 – 3.83 (rerata 2.41)

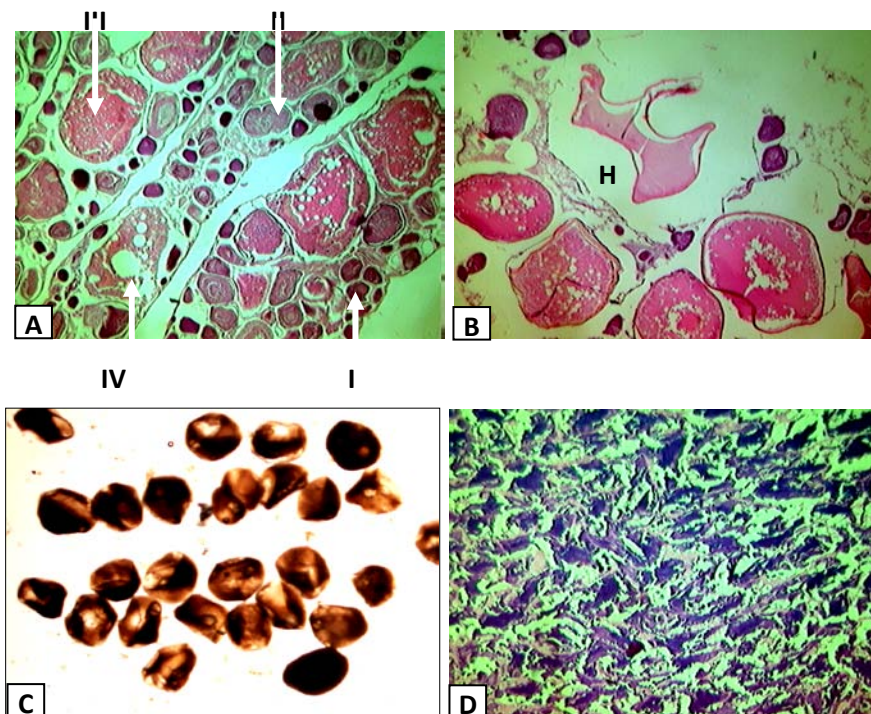
Hubungan antara berat gonad dan panjang ikan dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar 1 ini dapat disimpulkan bahwa semakin panjang ikannya belum tentu semakin besar gonadnya. Yang lebih berperan mungkin adalah perkembangan gonad dengan musim pemijahan. Menurut Caton (1991) musim pemijahan pada bulan September sampai dengan Maret dengan puncak pemijahan pada bulan Januari dan Februari.



Gambar 1. Hubungan antara berat gonad (kg) dengan panjang cagak (cm) ikan Tuna Sirip Biru Selatan.

### Tingkat kematangan gonad

Ikan Tuna Sirip Biru Selatan bersifat pemijahan berganda terlihat dari perkembangan gonad yang bersifat asynchronous dan dapat dilihat pada Gambar 2.. Dalam satu gonad terdapat beberapa tingkat kematangan (Gambar 2.A.) Farley dan Davis (1998) menyatakan bahwa ikan Tuna Sirip Biru Selatan memijah berganda berdasarkan pengamatan dari modus berganda dari distribusi frekuensi diameter oosit. Dalam penelitian ini ikan contoh yang terkecil panjang cagaknya 161 cm dengan berat 82,5 kg dan mempunyai gonad yang sudah berkembang (tahap lanjut), sedangkan menurut Farley dan Davis (1998) ukuran pertamakali matang gonad pada panjang 152 cm berdasarkan ukuran diameter oosit > 400 mikron sedangkan berdasarkan GI > 2 pada panjang ikan 162 cm.

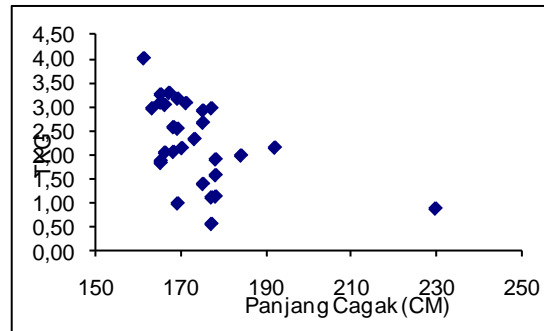


Gambar 2. Irisan gonad dengan berbagai tingkat kematangan gonad (A), (B) dan (D, jantan) (H&E 100 x) C adalah oosit dengan diameter 1200 $\mu$  (hidrasi).

### Indeks kematangan gonad

Kriteria Indeks Kematangan Gonad (IKG, %) digunakan sebagai alat pendugaan untuk ukuran tingkat kematangannya. Dalam penelitian ini IKG berkisar antara 0,58 sampai 4,01 dengan rata-rata 2,27. Untuk penelian ini ternyata ikan yang telah hidrasi/matang gonad

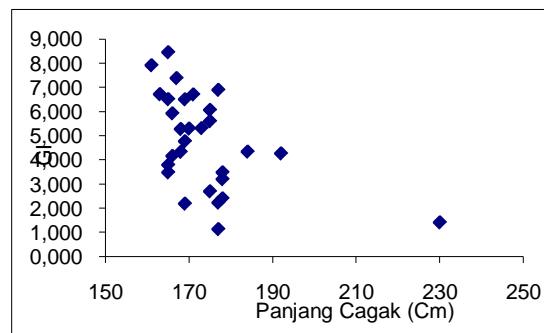
mempunyai IKG lebih besar dari 2. Gambar 3 menunjukkan hubungan antara Indeks Kematangan Gonad dengan panjang ikan.



**Gambar 3. Hubungan antara Tingkat Kematangan Gonad dengan panjang cagak ikan Tuna Sirip Biru Selatan.**

#### **Gonad Indeks**

Ukuran yang lain dalam menentukan kematangan gonad adalah Gonad Indeks. Gambar 4 menunjukkan hubungan antara gonad indeks dengan panjang cagak ikan Tuna Sirip Biru Selatan.



**Gambar 4. Hubungan antara gonad indeks dengan panjang cagak ikan Tuna Sirip Biru Selatan.**

Dari 29 ekor ikan betina mempunyai gonad indeks berkisar antara 1,12 sampai 8,46 dengan rata-rata 4,77. Dua ekor ikan yang telah matang gonad dan siap untuk memijah mempunyai indeks 4,2 dan 5,3. Dari Gambar 4 diatas ternyata beberapa ekor ikan yang mempunyai indeks gonad lebih besar dari 4 belum matang tetapi baru menjelang matang dapat dilihat pula dari ukuran oosit yang berkisar antara 500 sampai 700  $\mu$ . Penelitian Farley dan Davis (1998) mendapatkan gonad indeks berkisar antara 1,3 sampai 13,1 Ikan-ikan ini ditangkap di daerah pemijahan.

#### **Fekunditas**

Pendugaan fekunditas dan fekunditas nisbi dari 29 ekor ikan SBT betina hanya terdapat 2 ekor yang telah matang gonad/hidrasi dengan diameter oosit 1044 dan 1201  $\mu$  dan fekunditas 2.25 juta oosit dan 2,29 juta oosit serta fekunditas nisbi 16 dan 19. Sedangkan 27 ekor ikan yang lain masih dalam kategori TKG IV (hampir matang) mempunyai fekunditas antara 2 - 7 juta tetapi dengan ukuran diameter oosit yang lebih kecil 500 sampai dengan 700  $\mu$  dengan fekunditas nisbi berkisar antara 26 – 57 oosit per gram. Hasil penelitian Farley dan Davis (1998) fekunditas nisbi sebesar 57 oosit per gram berat badan. Bila dibandingkan dengan ikan tuna sirip kuning yang mempunyai berat relative kecil dengan tuna sirip biru selatan ternyata mempunyai fekunditas yang cukup banyak. Dapat dilihat pada Tabel 2



**Tabel 2. Fekunditas ikan tuna sirip kuning dan tuna sirip biru selatan.**

Penulis	Jumlah Ikan	Berat ikan (kg)	Panjang Cagak (cm)	Fekunditas (juta)
June (1953 dalam Suzuki (94)	11	47 - 88	-	2,4 – 8,6
Itano (2000) di Pasifik Barat	22	-	99 - 149	0,55 – 4.09 Rerata 2,16
Itano (2000) di Hawaii	13	30 - 72	116 - 154	1,5 – 10,6 Rerata 3,45
Andamari dan Hutapea (2003)	6	40- 55	136 146	1,1 – 3,3 Rerata 1,7
Andamari (2010)	2	117 dan 140	173 dan 192	2,25 dan 2.29

### Musim pemijahan

Dari kajian ini tidak ditemukan gonad dalam kriteria salin (spent). Tetapi Farley dan Davis (1998) menyatakan bahwa SBT memijah pada bulan September sampai dengan Maret hal ini dapat dilihat dengan ditemukannya post ovulatory follicles dan atresia. Hal ini berbeda dengan ikan tuna sirip kuning yang memijah sepanjang tahun dengan puncak pemijahan pada bulan April sejalan dengan penelitian Kikawa (1996) dalam Suzuki (1994) yang menyatakan tuna sirip kuning di daerah tropis memijah sepanjang tahun.

### KESIMPULAN

- Tuna Sirip Biru Selatan pada kajian ini mempunyai fekunditas 2,25 juta oosit dan 2,29 juta oosit. Dengan fekunditas nisbi sebesar 16 dan 19
- Diameter oosit dari 29 ekor ikan betina berkisar dari 520 – 1200 mikron
- Pemijahan terjadi pada bulan September sampai dengan Maret.
- Tuna Sirip Biru Selatan bersifat pemijahan berganda terlihat dengan adanya asynchronous oosit didalam gonadnya.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Sdr.Ir. Kiroan Siregar dan Sdr. Rusjas Mashar di Bena yang telah membantu sampling. Sdr. Mujimin yang telah membuat preparat histologi dan Sdr. Teguh yang membantu menyiapkan draft makalah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andamari,R. Dan J.H. Hutapea. The Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from the Indian Ocean.
- Bagenal, T.B. 1978. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh water. IBP. Handbook (3) Blackwell Scientific Publications, Oxford. 253 pp.
- Caton, A.E. (editor) 1991 . Review of aspect of soutgern bluefin tuna, biologypopulation, and fisheries.In World Meeting on Stock Assessmentof Bluefin tunastrengths and Weaknessess, edited by R.B. Deriso and W.H. Bayliff Spec.Rep.I-ATTC, 7:181-357
- Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Bali, 2003. Laporan Tahunan Eksport Hasil Perikanan Propinsi Bali.
- Effendie, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Farley, J.H. and Davis, T.L.O. 1998. Reproductive dynamics of southern bluefin tuna, *Thunnus maccoyii*. Fishery Bulletin 96: 223 - 236
- Farley, J. and T. Davis. 1999. Southern bluefin tuna: Quantifying reproductive status from histological sections, and estimating batch fecundity . CSIRO, Marine Research. 18 hal.
- Itano, G.I. 2000. The reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in Hawaiian Waters and



- the Western Tropical Pacific Ocean. Project Summary. SOEST 00-01, JIMAR Contribution 00-328. Scholl of Ocean and Earth Science and Technology, University of Hawaii, Honolulu, HI.
- Luna, L.G. 1968. Manual of histological stainings methods of the Armd Forces. Third ed. Institute of Pathology. McGraw-Hill, New York.
- Mujimin, 2005. Teknik pembuatan preparat histology gonad. Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur. Vol. IV No.2: 13 - 17
- Shingu, C. 1981. Ecology and Stock of Southern Bluefin Tuna. CSIRO Division Fisheries Fishery and Oceanography 131: 79 hal
- Simorangkir, S. 2000. Perikanan Indonesia. Bali Post, Denpasar. 294 hal.
- Suzuki, Z. 1994. A review of the biology and fisheries for yellowfin tuna (*T. albacares*) in the Western and Central Pacific Ocean. In Shomura, R. S.; Majkowski, J.; Langi, S. [eds.] Interaction of Pacific tuna fisheries. Volume 2: Papers on biology and fisheries. Proceedings of the First FAO Expert Consultation on interaction of Pacific Tuna Fisheries 3 – 11 Dec. 1991, Noumea, New Caledonia. *FAO Fish. Tech. Pap.* (336/2):108 - 137.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Southern\\_bluefin\\_tuna](http://en.wikipedia.org/wiki/Southern_bluefin_tuna). 11/11/2009



## PROFIL DARAH IKAN PATIN (*PANGASIVUS SP.*) YANG MEMPEROLEH DAUR PEMUASAAN DAN PEMBERIAN PAKAN KEMBALI

**Untung Susilo, Edy Yuwono dan Farida Nur Rachmawati**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : edyyuwono@gmail.com*

Suatu penelitian untuk mengetahui profil darah, meliputi jumlah eritrosit, leukosit, kadar hemoglobin, nilai hematokrit, kadar glukosa dan nilai osmolalitas plasma, telah dilakukan secara eksperimental dengan empat perlakuan dan lima kali ulangan. Perlakuan yang dicobakan meliputi ikan yang diberi pakan dua kali sehari (kontrol, P0), ikan dipuasakan pada hari Senin dan Kamis (P1), ikan dipuasakan dua hari dan lima hari diberi pakan (2/5, P2), ikan dipuasakan sehari dan diberi pakan sehari (1/1, P3). Hasil percobaan menunjukkan bahwa daur pemuasaan dan pemberian pakan tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan untuk kadar eritrosit, nilai hematokrit, kadar glukosa darah, dan osmolalitas plasma ( $P > 0.05$ ), namun terdapat perbedaan yang signifikan diantara perlakuan yang dicobakan untuk kadar leukosit dan hemoglobin ( $P < 0.05$ ). Kesimpulan, profil darah, kecuali kadar leukosit dan hemoglobin, ikan patin tidak mengalami perubahan yang signifikan selama periode pemuasaan dan pemberian pakan kembali.

Kata kunci : *profil darah, ikan patin (Pangasius sp.), pemuasaan*

### PENDAHULUAN

Beberapa studi terdahulu berkaitan dengan efek pembatasan pakan terhadap perubahan profil darah telah dilakukan. Pada ikan *traira*, *Hoplias malabaricus*, jumlah eritrosit muda dalam darah perifer menurun secara signifikan selama 30 hari pertama pemuasaan yang menunjukkan bahwa proses *senescence* terjadi pada sel darah merah yang telah ada dan bahwa sel darah tidak diganti selama pemuasaan. Setelah 240 hari pemuasaan, jumlah sel darah merah (SDM) menurun, menyebabkan perubahan hematokrit dan indeks darah. Setelah pemberian pakan kembali, jumlah leukosit dan trombosit pulih, namun jumlah SDM tetap menurun (Rios *et al.*, 2005). Kondisi berbeda terjadi pada ikan kerapu bebek, *Cromileptes altivelis*, pemuasaan menyebabkan peningkatan jumlah leukosit yang mengindikasikan peningkatan sistem kekebalan (Simanjuntak dan Yuwono, 2006). Namun, hematokrit ternyata tidak dipengaruhi oleh strategi pemberian pakan pada ikan *olive flounder* (Cho *et al.*, 2006).

Pada kondisi *stress* (pemuasaan atau pembatasan pakan) ikan dapat juga merubah metabolisme karbohidrat (Eroldoğan *et al.*, 2008). Sangiao-Alvarellos *et al.*, (2005) melaporkan adanya peningkatan kapasitas transport glukosa yang dimobilisasi dari simpanan glikogen hati pada *gilthead sea bream*, *Sparus aurata*, yang dipaparkan pada pemuasaan selama dua minggu, indikasi adanya metabolisme karbohidrat. Pada *catfish*, *Rhamdia hilarii* (ikan omnivora) dengan pemuasaan level kadar gula darah menurun secara progresif hingga 50 % dari pada ikan yang diberi pakan setelah hari ke 30 (Machado *et al.*, 1988). Fenomena yang sama juga terjadi pada *channel catfish*, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), siklus pemuasaan dan pemberian pakan tidak mempengaruhi hematologi ikan kecuali pada minggu ke empat hemoglobin ikan yang dipuasakan lebih tinggi. Glukosa darah dan glikogen hati lebih rendah pada ikan yang tidak diberi pakan pada minggu ke 2 dan 4. Jadi dapat disimpulkan bahwa pemuasaan menyebabkan penurunan glukosa darah ikan (Shoemaker, *et al.*, 2003). Namun, tidak ada informasi yang berkaitan dengan perubahan profil darah ikan patin, *Pangasius sp.*, yang memperoleh daur pemuasaan dan pemberian pakan kembali.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil darah, meliputi jumlah eritrosit, leukosit, kadar hemoglobin, nilai hematokrit, kadar glukosa dan nilai osmolalitas plasma ikan patin, *Pangasius hypophthalmus* yang diinduksi dengan daur pemuasaan dan pemberian pakan kembali.





## METODE PENELITIAN

Materi yang digunakan adalah benih ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan bobot rata-rata  $20,17 \pm 3,54$  gram dan pakan komersial dengan kandungan protein 26,22%, lemak 7 %, BETN 54,67 %, serat 3,44% dan abu 7,67% (Lab.INMT Fak. Peternakan UNSOED). Selain materi tersebut juga digunakan akuarium berukuran 40 x 50 x 60 cm sebanyak 23 buah, homogeniser listrik, osmometer vapour, timbangan teknikal, mikrohematokrit, hemometer, hemositometer dan alat bedah.

Penelitian dilaksanakan pada skala laboratorium di Laboratorium Fisiologi Hewan Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto dan percobaan dilakukan mulai bulan April 2009 hingga Agustus 2009.

Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan dasar berupa rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan (satu kontrol dan tiga perlakuan) yang diulang sebanyak lima kali. Kontrol (K), yaitu ikan yang diberi pakan secara normal setiap hari, dan 3 macam perlakuan, yaitu ikan yang tidak diberi pakan pada hari Senin dan Kamis (P1), ikan yang mengalami daur pembatasan pakan periodik 2/5, dalam seminggu 2 hari tidak diberi pakan dan 5 hari diberi pakan (P2), dan ikan yang mengalami daur pembatasan pakan periodik 1/1, sehari tidak diberi pakan dan sehari diberi pakan (P3). Variabel atau parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah profil darah yang meliputi jumlah eritrosit, leukosit, kadar hemoglobin, nilai hematokrit, kadar glukosa dan nilai osmolalitas plasma Percobaan akan dilakukan selama delapan minggu.

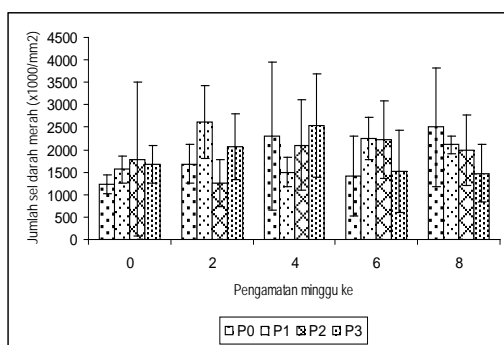
Pada minggu ke 0, 2, 4, 6 dan 8 dilakukan sampling pengambilan darah ikan untuk keperluan pengukuran profil darah. Parameter profil darah yang dihitung meliputi jumlah sel darah merah dan sel darah putih, osmolalitas plasma dan kadar glukosa darah. Jumlah sel darah merah ditentukan dalam pengenceran 1 : 200 dalam larutan Hayem dan dihitung menggunakan bilik hitung Improved Neubauer di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran objektif 10 – 40 X. Sedangkan sel darah putih ditentukan dengan pengenceran 1 : 20 dalam larutan Turk dan dihitung dengan menggunakan bilik hitung Improved Neubauer di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran objektif 10 – 40 X (Lim et al., 2000, Kang et al., 2005). Nilai hematokrit ditentukan pada sampel darah dalam kapiler gelas yang disentrifugasi selama 3 menit dengan kecepatan 5000 rpm (Partidge and Jenkins, 2002) menggunakan sentrifugasi mikro-hematokrit dan hasil sentrifugasi kemudian dibaca dengan mikro-hematokrit reader (Kang et al., 2005). Nilai hematokrit ini akan merupakan prosentase sel darah dan keping darah terhadap cairan darah, sedangkan kadar hemoglobin ditentukan dengan metode Sahli. Nilai hematokrit (Hct), kadar hemoglobin (Hb) dan jumlah sel darah merah (RBC) yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung indeks hematologi yang meliputi ; mean celluler volume (MCV), mean cell hemoglobin (MCH) dan mean celluler hemoglobin concentration (MCHC),  $MCV = Hct/RBC \times 10$ ,  $MCH = Hb/RBC \times 10$ ,  $MCHC = Hb/Hct \times 100$  (Kang et al., 2005). Nilai osmotik plasma darah diukur dengan menggunakan vapour osmometer Wescor dan nilai osmolalitas plasma akan dinyatakan dalam unit mOsm/kg (Seidelin and Madsen, 1999). Kadar glukosa darah diukur menggunakan kit Gluko Dr dan nilai glukosa darah akan diperoleh dalam unit  $mgr.dl^{-1}$ .

Data profil darah, aktivitas enzim digesti, pertumbuhan, efisiensi pakan dan sintasan dianalisa dengan one way analysis of variance (ANOVA) menggunakan SPSS versi 12.0 Windows software.

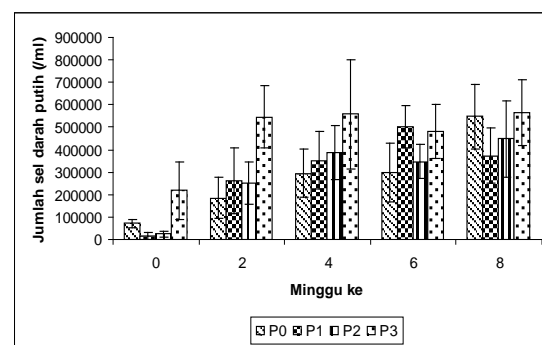


## HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah sel darah merah ikan patin yang teramati mulai minggu ke 0 hingga minggu ke 8 tidak nampak adanya perubahan yang signifikan, baik diantara minggu-minggu pengambilan sampel maupun diantara perlakuan yang diterapkan, kecuali pada minggu ke 2 (Gambar 1). Pada minggu ke 2 perlakuan P1 jumlah sel darah merah secara signifikan lebih tinggi dari pada P0 dan P2. Jumlah leukosit (sel darah putih) ikan patin pada penelitian ini menunjukkan fenomena berbeda dengan jumlah sel darah merahnya. Jumlah leukosit pada minggu ke 0 dan ke 2 secara signifikan berbeda diantara perlakuan ( $P < .05$ ), sedangkan pada minggu-minggu berikutnya jumlah leukosit tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan diantara perlakuan ( $P > .05$ ). Namun demikian, terdapat kecenderungan bahwa jumlah leukosit semakin meningkat dengan lamanya waktu pemeliharaan, yang menunjukkan meningkatnya daya tahan ikan yang distimulasi oleh pemuasaan (Gambar 2). Fenomena yang sama juga terjadi pada ikan kerapu bebek, *Cromileptes altivelis*, pemuasaan menyebabkan peningkatan jumlah leukosit yang mengindikasikan peningkatan sistem kekebalan (Simanjuntak dan Yuwono, 2006) dan ikan gurami (Yuwono *et al.*, 2008).



**Gambar 1. Jumlah sel darah merah**

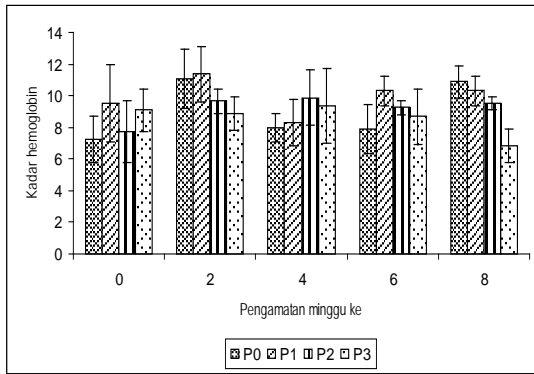


**Gambar 2. Jumlah sel darah putih**

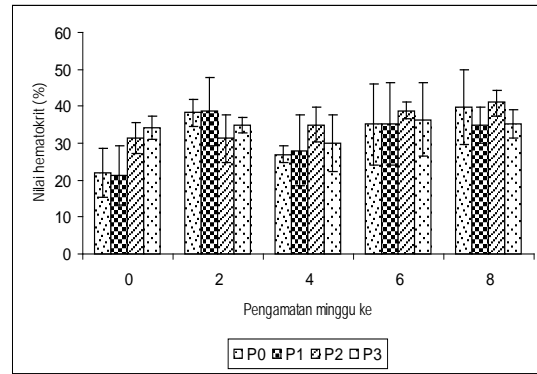
Kadar hemoglobin ikan patin tampak mengalami perubahan pada semua perlakuan selama 8 minggu pemeliharaan (Gambar 3). Kadar hemoglobin pada minggu ke 0 dan ke 4 nampak tidak berbeda diantara perlakuan ( $P > .05$ ), namun pada minggu ke 2, 6 dan 8, kadar hemoglobin ikan patin berbeda secara signifikan diantara perlakuan yang dicobakan ( $P < .05$ ). Pada minggu ke 8, kadar hemoglobin ikan patin yang memperoleh daur pemuasaan 1/1 adalah yang paling rendah diantara perlakuan yang lain. Asupan pakan yang sebagian besar digunakan untuk pemeliharaan tubuh, sehingga menghasilkan pertumbuhan yang rendah, tampaknya ikut mempengaruhi kadar hemoglobinnya.

Nilai hematokrit ikan patin yang diperoleh selama penelitian tidak mengalami perubahan yang signifikan, kecuali pada minggu ke 0 (Gambar 4.). Analisis statistik juga menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan diantara perlakuan yang diukur pada minggu ke 2 hingga ke 8. Fenomena yang sama juga dijumpai dengan ikan gurami pada penelitian Yuwono *et al.* (2008).

Data perhitungan indeks hematologi pada minggu ke 8 selengkapnya tertera pada lampiran 16. Analisis terhadap indeks hematologi ikan patin pada minggu ke delapan yang meliputi *mean cellular volume* (MCV), *mean cell hemoglobin* (MCH) dan *mean cellular hemoglobin concentration* (MCHC) menunjukkan bahwa nilai MCV berbeda secara signifikan ( $P < .05$ ), namun tidak untuk nilai MCH dan MCHC ( $P > .05$ ). Jadi tampaknya rata-rata volume sel (MCV) ikan patin yang dipuasakan, terutama P2 dan P3, lebih besar dari pada ikan pada perlakuan P0 dan P1.

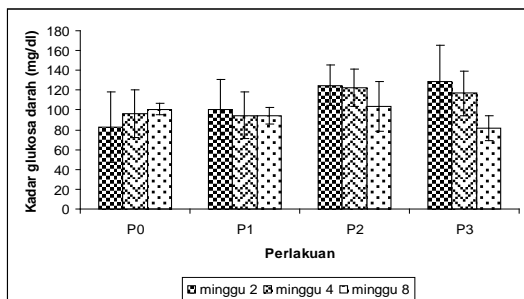


**Gambar 3. Kadar hemoglobin**

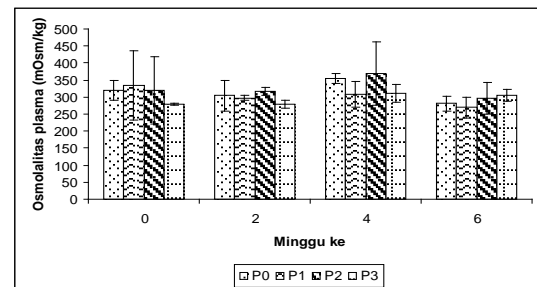


**Gambar 4. Nilai hematokrit**

Kadar glukosa darah ikan patin yang diukur pada minggu ke 2, 4 dan 8 (Gambar 5), tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan diantara perlakuan yang dicobakan ( $P > .05$ ). Namun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan kadar glukosa darah pada ikan yang dipuaskan terutama pada minggu ke 2 dibanding dengan ikan yang tidak dipuaskan (P0). Pada perlakuan P3, kadar gula darah juga semakin menurun dengan semakin lamanya pemeliharaan. Ini terlihat pada gambar 11, pada minggu ke 8 kadar glukosa darah lebih rendah dari pada minggu ke 2 dan 4. Fenomena serupa juga terjadi pada *catfish*, *Rhamdia hilarii* (ikan omnivora) dengan pemuasaan level kadar gula darah menurun secara progresif hingga 50 % dari pada ikan yang diberi pakan setelah hari ke 30 (Machado *et al.*, 1988). Fenomena yang sama juga terjadi pada *channel catfish*, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), glukosa darah dan glikogen hati lebih rendah pada ikan yang tidak diberi pakan pada minggu ke 2 dan 4. Jadi dapat disimpulkan bahwa pemuasaan menyebabkan penurunan glukosa darah ikan (Shoemaker, *et al.*, 2003).



**Gambar 5. Kadar glukosa darah**



**Gambar 6. Nilai osmolalitas plasma**

Nilai osmolalitas plasma ikan patin tampaknya tidak dipengaruhi oleh daur pemuasaan dan pemberian pakan kembali (Gambar 6), sebab pada nilai osmolalitas yang diukur tidak dijumpai perbedaan yang signifikan antar perlakuan ( $P > .05$ ), kecuali pada pengukuran minggu ke dua. Pada minggu ke 2 osmolalitas plasma P0 dan P2 lebih tinggi dari pada P1 dan P3 (Gambar 6). Jadi secara keseluruhan osmolalitas plasma ikan patin tidak banyak mengalami perubahan selama percobaan. Suatu iindikasi bahwa ikan patin masih mampu menjaga homeostatis cairan tubuhnya, berkaitan dengan osmolalitas darahnya, walaupun mengalami pembatasan pakan. Fenomena yang sama juga dijumpai pada ikan gurami (Yuwono *et al.*, 2008).

## KESIMPULAN

Profil darah, kecuali kadar leukosit dan hemoglobin, ikan patin tidak mengalami perubahan yang signifikan selama periode pemuasaan dan pemberian pakan kembali.



## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada proyek l'mhere Unsoed yang telah mendanai penelitian ini melalui dana Riset Grant tahun anggaran 2009.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cho, S. H., S. M. Lee; B. H. Park, , S. C. Ji, J. Lee,; J. Bae, and S. Y. Oh, 2006. Compensatory growth of Juvenile Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*, L., and Changes in Proximate Composition and Body Condition Indices during Fasting and after Refeeding in Summer Season. *Journal of the World Aquaculture Society*. 37, 2:168-174.
- Eroldoğan, O.T., O. Taşbozan, and S. Tabakoğlu, 2008. Effects of Restricted Feeding Regimes on Growth and Feed Utilization of Juvenile Gilthead Sea Bream, *Sparus aurata*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 39 (2) : 267 – 274.
- Kang, J.C., S.G. Kim, and S.W. Jang, 2005. Growth and Hematological Changes of Rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf) Exposed to Dietary Cu and Cd. *Journal of the World Aquaculture Society*. 36 (2) : 188 – 195.
- Lim, C., P.H. Klesius, M.H. Li, and E.H. Robinson, 2000. Interaction Between Dietary Levels of Iron and Vitamin C an Growth, Hematology, Immune Response and Resistance of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* Challenge. *Aquaculture*, 185 : 313 – 327.
- Machado, C.R., M.A. Garafalo, J.E. Roselino, I.C. Kettelhut, and R.H. Migliorini, 1988. Effects of Starvation, Refeeding and Insulin on Energy-linked Metabolic Processes in Catfish (*Rhamdia hilarii*) Adapted to a Carbohydrate-rich Diet. *Gen. Comp. Endocrinol.* 71 (3) : 429 – 437.
- Partridge, G.J. and G.I. Jenkins, 2002. The Effect of Salinity on Growth and Survival of Juvenile Black bream (*Acanthopagrus butcheri*). *Aquaculture*, 210 : 219 – 230.
- Rios, F.S., E.T. Oba, M.N. Fernandes, A.L. Kalinin, and F.T. Rantin, 2005. Erythrocyte Senescence and Haematological Changes Induced by Starvation in the Neotropical Fish Traira, *Hoplias malabaricus* (characiformes, Erythrinidae). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. 140 : 181 -187.
- Sangiao-Alvarellos, S., J.M. Guzman, R. Laiz-Carrion, J.M. Miguez, M.P. Martin del Rio, J.M. Mancera and J.L. Soengas, 2005. Interactive Effects of high Stocking Density and Food deprivation on Carbohydrate Metabolism in several Tissue of Gilthead Sea Bream, *Sparus aurata*. *J. Exp. Biol.* 303 (A) : 761 – 775
- Seidelin, M. And S.S. Madsen, 1999. Endocrine Control of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase and Chloride Cell Development in Brown Trout, *Salmo trutta*: Interaction of Insulin-like Growth Factor-1 with Prolactin and Growth Hormone. *Journal of Endocrinology*. 162 : 127 – 135.
- Shoemaker, C.A., P.H. Klesius, C. Lim, and M. Yildirim, 2003. Feed Deprivation of Channel Catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafineque), Influences Organosomatic Indices, Chemical Composition and Susceptibility to *Flavobacterium columnare*. *J. Fish Dis.* 26 (9) : 553 – 561.
- Simanjuntak, S.B.I. & Yuwono, E., 2006, Pengaruh restriksi pakan terhadap hematologi dan histologi hati ikan kerapu bebek, *Cromileptes altivelis*. *Ichtyos, Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Perikanan dan Kelautan*, 5, 1: 33-36.
- Yuwono, E., Sukardi, P & Susilo, U., 2008. Kondisi Fisiologis Pada Pertumbuhan Kompensatori yang Diinduksi Dengan Pembatasan Pakan Sebagai Upaya Optimalisasi Produksi Ikan Gurami. Tahun I. laporan Penelitian Insentif Riset Dasar, KNRT. Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.



## POTENSI EKSTRAKTIF BEBERAPA JENIS KAYU SEBAGAI BIOPESTISIDA ANTI JAMUR DAN BAKTERI PATOGEN IKAN

Tata Brata Suparjana, Tria Rizky A, dan Kurniawati

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email : [ekos\\_yuli@yahoo.co.id](mailto:ekos_yuli@yahoo.co.id)

Penyakit ikan yang disebabkan oleh *Saprolegmia* sp. dan *Vibrio* sp. merupakan penyakit yang sangat berbahaya dan merugikan pada beberapa komoditas penting seperti ikan dan udang. Uji toksisitas senyawa anti tempurung kelapa terhadap pertumbuhan miselium jamur air *Saprolegmia* sp., senyawa aktif kayu Sonokembang (*Pterocarpus indicus* Willd) dan kayu Nyantoh (*Palagmium gutta* Baill) terhadap bakteri *Vibrio* sp. telah dilakukan. Serbuk kayu diekstrak dengan menggunakan pelarut n-heksan, diethyl eter dan etil asetat. Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan dengan konsentrasi berbeda (untuk media) dan 0% sebagai kontrol (untuk media). Setiap perlakuan diulang tiga kali. Data yang diperoleh dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil penelitian menunjukkan senyawa aktif yang terlarut pada fraksi n-heksan, dietil eter dan etil asetat mampu menghambat pertumbuhan jamur *Saprolegmia* sp. pada konsentrasi 0,2%, senyawa aktif kayu Sonokembang yang terlarut dalam fraksi n-heksan pada konsentrasi 2,5% mampu menghambat pertumbuhan koloni bakteri sebesar 86,9% dan fraksi etil asetat pada konsentrasi 1% mampu menghambat pertumbuhan 100%. Senyawa aktif kayu nyantoh yang terlarut dalam tiga fraksi ekstrak pada konsentrasi 1% mampu menghambat pertumbuhan *Vibrio* sp.

*Key words* : Extractives, wood, *Vibrio* sp and *Saprolegnia* sp

### PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya usaha budidaya perikanan, maka semakin meningkat pula masalah yang dihadapi oleh para petani ikan, diantaranya adalah serangan organisme air seperti jamur air *Saprolegnia* sp dan bakteri *Fibrio* sp terhadap ikan dan udang. Keamanan pangan saat ini sudah menjadi isu global dan mendapat perhatian besar dari Badan Kesehatan Dunia (WHO). Berbagai kasus keracunan pangan akibat mikroba patogen masih sering terjadi di Indonesia. Meningkatnya kesadaran masyarakat dalam keamanan pangan menyebabkan munculnya tuntutan dari masyarakat yang menginginkan bahan pangan yang lebih alami.

Penyakit yang menyerang ikan dan udang dapat disebabkan oleh parasit, jamur, bakteri dan virus. Diantara beberapa jenis penyakit, penyakit yang disebabkan oleh jamur dan bakteri mempunyai proporsi yang paling tinggi, karena patogen tersebut dapat berkembang dengan cepat. Penggunaan senyawa kimia sintesis untuk memberantas hama ikan dan udang kurang dianjurkan, selain harganya relatif mahal daya racunnya dapat bertahan cukup lama, sehingga dikhawatirkan akan masuk dalam tubuh ikan peliharaan secara langsung maupun tidak langsung melalui pakan alami. Untuk mencegah hal tersebut maka dianjurkan untuk menggunakan senyawa kimia yang diperoleh secara alami, karena sifatnya yang *renewable* (terbaharui) dan *biodegradable* (ramah lingkungan).

Rifda Naufalin dan Ervina Mela (2008) dan Supriadi et al (1999) melaporkan bahwa tanaman rempah – rempah dari famili Zingiberaceae memiliki potensi daya anti bakteri dan jamur serta sebagai pengawet alami ikan dan udang. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan bahwa senyawa aktif kayu merupakan potensi sumber daya nabati yang perlu dikembangkan pemanfaatannya sebagai sumber pestisida nabati. Senyawa aktif beberapa jenis kayu terbukti mengandung bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan organisme lain, seperti jamur, rayap dan bakteri. Syafii and Yoshimoto (1993) melaporkan bahwa kayu ulin (*Evsideoxylon zwageri*) mengandung eusiderin yang bersifat berisifat racun dan menghambat pertumbuhan berbagai jenis jamur perusak kayu, Suparjana (2000) melaporkan bahwa bioaktif kayu *Pterocarpus indicus* dan *Palagnium gutta* berpotensi sebagai anti rayap dan jamur.



Bioaktif kayu eboni juga berpotensi sebagai bahan aktif anti rayap ( Suparjana, 2004 ). Suatu penelitian telah dilakukan, diantaranya menguji toksisitas beberapa fraksi ekstrak kayu *Pterocarpus indicus* willd terhadap pertumbuhan koloni bakteri *vibrio* sp dan bioaktif tempurung kelapa terhadap pertumbuhan miselium jamur *Saprolegnia* sp.

## BAHAN DAN METODA

1. Bahan – bahan: teras kayu *Pterocarpus indicus*, *Palagunium gutta* dan tempurung kelapa, bahan bakteri *Vibrio* sp dan jamur *Saprolegnia* sp.
2. Alat – alat: Rotary evaporator, ecnis, mikropipet, alat – alat gelas, timbangan analitik, oven dll.

### Ekstrasi

Kayu bagian teras dibuat serbuk hingga ukuran 40 – 60 mesh, kemudian dikeringkan hingga kadar air kurang dari 15%. Sebanyak 1000 gram serbuk contoh diekstrak dengan 4 liter aseton selama 48 jam pada suhu ruang, ekstrak aseton dipekatkan dengan suhu 30-40 °C dengan rotary vacum evaporator hingga 100 ml. Ekstrak pekat ini kemudian difraktisinasi secara bertingkat menggunakan pelarut n-heksan, etil eter dan etil asetat. Dari hasil ekstrasi diperoleh empat macam ekstrak yaitu ekstrak n- heksa, ekstrak dietil eter, ekstrak etil asetat dan residunya.

### Uji efikasi ekstraktif terhadap *vibrio* sp *saprolegnia* sp.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap, untuk ekstrak kayu *Palagunium gutta* dengan konsentrasi ekstrak n- heksana, dietil eter dan etil asetat: 0 % (kontrol), 1 %, 2 %, 3 %, 4%, dan 5% ( v/v media). Untuk ekstrak kayu *Pterocarpus indicus* perlakuan yang dicobakan adalah fraksi n-heksanal dan fraksi etil asetat dengan konsentrasi ekstrak 0 %, 1 %, 1,5 % , 2 %, dan 2,5 %. Sedangkan pengujian zat ekstraktif tempurung kelapa terhadap pertumbuhan miselium jamur *Saprolegnia* sp dilakukan dengan menambahkan zat aktif ke dalam media PYGA, konsentrasi ekstrak yang diujikan adalah 0 % (kontrol), 0,2 %, 0,4 %, 0,6 %, 0,8 % dan 1 % perlakuan diulang tiga kali, parameter yang diamati adalah diameter pertumbuhan miselium jamur setelah diinkubasi. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan anova berdasarkan uji F dan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada tingkat kesalahan 1 % dan 5 %.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa fraksi ekstrak n-heksana dietil eter dan etil asetat mulai konsentrasi 1 % mampu menghambat pertumbuhan *vibrio* *paraheamolyticus* semakin tinggi konsentrasi ekstrak daya hambatnya semakin besar. Fraksi ekstrak dietil eter pada *Palagunium gutta* Baill paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Vibrio* sp dibanding fraksi n-heksanal dan fraksi etil asetat. Sedangkan senyawa aktif kayu *Pterocarpus indicus* Willd dari fraksi n-heksana pada konsentrasi 1,5 % mampu menghambat pertumbuhan koloni *Vibrio* sp sebesar 57,5 %, bahkan pada fraksi dietil eter konsentrasi ekstrak 1 % menghambat pertumbuhan koloni *Vibrio* sp sebesar 100 %. Hasil pengujian pengaruh zat aktif tempurung kelapa terhadap pertumbuhan miselium jamur *Saprolegnia* menunjukkan pengaruh yang signifikan, ketiga fraksi ekstrak pada konsentrasi 0,2 % mampu menghambat pertumbuhan secara efektif.

Pada tabel 1, 2, dan 3 menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni bakteri dan miselium jamur yang dibiakkan terhambat pada media yang ditambahkan zat aktif. Bioaktif *Pterocarpus indicus* will, *Palagunium gutta* baill dan endocarpium padat (tempurung kelapa) mengandung senyawa dari golongan terpenoid dan fenol yang bersifat toksik bagi mikroorganisme seperti



jamur dan bakteri. Senyawa ini banyak dilaporkan berpotensi sebagai bahan aktif anti fungi dan anti bakteri yang dapat mengganggu metabolisme, sehingga menghambat pertumbuhan dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Senyawa-senyawa terpenoid dapat berikatan dengan molekul protein dan lipid sehingga dapat mempengaruhi fungsi fisiologis protein membran sel dan protein enzim yang akan menyebabkan lisis pada sel. Bagian aktif senyawa fenol adalah gugus hidroksil bebasnya. Substitusi gugus samping ini menyebabkan terjadinya modifikasi reaktivitas. Senyawa ini yang menyebabkan peningkatan dan penurunan aktifitas mikroba. Menurut Davidson dan Braner (1981) mekanisme aktifitas fenol dalam menghambat pertumbuhan mikroba adalah dengan cara: 1) bereaksi dengan membran sel sehingga menyebabkan peningkatan permeabilitas membran dan hilangnya isi sel, 2) inaktivasi enzim-enzim esensial untuk metabolisme, dan 3) merusak dan inaktivasi fungsional materi genetik. Secara umum kemungkinan kerja dari suatu zat anti fungi dapat dilacak dengan meninjau struktur serta komposisi dari sel jamur tersebut (Ratnasari dan et al, 1988). Hal ini berkenaan kerusakan struktur sel utama dari sel jamur seperti: dinding sel, sitoplasma, ribosom, dan membran sitoplasma.

**Tabel 1. Rata – rata prosentase hambatan pertumbuhan vibrio sp oleh bioaktif kayu *Pterocarpus indicus* willd inkubasi selama 24 jam**

Konsentrasi bio aktif	Rataan hambatan pertumbuhan	
	Fraksi n-heksanal %	Fraksi dietil eter %
1	41,8	100
1,5	57,5	100
2	75,7	100
2,5	86,9	100

**Tabel 2. Rata – rata prosentase hambatan pertumbuhan Vibrio sp oleh bioaktif kayu *Palaquium gutta* Baill konsentrasi selama 24 jam.**

Konsentrasi bio aktif (%)	Rataan hambatan pertumbuhan		
	Fraksi n- heksanal	Fraksi etil eter	Fraksi etil asetat
1	42,76	43,25	39,28
2	61,52	64,48	60,82
3	77,59	82,74	73,02
4	84,44	93,56	81,09
5	92,76	98,18	86,46

**Tabel 3. Rata –rata pengukuran diameter miselium jamur *Saprolegnia* sp setelah 7 hari inkubasi**

Konsentrasi bioaktif endocarpin	Rataan diameter pertumbuhan		
	Fraksi n-heksanal	Fraksi etil eter	Fraksi etil asetat
Kontrol 0 %	8,45	8,50	8,40
0,2	6,15	5,15	5,50
0,4	5,75	5,10	5,15
0,6	5,60	4,90	5,00
0,8	5,40	4,90	4,95
1,0	4,80	4,40	4,70

Golongan senyawa kimia yang terdapat pada fraksi ekstrak teraktif terdiri atas senyawa terpena, fenol, dan steroid. Sedangkan komponen-komponen kimia yang teridentifikasi diduga mempunyai sifat anti bakteri dan jamur pada *Pterocarpus indicus* willd adalah quaiol ( $C_{15}H_{26}O$ ), 9, 12 octadecadienoic ( $C_{18}H_{32}O_2$ ), 2 Naphthalene metanal ( $C_{15}H_{26}O$ ) dan Cycloroheksanol ( $C_{15}H_{24}O$ ). Senyawa-senyawa tersebut berperan penting dalam menentukan keawetan kayu terhadap serangan organisme perusak (Suparjana, 2000). Sehingga sifat toksik bio aktif tiga jenis kayu ini diujicobakan pada *Vibrio* sp dan *Saprolegnia* sp.



## KESIMPULAN

1. Fraksi biokatif terlarut n- heksan, dietil eter dan etil asetat dari kayu *Pterocarpus indicus* dan *Palaguium gutta* berpotensi sebagai bahan anti bakteri *Vibrio parahaemolyticus*.
2. Fraksi bioaktif terlarut n-heksan, dietil eter dan etil asetat dari endocarpium padat (tempurung kelapa) berpotensi sebgai bahan anti jamur *Saprolegnia* sp.

## PUSTAKA

- Fahn, A. 1982. Plant Anatomy. Peragamon Press Ltd. England.
- Knoboch, K, A. Pauli, B Ibert, H. Weigtland N. Weis. 1989. Antibacterial dan Antifungal Properties of Essensial Oil Components. J. esential oil Res 1:119-128.
- Suparjana, T. B. 2000. Kajian toksisitas beberapa fraksi ekstraktif kayu *Pterocarpus indicus* willd dan *Palagunium gutta* baill terhadap rayap tanah dan jamur pelapuk kayu. Tesis Pascasarajana IPB Bogor.
- Ratnasari, H, T. Imam, S.S. Tjitrosomo dan S.I Angka. 1988. Dasar-dasar mikorobiologi. UI press, Jakarta.
- Supriadi, Chritina W dan Hernani, 1999. Potensi daya anti bakteri beberapa tanaman rempah dan obat terhadap isolat *Relstonia solanaccarum* asal jahe. Jurnal hayati. Vol 6 no 2 hal 43-46.
- Syafii, W and T. Yoshimoto, 1983. Exstractive From Some Tropical Hardwoods and their influences on growth of wood decaying fungi indonesian journal of tropical agriculture 4 (2):31-3.





# PERTUMBUHAN, EFISIENSI PAKAN DAN RETENSI PROTEIN IKAN GURAMI, *Osphronemus gouramy* Lac., YANG DISTIMULASI DENGAN SIKLUS PEMUASAAN DAN PEMBERIAN PAKAN KEMBALI

**Farida Nur Rachmawati, Bambang Hariyadi, Untung Susilo, dan Yulia Sistina**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : faridanur12@gmail.com*

Penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pertumbuhan, efisiensi pakan dan retensi protein ikan gurami, *Osphronemus gouramy* Lac., yang distimulasi dengan siklus pemuasaan dan pemberian pakan kembali telah dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan dasar rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak enam kali. Perlakuan yang dimaksud adalah yaitu ikan diberi pakan secara normal (kontrol, P0), ikan memperoleh pembatasan pakan secara periodik 1/1, dipuaskan sehari dan diberi pakan sehari (P1), ikan memperoleh pembatasan pakan secara periodik 7/7, dipuaskan 7 hari dan diberi pakan 7 hari (P2). Hasil percobaan menunjukkan bahwa penambahan bobot tubuh, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan dan retensi protein berbeda secara signifikan ( $P < 0.05$ ) diantara perlakuan yang dicobakan. Pertambahan bobot tubuh, laju pertumbuhan spesifik, dan retensi protein pada P2 adalah lebih rendah dari P0 dan P1, tetapi efisiensi pakan pada P2 lebih tinggi dari pada P0 dan P1. Dengan demikian, pemuasaan secara periodik 1/1 mampu memicu pertumbuhan kompensatori parsial, tetapi tidak menghasilkan peningkatan efisiensi pakan dan retensi protein.

*Kata kunci : pemuasaan, pertumbuhan, retensi protein, Osphronemus gouramy Lac.*

## PENDAHULUAN

Ikan gurami (*osphronemus gouramy* Lac) adalah salah satu ikan air tawar yang memiliki prospek baik untuk dikembangkan lebih lanjut, karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya dapat mencapai ukuran besar, rasa dagingnya kesat, tanpa duri selap dan mudah dipelihara pada perairan yang tanpa sistem sirkulasi air. Ikan gurami merupakan ikan yang relatif lambat pertumbuhannya dan baru mencapai kematangan telur sekitar umur 2 tahun.

Perlu diupayakan teknik budidaya yang dapat mempercepat pertumbuhan ikan gurami. Secara fisiologi pertumbuhan ikan dapat ditingkatkan karena sumber energi didalam tubuh akan di proses melalui aktivitas seperti respirasi, sirkulasi, metabolisme, regulasi temperatur, biomekanik, osmoregulasi, ekskresi yang hasil akhirnya menentukan pertumbuhan ikan tersebut. Beberapa penelitian pemuasaan pada hewan air menjadikan sumbangan yang berarti pada pertumbuhan, laju metabolisme, efisiensi pakan, efisiensi energi, sintasan hidup. Percobaan mengenai pemuasaan pada ikan gurami masih sedikit informasi ilmiahnya, sehingga perlu dilakukan penelitian yang hasilnya dapat berkontribusi pada budidaya ikan gurami.

Penelitian Chatakondi & Yant (2001), mengenai pengaruh intake pakan pada ikan yang dipuaskan dengan perlakuan 1,2 dan 3 hari serta tanpa pemuasaan sebagai kontrol didapatkan laju kecepatan pertumbuhan ikan *Ictalurus punctatus* meningkat, peningkatan pertumbuhan ini disebabkan oleh keadaan hiperfagia yaitu nafsu makan ikan yang dipuaskan memiliki intake pakan yang lebih tinggi dari yang tidak di puasakan sehingga ikan tersebut memiliki laju konsumsi pakan yang tinggi. Selanjutnya Pierhonen *et al.* (2002) dalam percobaannya menyebutkan bahwa adanya pembatasan pakan pada ikan yakni pemuasaan berakibat terhadap penurunan tingkat laju metabolisme tubuh, tetapi dapat meningkatkan tingkat kelangsungan hidup.

Hasil penelitian Yudiati (2003) menunjukkan bahwa pertumbuhan dan laju sintasan hidup yuwana ikan kerapu tikus pada waktu puasa 2, 4, dan 6 hari tidak berbeda nyata dengan



kontrol (tanpa puasa). Iswahyuni (2004), percobaan pada *Chanos chanos* yang dipuasakan sampai dengan 3 hari dibandingkan dengan kontrol yang tanpa pemuasaan hasilnya relatif sama pada laju konsumsi pakan dan retensi energinya. Sunarno (2004), menyebutkan bahwa pengurangan pemberian pakan dengan metode pemuasaan tidak menghambat pertumbuhan *Cromileptes altivelis* Val. Hal yang sama dari penelitian Wisnuwardhani (2004), menginformasikan bahwa laju konsumsi pakan dan retensi energi ikan kerapu bebek mempunyai hasil yang sama antara yang dipuasakan 2 hari, 3 hari, 2 dan 3 hari secara bergantian dengan yang tidak dipuasakan. Penelitian sejenis dari Cho (2006) pada juvenil *Paralichthys olivaceus* L, hasilnya mempunyai pola yang sama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pertumbuhan, efisiensi pakan dan retensi protein ikan gurami, *Osphronemus gouramy* Lac., yang distimulasi dengan siklus pemuasaan dan pemberian pakan kembali.

### METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada skala laboratorium di Stasiun Percobaan D-III PSDP Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto. Materi penelitian yang digunakan terdiri atas ikan gurami berukuran bobot rata-rata 18,1 gram, akuarium, aerator, heater, pakan ikan dan peralatan pemeliharaan ikan

Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan dasar berupa rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan yang dicobakan meliputi :

1. Ikan gurami yang diberi pakan secara normal (PO atau kontrol /tidak dipuasakan),
2. Ikan gurami yang mengalami pembatasan pakan secara periodik 1/1 , dalam 1 hari tidak diberi pakan dan 1 hari diberi pakan (P1);
3. Ikan gurami yang mengalami pembatasan pakan secara periodik 7/7 , dalam 7 hari tidak diberi pakan dan 7 hari diberi pakan (P2).

Ikan uji diaklimasi di laboratorium selama dua minggu. Pada hari terakhir aklimasi ikan dipuasakan selama 24 jam dan ditimbang bobotnya, selanjutnya ikan ditempatkan pada akuarium percobaan. Akuarium fiber berukuran 40 x 60 x 50 cm sebagai unit percobaan dengan padat penebaran 10 ekor, dalam penelitian ini dibutuhkan sebanyak 18 akuarium, digunakan sebagai tempat pemeliharaan ikan selama percobaan berlangsung. Tinggi air pada akuarium pemeliharaan adalah  $\pm 40$  cm dan sistem pemeliharaan menggunakan sistem air statis. Total pemberian pakan sebanyak 5 % dari bobot ikan sehari dan diberikan pada pagi ( 07.00-08.00) dan sore hari (16.00-17.00).

Jumlah pakan yang dikonsumsi akan dihitung dari jumlah pakan yang diberikan dikurangi sisa pakan. Sisa pakan diambil dengan cara penyiponan, satu jam setelah pemberian pakan, dan selanjutnya disentrifugasi serta dikeringkan dalam oven pada temperatur 70 ° C hingga beratnya konstan. Pada akhir percobaan seluruh ikan uji dipuasakan selama 24 jam dan ditimbang bobotnya. Parameter yang dihitung dalam penelitian ini adalah pertumbuhan dan efisiensi pakan. Pertumbuhan (SGR, *specific growth rate*) yang dihitung adalah SGR bobot basah. Pertumbuhan (SGR) dihitung dari “ ln bobot akhir (Wt) dikurangi ln bobot awal (Wo) dibagi lama waktu pengamatan (t) kali 100 % ( Haiqing and Xiqin, 1994).

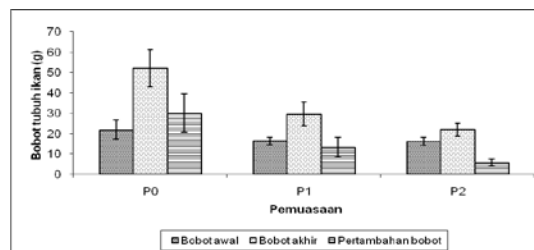
Efisiensi pakan yang dihitung adalah efisiensi pakan dan retensi protein (ANPR, *apparent net protein retention*). Efisiensi pakan dihitung dari jumlah pakan dikonsumsi dibagi pertambahan bobot yang diperoleh (Haiqing and Xiqin, 1994), sedangkan ANPR dihitung dari pertambahan protein tubuh ikan (g) dibagi dengan jumlah protein yang dikonsumsi (g) kali 100 % (Haiqing and Xiqin, 1994).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Pertumbuhan*

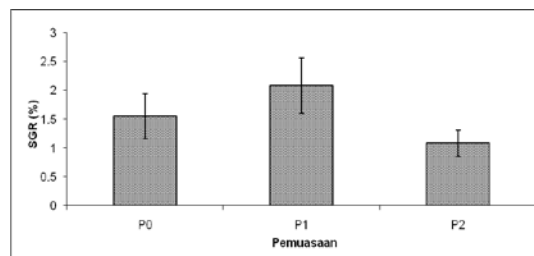
Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan ikan gurami, yang teramati sebagai pertambahan bobot dan laju pertumbuhan, selama delapan minggu pemeliharaan dalam berbagai metode pemuasaan dan pemberian pakan kembali tertera pada Gambar 1. dan Gambar 2.

Pada gambar 1. terlihat bahwa rata-rata bobot akhir ikan yang tidak dipuasakan (P0) sebesar  $52,06 \pm 9,14$  g, dan mengalami pertambahan bobot sebesar 30,07 g. Ikan yang memperoleh daur pemuasaan 1/1 mencapai bobot akhir  $29,56 \pm 5,89$  g, dan mengalami pertambahan bobot sebesar 13,28 g. Ikan yang memperoleh daur pemuasaan 7/7 mencapai bobot akhir rata-rata sebesar  $21,92 \pm 5,79$  g, dan mengalami pertambahan bobot sebesar 5,79 g. Ikan yang memperoleh pakan setiap hari mencapai pertambahan bobot paling tinggi, dan ikan yang memperoleh daur pemuasaan 7/7 mencapai pertambahan paling rendah (Gambar 1.). Jadi tampaknya perlakuan pemuasaan dan pemberian pakan kembali yang diterapkan dalam percobaan ini menghasilkan perubahan yang signifikan terhadap pertambahan bobot ikan gurami ( $P < .05$ ).



**Gambar 1. Pertambahan bobot ikan gurami selama 8 minggu pemeliharaan.**

Ket. P0 : kontrol; P1: siklus pemuasaan 1/1; P2: siklus pemuasaan 7/7



**Gambar 2. Pertumbuhan spesifik ikan gurami dalam 8 minggu emeliharaan**

Ket. P0 : kontrol; P1: siklus pemuasaan 1/1; P2: siklus pemuasaan 7/7

Perubahan pertambahan bobot yang dimaksud adalah bahwa penerapan pemuasaan ternyata tidak menghasilkan pertumbuhan kompensatori pada ikan gurami yang dicoba. Hasil percobaan ini selaras dengan penelitian sebelumnya pada ikan gurami (Yuwono *et al.*, 2008) dan ikan patin (Susilo *et al.*, 2009). Pada penelitian terdahulu baik pada ikan gurami maupun ikan patin penerapan pemuasaan dan pemberian pakan kembali yang dapat menghasilkan pertumbuhan kompensatori lengkap atau mencapai bobot akhir yang sama dengan ikan yang diberi pakan setiap hari adalah dengan dua hari puasa dan lima hari makan, sedangkan bila ikan dipuasakan dan diberi pakan kembali dengan daur 1/1 akan menghasilkan penurunan pertambahan bobot tubuh.

Laju pertumbuhan spesifik (SRG) yang dicapai pada percobaan ini adalah  $1,55 \pm 0,39$  % pada ikan yang diberi pakan setiap hari (P0),  $2,08 \pm 0,48$  % pada ikan yang memperoleh daur pemuasaan 1/1 (P1) dan  $1,08 \pm 0,23$  % pada ikan yang memperoleh daur pemuasaan 7/7 (P2)

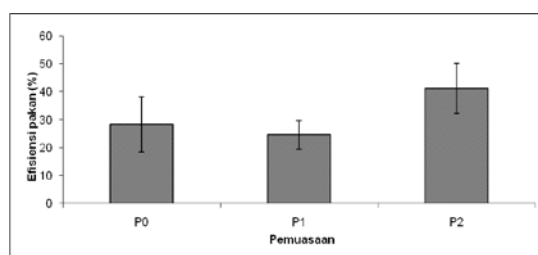


(Gambar 2.). Perlakuan pemuasaan menghasilkan perbedaan yang signifikan laju pertumbuhan spesifik ikan gurami ( $P < .05$ ). Namun, laju pertumbuhan spesifik ikan gurami pada P1 tidak berbeda dengan P0, tetapi secara signifikan berbeda dengan P2.

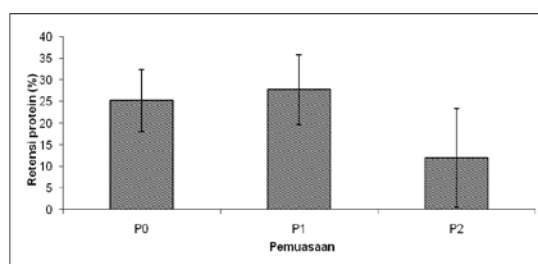
Bila dilihat dari laju pertumbuhan yang diperoleh pada ikan yang dipuasakan satu hari dan diberi pakan satu hari, yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan laju pertumbuhan spesifik pada ikan control, maka dapat dikatakan bahwa ikan gurami pada perlakuan P1 mengalami pertumbuhan kompensatori parsial. Pertumbuhan kompensatori demikian biasanya tidak dapat mencapai bobot akhir ikan sama dengan control. Fenomena ini sama dengan yang dijumpai pada ikan gurami hasil percobaan Yuwono *et al.* (2008).

### Efisiensi pakan

Hasil pengamatan terhadap efisiensi pakan ikan gurami, yang teramati sebagai efisiensi pakan dan retensi protein, selama delapan minggu pemeliharaan dalam berbagai metode pemuasaan dan pemberian pakan kembali tertera pada gambar 3. dan Gambar 4. Pada Gambar 3. terlihat bahwa ikan yang diberi pakan secara normal mencapai efisiensi pakan rata-rata sebesar  $28,32 \pm 9,9$  %, ikan yang memperoleh daur pemuasaan 1/1 mencapai efisiensi rata-rata sebesar  $24,57 \pm 5,1$  %, dan ikan yang memperoleh daur pemuasaan 7/7 mencapai efisiensi rata-rata sebesar  $41,15 \pm 8,9$  %. Nilai efisiensi terbesar dicapai pada ikan yang mengalami daur pemuasaan 7/7, walaupun tidak dapat mencapai pertumbuhan yang tinggi.



**Gambar 3. Efisiensi pakan ikan gurami selama 8 minggu pemeliharaan**  
Ket. P0 : kontrol; P1: siklus pemuasaan 1/1; P2: siklus pemuasaan 7/7



**Gambar 4. Retensi protein ikan gurami selama 8 minggu pemeliharaan**  
Ket. P0 : kontrol; P1: siklus pemuasaan 1/1; P2: siklus pemuasaan 7/7

Uji statistik menunjukkan bahwa perbedaan metode pemuasaan menghasilkan perbedaan yang signifikan diantara perlakuan yang dicobakan ( $P < .05$ ). Hasil percobaan ini berbeda dengan yang diperoleh Susilo *et al.* (2009) pada ikan patin. Efisiensi terendah dijumpai pada ikan patin yang mengalami daur pemuasaan 1/1. Retensi protein pada ikan gurami yang diberi pakan secara normal adalah  $25,18 \pm 7,08$  %, ikan gurami yang mengalami daur pemuasaan 1/1 mencapai retensi protein rata-rata sebesar  $27,67 \pm 8,05$  %, sedangkan ikan gurami yang mengalami daur pemuasaan 7/7 mencapai retensi protein rata-rata sebesar  $11,92 \pm 11,41$  % (Gambar 4.). Jadi tampak bahwa retensi protein ikan gurami yang mengalami daur pemuasaan 1/1 tidak berbeda dengan retensi protein yang dicapai oleh ikan yang diberi pakan secara normal, namun keduanya lebih tinggi dari pada retensi protein ikan gurami yang



mengalami daur pemuasaan 7/7. Uji statistic juga memperlihatkan bahwa perbedaan metode pemuasaan menghasilkan perbedaan yang signifikan retensi protein ikan gurami ( $P < .05$ ).

Hasil percobaan pada retensi protein ikan gurami ikan berbeda dengan hasil penelitian Susilo *et al.* (2009) pada ikan patin. Percobaan pada ikan patin daur pemuasaan 1/1 sudah menghasilkan penurunan retensi protein, namun tidak demikian yang terjadi pada percobaan ini. Perbedaan ini diduga perbedaan spesies yang juga menyebabkan perbedaan belanja energy untuk pemeliharaan tubuh. Namun, hasil percobaan ini selaras dengan hasil penelitian sebelumnya pada ikan gurami yang dilakukan oleh Yuwono *et al.* (2008).

### KESIMPULAN

Penerapan daur pemuasaan dan pemberian pakan dengan sehari puasa dan sehari makan masih mampu memicu pertumbuhan kompensatori, walaupun hanya kompensatori parsial. Pertumbuhan kompensatori parsial yang dihasilkan bukan disebabkan oleh meningkatnya efisiensi pakan atau efisiensi protein, sebab efisiensi pakan tertinggi pada daur pemuasaan 7/7 menghasilkan pertumbuhan terendah.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Biologi yang telah mendanai penelitian ini melalui Dana DIPA tahun Anggaran 2009/2010.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cho, S.H., Lee, S.M., Park, B.H. Ji, S.C., Lee, J., Bae, J. and Yong Oh, S. 2006. Compensatory Growth of Juvenile Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus* L., and Changes in Proximate Composition and Body Condition Indexes during Fasting and After Refeeding in Summer Season. *Journal of The World Aquaculture Society* Vol 2 : 168 -174.
- Haiqing, S. And H. Xiqin, 1994. Effect of Dietary Animal and Plant Protein Ratios and Energy Levels on Growth and Body Composition of Bream, *Megalobrama skolkovii* Dybowski, Fingerlings. *Aquaculture* 127 : 189 -196.
- Iswahyuni, P.I. 2004. Laju Konsumsi Pakan dan Retensi Energi pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) yang Dipuasakan Secara periodik. Skripsi Fakultas Biologi Unsoed.
- Pierhonen, J.L., C.B. Schreck., P.W. Reho., H. Ogut. 2002. Effect on Fasting on Feed Intake, Growth and Mortality of Chinook Salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, During and Induce *Aeromonas salmonicida* Epizootic. *Aquaculture*. <http://www.Elsevier.Com/locate/aqua-online>.
- Shiau, S.Y. and H.S. Liang, 1994. Nutrient Digestibility and Growth of Hybrid Tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, as Influence by Agar Supplementation at Two Dietary Protein Levels. *Aquaculture* 127 : 41 – 48.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1981. Principles and Procedures of Statistic a Biometrical Approach 2 nd. Mc Graw Hill Book Company, Singapore.
- Sunarno, J.M. 2004. Rasio Efisiensi dan Protein Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis* Val.) yang Dipuasakan Secara Periodik. Skripsi Fakultas Biologi Unsoed.
- Susilo, U., Yuwono, E. dan F.N. Rachmawati, 2009. Status Fisiologi Pada Pertumbuhan Kompensatori yang Diinduksi dengan Pemuasaan Secara periodik Untuk optimasi Produksi ikan Patin, *Pangasius hypophthalmus*. Laporan Penelitian (tidak dipublikasi), Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.
- Velez, B.H.A., R.C. Corecedo, M.C. Roa, J. Guillaume and S.F.M. Diaz, 2000. Studies on The Nutrition of Spotted Sand Bass, *Paralabrax maculatofasciatus*, : Effect of Dietary Protein Level on Growth and Protein Utilization in Juveniles Fed Semipurified Diets. *Journal of The World Aquaculture Society*. Vol. 31. No. 4 : 580 – 591.
- Wisnuwardhani, P.H. 2004. Laju Konsumsi Pakan dan Retensi Energi pada Ikan Kerapu Bebek, *Cromileptes altivelis* yang Dipuasakan Secara Periodik. Skripsi Fakultas Biologi Unsoed.
- Yuwono, E., Sukardi, P & Susilo, U., 2008. Kondisi Fisiologis Pada Pertumbuhan Kompensatori yang Diinduksi Dengan Pembatasan Pakan Sebagai Upaya Optimasi Produksi Ikan Gurami. Tahun I. Laporan Penelitian Insentif Riset Dasar, KNRT. Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.



## PEMATANGAN GONAD DAN PEMIJAHAN IKAN HIAS *Rasbora* sp. DI WADAH TERKONTROL

**Nurhidayat**

*Loka Riset Budidaya Ikan Hias Air Tawar, Depok*

Ikan rasbora merupakan salah satu ikan hias air tawar Indonesia yang mempunyai nilai ekonomis penting, namun ketersediaannya masih mengandalkan tangkapan dari alam. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi pematangan gonad dan pemijahan *Rasbora* sp. Ikan dipelihara selama enam bulan dalam akuarium berukuran 100 x 40 x 40 cm, dengan jumlah ikan 4 ekor/akuarium. Ikan yang dipelihara berukuran 6.8 cm dan berat 2.4 gram/ekor. Ikan diberi pakan cacing sutra 15% biomassa tubuh/hari dikombinasikan dengan kutu air (*moina*). Selama pemeliharaan setiap bulan dilakukan pengamatan terhadap perkembangan gonad dan pemijahan dilakukan secara visual dan analisa histologi. Untuk melihat daya dukung lingkungan dilakukan pengamatan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan setelah pemeliharaan dua bulan ikan telah memijah. Ikan yang dihasilkan sampai menjadi benih diakhir penelitian dengan sintasan sebesar 10%.

Kata kunci : *Rasbora* sp., matang gonad, pemijahan



## PERTUMBUHAN DAN REPRODUKSI IKAN HIAS PELANGI (*Melanotaenia maccullochi*) PADA SISTEM ALIRAN TERTUTUP

Djamhuriyah S. Said

Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor

E-mail : koosaid@yahoo.com

*Melanotaenia maccullochi* merupakan salah satu spesies dari kelompok Rainbowfish yang berdistribusi di Irian, Papua, dan Australia. Ikan pelangi tersebut merupakan salah satu ikan hias komoditas ekspor karena memiliki ukuran dan warna tubuh yang menawan terutama untuk individu jantan. Keindahan warna yang ditunjukkan paling dominan pada warna seluruh sirip yang jingga menyala, dan tubuh dengan 7–9 garis coklat kehitam-hitaman tertata secara memanjang. Eksploitasi berlebihan dan penurunan kondisi habitat dikhawatirkan dapat mengganggu kelestariannya. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka perlu adanya usaha pengembangan secara ex-situ, namun informasi biologis (seperti pola pemijahan, pertumbuhan, ketahanan hidup) ikan pelangi tersebut masih langka untuk didapatkan. Penelitian dilakukan di laboratorium Puslit Limnologi-LIPI tahun Agustus 2006–Juni 2007 dengan tujuan mengungkapkan pola pertumbuhan, persentase individu jantan, dan reproduksi ikan tersebut yang dipelihara pada sistem aliran tertutup. Pertumbuhan selama 6 bulan mencapai sekitar 4,14 cm (pertumbuhan harian 0,023 cm/hari) dengan ukuran rata-rata akhir 5,15 cm, dan sintasan akhir 58%. Tanda seks sekunder mulai tampak pada ikan umur 3 bulan. Persentase individu jantan meningkat dari 16,33% (usia 3 bulan) hingga 47,10% pada usia ikan 6 bulan. Reproduksi rata-rata dari 5 pasang ikan (ukuran rata-rata jantan: 7,66 dan betina: 5,97 cm) yang berumur 8 bulan yaitu rerata jumlah telur total (JTT) yang dihasilkan pada rasio kelamin jantan:betina (1:1) mencapai 65 telur/ekor/pemijahan. Derajat pembuahan (FR) 97,55% ; derajat penetasan (HR) sebesar 86,47%, dengan lama waktu inkubasi telur (LIP) selama 5,8 (5-7 ) hari, dan sintasan tujuh hari pertama (SR7) 57,55 %.

Kata Kunci: *Melanotaenia maccullochi*, pertumbuhan, persentase jantan, reproduksi, sistem aliran tertutup

### PENDAHULUAN

Ikan Pelangi atau yang dikenal dengan Rainbowfish termasuk dalam Famili Melanotaeniidae terdiri atas enam genus dan 53 spesies (Allen, 1995) dan bahkan informasi terakhir menyatakan bahwa telah terjadi perkembangan jumlah genus dan spesies sehingga menjadi tujuh genus dan 71 spesies ([http://zipcodezoo.com/Key/Animalia/Melanotaeniidae\\_Family.asp](http://zipcodezoo.com/Key/Animalia/Melanotaeniidae_Family.asp)). Data tersebut belum terlengkapi dengan hasil pendataan Departemen Kelautan dan Perikanan yang dilakukan di kepulauan Raja Ampat tahun 2007 lalu. Ikan-ikan tersebut tersebar di daerah Irian, Australia, dan Papua New Gini, dan beberapa spesies diantaranya bersifat endemik. Ikan pelangi memiliki penampilan ukuran yang unik dan berwarna atraktif sehingga memiliki nilai ekonomis sebagai ikan hias terutama individu jantan. Salah satu diantaranya yaitu ikan Pelangi (*Melanotaenia maccullochi*).

Ikan pelangi *M. maccullochi* merupakan ikan pelangi yang memiliki habitat relatif luas dibandingkan dengan jenis lainnya yang umumnya bersifat endemis. Ikan ini hidup pada bagian hilir dan pertengahan Sungai Fly yang sangat dekat dengan garis batas Irian Jaya, sehingga diperkirakan tersebar pula pada bagian seberangnya. Selain itu ikan tersebut juga tersebar di Australia Utara, sehingga kadang-kadang dikenal pula dengan sebutan ikan pelangi Australia. Ukuran panjang total alami individu jantan dapat mencapai 12 cm dengan betina yang lebih kecil 6--7 cm (Allen, 1991 dan 1995).

Secara umum penampilan ikan *M. maccullochi* yaitu memiliki warna dasar tubuh putih mengkilap atau kekuning-kuningan baik untuk individu jantan maupun betina, dan pada bagian sisi tubuh terdapat beberapa garis coklat kehitaman yang memanjang pada tubuhnya dari belakang kepala hingga pangkal ekor. Ikan *M. maccullochi* jantan berukuran lebih besar



dibandingkan dengan induk betina. Tanda seks sekunder lainnya untuk perbedaan kelamin ikan tersebut terletak pada bentuk kepala, kepipihan tubuh, dan warna sirip yang ditampilkan, dimana individu jantan memiliki tubuh yang sangat pipih, dan semua sirip berwarna jingga kemerahan, sedangkan individu betina dengan warna sirip kuning sampai jingga. Dengan demikian tampak bahwa individu jantan berpenampilan lebih menarik. Dengan fenomena ini maka terdapat indikasi bahwa individu jantan lebih diminati pada perdagangan ikan hias daripada individu betina, sementara jumlah individu jantan relatif sedikit.

Oleh karena keindahan yang dimilikinya menyebabkan eksploitasi alam terhadapnya sangat intensif. Aktifitas penangkapan dan penurunan kualitas habitat dikhawatirkan dapat mengakibatkan kepunahan spesies ini. Untuk menyikapi hal tersebut maka pengembangan diluar habitat alami (pengembangan pada habitat terkontrol) sangat mutlak dibutuhkan. Untuk dapat melakukan pengembangan suatu spesies pada habitat ex-situ tersebut maka diperlukan informasi biologis, namun informasi biologis ikan *M. maccullochi* masih jarang dilaporkan terutama informasi mengenai kemampuan reproduksi, pertumbuhan, dan lain-lain.

Kemampuan reproduksi merupakan hal yang sangat mutlak dibutuhkan dalam rangka pengembangan suatu spesies di luar habitat alami. Berlangsungnya reproduksi merupakan ciri utama suatu spesies telah teradaptasi pada habitatnya yang baru, untuk selanjutnya dapat berkembang. Oleh sebab itu untuk mengetahui sejauh mana kemampuan reproduksi tersebut maka dibutuhkan pendataan tentang keragaan reproduksi. Sedangkan pertumbuhan merupakan hasil proses pembentukan jaringan baru, yang dapat ditunjukkan oleh penambahan jumlah jaringan baru yang terdapat pada tubuh organisme dalam kurun waktu tertentu. Jumlah jaringan yang terbentuk umumnya dianalogkan dengan parameter yang dapat diamati dengan mudah seperti penambahan ukuran panjang atau berat (Oduleye, 1982). Sedangkan menurut Elseth & Baumgardner (1984) bahwa ukuran panjang merupakan parameter kuantitatif tubuh yang paling mudah dan aman untuk diamati dan diukur, serta merupakan patokan penting dalam katagori ikan hias (Said, 2008).

Penelitian ini memiliki tujuan mencari informasi mengenai kemampuan reproduksi ikan *M. maccullochi* pada habitat terkontrol yang mengambil parameter jumlah telur yang dihasilkan, derajat pembuahan, derajat penetasan, periode inkubasi telur, pola pertumbuhan, sintasan, pemunculan tanda seks sekunder, persentase individu jantan, dan lain lain. Penelitian serupa pernah dilakukan terhadap ikan pelangi *M. praecox* (Said, 2008) dan *M. lacustris* (Said & Mayasari, 2009).

Data hasil penelitian ini sangat dibutuhkan untuk pengembangan usaha budidaya maupun penentuan kebijakan perdagangan ikan *M. maccullochi* agar konsep pemanfaatan berkelanjutan dapat terwujud. Dengan demikian diharapkan terwujudnya penyelamatan spesies, pengurangan eksploitasi alam, dan kebutuhan pasar terhadap *M. maccullochi*

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium Akuatik Pusat Penelitian Limnologi-LIPI Cibinong pada bulan Agustus 2006—Juni 2007 yang berlangsung dalam dua tahap. Tahap pertama meliputi pengamatan terhadap pertumbuhan, sintasan, pola pertumbuhan ikan jantan dan betina, serta rasio kelamin antara jantan dan betina. Sedangkan tahap dua pengamatan meliputi pengamatan terhadap beberapa parameter reproduksi yang meliputi jumlah telur total yang dipijahkan, derajat pembuahan, derajat penetasan, lama waktu inkubasi telur, sintasan 7 hari pertama.





### ***Pertumbuhan dan Sintasan***

Larva ikan yang digunakan untuk pengamatan pertumbuhan diambil dari hasil perkawinan massal ikan *M. maccullochi* (15 individu betina dengan 10 individu jantan). Pengamatan pertumbuhan dilakukan dalam tiga kali ulangan, dan tiap ulangan terdiri dari masing-masing 50 individu anak ikan umur satu bulan. Tiap individu larva diukur panjangnya dan dipelihara dalam tiga jaring halus yang berukuran 100x50x40 cm<sup>3</sup>. Jaring-jaring tersebut terletak dalam suatu bak *fiberglass* ukuran 210x100x60 cm<sup>3</sup> yang dilengkapi filter yang menggunakan sistem aliran tertutup. Selama pengamatan ikan diberi pakan cacing *Tubificidae* dan larva *Chironomus* secara *ad libitum* sebanyak dua kali sehari (pagi dan sore hari). Pengamatan pertumbuhan (panjang) dan sintasan dilakukan setiap empat minggu (satu bulan) sampai enam kali pengamatan. Semua sampel ikan diukur panjangnya masing-masing dengan menggunakan wadah kaca yang bagian bawahnya berskala mili meter. Sedangkan pengamatan pemunculan tanda seks sekunder dengan parameter kecenderungan bentuk kepala dari arah sirip punggung dan warna sirip yang ditampilkan oleh setiap individu. Ikan yang menunjukkan warna sirip menyala dan kepala yang cenderung meruncing ditandai sebagai individu jantan. Setelah sebagian ikan terdeteksi sebagai individu jantan, maka analisis pertumbuhan juga ditambah yaitu selain data pertumbuhan secara keseluruhan, juga terdapat data pertumbuhan untuk ikan terdeteksi jantan, dan pertumbuhan untuk ikan yang diduga betina serta rasio pertumbuhan individu jantan terhadap individu betina.

### ***Sistem Pemeliharaan***

Sistem aliran tertutup yang digunakan untuk pemeliharaan, yaitu air dari suatu bak filter didistribusikan dengan menggunakan pompa *submersible* yang berkekuatan 25 watt, melalui pipa PVC berukuran  $\frac{3}{4}$  inch., dan  $\frac{1}{2}$  inch menuju bak pemeliharaan. Air yang didistribusikan jatuh pada masing-masing kotak jaring, dimana air jatuhnya tersebut juga berfungsi sebagai aerasi. Air dari bak pemeliharaan mengalir secara gravitasi melalui pipa berukuran 2 inch yang terletak di bawah bak pemeliharaan menuju bak filter. Dengan demikian sistem pemeliharaan ini dalam kondisi aliran tertutup. Penambahan air baru hanya untuk penggantian air sebagai akibat dari penguapan dan penyiponan.

Bak filter terdiri dari dua bagian yaitu bagian terisi batu/filter dan bagian pengendapan. Filter yang digunakan terbuat dari susunan batu-batu kecil/ kerikil. Air dari bak pemeliharaan masuk ke bagian filter tersebut, yang selanjutnya air melimpah ke bagian pengendapan dan kemudian didistribusikan kembali ke bak pemeliharaan. Sistem pemeliharaan terletak di luar ruangan namun tidak terkena sinar matahari secara langsung.

### ***Pengamatan reproduksi***

#### ***Pemasangan induk***

Sebanyak 5 pasang induk ikan diukur panjang dan beratnya (Tabel 1). Induk ikan yang digunakan merupakan hasil tetapan sendiri dengan umur 8 bulan. Masing-masing pasangan dipelihara dalam akuarium ukuran 30x30x25 cm<sup>3</sup>. Akuarium berisi air setinggi 20 cm dilengkapi dengan aerasi dan bagian dasarnya diberi kerikil. Ikan dipelihara dan diaklimatisasi selama dua minggu. Setelah masa aklimatisasi, ke dalam akuarium diletakkan substrat artificial sebagai tempat penempelan telur. Substrat tersebut terbuat dari plastik/tali raffia yang telah diurai-urakan sehingga menyerupai akar tanaman air. Selama pengamatan induk ikan diberi pakan *Chironomus* dengan periode pemberian dua kali sehari (pagi dan sore) secara *ad libitum*.



**Tabel 1. Ukuran Induk ikan *M. maccullochi***

Pasangan	Ukuran Induk			
	jantan		betina	
	pg (cm)	Br (g)	pg (cm)	berat (g)
1	7.03	7.01	075	3.15
2	6.84	5.36	5.28	4.3
3	7.015	6.8	5.301	4.28
4	9.1	6.77	7.3	4.32
5	8.3	6.67	6.9	3.27
Rerata	7.66	6.52	5.97	3.86
SD	1.00	0.66	1.04	0.60

*Koleksi telur*

Setelah 24 jam sejak peletakkan substrat. dilakukan pengamatan terhadap telur yang dipijahkan yang tertempel pada substrat. Apabila terdapat telur maka dilakukan perhitungan jumlah telur total. Setelah itu juga diamati jumlah telur yang terbuahi maupun tidak terbuahi untuk mendapatkan nilai derajat pembuahan (*Fertilization rate/FR*). Telur terbuahi akan tampak transparan dan mengkilap, sedangkan telur yang tidak terbuahi berwarna putih dan kusam. Substrat yang tertempel telur tersebut dipindahkan ke akuarium lain ukuran 25x25x20 cm<sup>3</sup> yang telah dilengkapi dengan aerator dengan aliran udara yang sangat pelan/halus. Terhadap telur tersebut dilakukan pengamatan tiap hari sampai berlangsungnya penetasan. Jumlah larva yang dihasilkan dihitung untuk mendapatkan nilai derajat penetasan (*Hatching Rate/HR*) Sedangkan untuk substrat yang tidak mengandung telur dicuci dan dapat diletakkan kembali dalam akuarium induk. Pendataan jumlah telur dilakukan dengan ulangan 3 kali untuk masing-masing pasangan induk. Rentang waktu antara terjadinya pemijahan sampai berlangsungnya penetasan ditandai sebagai lama periode inkubasi telur/*Length of incubation period (LIP)*

*Pemeliharaan larva*

Larva hasil penetasan dihitung jumlahnya kemudian dipelihara. Larva diberi pakan pellet yang telah dihaluskan sejak larva berumur dua hari dengan periode pemberian sebanyak dua kali sehari (pagi dan sore hari) yang kemudian ditambah dengan pemerian *Artemia* halus sejak berusia 4 hari. Larva diamati tiap hari dan setelah usia tujuh hari dilakukan perhitungan jumlah larva yang masih bertahan hidup pada masing-masing perlakuan untuk mendapatkan data sintasan tujuh hari pertama (*Survival Rate/SR<sub>7</sub>*).

**Parameter reproduksi**

Parameter yang diamati seperti tertera berikut ini sesuai dengan metode yang dilakukan Said *et.al.*,(2008), yaitu meliputi:

1. Jumlah telur total (*Number of ovulated eggs/NOE*): jumlah telur total yang dihasilkan oleh satu pasangan dalam satu periode pemijahan.
2. Derajat Pembuahan (*Fertilization rate/FR*) persentase dari jumlah telur hidup terhadap jumlah telur total yang dihasilkan dalam satu periode pemijahan
3. Jumlah larva (*Number of larvae/NOL*): jumlah larva total yang dapat menetas dalam
4. satu periode pemijahan
5. Derajat penetasan (*Hatching rate/HR*): persentase jumlah larva yang dihasilkan terhadap jumlah telur hidup dalam satu periode penetasan
6. Ketahanan hidup 7 hari (*Survival rate<sub>7</sub>/ SR<sub>7</sub>*): persentase jumlah larva yang mampu hidup sampai tujuh hari terhadap jumlah larva awal

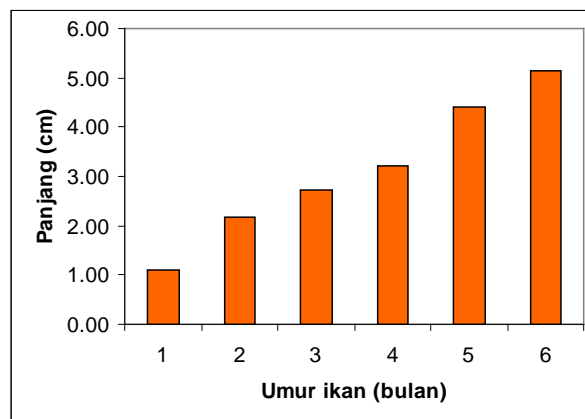
7. Lama masa inkubasi (*Length of incubation period/LIP*): jumlah hari yang dibutuhkan sejak telur dipijahkan sampai penetasan berlangsung.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan pengamatan yang dilakukan maka bagian hasil dan pembahasan juga disajikan dalam dua tahap yaitu tahap pertumbuhan dan kemampuan reproduksi.

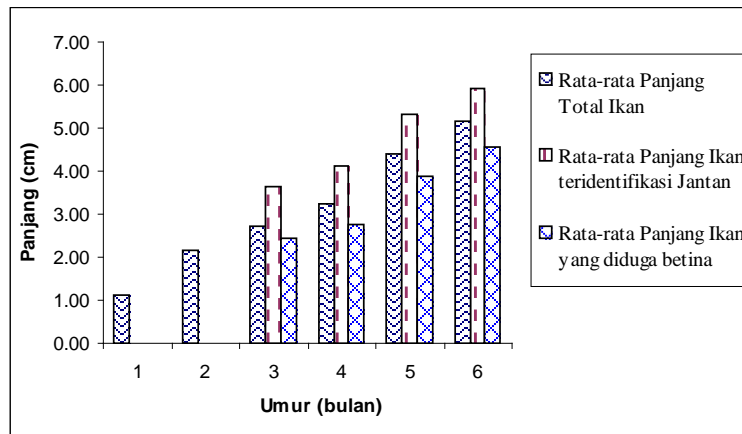
#### *Pertumbuhan*

Dalam enam bulan pengamatan yang dilakukan, didapatkan ukuran rata-rata akhir mencapai  $5,15 \pm 0,85$  ( $3,7 - 7,0$ ) cm dari 3 populasi sampel. Ukuran tersebut dicapai dengan ukuran awal rata-rata (usia 1 bulan) sebesar  $1,11 \pm 0,24$  ( $0,8 - 2,0$ ) cm (Gambar 1). Ini menunjukkan telah terjadi pertumbuhan panjang sebesar 4,04 cm dengan pertumbuhan harian 0,023 cm/hari. Pertumbuhan harian dalam 6 bulan pertama ini tidak berbeda jauh dengan kerabatnya ikan *M.lacustris* dengan pertumbuhan harian 0,025 cm/hari (Said & Mayasari, 2009), *M.praecox* dengan pertumbuhan harian 0,017 cm/hari dalam kurun waktu yang sama (Said, 2008) dan *M.herbertaxelrodi* dengan pertumbuhan harian 0,017 cm/hari dalam 4 bulan pemeliharaan (Said & Triyanto, 2006). Tampaknya kecepatan pertumbuhan (panjang) ikan pelangi relatif sama antara spesies, walaupun ukuran akhir yang dicapai berbeda tergantung pada ukuran maksimum masing-masing spesies. Pengambilan parameter pertumbuhan berupa ukuran panjang karena ukuran panjang merupakan parameter yang paling mudah dan aman untuk diukur (Elseth & Baumgardner, 1984) dan ukuran panjang juga sebagai patokan dalam perdagangan ikan hias.



**Gambar 1. Pertumbuhan (ukuran panjang) ikan pelangi *M.maccullochi***

Pengamatan pertumbuhan dilakukan bersamaan dengan pengamatan pemunculan tanda seks sekunder untuk ikan yang teridentifikasi jantan. Sejalan dengan itu pada ikan mulai umur 3 bulan telah mulai tampak pemunculan individu jantan. Dalam hal ini terlihat bahwa semakin lama ikan jantan cenderung berukuran relatif panjang dibandingkan dengan ikan yang diduga berkelamin betina pada kurun waktu yang sama sehingga apabila dibandingkan antara ukuran yang dicapai oleh ikan sampel secara total, ikan yang teridentifikasi jantan, dan ikan yang diduga betina tampak perbedaan kecepatan pertumbuhan (Gambar 2). Apabila dilakukan pengamatan lebih lanjut terlihat bahwa dalam kurun waktu 4 bulan (umur 3 hingga 6 bulan) terlihat bahwa kecepatan pertumbuhan ikan jantan lebih tinggi dibandingkan dengan ikan "betina", namun makin lama tampak rasio yang semakin mengecil (Tabel 3)



Gambar 2. Perbandingan ukuran ikan *M. maccullochi* total, teridentifikasi jantan, dan yang diduga betina

Tabel 3. Rasio ukuran (panjang) individu jantan terhadap individu "betina" ikan *M. maccullochi*

Rasio pertumbuhan individu jantan terhadap individu "betina" pada saat t						
Waktu	1	2	t3	t4	t5	t6
Rasio			1.51	1.48	1.38	1.30

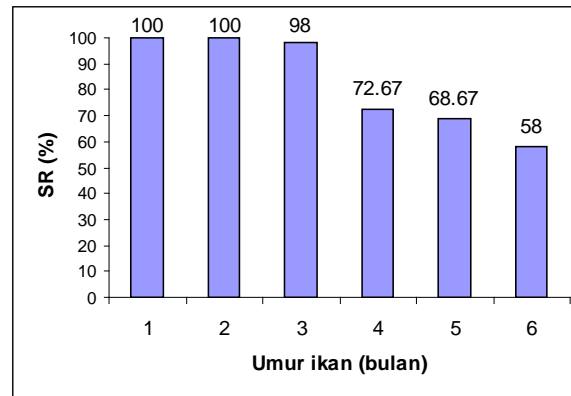
Rasio pertumbuhan individu ikan jantan terhadap individu betina semakin lama semakin mengecil, ini menunjukkan bahwa pertumbuhan individu jantan pada saat awal relatif lebih cepat daripada periode berikutnya (Tabel 3). Dengan melihat pola ini maka dapat dimengerti bahwa ikan betina memiliki ukuran yang relatif lebih kecil daripada ikan berkelamin jantan (Allen, 1991 dan 1995).

### Sintasan

Pada akhir penelitian yang dilakukan terlihat sintasan ikan *M. maccullochi* yang mencapai rata-rata 58%. Nilai tersebut mulai menurun sejak ikan memasuki usia 4 bulan yang mencapai 72,67% (Tabel 4, Gambar 3). Nilai ini sangat rendah bila dibandingkan dengan kerabatnya ikan *M. praecox* yang mencapai sintasan akhir rata-rata 94% dan *M. lacustris* dengan sintasan 78% pada sistem pemeliharaan yang serupa (Said, 2008; Said & Mayasari, 2009). Hal tersebut diduga berhubungan dengan sistem pemeliharaan, ukuran ikan, dan kelincuhan ikan uji. Ikan *M. maccullochi* memiliki ukuran yang relatif besar dibandingkan dengan ikan *M. praecox*, dan juga kelincuhan yang tinggi sehingga mudah untuk melompat ke luar jaring pemeliharaan. Dengan demikian untuk memperoleh sintasan yang lebih tinggi dari ikan uji maka dibutuhkan tempat yang lebih luas (kepadatan yang rendah) atau sistem pemeliharaan yang terpisah berdasarkan ukuran (pemisahan dilakukan sejak ikan berusia 3 bulan). Penggunaan air pada penelitian yang dilakukan bahwa pada bak fiber ukuran 210x100x60 cm<sup>3</sup> ditempati oleh 4 jaring ukuran 50x100x40 cm<sup>3</sup> dan masing-masing jaring berisi 50 individu ikan.

Tabel 4. Sintasan ikan *M. maccullochi* dalam sistem aliran tertutup

Umur (bulan)	Sintasan (%)				
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata2	SD
1	100	100	100	100	0
2	100	100	100	100	0
3	94	100	100	98	3.46
4	74	86	58	72.67	14.05
5	62	86	58	68.67	15.14
6	58	58	58	58	0



**Gambar 3. Sintasan ikan *M. maccullochi* pada sistem aliran tertutup  
Pemunculan tanda seks sekunder dan nisbah kelamin**

Ikan pelangi Irian memiliki kekhasan pada pola warna yang ditampilkan, dengan demikian pola warna ini merupakan salah satu sebagai tanda seks sekunder selain ukuran dan bentuk tubuh. Ikan *M. maccullochi* jantan memiliki bentuk tubuh memipih dengan ukuran relatif besar, tumbuh lebih cepat serta memiliki sirip berwarna jingga menyala. Sedangkan individu betina dengan pola warna tubuh yang hampir sama namun cenderung pucat, ukuran lebih kecil, bentuk tubuh agak tebal dengan sirip berwarna kuning.

Pada umur muda penampilan anak ikan tampak seragam, namun makin bertambah umur terlihat perbedaan penampilan baik itu ukuran, bentuk tubuh, maupun pemunculan warna terutama warna sirip. Pemunculan warna tersebut mulai terlihat pada ikan usia 3 bulan dengan persentase yang kecil (16,33%), dan bertambah terus seiring dengan bertambahnya umur ikan uji hingga mencapai 47,1% (Tabel 5). Persentase jantan ikan uji lebih tinggi dibandingkan kerabatnya ikan *M. praecox* yang mencapai 42,58% pada ikan umur 6 bulan dan 10,24 % pada usia 3 bulan, demikian pula halnya dengan kerabatnya ikan *M. lacustris* yang hanya mencapai 34% (Said & Mayasari, 2009). Diduga bahwa setiap spesies memiliki komposisi jumlah individu jantan dan betina masing-masing.

Proses pertumbuhan (reproduktif) ikan *M. maccullochi* hampir sama dengan ikan *M. praecox* yaitu mulai muncul pada usia 3 bulan, namun proses pendewasaan individu berbeda antara individu satu dan lainnya walaupun memiliki umur yang sama. Akan tetapi tampak relatif cepat dibandingkan jenis ikan lainnya seperti ikan *Cichlasoma severum* dimana determinasi seks mulai berlangsung pada ikan umur 5 bulan (Said, 1994) dan determinasi seks ikan *M. boesemani* mulai tampak pada umur 4,5 bulan.

**Tabel 5. Persentase individu jantan ikan *M. maccullochi* selama 6 bulan**

Umur (bulan)	Persentase individu jantan ikan <i>M. maccullochi</i>				
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata2	SD
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	17	14	18	<b>16.33</b>	1.70
4	37.84	16	34.48	<b>29.44</b>	9.60
5	38.70	20.93	51.7	<b>37.11</b>	12.61
6	51.70	37.9	51.7	<b>47.1</b>	6.51

Pendataan dilangsungkan sampai ikan berumur 6 bulan, karena beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa umur 6 bulan ikan telah menjadi calon induk (matang gonad). Dari tabel 4 tersebut terlihat bahwa persentase ikan jantan lebih kecil daripada ikan betina.



Menurut Allen (1995) ikan *M. maccullochi* merupakan ikan yang hidup bergerombol dan jumlah individu jantan dalam setiap populasi selalu lebih kecil daripada jumlah individu betina. Hal serupa juga terlihat pada populasi ikan pelangi lainnya seperti *M. praecox*, *M. boesemani*, *Marosatherina ladigesii* (Said *et al.*, 2008) dan jenis ikan bergerombol lainnya.

### Reproduksi

Ukuran induk ikan yang digunakan bervariasi yaitu untuk induk betina dengan panjang rata-rata 5,97 cm dengan berat 3,86 g (Tabel 1). Namun ukuran tersebut hampir sama dengan ukuran ikan *M. maccullochi* betina dewasa sekitar 6--7 cm (Allen, 1995). Penentuan induk ikan yang digunakan dalam penelitian ini, selain berdasarkan ukuran juga berpatokan pada umur yaitu 8 bulan, karena untuk jenis ikan pelangi, pematangan gonad telah mulai berlangsung pada usia enam bulan atau lebih (Allen, 1995; Said, 2000) dan pada saat yang bersamaan proses pertumbuhan (somatis) masih tetap berlangsung.

Jumlah telur total (NOE) rata-rata yang dihasilkan 65 (38--106) butir. Jumlah telur tersebut lebih sedikit bila dibandingkan dengan hasil Said *et al.* (2000) yang memperoleh rata-rata 75 butir, namun lebih banyak dibandingkan dengan ikan *M. lacustris* yang hanya mencapai 59 butir. Hal tersebut kemungkinan terdapatnya pengaruh musim saat pengamatan berlangsung, dimana penelitian ini dilakukan pada awal musim hujan sedangkan penelitian sebelumnya dilakukan pada bulan Oktober-Desember (yang merupakan puncak dari musim hujan). Menurut Allen (1995) bahwa ikan pelangi bereproduksi sepanjang tahun namun puncak pemijahan berlangsung pada musim hujan. Hal serupa juga dikemukakan oleh Said (2000) yang mengamati fenomena reproduksi pada ikan pelangi *M. boesemani*. Selain itu menurut Woynarovich & Horvart (1980) bahwa jumlah telur ikan dapat dipengaruhi oleh bobot tubuh induk betina dan ukuran diameter telur. Demikian pula halnya penelitian Said (2000) terhadap ikan *M. boesemani* dan ikan pelangi *Glossolepis incisus* juga mendapatkan hal yang serupa bahwa makin berat ukuran induk betina maka makin banyak telur yang dihasilkannya. Akan tetapi apabila kita bandingkan dengan penelitian ini bahwa bobot tubuh yang tinggi tidak selalu memberikan jumlah telur terbanyak (Tabel 1 dan 6).

Tabel 6. Reproduksi ikan *M. maccullochi*

Pasangan No	JTTotal (butir)	JTHidup (butir)	FR (%)	Jlarva (individu)	HR (%)	SR <sub>7</sub> (%)	LIP (hari)	Suhu (°C)
1	51	49	96.07	40	81.63	70	6	25
2	106	104	98.11	91	87.5	57.14	6	25
3	68	68	100	43	63.24	74.42	7	25
4	62	58	93.55	58	100	41.38	5	25
5	38	38	100	38	100	44.74	5	25
Rerata	65	63.4	97.55	54	86.47	57.55	5.8	25
sd	25.61	25.25	2.76	22.12	15.25	14.71	0.84	0

Parameter reproduksi selanjutnya adalah derajat pembuahan (FR) yang merupakan perbandingan antara jumlah telur yang hidup/terbuahi terhadap jumlah telur total yang diovulasikan. Telur terbuahi dapat dilihat dari penampilan yang jernih dan transparan serta memiliki daya lekat yang kuat baik sesama telur maupun terhadap substrat penempelan telur. Sedangkan telur atau embryo yang mati menampilkan warna putih buram dan keruh serta tidak memiliki daya lekat pada benda lain.

Derajat pembuahan (FR) ikan *M. maccullochi* rata-rata 97,55 ( 93,55—100)% (Tabel 6). Nilai FR yang dicapai ini hampir sama dengan hasil penelitian sebelumnya terhadap ikan *M. praecox* yang mencapai 92,93% (Said, 2008). Nilai FR lebih dipengaruhi oleh kemampuan sel



jantan (sperma) untuk membuahi sel betina (telur) sehingga tercipta embryo ikan. Dengan demikian tinggi-rendahnya nilai FR dapat diakibatkan oleh faktor fisiologis dari ikan itu sendiri. Akan tetapi menurut Chervas (1981) dalam Azwar (1994) bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi nilai FR adalah faktor genetik, faktor fisiologis (seperti kualitas sperma individu jantan), jumlah sperma, faktor morfologi/struktur (seperti kesesuaian lubang mikrofil telur dengan kepala spermatozoa). Dengan melihat nilai FR ini menunjukkan kesesuaian rasio kelamin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1:1. Namun demikian masih perlu ditentukan kemampuan optimal satu ekor ikan jantan untuk membuahi beberapa individu betina.

Nilai derajat penetasan (HR) pada penelitian ini mencapai 86,7 (63,24--100)% (Tabel 6). Nilai HR ini lebih baik daripada HR ikan pelangi kerabatnya seperti ikan *M. boesemani*, *G. incisus* yang masing-masing 83,61 dan 77,69% (Said *et al.*, 2000), namun sedikit lebih rendah daripada nilai HR ikan *M. praecox* yang mencapai 98,18% (Said, 2008). Perbedaan tersebut berlangsung diduga karena derajat penetasan embryo yang berbeda dan dapat dipengaruhi oleh faktor internal dari embryo itu sendiri serta faktor eksternal atau lingkungan tempat embryo tersebut terinkubasi atau berada. Menurut Efendi (1977) faktor eksternal yang berpengaruh tersebut antara lain suhu, pergerakan air, atau zat-zat terlarut dalam air. Pada penelitian ini suhu air penetasan dalam kisaran 25°C. Kondisi suhu tersebut dapat dikatakan merupakan suhu optimal untuk inkubasi telur ikan *M. maccullochi*.

Lama waktu inkubasi telur atau LIP ikan *M. maccullochi* 5,8 (5--7) hari. Nilai tersebut tergolong lebih cepat dibandingkan dengan LIP kerabatnya ikan *M. praecox* dengan LIP rata-rata 8 (7--9) hari. Selain itu menurut Allen (1995) bahwa telur ikan *M. maccullochi* menetas dalam waktu 8--9 hari sejak pemijahan. Akan tetapi nilai-nilai tersebut masih dalam kisaran waktu inkubasi telur untuk kelompok ikan rainbow lainnya karena ikan *M. boesemani* memiliki LIP antara 7--12 hari (Said & Lukman, 1990). Nilai LIP juga dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat telur diinkubasi seperti suhu air, pergerakan air, dan zat-zat terlarut dalam air pemeliharaan. Selain itu perbedaan kualitas telur seperti ketebalan chorion, ketahanan chorion, dan efektifitas enzim pelunakkan chorion dapat mempengaruhi nilai LIP. Dan yang lebih utama bahwa masing-masing spesies memiliki laju pertumbuhan embryo yang berbeda (Efendi, 1997), sehingga nilai LIP cenderung bersifat spesifik untuk masing-masing spesies ikan.

Nilai SR<sub>7</sub> yang dicapai oleh ikan *M. maccullochi* adalah 57,55 (44,74--74,42)%. Nilai tersebut jauh lebih rendah daripada SR<sub>7</sub> ikan pelangi mungil *M. praecox* yang mencapai 89,45 (66,7--100)% (Said, 2008) dan *M. boesemani* yang mencapai 100% dalam 20 minggu pemeliharaan, namun nilai SR<sub>7</sub> tersebut termasuk dalam katagori lebih baik daripada SR<sub>7</sub> ikan *G. incisus* yang mencapai hanya 49,93% (Said *et al.*, 2000).

Embryo yang berhasil menetas kemudian tumbuh menjadi larva. Pada stadium ini ketahanan hidup relatif kritis dan kelangsungan hidupnya tergantung pada kemampuannya untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan. Khusus untuk ikan pelangi yang dipelihara pada sistem terkontrol kematian tertinggi umumnya berlangsung pada larva usia 2, 4--7 hari, karena periode tersebut merupakan periode perubahan jenis pakan dari *yolk* (dari dalam) ke bentuk pakan dari lingkungan (Said *et al.*, 2000). Menurut Effendi (1997) bahwa kematian larva dapat disebabkan oleh kerusakan kuning telur dan sistem pencernaan. Selain kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan perubahan jenis pakan, ketahanan terhadap kondisi suhu atau pH perairan juga merupakan faktor penentu nilai SR<sub>7</sub>. Pada penelitian ini suhu untuk pemeliharaan larva 25°C dengan pH air di atas 7. Sedangkan menurut Allen (1995) bahwa ikan *M. maccullochi* memiliki habitat asli yang berupa rawa dan sungai-sungai kecil dengan pH air cenderung rendah (5,5--6,5). Berdasarkan fenomena tersebut maka sintasan 7 hari pertama



(SR<sub>7</sub>) merupakan salah satu faktor yang menunjukkan kemampuan reproduksi ikan *M.maccullochi*.

### KESIMPULAN

1. Ikan *M. maccullochi* mampu tumbuh pada sistem pemeliharaan terkontrol dengan pertumbuhan (panjang) harian sebesar 0,023 cm/hari, dan sintasan akhir 58%.
2. Determinasi seks mulai berlangsung sejak ikan berusia 3 bulan dan persentase individu jantan (usia 6 bulan) sebesar 47,10%.
3. Ikan *M.maccullochi* mampu bereproduksi pada sistem aliran tertutup dengan jumlah telur yang dipijahkan rata-rata 65 butir per individu, derajat pembuahan sebesar 97,55%, derajat penetasan 86,47% dengan periode inkubasi 5,8 hari, serta sintasan 7 hari pertama sebesar 57,55%

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan pada Sdri Novi Mayasari dan teman-teman yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G. R. 1991. Field guide to the Freshwater fishes of New Guinea. Christensens Research Institute, Madang 268 hal.
- Allen, G R. 1995. Rainbowfish. In Nature and Aquariums. Christensens Research Institute, Madang 178 hal.
- Azwar. 1994. Pengaruh Triploidisasi dan Hibridisasi terhadap Karakter Fenotipe Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Thesis Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, 78 hal.
- Effendi, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta. 163 hal.
- Elseth, G.D. & K.D. Baumgardner. 1984. *Genetics*. Addison, Weshley Publishing Company Reading Massachussets. 780 hal
- Said, D.S dan Lukman 1990. Masa Inkubasi Ikan Pelangi Irian (*Melanotaenia boesemani*) *Bio Air* 3: 63
- Said, D.S. 1994. Pola pertumbuhan ikan Severum (*Cichlasoma severum*) pada Sistem Aliran Tertutup. *Limnotek* 2 (1): 19—24.
- Said, D.S., O.Carman, & Abinawanto. 2000. Intergenous Hybridization of Irian's Rainbowfishes, Melanotaenia Family. *Proceeding of JSPS-DGHE International Symposium. Sustainable Fisheries in Asia in the New Millenia* 280—283.
- Said, D.S. & Triyanto. 2006. Pengaruh Jenis Pakan pada Pertumbuhan Ikan Pelangi jenis *Melanotaenia herbertaxelrodi*. *Prosiding Konferensi Akuakultur Indonesia*, Institut Sepuluh November, Surabaya: 276--280.
- Said, D.S., Triyanto, & N. Mayasari. 2008. Ikan pelangi Sulawesi *Marosatherina ladigesii* pada Habitat Alami dan Habitat Terkontrol. *Makalah Seminar Perikanan dan Kelautan*. Jurusan Perikanan Faperta Univ.Gajah Mada-Yogyakarta, 26 Juli 2008
- Said, D.S. 2008. Viabilitas dan Pertumbuhan Ikan Pelangi Mungil *Melanotaenia praecox* pada Sistem Terkontrol. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV*, Bogor International Convention Center, Rabu, 15 Oktober 2008.
- Said, D.S. & N. Mayasari 2009. Reproduksi dan Pertumbuhan Ikan Pelangi Biru *Melanotaenia lacustris* pada Habitat Terkontrol. Konferensi Akuakultur Indonesia. Masyarakat Akuakultur Indonesia, Sheraton Mustika Hotel, Yogyakarta. 27—29 Oktober 2009 (*Journal Aquacultura Indonesiana, in press*).
- Woyrnarovich, E. & L.Horvart. 1980. The Artificial Propagation of War Water Finfishes. *A manual for Extention*, FAO Fish. Tech. Pap.





## BENIH IKAN AIR TAWAR YANG RENTAN TERHADAP SERANGGA AIR *Cybister* sp.

**Nuning Setyaningrum dan Darsono**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : nun\_bio@yahoo.com*

Tahapan pembenihan merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya ikan air tawar. Produksi benih ikan sering mengalami penurunan akibat mortalitas yang disebabkan oleh predator akuatik. Serangga air diantaranya adalah larva *Cybister* sp. merupakan predator yang dominan di kolam dan sawah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis ikan budidaya yang rentan terhadap larva serangga *Cybister* sp.. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yaitu jenis ikan nila (*Oreochromis niloticus*), lele (*Clarias gariepinus*), tawes (*Puntius javanicus*) dan nilem (*Osteochilus hasselti*), masing-masing perlakuan diulang 10 kali. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan yang dicobakan menghasilkan perbedaan yang nyata untuk uji pilihan dan tidak berbeda pada uji tanpa pilihan. Kesimpulan penelitian ini adalah benih ikan nilem paling rentan terhadap pemangsa larva serangga *Cybister* sp.

Kata kunci: *benih ikan air tawar, larva Cybister sp, pemangsa*

### PENDAHULUAN

Usaha pemeliharaan benih jenis-jenis ikan air tawar pada sebagian petani ikan yaitu dengan memanfaatkan lahan sawah ataupun kolam pemeliharaan disekitar pekarangan. Tersedianya benih dalam jumlah yang memadai dan bermutu baik akan dapat meningkatkan produksi ikan. Pengadaan benih diperlukan secara terus menerus, meskipun banyak kendala yaitu tingginya mortalitas yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor.

Faktor tingginya mortalitas pada tahap awal pendederan diantaranya dapat disebabkan adanya serangan predator. Predator merupakan organisme yang memakan semua atau sebagian organisme hidup lain yaitu prey (mangsa) baik herbivora maupun karnivora (Mc Naughton et al, 1973). *Cybister* sp yang termasuk golongan *Dystiscidae* merupakan salah satu jenis kumbang pemangsa dan pada tahap larva seringkali disebut kumbang air, tubuhnya halus bulat telur dan sangat keras. Jenis kumbang ini banyak ditemukan di sawah-sawah maupun kolam-kolam pemeliharaan benih ikan. Baik bentuk dewasa maupun bentuk larva sangat bersifat pemangsa dan makan berbagai hewan akuatik kecil termasuk larva ikan atau ikan kecil, dengan cara menghisap cairan-cairan tubuh melalui saluran-saluran di dalam gerahamnya (Borrer, 1992).

Benih ikan lele, nilem, tawes, nila merupakan jenis-jenis ikan air tawar yang sering dipelihara di sawah maupun di kolam-kolam pemeliharaan. Jenis-jenis ikan ini bersifat ekonomis dan mampu hidup di daerah dengan ketinggian 0 - 800 m dpl sehingga lebih banyak untuk dibudidayakan. Daerah Banyumas telah lama dikenal sebagai pusat budidaya ikan air tawar, setiap minggu dilakukan pengiriman ratusan ribu benih ikan ke berbagai daerah tetapi belum seluruhnya terpenuhi karena banyaknya permasalahan dalam pembenihan. Atas dasar pemikiran tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai beberapa jenis ikan budidaya air tawar yang rentan terhadap pemangsa *Cybister* sp.

Tahap benih merupakan masa pertumbuhan yang paling pesat dalam siklus hewan. Tempat yang sempit tidak mungkin menampung larva yang semakin besar, sehingga larva harus dipindahkan ke tempat yang lebih luas untuk memberi kesempatan pertumbuhan yang lebih baik. Berdasarkan pertimbangan kemampuan stadia benih dalam mengarungi kehidupan di perairan, maka pendederan dilaksanakan secara bertahap.



Pendederan larva setelah lepas sarang dilakukan pada kolam maupun lahan sawah seluas 20-50m<sup>2</sup> dengan ketinggian air  $\pm$  15 cm dengan padat penebaran 25-50 ekor/m<sup>2</sup>. Lama pemeliharaan pada tahap ini sekitar 2 bulan dengan ukuran mencapai 2-3cm (Santoso,1992).

Kegagalan yang banyak dialami oleh petani ikan adalah pada tahap pendederan pertama. Salah satu penyebab gagalnya usaha tersebut adalah kehadiran serangga pengganggu sebagai predator, yang sering diabaikan oleh petani ikan.

Salah satu serangga air yang menjadi predator larva ikan air tawar dan menimbulkan kerugian adalah Ordo coleoptera Famili Dytiscidae. Stadia larva dari Dytiscidae hidup sebagai predator ikan kecil. Sifat dari larva Dytiscidae adalah predatif dan kanibalis. Larva Dytiscidae menangkap mangsanya melalui perburuan aktif maupun dengan cara menunggu dalam jebakan, yang dapat menyebabkan kematian pada benih ikan.

Apabila tingkat kematian di awal pemeliharaan benih dapat ditekan, dipastikan keuntungan yang diperoleh petani akan lebih besar. Oleh karena itu, upaya pengendalian serangga predator sangat perlu dilakukan.

Penelitian ini bertujuan adalah untuk mengetahui jenis ikan air tawar yang rentan terhadap serangan air larva *Cybister sp* dan kemampuan pemangsa *Cybister sp* terhadap beberapa jenis benih ikan air tawar. Manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan jenis ikan yang rentan terhadap serangan larva *Cybister sp* untuk di budidayakan pada pendederan pertama di sawah atau kolam budidaya ikan.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: benih ikan lele, nilem, tawes, nila, *Cybister sp.* dalam stadia larva. Larutan MnSO<sub>4</sub>, KOH dan KI, larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,025 N, Amylum, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,1 N, indikator phenolphthalein dan larutan HCl 0,1 N. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium, aerator, termometer, pH meter, botol sampel, pipet, labu erlemeyer 250 cc, gelas ukur 50 ml dan 100 ml, becker glass, biuret dan statis.

Penelitian dilakukan di Stasiun Percobaan Program Studi D-III Pengelolaan Sumber Daya Perikanan (PSDP) Fakultas Biologi Unsoed. Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yang diulang sebanyak 10 kali. Perlakuan yang dicobakan adalah benih ikan lele, nilem, tawes dan lele yang di bagi 2 kelompok yaitu uji pilihan dengan masing-masing jenis tanpa dicampur dalam 1 bak dan kelompok uji tanpa pilihan yaitu dengan dicampur 4 jenis ikan dalam 1 bak.

Wadah yang digunakan adalah bak plastik bulat sebanyak 40 buah, sebelum digunakan terlebih dahulu direndam dengan air selama kurang lebih satu minggu, kemudian dibilas atau dicuci, bak diletakkan berjajar dan masing-masing disuplai dengan oksigen dari aerator. Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air tanah/sumur, ketinggian air dalam akuarium  $\pm$  30 cm.

Pemeliharaan benih bertujuan untuk mempersiapkan benih ikan yang seragam dalam umur dan ukuran. Telur ikan uji diambil dari kolam induk yang telah dipelihara dan ditetaskan hingga mencapai umur dan ukuran yang dibutuhkan, kolam tersebut berukuran 3 x 1,5 m; sehingga mudah untuk mengambilnya. Kedalaman air pada bak penampungan  $\pm$  30 cm. Pemeliharaan larva *Cybister sp.*, larva *Cybister sp.* diambil dari kolam pembenihan tradisional/sawah dengan ukuran yang sama yaitu larva instar akhir, larva-larva ini ditampung dalam akuarium yang telah dipersiapkan sesuai dengan kondisi alamnya sehingga tetap dalam keadaan yang sehat.

Preferensi dilakukan dengan dua uji yaitu uji pilihan bebas dan uji tanpa pilihan. Pada uji pilihan bebas seekor *Cybister* sp. diberi umpan 4 jenis benih ikan yaitu lele, nilam, tawes dan nila dalam satu bak. Setelah 24 jam, banyaknya benih ikan yang mati dicatat. Percobaan diulang sebanyak 10 kali. Uji tanpa pilihan dilakukan dengan cara satu *Cybister* diberi umpan 4 ekor ikan dengan jenis ikan yang sama dalam satu bak. Masing-masing diamati selama 24 jam dan di catat jumlah ikan yang mati. Data preferensi dianalisis dengan sidik ragam, yang dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil pada taraf  $\alpha=0,05$  untuk membedakan pengaruh ukuran tubuh benih ikan terhadap jumlah yang dimangsa. Sebelum dianalisis, data ditransformasi ke dalam  $\sqrt{x + 0,5}$ .

Untuk memeriksa tanggap fungsional predator terhadap peningkatan kelimpahan mangsa digunakan persamaan cakram dari Holling (1959), disebut juga tanggap fungsional tipe-2, sebagai berikut:

$$Na = a' T No / (1 + a' Th No)$$

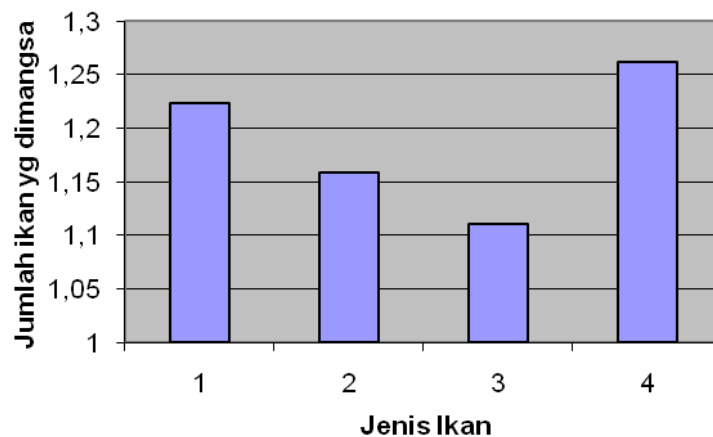
Na adalah banyaknya benih ikan yang dimangsa, No banyaknya mangsa yang tersedia,  $a'$  laju penyerangan, T total waktu predator terpapar pada mangsa, dan Th adalah masa penanganan mangsa.

Pemantauan kualitas air dilakukan pada pagi, siang dan sore. Diukur suhu, pH,  $CO_2$ ,  $O_2$  dan DMA. Sedangkan untuk pemberian pakan mangsa dilakukan pada pagi dan sore.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan terhadap benih ikan air tawar yang dimangsa oleh larva *Cybister* berdasarkan uji dengan pilihan pada gambar 1 menghasilkan bahwa jenis ikan nilam paling banyak dimangsa, dengan nilai pemangsaan sebesar 1,262 sejumlah dari 20 ekor ikan.

### Uji Dengan Pilihan



Gambar 1. Uji pilihan bebas pada 4 jenis ikan terhadap pemangsaan larva *Cybister*

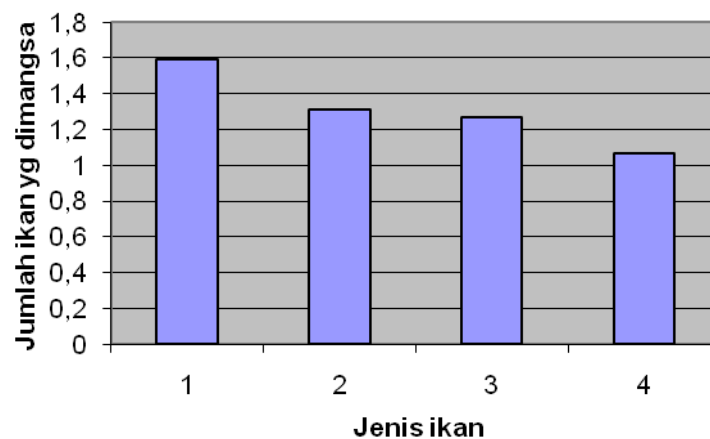
Keterangan: 1= nila 2= lele 3= tawes 4= nilam

Berdasarkan hasil analisis variansi bahwa perlakuan yang dicobakan pada uji pilihan bebas menunjukkan pengaruh nyata ( $P \leq 0,05$ ). Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilanjutkan uji lanjut dengan Least Significant Difference (LSD) yang menghasilkan bahwa ikan nila berbeda terhadap ikan lele, tawes dan nilam, sedangkan ikan lele berbeda dengan nila dan



nilem tetapi tidak berbeda dengan tawes, Ikan tawes sendiri hanya berbeda dengan nila dan tidak berbeda dengan lele serta nilem, Ikan nilem berbeda dengan nila dan lele tetapi terhadap tawes tidak berbeda. Ikan nilem pada uji pilihan bebas ini memiliki nilai paling tinggi terhadap pemangsaan dari larva *Cybister*. Hal ini disebabkan bahwa Ikan nilem pada tahap benih memiliki ketahanan tubuh yang kurang baik dan gerakan yang kurang lincah diantara ketiga jenis benih ikan lainnya sehingga lebih mudah tertangkap oleh predator. Kemudian diikuti oleh benih ikan nila, lele dan tawes. Jenis ikan tawes paling sedikit dimangsa karena berkaitan dengan gerakan ikan yang paling gesit sehingga lebih cepat untuk menghindari dari predator. Menurut Asmawi (1983) bahwa ikan tawes memiliki bentuk tubuh gepeng sehingga lebih mudah untuk bergerak dan memiliki habitat di sungai yang berarus sehingga sering bergerak untuk melawan arus. Hasil penelitian Setyaningrum (2006) bahwa ikan brek yang satu famili dengan tawes memiliki pertumbuhan cepat dengan pemeliharaan dengan debit air  $30\text{m}^3/\text{l}$  dan pergerakannya melawan air dari saluran air yang masuk.

### Uji Tanpa Pilihan



**Gambar 2. Uji tanpa pilihan pada 4 jenis ikan terhadap pemangsaan larva *Cybister***

Pada uji tanpa pilihan ini larva *Cybister* memangsa jenis ikan yang berbeda dalam satu wadah percobaan. Berdasarkan hasil analisis variansi bahwa perlakuan yang dicobakan pada uji tanpa pilihan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ( $P \geq 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa keempat jenis ikan ternyata memiliki peluang yang sama untuk dimangsa oleh larva *Cybister*. Kebanyakan larva atau benih ikan yang masih kecil belum dapat memanfaatkan ruang gerak yang luas sehingga memudahkan bagi larva *Cybister* untuk menemukannya dan memangsanya.

Cara pemangsaan dari *Cybister* yang termasuk dalam familia *Dystiscidae* dengan gerakan-gerakan yang seperti sabit dan menyerang mangsanya dengan menghisap cairan tubuh melalui saluran di dalam geraham. *Cybister* yang dewasa memiliki ukuran yang bervariasi panjang 1,2 sampai 4cm (Borror 1992). Berdasarkan hal tersebut maka larva *Cybister* tidak akan memangsa benih ikan yang ukurannya melebihi 4 cm, sehingga dalam percobaan ini benih ukuran 3,5cm hanya sedikit yang dapat dimangsa.

*Cybister* sebagai larva serangga air memiliki tahapan instar 4 dalam waktu singkat dan bersifat sebagai predator dalam air. Benih ikan yang di pelihara di sawah merupakan salah satu makanan yang sering dimangsa oleh *Cybister* sehingga dapat mengurangi produktivitas benih. Golongan insekta air secara umum merupakan predator dan ikan pada tahap benih merupakan



salah satu yang dimangsa sebagai makanannya. Dysticid memangsa invertebrata kecil termasuk *Cladocera*, *Asellus spp* dan larva *Dipteran* (Juliano & Lawton, 1990). Insekta air kebanyakan memangsa ikan pada tahap benih yaitu tahapan setelah kuning telur habis dan harus mencari makan sendiri, pada tahapan ini benih sangat lemah sehingga mudah terserang oleh predator air termasuk larva *Cybister* (Louarn and Cloarec, 1996).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa jenis ikan nila, lele, tawes dan nilem pada tahapan benih memiliki peluang yang sama untuk dimangsa oleh larva *Cybister*, dan ikan nilem yang paling rentan terhadap pemangsaan larva *Cybister*.

### DAFTAR REFERENSI

- Arie,U. 1999. Pembenuhan dan Pembesaran Nila GIFT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Borror, DJ. 1992. Pengenalan Pelajaran Serangga. Yogyakarta: Gadjah Mada Universitas Pres.
- Cloarec, 1990. Factors Influencing the Choice of Predatory Tactics in a Water Bug *Dyplonychus indicus* Venk dan Rao (Heteroptera: Belostomatidae). *Anim. Behaviour* 40: 262-271.
- Darsono. 2004. Kelimpahan Larva *Cybister sp* di Kolam Pembenuhan dan Pemangsaan Pada Benih Ikan Gurami. Tesis. Ilmu Hayati PAU. IPB. Bogor.
- Djuhanda, T. 1981. Dunia Ikan. Bandung: Armoko.
- Formanowicz, DRJ. 1982. Foraging Tactics at Larvae at *Dytiscus verticalis* (Coleoptera: Dytiscidae). The Assesment at Prey Density. *J. Anim. Eco.* 51, 757-767.
- Hassel, MP. and GC. Varley. 1969. New Introductive Population for Insect Parasites and Its Bearing on Biological Control. *Nature* 223 : 1133 – 1137.
- Hassel, MP., JH. Lowton, JR. Beddington. 1976. The Components of Athropod Predation. The Prey Date Rate. *Jl. Anil. Eco.* 45: 135 – 164.
- Holling, CS. 1959. Some characteristics of sample types of predation and parasitism. *Can Entomol* 91:385-398.
- Holling, CS. 1966. The Functional Response at Inverteberate Predator to Prey Density. Canada. *Mem. Entomol. Soc.* 48(1): 1-86.
- Juliano, S.A. & J.H. Lawton. 1990. Extrinsic vs intrinsic Food Shortage and the Strength of feeding Links: Effects of Density and Food Availability on Feeding Rate of *Hyphydrus ovatus*. *Oecologia* 83:535-540.
- Leech, HB. and HP. Chandler. 1971. Aquatic Insect of California, with Keys to North American Genera and California Species. London. University of California. Press Berkeley Los Angeles.
- Louarn, HL. And A. Cloarec. 1997. Insect Predation on Pike Fry. *Journal of Fish Biology.* 50:366-370.
- Mc Naughton, SJ. and LW. Larry. 1973. General Ecology Sounders College Publishing a Difision at Halt, Rinehart and Winston Inc. 465 – 466.
- Murdoch, WW. 1971. The Developmental of Predators to Changes in Prey Dencity, *Ecology* 52: 132 – 137.
- Nicholson, AJ. 1957. The Self Adjustment of Population to Change Cold Spring Harbor Symp. *Quant, Biol.* 22: 153 – 173.
- Odum, EP. 1971. Fundamental of Ecology 3<sup>rd</sup> Eds. W.B. Sounders Co. Philadelphia. 157 – 158, 368 – 367.
- Peterson, I., JS. Wroblewski. 1984. Mortality Rate at Fishes in the Pelagic Ecosystem. *Can. J. Fish. and Aqua. Sci.* 41, 1117-1120.
- Robert, LU. 1971. Aquatic Insect of California. Univerty of California Press Berkeley, Los Angeles and London 293 – 296, 305 – 307, 312 – 315.
- Setyaningrum,N. 2006. Penjinakan dan Budidaya Ikan Brek Sebagai Diversifikasi usaha Perikanan. *Jurnal Pembangunan Pedesaan.* Lembaga Penelitian Unsoed. Purwokerto.
- Santoso, B; Tata S. 2001. Petunjuk Praktis Budidaya Tawes. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Streams, FA. 1987. Foraging Behaviour in Notonectid. *Assemblage American Midland Naturalise.* 117, 353 – 361.
- Sutisna, DH. 1995. Pembenuhan Ikan Air Tawar. Yogyakarta: Kanisius. 79 – 84, 104 – 105.



## PERBEDAAN SUHU PENYIMPANAN EPHIPIUM DAPHNIA (*Daphnia* sp.) TERHADAP PERSENTASE DAYA TETAS

Diana Retna Utarini SR<sup>1</sup> dan Nuraina Andriyani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto <sup>2</sup>Fakultas Sain dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Ketersediaan pakan alami merupakan salah satu faktor utama yang berperan dalam peningkatan kelangsungan hidup benih ikan. *Daphnia* sp merupakan salah satu jenis pakan alami yang tepat untuk kebutuhan pakan bagi benih. Hal ini karena daphnia mempunyai ukuran yang sesuai dengan bukaan mulut benih, mengandung komponen nutrisi yang dibutuhkan, mudah dicerna serta mempunyai daya reproduksi yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis pupuk terhadap kelimpahan individu *Daphnia* sp dan jenis pupuk yang menghasilkan kelimpahan individu *Daphnia* sp paling tinggi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai dengan Mei 2010 di kolam percobaan Program Studi D-3 dan laboratorium Biologi Akuatik Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan rancangan percobaan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang dicobakan adalah jenis pupuk kotoran ayam, itik dan burung puyuh dengan dosis pupuk 3 grm/L, dengan ulangan perlakuan masing-masing sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan jenis pupuk berpengaruh terhadap kelimpahan daphnia (*Daphnia* sp) dan jenis pupuk yang menghasilkan kelimpahan tertinggi adalah kotoran itik.

Kata kunci : *Daphnia*, pupuk, kotoran ayam, kotoran itik, kotoran puyuh.

### PENDAHULUAN

Pada tahap pembenihan ikan kelangsungan hidup benih sangat ditentukan oleh ketersediaan pakan yang sesuai dengan kebutuhan. Pakan yang tidak tepat atau tidak sesuai, baik komponen nutrisi, ukuran, jumlah, dan tidak disukai ikan atau berpotensi sebagai parasit bahkan beracun dapat berakibat buruk terhadap kelangsungan hidup. Oleh karenanya untuk meningkatkan produksi benih perlu pemilihan jenis pakan yang tepat. Pada dasarnya jenis pakan ikan terdiri dari pakan buatan dan pakan alami. Menurut Hagiwigeno (1992), pakan alami merupakan pakan hidup bagi larva dan benih yang tersedia dan tumbuh secara alami di perairan. Jenis pakan alami tersebut dapat berupa benthos dan plankton. Plankton adalah organisme perairan yang bergerak secara pasif dalam air sehingga pergerakannya tergantung atau mengikuti arus air, plankton terdiri dari plankton nabati (fitoplankton) dan plankton hewani (zooplankton). Contoh fitoplankton antara lain *Spirulina* sp, *Skeletonema* sp dan *Chlorella* sp. Sedangkan contoh zooplankton adalah *Artemia* sp, *Moina* sp dan *Daphnia* sp. *Daphnia* adalah salah satu zooplankton dari classis Crustacea yang potensial sebagai pakan alami ikan, karena mengandung nutrisi yang tinggi, mudah dicerna serta mempunyai daya reproduksi yang tinggi. Menurut Hayati (1995), daphnia sangat baik sebagai pakan alami. Disamping itu menurut Djarijah (1995), pakan alami merupakan pakan yang paling sesuai untuk pertumbuhan benih yang telah habis cadangan makanannya. Hal ini antara lain karena pakan alami merupakan pakan yang biasa dikonsumsi oleh benih di habitatnya dan umumnya kandungan gizinya sesuai dengan kebutuhan benih untuk pertumbuhan disamping itu ukurannya sesuai dengan bukaan mulut benih. Menurut Priyambodo dan Wahyuningsih, pakan alami mempunyai beberapa kelebihan dibanding pakan buatan antara lain karena nilai nutrisinya cukup tinggi, benih dapat memilih ukuran pakan sesuai dengan bukaan mulutnya, gerakannya dapat merangsang benih ikan untuk memangsa, dapat berkembangbiak dengan cepat sehingga ketersediaannya dapat terjamin dan biaya budidaya menjadi relatif murah.

*Daphnia* merupakan salah satu pakan alami ikan khususnya benih ikan, sebagai pakan alami *Daphnia* mempunyai beberapa kelebihan antara lain ukurannya sesuai dengan bukaan mulut benih, gerakannya aktif, mudah berkembangbiak dan nilai nutrisinya cukup tinggi.



Menurut Setyo dan Kurniastuti (1995), *Daphnia* mempunyai kandungan protein 7,50 % ; lemak 1,4 % dan 0,7 % abu. Menurut Murtidjo (1997), *Daphnia* akan menjadi dewasa dalam waktu empat hari dalam kondisi optimal dengan daya tahan hidup mencapai dua belas hari. *Daphnia* termasuk kelompok *filter feeder* (Carvalvo dan Hughes, 1983),. Jenis makanannya berupa fitoplankton dan detritus atau sisa-sisa bahan organik yang sudah atau mulai hancur. Oleh karena itu pemupukan bahan organik merupakan salah satu cara penyediaan nutrisi bagi *Daphnia* (Rheda dan Subagja, 1999). Pemupukan pada kultur *Daphnia* bertujuan untuk menumbuhkan fitoplankton dan atau detritus agar dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Jenis pupuk yang digunakan berupa pupuk anorganik dan organik. Pupuk organik yang umum digunakan berupa kotoran hewan, seperti kotoran sapi, kotoran burung puyuh dan kotoran ayam.

Menurut Rufaida 1998, kandungan hara pada kotoran ayam petelur adalah 13,9 % air; 14,79 % protein kasar; 7,43 % lemak; 22, 69 % serat kasar dan 33,3 % abu. Sedangkan menurut Rahayu dan Piranti (2009), kandungan kotoran puyuh adalah 21,8 % air; 11, 31% protein kasar, 5,52 % lemak; 18, 42% serat kasar dan 21,64 % abu. Menurut Chumaidi *et al* (1990), Pemupukan pada kultur *Daphnia* dapat dilakukan sekali pada awal dan hari ke tujuh. Pemupukan yang dilakukan satu kali bertujuan untuk satu kali pemanenan, sedangkan pemupukan dengan ulangan dilakukan untuk pemanenan beberapa kali. Menurut Haryanto (1974), perkembangan populasi *Daphnia* tertinggi dicapai pada media yang diberi kotoran ayam dengan dosis 2,4 gr/liter. Menurut Djarijah (1995), dosis pupuk organik yang diberikan sebaiknya berkisar antara 3 gr/l – 5 gr/l.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis pupuk terhadap kelimpahan individu *Daphnia* sp dan jenis pupuk yang menghasilkan kelimpahan individu *Daphnia* sp paling tinggi.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan selama tiga bulan, dari bulan Maret sampai dengan Mei 2010 di Green House Program Studi D-3 Fakultas Biologi UNSOED. Bahan penelitian meliputi *Daphnia* sp, pupuk kotoran ayam, itik dan burung puyuh. Sedangkan alat yang digunakan antara lain akuarium, termometer, kertas pH universal (1-14), mikroskop inverted, planktonet, ember plastik, pipet tetes, botol winkler, erlenmeyer, biuret, cawan petri dan spektrofotometer. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan yang dicobakan adalah jenis pupuk yaitu kotoran ayam, itik dan burung puyuh dengan dosis 3 grm/l yang dibungkus menggunakan kain dan diletakkan secara tergantung dalam air. Ulangan perlakuan sebanyak 3 kali.

Parameter utama yang diamati adalah kelimpahan daphnia (*Daphnia* sp). Pengamatan dilakukan secara makroskopis (visual) yang dilakukan setiap 4 hari sekali, yaitu pada hari ke 4, 8, 12 dan 16 setelah penebaran bibit/starter sebanyak 100 individu/liter (1 individu/10 ml) dengan akuarium yang diisi air kolam yang telah disaring dengan menggunakan planktonnet sebanyak 10 liter air. Parameter pendukung meliputi pH, suhu air, oksigen terlarut, nitrat, orthophosphat dan BOD.

Analisis data dilakukan dengan ANOVA untuk mengetahui pengaruh jenis pupuk terhadap kelimpahan populasi daphnia, dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99% selanjutnya dilakukan uji BNT untuk mengetahui perlakuan yang menghasilkan kelimpahan populasi daphnia tertinggi.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap kelimpahan daphnia pada ketiga perlakuan menunjukkan adanya perbedaan, seperti terlihat pada Tabel 1. Pada perlakuan pupuk itik menunjukkan kelimpahan rata-rata daphnia lebih besar dibanding kedua perlakuan yang lain. Hal ini diduga antara lain karena bahan organik yang terkandung dalam kotoran itik lebih mencukupi dan sesuai untuk pertumbuhan populasi Daphnia. Menurut Balcer et al., (1984) Daphnia akan tumbuh dewasa dalam waktu 4 hari dengan pH berkisar antara 6,6 – 7,4. Sedangkan menurut Krismono (1988) Daphnia membutuhkan usia minimal 8 hari untuk dapat berproduksi. Secara statistik kelimpahan Daphnia pada perlakuan kotoran itik dengan burung puyuh tidak menunjukkan adanya signifikan sedangkan perlakuan antara kotoran itik dengan ayam menunjukkan adanya perbedaan kelimpahan individu demikian pula pada perlakuan antara kotoran burung puyuh dengan kotoran ayam. Hal ini diduga karena kandungan kotoran ayam komponen nutrisinya lebih rendah dibanding dengan kotoran itik dan puyuh. Sedangkan ketersediaan nutrisi sangat diperlukan untuk pertumbuhan dan reproduksi.

**Tabel 1. Kelimpahan rata-rata individu daphnia/l pada tiap perlakuan selama kultur**

Perlakuan	Pengamatan hari ke				
	0	4	8	12	16
Kotoran ayam	100	233	1.600	10.090	40.000
Kotoran itik	100	250	2.300	12.260	51.000
Kotoran puyuh	100	260	2.400	12.080	48.400

Daphnia mempunyai dua cara untuk melakukan reproduksi, yaitu secara aseksual (parthenogenesis) dan seksual yang berlangsung secara bergantian tergantung pada kondisi lingkungan hidupnya (Edmonson, 1959). Reproduksi secara parthenogenesis terjadi selama kondisi lingkungan mendukung (menguntungkan). Telur yang dihasilkan induk betina akan ditampung dalam kantong telur yang terletak di bagian posterior. Di dalam kantong tersebut telur akan menetas tanpa harus dibuahi oleh induk jantan. Telur yang menetas akan serupa dengan induknya hanya ukurannya lebih kecil dan individu baru ini akan dikeluarkan dari kantong pengeraman bersamaan dengan waktu pergantian kulit (Balcer et al., 1984). Menurut Pennak (1953), siklus hidup daphnia melalui 4 stadia yaitu telur, anakan, remaja dan dewasa. Pada stadia anakan setelah keluar dari kantung pengeraman akan terjadi pertumbuhan sangat cepat mencapai dua kali ukuran semula (Ivleva, 1973). Proses reproduksi untuk pertama kali terjadi pada umur empat hari dan selanjutnya setiap 2 hari. Selama hidupnya daphnia dapat melakukan reproduksi hingga 7 kali dengan jumlah individu yang dihasilkan mencapai 200 individu. Jumlah Daphnia pada ketiga perlakuan yaitu pupuk kotoran burung puyuh, itik dan ayam menunjukkan adanya peningkatan pada akhir percobaan. Hal ini dapat terjadi karena kondisi lingkungan sangat mendukung ditinjau dari kandungan nutrisi, karena nutrisi yang terkandung dalam pupuk kotoran ayam, itik dan burung puyuh berfungsi sebagai bahan organik untuk konsumsi Daphnia juga berfungsi untuk menumbuhkan fitoplankton yang juga merupakan pakan Daphnia.

Hasil pengamatan fitoplankton menunjukkan bahwa kolam yang telah dipupuk dengan menggunakan pupuk kotoran ayam terdapat fitoplankton sebanyak 24 spesies, pada kolam yang telah dipupuk dengan menggunakan kotoran puyuh terdapat 22 spesies sedangkan kolam yang dipupuk kotoran itik terdapat 24 spesies. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan pakan alami bagi Daphnia mencukupi untuk pertumbuhan dan reproduksinya pada media yang telah dipupuk dengan menggunakan kotoran hewan. Pada perairan yang mendapatkan penambahan bahan organik akan mengalami peningkatan aktivitas mikrobial, mikroalga merupakan termasuk salah satunya dan pertumbuhannya akan menyebabkan berkurangnya bahan-bahan organik yang terkandung didalam perairan tersebut.





Hasil pengukuran faktor fisik kimia media kultur menunjukkan bahwa kondisi media seperti pH, nitrat, phosphat dan BOD masih dalam kisaran yang baik untuk pertumbuhan *Daphnia* sp (Tabel 2). Tersedianya nutrisi yang masih mencukupi untuk kehidupan individu baru memicu terjadinya reproduksi secara aseksual. Hasil pengamatan pH media tiap perlakuan pada awal percobaan adalah 6 dan pada akhir percobaan menunjukkan adanya peningkatan antara 7,5 – 8,0. Namun demikian, pH media masih berada dalam kisaran yang baik untuk *Daphnia* sp yaitu 5,0–8,0 (Pennak, 1978). Menurut Pelezar dan Chan (1986), kenaikan pH terjadi karena adanya proses dekarboksilasi, yaitu pemecahan gugus karboksil yang ada pada asam amino, secara enzimatis. Dekarboksilasi pada umumnya merupakan tahap pertama dari pemecahan asam amino oleh bakteri untuk mendapatkan energi bagi sel dan berefek mempertahankan pH. Dekarboksilasi asam amino menghasilkan gugus amin yang sifatnya basa dan karbondioksida, sehingga terkumpulnya amin dalam media akan menghasilkan kenaikan pH.

**Tabel 2. Hasil pengukuran faktor fisik-kimiawi pada tiap media pertumbuhan *Daphnia* sp selama percobaan (16 hari)**

Faktor fisik-kimiawi	Media		
	Kotoran ayam	Kotoran puyuh	Kotoran itik
pH	6 – 8	6 – 8	6 – 8
Suhu air (°C)	27 – 29	27 – 29	27 – 29
O <sub>2</sub> terlarut (mg/l)	3,27 – 4,82	3,16 – 5,02	3,28 – 5,04
Nitrat (mg/l)*	25,67 – 6,55	20,84 – 7,39	27,14 – 8,69
Orthophosphat* (mg/l)	15,54 – 2,86	17,85 – 3,06	19,273 – 3,885
BOD (mg/l)	31,05 – 19,75	31,12 – 18,92	30,43 – 16,67

## KESIMPULAN DAN SARAN

Perbedaan jenis pupuk berpengaruh terhadap kelimpahan individu *Daphnia* sp. Sedangkan jenis pupuk yang menghasilkan kelimpahan individu *Daphnia* sp paling tinggi adalah kotoran itik.

Untuk kultur daphnia sebaiknya menggunakan kotoran puyuh karena mudah diperoleh dan tingkat kelimpahan daphnia yang dikultur dengan menggunakan kotoran puyuh dan itik tidak menunjukkan perbedaan nyata. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan kelimpahan daphnia lebih tinggi menggunakan jenis pupuk lainnya dengan dosis yang lebih bervariasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balcer, M.D; Korda, L.N and Dobson, I.S. 1984. Zooplankton of The Great Lakes. A Guide to the Identification and Ecology of The Common Crustacean Species. The University of Wisconsin Press.
- Carvalho G.R. & R.N. Hughes. 1983. The Effects of food availability, female culture density and photoperiod on ephippia production in *Daphnia magna*. *Freshwater Biology* 13 (1)n: 37-46.
- Crease, T.J. and P.D.N. Heber. 1983. A test for production of sexual pheromones by *Daphnia magna*. *Freshwater Biology* 13 (5) : 491–496.
- Djarajah, A.S. (1995). Pembenuhan dan Pembesaran Nila merah secara Intensif. Kanisius Yogyakarta
- Hayati. 1995. Pengaruh penggantian *Artemia salina* dengan *Daphnia* sp terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gurami (*Ospranemus gouramy* Lac). Thesis Program Pasca Sarjana IPB Bogor.
- Insan, I. dan Chumaidi. 2007. Produksi ephippium *Daphnia* King (*Daphnia magna*) dengan pengaturan fotoperioda dan kepadatan kultur. Instalasi Riset Budidaya Ikan Hias Air Tawar Depok.
- Pennak R.W. 1978. *Freshwater Invertebrate of United State*. The Roland Press Company. New York.
- Rahayu, D.R.U.S., dan A.S. Piranti. 2009. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Produksi Ephippium *Daphnia* (*Daphnia* sp). Prosiding Seminar Nasional Biologi 2009. Fakultas Biologi Unsoed.



- Rahayu, D.R.U.S., dan A.S. Piranti. 2010. Pengaruh Perbedaan Padat Tebar *Daphnia* (*Daphnia* sp) Terhadap Produksi Ehipium Pada Media Limbah Cair Tahu. Seminar Nasional Biologi 2010. Universitas Negeri Semarang.
- Rheda, El dan J. Subagja, 1999. Tabel Kehidupan *Daphnia pulex* setelah Aplikasi Pupuk Organik. Program Studi Biologi Program Studi Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.



## AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK ENZIMATIS RUMPUT LAUT *SARGASSUM DUPLICATUM* HASIL HIDROLISIS ENZIM DALAM EKSTRAK NANAS DAN AMILASE KOMERSIAL

Aisyah Tri Septiana<sup>1</sup>, Ari Asnani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Pertanian dan <sup>2</sup> Fakultas Sain dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto  
Email : aisyah.septiana@yahoo.com

*Sargassum duplicatum* is a brown-seaweed which rich in bioactive compounds that have potential as antioxidants. The bioactive compounds in brown seaweed *S. duplicatum* can be obtained by enzymatic extraction that influences the amount of hydrolised product as antioxidant compounds. The peroxide inhibitory activity from enzymatic extract of *S. duplicatum* brown seaweeds with enzyme source from pineapple extract, and commercial amilase were 67.553 and 39.423%. Malonaldehyde inhibitory activity with enzyme source from pineapple ekstrak and commercial amilase were 39.818 and 18.678%. The free radical scavenging activity from enzymatic extract of *S. duplicatum* brown seaweeds with enzyme source from pineapple extract and commercial amilase were 4.985 and 4.605%.

Key words : *Sargassum duplicatum*, antioxidant, enzymatic extraction

### PENDAHULUAN

Oksidasi lipid merupakan penyebab utama kerusakan kualitas dalam makanan. Oksidasi lipid menandakan adanya perubahan-perubahan dalam makanan yang berpengaruh pada kualitas nutrisi, kesehatan, keamanan, warna, flavor, dan tekstur. Reaksi oksidasi lipid dapat dicegah dengan adanya antioksidan. Berdasarkan sumbernya antioksidan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu antioksidan sintetik dan alami. Antioksidan sintetik mempunyai efektivitas tinggi, namun belum tentu aman bagi kesehatan. Antioksidan alami memiliki keuntungan yaitu aman karena tidak terkontaminasi zat kimia berbahaya dan mudah diperoleh (Pokorny dan Korczak, 2001). Antioksidan alami dapat dipilih sebagai sumber antioksidan yang aman untuk dikembangkan.

*Sargassum duplicatum* merupakan kelompok rumput laut coklat berklorofil yang tumbuh di perairan terlindung maupun berombak besar dan berbatu (Dawes,1996). *S. duplicatum* berpotensi sebagai antioksidan karena mengandung senyawa yang berperan sebagai antioksidan seperti fukoidan, polisakarida berat molekul rendah yang mengandung asam uronik, fenolik, phlorotannin, dan asam amino.

Senyawa antioksidan dalam *S. duplicatum* dapat diperoleh dengan metode ekstraksi rumput laut. Metode ekstraksi yang aman dan ekonomis adalah dengan pemanfaatan enzim secara ekstraksi enzimatis. Heo *et al.*, (2005) melaporkan adanya aktivitas antiosidan dari hasil ekstraksi enzimatis menggunakan enzim karbohidratase dan enzim protease pada lima spesies rumput laut coklat dari Pantai Jeju, Korea. Park *et al.*, (2005) juga melaporkan efek penangkapan spesies oksigen reaktif dari ekstrak enzimatis *Sarggasum thunbergii* dengan menggunakan lima enzim hidrolisis karbohidratase dan protease.

Kajian tentang antioksidan masih perlu dilakukan mengingat manfaatnya yang besar bagi kesehatan. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji pengaruh asal enzim terhadap aktivitas antioksidan ekstrak enzimatis rumput laut coklat *S.duplicatum*. Enzim yang digunakan untuk proses ekstraksi enzimatis adalah protease dari ekstrak nanas dan amilase komersial. Metode ekstraksi ini diharapkan akan menghirolisis pada *S. duplicatum* menjadi senyawa-senyawa dengan berat molekul rendah yang berperan aktif sebagai antioksidan.



## BAHAN DAN METODA

### ***Bahan dan alat***

Bahan utama yang digunakan adalah rumput laut *Sargassum duplicatum* dari Pantai Rancababakan, Nusa Kambangan. Enzim yang digunakan berasal dari ekstrak nanas (bromelin), dan amilase komersial. Alat-alat yang digunakan antara lain cabinet dryer (Sense), pisau, blender (Philips), timbangan digital (AND), spektrofotometer UV-Vis (shimadzu 1240), inkubator 37°C (Memmert, Japan), sentrifuse (SIGMA tipe 204), vortex (VM-300, USA), dan alat-alat gelas laboratorium.

### ***Persiapan bahan untuk ekstraksi***

Bahan rumput laut *S. duplicatum* dibersihkan dengan air, ditiriskan, dikeringkan dengan *cabinet dryer* pada suhu 50 °C hingga kering patah, kemudian dihancurkan dengan blender dan diayak sampai diperoleh tepung yang homogen dan siap diekstraksi.

### ***Ekstraksi enzimatis***

Sebanyak 1 gram tepung *S. duplicatum* ditambah 100 ml buffer fosfat 0,1 M kemudian ditambahkan 10 mg enzim dan dilakukan inkubasi selama 12 jam. Selanjutnya campuran disentrifugasi selama 20 menit dengan kecepatan 3000 rpm dan disaring dengan kertas saring Whatman No. 41 untuk memisahkan bagian yang tidak terhidrolisis. Ekstrak enzimatis basah yang diperoleh kemudian dikeringkan dengan *cabinet dryer*. Ekstrak *S. duplicatum* kering dapat disimpan dalam suhu dingin -20 °C (Park *et al.*, 2005).

### ***Analisis total fenol***

Sebanyak 0,02 g ekstrak enzimatis *S. duplicatum* dilarutkan dalam 10 ml akuadest (2000 ppm), dilakukan sentrifugasi pada 3000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya, 1 ml supernatant ditambahkan 1 ml 95% etanol, 5 ml air bebas ion dan 0,5 ml folin ciocalteu 50%, divortex, dan dibiarkan selama 5 menit. Kedalam campuran ampuran ditambahkan 1 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 5%, dan dibiarkan pada ruang gelap selama 60 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 725 nm. Larutan standar dengan konsentrasi 0 ppm asam galat digunakan sebagai blanko pada pengukuran kadar fenol dari ekstrak *S. duplicatum* (Andarwulan dan Shetty, 1999).

### ***Aktivitas penghambatan peroksida dengan metode Tiosianat***

Oksidasi lipid dilakukan dengan mencampur 2 ml buffer fosfat 0,1 M pH 7, 2 ml asam linoleat 50 mM dalam etanol 99,8%, 1 ml air bebas ion, dan 1 ml ekstrak antioksidan 2000 ppm dalam vial gelap dengan tutup sekrup. Campuran kemudian diinkubasi pada suhu 37°C dan pengukuran absorbansi peroksida dilakukan 2 hari sebelum peroksida kontrol mencapai maksimum. Pengukuran absorbansi peroksida dilakukan dengan mencampur 50 µl sampel yang telah diinkubasi, 2,35 mL etanol 75%, dan 50 µl ammonium tiosianat 30%. Campuran kemudian ditambah 50 µL FeCl<sub>2</sub> 0,02 M dalam 3,5% larutan HCl selama 3 menit, dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 500 nm (Chen *et al.*, 1996).

### ***Aktivitas penghambatan MDA***

Oksidasi lipid dilakukan seperti pada aktivitas penghambatan peroksida. Pengukuran absorbansi MDA dilakukan 2 hari sebelum peroksida kontrol asam linoleat mencapai maksimum. Pengukuran absorbansi malonaldehid dilakukan dengan mencampur 1 ml larutan sampel hasil inkubasi asam linoleat yang disuplementasi antioksidan dari ekstrak *S. duplicatum* ditambah 2 ml asam triklorasetat (TCA) 20% dan 2 ml asam tiobarbiturat (TBA) 1% dalam pelarut asam asetat 50%. Campuran ditempatkan dalam penangas air mendidih selama 10

menit. Setelah dingin disentrifugasi pada 3000 rpm selama 20 menit. Absorbansi sampel diukur pada panjang gelombang 532 nm (Kikuzaki dan Nakatani, 1993).

### ***Aktivitas penangkapan radikal bebas***

Aktivitas penangkapan radikal bebas dilakukan dengan metode DPPH (Blois, 1958 dalam Heo *et al.*, 2005). Larutan ekstrak dipersiapkan dengan melarutkan ekstrak enzimatis pada konsentrasi 200, 500, 1000, 1500, dan 2000 ppm dalam akuades. Sebanyak 0,1 ml larutan ekstrak enzimatis tersebut dicampur dengan 2,9 ml larutan 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)  $4 \times 10^{-4}$  M dalam etanol. Campuran diinkubasi di dalam ruangan dengan temperatur ruang selama 30 menit. Setelah 30 menit, absorbansi diukur pada panjang gelombang 516 nm.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

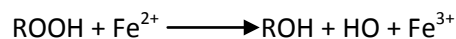
### ***Kadar Total Fenol***

Senyawa antioksidan alami tumbuhan pada umumnya adalah senyawa fenolik atau polifenolik (Pratt dan Hudson, 1990). Senyawa fenolik ini bersifat multifungsional dan berperan sebagai antioksidan karena mempunyai kemampuan sebagai penangkap radikal bebas, pengkelat logam, pereduksi maupun pengubah oksigen singlet menjadi bentuk triplet (Su *et al.*, 2004). Berdasarkan hal tersebut kadar total fenol ini diukur dan dikorelasikan dengan mekanisme antioksidan yang dikaji yaitu penghambatan peroksida (aktivitas antioksidan total), penghambatan malonaldehid dan kapasitas penangkapan radikal bebas.

Kadar total fenol ekstrak enzimatis hasil hidrólisis enzim bromelin dalam ekstrak nanas (24,59 mg/g) hampir sama dengan kadar total fenol ekstrak hasil hidrólisis amilase komersial (25,46 mg/g). Kadar total fenol ekstrak dipengaruhi kemampuan enzim menghidrolisis senyawa yang menyelimuti komponen fenolik dan memisahkan senyawa fenolik dari senyawa lain.

### ***Aktivitas Penghambatan Peroksida***

Pengujian ini menggunakan asam linoleat sebagai substrat lipid yang dioksidasi. Pada pengujian aktivitas penghambatan peroksida, hidroperoksida yang dihasilkan bereaksi dengan ion ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) yang ada pada ferro klorida ( $\text{FeCl}_2$ ) dan menghasilkan radikal hidroksil, peroksil, dan ion ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Reaksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Selanjutnya dengan adanya ammonium tiosianat ( $\text{NH}_4\text{CNS}$ ), ion ferri akan berikatan membentuk ferri tiosianat ( $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ ) yang berwarna merah. Warna merah yang terbentuk selanjutnya diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 500 nm. Semakin tinggi absorbansi sampel maka semakin banyak hasil oksidasi primer yang terbentuk dalam sampel. Persen penghambatan dihitung dengan membandingkan nilai absorbansi sampel dan kontrol.



**Gambar 1. Oksidasi ion ferro menjadi ion ferri**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak enzimatis *S. duplicatum* memiliki aktivitas penghambatan peroksida. Nilai rata-rata persen penghambatan peroksida dengan menggunakan hasil ekstraksi enzimatis dari ekstrak nanas dan amilase komersial adalah 56,528% dan 40,903%.

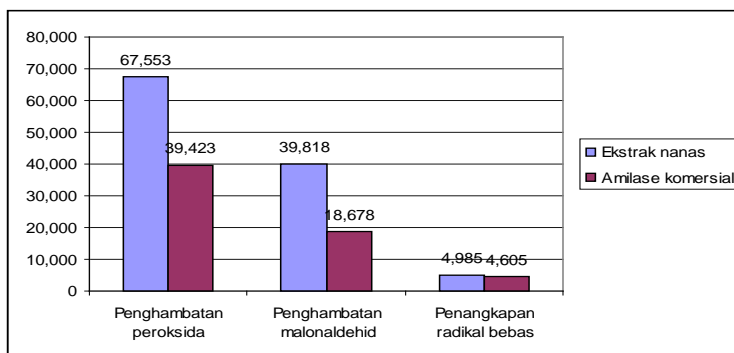
Aktivitas proteolitik dari enzim bromelin yang terkandung dalam ekstrak nanas menghidrolisis rantai polipeptida menjadi komponen aktif asam amino yang bersifat antioksidan. Madhavi *et al.*, (1995) menyebutkan bahwa asam amino merupakan salah satu jenis antioksidan alami yang biasa ditambahkan pada makanan. Asam amino merupakan jenis antioksidan *chelating agents* atau *sequestran* yang mampu mengikat logam seperti besi dan



tembaga yang merupakan prooksidan dalam proses oksidasi lemak (Nawar, 1996). Namun, jenis komponen asam amino tersebut masih perlu penelitian lebih lanjut.

Aktivitas karbohidrase dari amilase dapat menghidrolisis polisakarida menjadi olisakarida yang mempunyai berat molekul lebih rendah. Olisakarida yang mengandung asam uronik dapat berperan sebagai antioksidan (Park *et al.*, 1995). Aktivitas karbohidrase dan protease secara tidak langsung juga berperan terhadap peningkatan kadar total fenol ekstrak.

Penghambatan pembentukan peroksida oleh ekstrak enzimatis *S. duplicatum* hasil ekstraksi enzim ekstrak nanas dan amilase komersial tidak berkorelasi dengan kadar total fenol ekstrak enzimatis tersebut. Aktivitas penghambatan pembentukan peroksida tidak hanya dipengaruhi adanya komponen fenolik saja tetapi dipengaruhi oligosakarida maupun asam amino/peptida seperti yang dinyatakan oleh (Park *et al.*, 1995). Asam amino maupun komponen fenolik yang berperan sebagai pengkelat ion logam dapat mengikat besi ( $Fe^{2+}$ ) yang ditambahkan pada analisis peroksida sehingga pembentukan feri tiosianat menjadi berkurang. Hal inilah yang diduga menyebabkan aktivitas penghambatan peroksida oleh ekstrak enzimatis hidrolisis ekstrak nanas (67,553 %) lebih besar dibandingkan ekstrak hidrolisis amilase komersial (39,423 %).



Penghambatan pembentukan peroksida oleh ekstrak enzimatis ini lebih rendah dibandingkan ekstrak metanol, etanol, etil asetat maupun ekstrak heksana dari *S. duplicatum*. Aktivitas penghambatan peroksida dari ekstrak heksana, etil asetat, etanol, dan metanol, berturut-turut adalah 80,58 %; 82,42 %; 84,43 %; dan 85,08%. Perbedaan penghambatan peroksida ini diduga karena kadar total fenolik ekstrak enzimatis ini lebih rendah dibandingkan ekstrak hasil isolasi pelarut organik. Seperti telah disebutkan, komponen fenolik dapat berfungsi sebagai antioksidan dengan berbagai cara seperti sebagai senyawa pereduksi, penangkal radikal bebas, pengkompleks logam prooksidan dan sebagai peredam terbentuknya singlet oksigen. Meskipun penghambatan antioksidan total ini lebih rendah dibandingkan ekstrak pelarut organik, aktivitas antioksidan ini relatif aman, tahan terhadap suhu sampai 100°C selama 24 jam (Park *et al.*, 2005) dan hasil penelitian Heo *et al.* (2005) menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan radikal bebas ekstrak enzimatis dapat mencapai 96.75% tergantung jenis rumpun laut dan enzim penghidrolisis

#### **Aktivitas Penghambatan MDA**

Senyawa malonaldehid (MDA) sebagai produk oksidasi sekunder merupakan salah satu hasil dekomposisi dari hidroperoksida (Shahidi dan Wanasudara, 1997). Pengujian aktivitas penghambatan malonaldehid dengan uji *Thiobarbituric Acid Test* (TBA) dilakukan untuk mengetahui kemampuan antioksidan dalam menghambat laju reaksi terminasi pada proses oksidasi lipid.



Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak enzimatis *S. duplicatum* memiliki aktivitas penghambatan MDA. Nilai rata-rata penghambatan MDA (%) ekstrak enzimatis dengan asal enzim ekstrak nanas dan amilase komersial adalah 39,818 dan 18,678 %. Penghambatan pembentukan MDA oleh ekstrak enzimatis *S. duplicatum* hasil ekstraksi enzim ekstrak nanas dan amilase komersial berkorelasi dengan penghambatan pembentukan peroksida dan tidak berkorelasi dengan kadar total fenol ekstrak enzimatis tersebut. MDA merupakan hasil oksidasi lipid yang dihasilkan radikal peroksil ( $\text{ROO}^\bullet$ ) bukan radikal alkoksil ( $\text{RO}^\bullet$ ). Komponen fenolik yang terdapat pada ekstrak enzimatis diduga dapat menghambat pembentukan radikal peroksil sehingga pembentukan MDA terhambat.

#### **Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas DPPH**

Kemampuan penangkapan radikal bebas dari ekstrak enzimatis rumput laut coklat *S. duplicatum* diukur dari perubahan nilai absorbansi radikal DPPH. DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) adalah donor radikal bebas yang secara luas digunakan untuk mengevaluasi efek penangkapan radikal bebas antioksidan alami (Matsukawa, *et.al.*, 1997; Heo *et al.*, 2005). DPPH digunakan untuk mengevaluasi kemampuan senyawa yang bertindak sebagai penangkal radikal bebas atau pendonor hidrogen sehingga aktivitasnya dapat diukur.

Aktivitas penangkapan radikal bebas dari ekstrak enzimatis *S. duplicatum* ditentukan dengan radikal stabil DPPH sesuai dengan metode Blois (1958). Elektron yang terdapat pada radikal bebas DPPH memberikan absorbansi maksimum pada 516 nm dan berwarna ungu. Perubahan warna akan terjadi dari ungu menjadi kuning ketika elektron radikal DPPH berpasangan dengan sebuah hidrogen dari penangkap radikal bebas antioksidan untuk membentuk DPPH-H (Prakash, 2001). Persen penghambatan diperoleh melalui perbandingan absorbansi sampel terhadap larutan DPPH murni.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak enzimatis *S. duplicatum* memiliki aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH. Ekstrak enzimatis hidrolisis enzim dari ekstrak nanas memberikan aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH yang hampir sama dengan ekstrak hidrolisis amilase komersial. Nilai rata-rata aktivitas penangkapan radikal bebas menggunakan ekstrak nanas dan amilase komersial adalah 4,985 dan 4,605%.

Aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH mempunyai korelasi dengan kadar total fenol ekstrak enzimatis. Heo *et al.*, 2005 juga melaporkan adanya korelasi yang tinggi antara aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH dengan total polifenolik ( $r=0,971$ ).

#### **SIMPULAN DAN SARAN**

Ekstrak enzimatis rumput laut *Sargassum duplicatum* memiliki aktivitas antioksidan. Ekstraksi enzimatis menggunakan ekstrak nanas dan amilase komersial mempunyai nilai rata-rata persen penghambatan peroksida 67,553% dan 39,423%; nilai rata-rata penghambatan MDA (%) adalah 39,818 dan 18,678%; dan nilai rata-rata aktivitas penangkapan radikal bebas sebesar 4,985 dan 4,605%.

Berdasarkan hasil penelitian maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang aktivitas antioksidan ekstrak enzimatis menggunakan enzim penghidrolisis yang mempunyai aktivitas protease maupun karbohidrase, pemurnian ekstrak hasil hidrolisis enzim dari *S. duplicatum* dan perlu penelitian lebih lanjut tentang penentuan sifat dan jenis antioksidan *S. duplicatum*



## PUSTAKA

- Andarwulan, N. and K. Shetty. 1999. Phenolic content in differential tissue culture of transformed and agrobacterium-transformed roots of anise (*Pimpinella anisum* L.). *J. Agric. Food Chem.* 47 : 1776-1780.
- Chen, H.M., Muramoto, Yamauchi, Nokihara. 1996. Antioxidant activity of designed peptides based on the antioxidant peptides isolated from digests of a soybean protein. *J. Agric Food Chem.* 44 : 2619.
- Dawes. 1996. The biology of commercial tropical algae. 16 : 155-183. *In* : Bird, K.T. and P.H Benson (Eds). *Development in Aquaculture and Fisheries Science*. Seaweed Cultivation for Renewable Resource, Elsevier Applied Science, London and New York.
- Hayashi, S., A. Itoh, K. Isoda, M. Kondoh, M. Kawase, K. Yagi. 2007. Fucoidan partly prevents CCL<sub>4</sub> -induced liver fibrosis. *Eur. J. of Pharmacology*. PubMed Central. 580 (3) : 380 -384.
- Heo, K.W. Lee, C.B. Song and Y.J. Jeon. 2005a. Antioxidan activity of enzymatic extracts from brown seaweeds. *J. Algae*. 18: 71-81.
- Kikuzaki, H. and Nakatani. 1993. Antioxidant effect of some ginger constituent. *J. of Food Science*. 58 : 1407-1410.
- Kochhar, S.P. and J.B. Rossel. 1990. Detection, estimation and evaluation of antioxidant in food systems. Pp. 19-64. *In*: B.J.F. Hudson (Ed). *Food Antioxidant*. Elsevier Applied Science, London and New York. 317 hal.
- Madhavi, D.L., S.S. Deshpande and D.K., Salunkhe. 1995. *Food Antioxidant: Technological, Toxicological, and Healt Perspectives*. Marcel Dekker Inc, New York. 490 hal.
- Nawar, W. 1996. Lipids. Pp. 225 -320. *In* : Fennema, M. Karel, G.W. Sanderson, S.R. Tannenbaum, P. Walstra and J.R. Whitaker (Eds), *Food Chemistry*. Marcel Dekker Inc, New York. 1067 hal.
- Park, P., Young, J. Kim.R., and C. Bum Ahn. 2008. Antioksidan activity of extracts from the brown seaweed *Undaria pinnatifida* by electron spin resonances spectroscopy. *Kor. J. of Food Sciences and Technology*. 42: 874-878.
- Park, P., S.S., Heo., E.J. Park, S.K. Kim, H.G. Byun, B.T. Jeon, Y.J. Jeon. 2005. Reactive oxygen scavenging effect of enzymatic extrat from *Sargassum thubergii*. *J. Agric. Food Chem.* 55 : 6666-66672.
- Pokorny, J., and J. Korczak. 2001. Preparation of natural antioxidant. *In*: M. Gordon (Ed.), *Antioxidant In Food*. CRC Press. New York, Washington D.C.
- Prakash, A. 2001. Antioxidant activity. *Medallion Labolatories Analytical Progress*, Minessota. 19 (2) : 34-37
- Pratt, D.E. and B.J.F. Hudson. 1990. Natural antioxidant not exploited commercially. Pp. 171-189. *In* : B.J.F. Hudson (Ed), *Food Antioxidant*. Elsevier Applied Science, London and New York. 317 hal.
- Su, Y.L. Y.Z.Xu, C.H. Ng, L.K.K. Leung, Y. Huang, and Z.Y. Chen. 2004. Antioxidant activity of tea theaflavins and methylated catechid in Canola oil. *JAOCS* 31(3): 269-274





# PENERAPAN METODE BUDIDAYA APUNG SISTEM JARING APIT DENGAN PROSES PEMUTIHAN BERBEDA TERHADAP PRODUK RUMPUT LAUT *Gracilaria gigas* HARV.

**A. Ilalqisny Insan, Dwi Sunu Widyartini, dan Moh. Husein Sastranegara**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : ilalqisny.insan@yahoo.co.id*

Produk rumput laut *Gracilaria gigas* Harv. kering dipengaruhi oleh metode budidaya dan proses pasca panen yang diterapkan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui penerapan metode budidaya apung sistem jaring apit dengan proses pemutihan berbeda terhadap produksi dan kualitas rumput laut *G. gigas* di perairan Selok Cilacap. Penelitian menggunakan metode eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap. Masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode budidaya apung sistem jaring apit dengan proses fermentasi menghasilkan produksi tertinggi mencapai 529,221 g/m<sup>2</sup>. Proses pemutihan berbeda menghasilkan kualitas rumput laut kering tidak sama yaitu hasil fermentasi berwarna putih kekuningan, hasil perendaman dengan air kapur tohor berwarna coklat kekuningan, sedangkan perendaman dengan air sumur berwarna hitam sampai hitam keputihan.

Kata kunci: proses pemutihan, produksi kering, kualitas, rumput laut *G. gigas*.

## PENDAHULUAN

Rumput laut *Gracilaria gigas* Harv. merupakan kekayaan hayati laut yang mempunyai nilai ekonomi dan sangat berpotensi untuk dikembangkan, karena sebagai bahan baku penghasil agar yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri makanan, bahan baku gelatin, kosmetik, obat-obatan dan sebagai media kultur bakteri. Kegunaan lainnya sebagai bahan tambahan dalam industri tekstil, kertas, dan pencetakan gigi. Sebagian penduduk di daerah pesisir, juga memanfaatkan rumput laut segar untuk acar atau lalap (Angkasa *et al.*, 2000; Susanto, 2003; Kadi, 2004).

Banyaknya manfaat yang dapat diperoleh dari rumput laut ini, menyebabkan kebutuhan terus meningkat. Peningkatan produksi dapat diupayakan dengan memperbaiki teknologi budidaya dan pengolahan pasca panennya. Masyarakat nelayan pembudidaya rumput laut pada umumnya masih menggunakan sistem sebar atau sistem tali tunggal dalam budidaya sehingga produksi kurang maksimal. Penerapan metode budidaya dan sistem penanaman rumput laut sebaiknya disesuaikan dengan lokasi penanaman. Menurut Kadi dan Atmadja (1996), pertumbuhan rumput laut pada metode budidaya apung lebih baik daripada metode lepas dasar dan metode dasar karena peletakan rakit pada permukaan perairan lebih memungkinkan mendapatkan cahaya lebih optimal. Aslan (2006) menyatakan bahwa teknik penanaman pada metode-metode budidaya tersebut dapat dimodifikasi dengan sistem jaring. Widyartini dan Insan (2007) menambahkan penanaman dengan sistem jaring lebih baik produksinya dari pada sistem tali tunggal. Widyartini dan Insan (2009), produksi rumput laut *G. gigas* yang ditanam di perairan Selok Cilacap dengan sistem jaring tubuler mencapai 918.7899 g/m<sup>2</sup> sedangkan produksi dengan sistem tali tunggal rakit 526,67gram/m<sup>2</sup>.

Produksi rumput laut yang tinggi belum menjamin menguntungkan pembudidaya tradisional. Nurdjana (2008) menyatakan bahwa penanganan pasca panen perlu dioptimalkan untuk meningkatkan nilai jual rumput laut. Rumput laut segar perlu dikeringkan dan melalui proses pemutihan untuk meningkatkan mutu produk. Insan dan Widyartini (2009) proses pengeringan dapat dilakukan dengan menjemur talus rumput laut hingga kering atau dioven, sedangkan proses pemutihan dapat dilakukan dengan cara perendaman talus rumput laut



kering pada air sumur, air kapur tohor, atau pelunturan warna talus (*bleaching process*) dan difermentasikan.

Fermentasi merupakan proses mengubah suatu bahan menjadi produk yang bermanfaat bagi manusia. Perubahan warna dan tekstur sering terjadi pada proses fermentasi (Tamime dan Robinson, 1999). Perendaman juga bertujuan untuk menghilangkan kotoran seperti pasir dan lumpur yang menempel pada talus rumput laut, disamping itu juga untuk melarutkan warna yang terkandung pada talus. Proses pasca panen yang mudah dan murah namun dapat memberikan nilai tambah produk diperlukan sebelum produk dijual.

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh proses pemutihan berbeda terhadap produksi dan kualitas produk kering rumput laut *G. gigas* hasil budidaya metode apung dengan sistem jaring apit
2. Menentukan proses pemutihan yang menghasilkan produk rumput laut *G. gigas* berkualitas paling tinggi dan memenuhi standar ekspor

Manfaat hasil penelitian adalah memberi informasi ilmiah kepada petani rumput laut, khususnya di perairan Selok Cilacap mengenai teknologi tepat guna tentang proses pasca panen yang dapat meningkatkan produksi rumput laut *G. gigas* dan nilai jual produk. Produksi yang tinggi apabila disertai pengolahan pasca panen yang baik dapat menghasilkan bahan baku agarofit berkualitas yang memenuhi standar ekspor, lebih lanjut dapat meningkatkan nilai jual produk rumput laut.

### **METODOLOGI**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Akuatik Fakultas Biologi Unsoed. Penelitian menggunakan metode eksperimental, dengan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan yang dicobakan 3 proses pemutihan yaitu perendaman air sumur, kapur tohor dan fermentasi. Ulangan masing-masing 3 kali.

Bahan yang digunakan penelitian adalah rumput laut *G. gigas* hasil budidaya metode apung sistem jaring apit di perairan Selok Cilacap, air sumur, akuades dan kapur tohor 5%. Peralatan digunakan yaitu timbangan digital, gunting, pisau, bak plastik, gelas piala, gelas ukur, saringan (kain kasa), pH meter, termometer dan para-para penjemuran.

Cara kerja yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri atas tahapan-tahapan sebagai berikut:

4. Penanaman bibit rumput laut dengan jaring apit, yaitu waring menutup permukaan atas dan bawah rakit, sehingga rumput laut terhindar dari herbivor dan gelombang yang kuat. Bibit diikat menggunakan rafia dan dimasukkan dalam jaring apit dengan sistem sebar. Rakit jaring apit diikatkan pada pancang yang sudah ditanam sehingga mengapung di perairan
5. Pemeliharaan rumput laut dengan membersihkan talus dari tanaman lain, hewan dan kotoran yang menempel, dilakukan 5 hari sekali sampai umur tanam 60 hari
6. Pengamatan dan pengumpulan data



Pengamatan pertumbuhan dilakukan dengan interval waktu 10 hari selama 50 hari tanam dengan menimbang pertambahan berat basah rumput laut. Data berat basah dimasukkan

$$\text{rumus pertumbuhan (Heddy, 2001)} : G = \frac{W_{t_2} - W_{t_1}}{t_2 - t_1} (g/hari)$$

Keterangan :

- G = Pertumbuhan (g/hari)
- $W_{t_1}$  = Berat rumput laut pada umur  $t_1$  (g)
- $W_{t_2}$  = Berat rumput laut pada Umur  $t_2$  (g)
- $t_1$  = Waktu pengambilan sampel ke-1
- $t_2$  = Waktu pengambilan sampel ke-2

Pemanenan rumput laut basah dilakukan pada umur 60 hari. Data dimasukkan rumus

$$\text{produksi (Zamdial, 1995): } Pr = \frac{(W_t - W_0) B}{A} g/m^2$$

Keterangan:

- Pr = Produksi rumput laut pada umur tertentu (g/m<sup>2</sup>)
- $W_0$  = Berat bibit rumput laut (g)
- $W_t$  = Berat saat panen rumput laut (g)
- A = Area tanam (m<sup>2</sup>)
- B = Jumlah titik tanam

Produk kering dengan cara rumput laut dikeringkan sinar matahari setelah proses pemutihan dengan direndam air sumur, air kapur tohor dan difermentasi

7. Metode analisis: produk rumput laut kering dianalisis menggunakan uji F pada tingkat kepercayaan 95% dan 99% kemudian dilanjutkan dengan uji BNT untuk membedakan antar perlakuan yang dicobakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Pertumbuhan rumput laut G. gigas*

Pertumbuhan talus rumput laut *G. gigas* yang ditanam dengan sistem apit pada metode budidaya apung di perairan Selok Adipala, Cilacap diperoleh pertumbuhan rata-rata tertinggi pada umur 30-40 hst yaitu sebesar 2.525 g/hari dan terendah pada umur 0-10 hst yaitu sebesar 1.625 g/hari. Pada umur 40-50 hst pertumbuhan rumput laut *G. gigas* menurun mencapai 1.975 g/hari (Tabel 1).

**Tabel 1. Pertumbuhan dan produksi rata-rata rumput laut *G. gigas* di perairan Selok Cilacap**

Umur (hari)	Pertumbuhan (g/hari)			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
10	2.000	2.200	2.300	9.400	1.625
20	2.300	3.000	2.500	7.800	1.950
30	3.700	2.400	3.100	9.200	2.300
40	3.500	3.700	2.900	10.100	2.525
50	2.300	2.300	3.300	7.900	1.975

Pertumbuhan rumput laut *G. gigas* makin meningkat dengan bertambahnya waktu tanam hingga mencapai puncaknya pada umur 30-40 hst. Talus rumput laut setelah mampu beradaptasi terhadap lingkungan tumbuhnya dapat melakukan proses fotosintesis dengan optimal hingga batas tertentu, menurun dengan adanya faktor pembatas pertumbuhan. Aslan (2006) menyatakan faktor pembatas pertumbuhan dapat berupa faktor internal rumput laut itu sendiri maupun faktor lingkungan seperti unsur hara, intensitas cahaya, salinitas dan suhu.



Hasil pengukuran faktor lingkungan sebagai variabel pendukung selama penelitian berlangsung di perairan Selok Cilacap masih mendukung pertumbuhan yang baik (Tabel 2).

**Tabel 2. Data kualitas air perairan Selok Cilacap**

Umur rumput laut	Variabel pendukung	Waktu pengamatan			
		pagi	siang	sore	kisaran
0 hst	Temperatur (°C)	28	27	28	27-28
	Salinitas (‰)	31	30	29	29-31
	pH	7	7	7	7
	Kecerahan (cm)	95	95	100	95-100
10 hst	Temperatur (°C)	23	25	28	23-28
	Salinitas (‰)	32	29	31	29-32
	pH	7	7	7	7
	Kecerahan (cm)	120	100	100	100-120
20 hst	Temperatur (°C)	23	28	27	23-28
	Salinitas (‰)	28	28	30	28-30
	pH	7	7	7	7
	Kecerahan (cm)	100	95	100	95-100
30 hst	Temperatur (°C)	22	28	30	22-30
	Salinitas (‰)	30	31	32	30-32
	pH	7	7	7	7
	Kecerahan (cm)	110	110	120	110-120
40 hst	Temperatur (°C)	32	32	32	32
	Salinitas (‰)	28	31	29	28-31
	pH	8	7	7	7-8
	Kecerahan (cm)	100	110	105	100-110
60 hst	Temperatur (°C)	30	29	30	29-30
	Salinitas (‰)	32	31	31	31-32
	pH	8	8	7	7-8
	Kecerahan (cm)	100	95	100	95-100

Suhu berkisar 28-30°C. Menurut Sujatmiko dan Angkasa (2003), kisaran suhu perairan yang sesuai untuk *Gracilaria* adalah 20-30°C dengan fluktuasi harian maksimal 4°C. Nilai pH relatif stabil antara 7-8. Menurut Soejatmiko dan Angkasa (2003), kisaran pH perairan yang baik untuk budidaya *Gracilaria* adalah 7-8 dengan kisaran optimum optimum berkisar 7,3-8,2. Salinitas perairan selama penelitian kisaran 28-31‰. Kisaran salinitas ini cukup mendukung untuk pertumbuhan *G. gigas* sehingga dapat menjaga fungsi organela membran sel dan dinding sel. Adanya keseimbangan juga memperlancar proses difusi CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> serta unsur hara lebih optimal. Kecerahan perairan Selok, Adipala, Cilacap selama penelitian berkisar antara 150-170 cm. Menurut Pratiwi dan Ismail (2004), pada perairan yang cerah maka sinar matahari dapat optimal masuk dasar. sinar matahari diperlukan untuk melakukan proses fotosintesis pada pertumbuhan rumput laut. Pada perairan yang kurang cerah, rumput laut hanya dapat tumbuh pada perairan dengan kedalaman tertentu atau sampai daerah kompensasi saja.

**Produksi dan produk kering rumput laut *G. gigas***

Produksi basah rumput laut pada umur 60 hst sebesar 2.566.667 g/m<sup>2</sup>. Produksi rumput laut kering rata-rata setelah mengalami proses paca panen dengan perendaman air sumur, air kapur tohor dan fermentasi berkisar 385.486-544.084 g/m<sup>2</sup> (Tabel 3).

**Tabel 3. Produksi rumput laut kering hasil proses pemutihan berbeda**

Proses pasca panen	Produksi kering (gram/m <sup>2</sup> )			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
B1	500.459	535.685	505.798	1541.942	385.486
B2	527.578	539.932	521.282	1588.792	529.597
B3	515.251	541.525	575.474	1632.251	544.084

Keterangan :

B1 : Air Sumur

B2 : Air Kapur Tohor

B3 : Fermentasi

Rumput laut setelah proses pasca panen menurun beratnya karena selain berkurang kandungan airnya selama dikeringkan, berat dapat berkurang atau bertambah selama proses paca panen.

Produk rumput laut kering yang dihasilkan dari proses fermentasi menghasilkan produk rumput laut paling baik dibandingkan hasil proses perendaman dengan air kapur tohor dan air sumur. Rumput laut kering hasil fermentasi berwarna putih kekuningan, hasil perendaman dengan air kapur tohor berwarna coklat kekuningan, sedangkan perendaman dengan air sumur berwarna hitam hingga hitam keputihan ( Tabel 4; Gambar 1).

**Tabel 4. Warna agar *G. gigas* dengan proses pemutihan berbeda**

Proses Pemutihan	Ulangan		
	1	2	3
Air Sumur (B1)	Hitam keputihan	Hitam	Hitam keputihan
Kapur Tohor (B2)	Coklat kekuningan	Coklat kekuningan	Coklat kekuningan
Fermentasi (B3)	Putih kekuningan	Putih kekuningan	Putih kekuningan

Proses pasca panen dengan difermentasi ataupun direndam menggunakan air kapur tohor (CaCO<sub>3</sub>) ataupun air sumur, bertujuan untuk membersihkan dan memutihkan talus rumput laut yang akan diekstrak dan apabila dikonsumsi tidak berbahaya, disamping melembutkan dinding sel talus sehingga menghasilkan agar-agar berwarna putih dan aman untuk dikonsumsi. Menurut Tamime dan Robinson (1999) proses fermentasi yaitu proses mengubah suatu bahan menjadi produk yang lebih bermanfaat bagi manusia. Fermentasi pada umumnya bertujuan memperbaiki mutu produk pangan sehingga lebih diterima konsumen. Selain itu juga untuk mengawetkan produk pangan, memberi cita rasa terhadap produk pangan tertentu, memberikan tekstur tertentu pada produk pangan.



Hasil perendaman air sumur (B1)

Hasil perendaman air kapur (B2)

Hasil proses fermentasi (B3)

**Gambar 1. Rumput laut *G. gigas* kering hasil proses pasca panen berbeda**



Pada proses perendaman rumput laut hampir sama dengan proses fermentasi, yaitu bertujuan untuk peluturan warna dan melemahkan dinding sel talus rumput laut. Berbeda dengan proses fermentasi, dalam perendaman agar-agar dalam talus dapat ikut larut dalam air. Menurut Murtiningsih (2008), perendaman talus dalam air dapat menyebabkan molekul agar berikatan dengan molekul hidrogen air sehingga molekul agar menjadi lemah dan mudah larut dalam air, sehingga rendemen agar lebih kecil daripada perlakuan fermentasi. Proses fermentasi pada rumput laut dilakukan tanpa penambahan inokulum mikroba, tetapi hanya dilakukan dengan cara pemeraman talus menggunakan wadah yang ditutup dengan plastik. Menurut Manik (2004) proses fermentasi digunakan untuk mengkondisikan panas yang stabil dengan pemeraman talus rumput laut dalam wadah tertutup tanpa direndam sehingga senyawa agar tidak terlarut ke dalam air.

Hasil analisis ragam produksi rumput laut kering dengan proses pasca panen berbeda tidak berpengaruh pada produksi kering (Tabel 5).

**Tabel 5. Analisis Ragam Produksi kering *G. gigas* hasil proses pasca panen berbeda**

Sumber ragam	DB	JK	KT	F hitung	F Tabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	2	1.309,833	697,47	1,478 <sup>ns</sup>	19.33	99.34
Galat	6	2.724,167	454,028		-	
Total	8	4.084,000				

Keterangan: ns = non significance

Produksi basah tertinggi pada metode apung (2.465.316-2.654.535 g/m<sup>2</sup>) juga menghasilkan produksi kering yang tinggi (385.486-544.084 g/m<sup>2</sup>), mutu produk tergantung proses pasca panennya. Rumput laut kering tanpa pengolahan lebih dahulu, kualitas yang dihasilkan kurang baik. Rumput laut kering masih berwarna ungu keputihan dilapisi kristal garam meskipun tidak mudah patah (Kusmayadi *et al.*, 2008). Produk yang tinggi juga harus memenuhi standar ekspor. Menurut Indriani dan Suminarsih (2001) rumput laut kering yang mempunyai nilai jual tinggi talusnya bersih dari kotoran dan pasir, warna putih hingga kekuningan, kadar air tidak lebih dari 15 - 21 %, tidak mengandung logam berbahaya seperti arsen.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### *Kesimpulan*

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pemutihan berbeda menghasilkan produk kering rumput laut *G. gigas* yang berbeda. Produksi mencapai Rumput laut kering hasil fermentasi berwarna putih kekuningan, hasil perendaman dengan air kapur tohor berwarna coklat kekuningan, sedangkan perendaman dengan air sumur berwarna hitam hingga hitam keputihan
2. Produksi kering rumput laut tertinggi pada proses fermentasi yaitu 529.221 g/m<sup>2</sup> dengan warna putih kekuningan (mutu ekspor II).

### *Saran*

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai rendemen agar yang dihasilkan. Diharapkan pada waktu mendatang petani dapat meningkatkan nilai jual produk rumput laut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. Perdagangan Rumput Laut. [www.dkp.go.id](http://www.dkp.go.id). Diakses pada tanggal 4 Juli 2008.
- \_\_\_\_\_. 2007. Budidaya Rumput Laut, Aspek Produksi Pasca Panen dan Mutu Rumput Laut. <http://www.bi.go.id/sipuk/id/?id=4&no=40317&idrb=43701>. Diakses tanggal 13 November 2008.



- Aslan, L. M. 2006. Budidaya Rumput Laut. Kanisius, Yogyakarta.
- Dawes, C. J. 1991. Marine Botany. John and Sons Inc, New York.
- Heddy, S. 2001. Ekofisiologi Tumbuhan: Suatu Kajian Kuantitatif Pertumbuhan Tanaman. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Indriani, H. dan Suminarsih, E. 2001. Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Panebar Swadaya, Jakarta.
- Insan, A. I, Anggorowati, S. dan D. S. Widyartini, 2001. Pengaruh Metode Budidaya Terhadap Pertumbuhan dan Produksi *Kappaphycus alvarezii* Doty di Perairan Sodong Cilacap. Biosfera 5 (2) : 14-22.
- \_\_\_\_\_ dan D. S. Widyartini. 2009. Bobot Agar dari Rumput Laut *Gracilaria gigas* Harvey Hasil Budidaya Sistem Jaring dengan Proses Pasca Panen Berbeda. Makalah Workshop Nasional Bioteknologi dan Industri Rumput Laut. UNDIP, Semarang. 5 September 2009
- Istini, I; A. Zalnika dan Suhaimi. 2004. Manfaat Dan Pengolahan Rumput Laut. URL: <http://www.fao.org/docrep/field/003AB882E/AB882E14.htm>
- \_\_\_\_\_, 2004. Potensi Rumput Laut di Beberapa Perairan Pantai Indonesia. Oseana XXIX (4) : 25 – 36.
- Kadi, A., 2004. Potensi Rumput Laut di Beberapa Perairan Pantai Indonesia. Oseana XXIX (4) : 25 – 36.
- \_\_\_\_\_ dan W.A., Atmadja. 1996. Rumput Laut (Algae) Jenis Reproduksi, Budidaya dan Pasca Panen. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI, Jakarta.
- Kusmayadi, Ayi, Johan Purnama, Makmur Karessang dan Sukirno. 2008. Budidaya Rumput Laut dengan Metode Lepas Dasar Sebagai Pekerjaan Sambilan Nelayan yang Menguntungkan (Jeneponto, Sulawesi Selatan). <http://database.deptan.go.id/saims-indonesia/index.php?files=DetailTechnologies-Indo&id=76>. Diakses tanggal 13 November 2008.
- Manik, H. 2004. Kandungan Kimiawi Beberapa Jenis Rumput laut. Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur, 3 : 33-36.
- Murtiningsih. 2008. Rendemen Agar Hasil Ekstraksi *Gracilaria gigas* Harvey dan *Gracilaria verrucosa* Hudson dengan Variasi Lama Waktu Perendaman. Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Soerjani, M., I. Muchsin dan A. B. Susanto. 2004. Peningkatan Keterampilan Budidaya Pengolahan dan Diversifikasi Pemanfaatan Perikanan dan Rumput Laut. BIGRAF Publishing, Jakarta.
- Sujatmiko, W. dan I. A. Wisman. 2003. Teknik Budidaya Rumput Laut dengan Metode Tali Tunggal. url. <http://www.iptek.net.id/ttg artkp/artikel 118.htm>. Diakses tanggal 22 juni 2008.
- Susanto, A. B. 2003. Budidaya *Gracilaria* di Taiwan. (On-line) <http://nakula.rvs.uni-bieliefeld.de/majalah/laut/abeartikel>. Diakses tanggal 22 Juni 2008.
- \_\_\_\_\_. 2003. Selintas Tentang Godir Si Rumput Laut *Gracilaria*. (On-line) <http://nakula.rvs.uni-bieliefeld.de/majalah/laut/abeartikel>.
- Tamime, A.Y. dan R.K. Robinson. 1999. Yoghurt : Science and technology. 2<sup>nd</sup> Edition. CRC Press. Boston.
- Widyartini, D. S. dan A. I. Insan. 2006. Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Rumput Laut *Gracilaria gigas* dengan Penerapan Sistem Budidaya Jaring yang Berbeda. Laporan Penelitian. Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto
- \_\_\_\_\_. 2007. Meningkatkan pertumbuhan dan produksi rumput laut *Gracilaria gigas* Melalui Modifikasi Sistem Jaring (Studi kasus: di Perairan Nusakambangan Cilacap). Oseana XXXII (4) : 13-20.
- \_\_\_\_\_. 2009. Rendemen Agar Rumput Laut *Gracilaria gigas* Hasil Penerapan Berbagai Metode Budidaya Pada Sistem Jaring Tubuler dengan Proses Pemutihan Berbeda. Makalah Workshop Nasional Bioteknologi dan Industri Rumput Laut. UNDIP, Semarang. 5 September 2009.
- Wijaya, N. H., dan J. H. Wijaya. 2006. The Growth of Seaweed Commodity in Indonesia : General View Of Seaweed Commodity in Indonesia. [http://www.bexi.co.id/images/\\_res/riset%20-%20rumput%20laut.pdf](http://www.bexi.co.id/images/_res/riset%20-%20rumput%20laut.pdf). Diakses tanggal 5 juli 2008.
- Zamdial, T., 1995. Analisa Tingkat Pertumbuhan Rumput Laut Jenis *Gracilaria* sp. Dengan Metode udidaya Yang Berbeda. Oseanologi. LIPI. Ambon



## RENDEMEN AGAR RUMPUT LAUT *Gracilaria gigas* YANG DITANAM PADA BERBAGAI METODE BUDIDAYA JARING TUBULER DENGAN PENGASAMAN BERBEDA

**Dwi Sunu Widyartini, A. Ilalqisny Insan, dan Warsinah**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : dwisunuwidyartini@yahoo.co.id*

Rendemen agar *Gracilaria gigas* Harv. dipengaruhi oleh metode budidaya yang digunakan dan proses ekstraksinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan metode budidaya jaring tubuler dan penggunaan asam berbeda untuk menghasilkan rendemen dan mutu agar *G. gigas* hasil budidaya di perairan Selok Adipala, Cilacap. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Split Plot Design. Mainplot metode budidaya dan subplot jenis asam. Masing-masing perlakuan diulang 4 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode dan pengasaman berbeda berpengaruh terhadap rendemen agar yang dihasilkan. Rendemen agar tertinggi dihasilkan oleh metode apung jaring tubuler dengan proses pengasaman jeruk nipis, mencapai 48,92%. Mutu agar yang dihasilkan mutu II.

Kata kunci: metode budidaya, sistem jaring tubuler, *Gracilaria gigas*, mutu agar, pengasaman

### PENDAHULUAN

Budidaya dan pengolahan rumput laut *Gracilaria gigas* di Indonesia belum optimal dilakukan, meskipun perairan lautnya sangat luas. Pengembangan terus digalakkan untuk memanfaatkan peluang secara maksimal, terutama dalam memasok komoditas ekspor. Meskipun budidaya rumput laut telah dilakukan, tetapi para nelayan/ petani rumput laut belum mampu menyediakan bahan baku berupa rumput laut basah maupun kering dalam jumlah yang melimpah dan berkualitas ekspor (Angkasa *et al.*, 2000; Widyartini *et al.* 2007).

Budidaya rumput laut yang lebih intensif, merupakan bidang usaha yang berpeluang menguntungkan, mengingat kekurangan pasokan rumput laut kering sekitar 17.000 ton per tahun (Anggadireja, 2006). Peningkatan produksi dan nilai jual dapat diupayakan dengan meningkatkan teknologi budidaya dan pengolahan lebih lanjut sehingga memberikan nilai tambah produk. Berdasarkan data Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP) total produksi rumput laut tahun 2007 sebanyak 1,62 juta ton atau naik dibandingkan tahun 2006 yaitu 1,37 juta ton. Data lebih lanjut menunjukkan hanya 15 % dari total produksi rumput laut diolah di dalam negeri, selebihnya diekspor dalam bentuk bahan mentah/ rumput laut kering (Kompas, 2008). Rumput laut kering berkualitas baik menurut FAO harus diolah dulu untuk mendapatkan mutu ekspor.

Produksi yang tinggi perlu pengolahan lebih lanjut sehingga rumput laut yang berkualitas dapat meningkatkan nilai jual di pasar internasional. Pengolahan pasca panen yang tepat dapat memberikan nilai tambah produk. Pengolahan rumput laut dalam bentuk tepung agar akan lebih awet dan dapat meningkatkan nilai jual rumput laut. Produk rumput laut kering diekstraksi secara hidrolisis untuk menghasilkan rendemen agar (Widyartini *et al.*, 2009).

Dalam proses ekstraksi diperlukan pengasaman untuk menghancurkan/ melembutkan dinding sel sehingga rendemen agar dapat keluar secara maksimal. Penggunaan asam berbeda dapat mempengaruhi mutu agar yang dihasilkan karena pengasaman juga dapat mendekolorisasi warna. Tujuan penelitian adalah:





1. Mengetahui pengaruh penerapan metode budidaya jaring tubuler dan bahan asam nabati dalam ekstraksi terhadap rendemen agar rumput laut *Gracilaria gigas* hasil budidaya di perairan Cilacap
2. Menentukan metode budidaya dengan sistem jaring tubuler dan bahan asam dalam proses ekstraksi yang menghasilkan rendemen tertinggi dan mutu tepung agar sesuai standar FAO

Manfaat hasil penelitian dapat sebagai informasi kepada petani rumput laut pada umumnya, khususnya di perairan pantai Cilacap mengenai berbagai metode sistem jaring tubuler dan proses pasca panen yang dapat menghasilkan produk rumput laut *Gracilaria gigas* yang berkualitas dan berkuantitas tinggi.

## METODE PENELITIAN

### *Materi penelitian*

Materi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut *Gracilaria gigas* hasil budidaya jaring tubuler, akuades, kaporit 0,25% (b/v), NaOH 15% (b/v), KCl 0,3% (b/v), asam sulfat 36% (v/v), asam asetat, ekstrak belimbing wuluh 30%, asam jawa 30% dan air jeruk nipis 30%.

### *Metode Penelitian*

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Rancangan yang digunakan adalah Split Plot Design. Faktor yang dicobakan metode budidaya jaring tubuler sebagai main plot dan asam nabati dalam proses ekstraksi sebagai sub plot. Ulangan masing-masing 3 kali. Variabel yang diamati adalah kuantitas rendemen agar dan sebagai variabel pendukung kualitas agar yang dibandingkan dengan kualitas standar ekspor menurut FAO.

### *Cara kerja*

Tahapan proses pembuatan agar adalah sebagai berikut:

- a. Pencucian, pembersihan dan pengeringan
- b. Perendaman dan Pemucatan
- c. Pelembutan/ pengasaman

Rumput laut direndam sesuai perlakuan, dalam asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), ekstrak belimbing wuluh, ekstrak asam jawa, air jeruk nipis selama 15 menit. Talus rumput laut kemudian dicuci dan direndam dengan akuades selama 15 menit dan ditiriskan.

- d. Pemasakan pada suhu  $90^{\circ}$ - $100^{\circ}$ C dan pengepresan
- f. Pendinginan, pemucatan dan pengeringan
- g. Penghitungan rendemen agar

Agar-agar dicetak dengan kain kasa, dikeringkan di bawah sinar matahari atau di dalam oven pada suhu  $60^{\circ}$ C, dan ditimbang. Perhitungan rendemen agar dengan metode Colloids (Sarjana dan Widia, 1998), dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rendemen agar-agar (\%)} = \frac{\text{Bobot lembaran agar - agar}}{\text{Bobot rumput laut kering}} \times 100\%$$

*Pengukuran mutu agar meliputi :*

- a. Pengukuran agar *G. gigas* (Marine Colloids, 1977 dalam Manik et al., 2004)



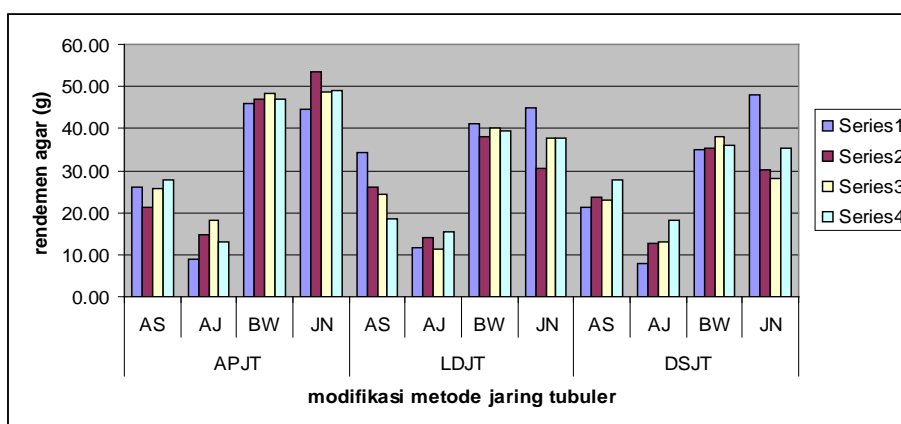
- b. Analisis Kadar Air (AOAC, 1980 dalam Manik, 2004)
- c. Analisis Kadar Abu (AOAC, 1984 dalam Manik et al., 2004)

*Metode Analisis*

Data rendemen agar dianalisis dengan menggunakan uji F dilanjutkan dengan uji BNT untuk mengetahui perlakuan yang terbaik.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil ekstraksi diperoleh rendemen agar rumput laut *Gracilaria gigas* hasil budidaya dengan metode dan proses pengasaman berbeda, menghasilkan bobot agar rata-rata yang berkisar antara 12,95% - 48,92%. Rendemen agar tertinggi diperoleh dari metode apung dengan asam dari jeruk nipis dalam proses pengasaman. Rendemen agar terendah diperoleh dari metode dasar jaring tabung dengan proses pengasaman memakai asam jawa (Gambar 1).



**Gambar 1. Histogram rendemen agar *G. gigas* dengan modifikasi metode dan proses pengasaman berbeda**

Keterangan :

APJT = Apung Jaring Tubuler LDJT = Lepas dasar Jaring Tubuler DSJT = Dasar jaring Tubuler  
 AS = Asam sulfat AJ = Asam Jawa BW= Belimbing Wuluh JN = Jeruk nipis

Histogram rendemen agar hasil proses pengasaman dengan jeruk nipis secara umum menghasilkan rendemen agar lebih tinggi, diikuti asam cuka, asam belimbing wuluh dan asam jawa. Rendemen agar hasil metode budidaya apung lebih tinggi, diikuti lepas dasar dan dasar. Hasil analisis ragam rendemen agar menunjukkan ada interaksi nyata antara metode budidaya dan proses pengasaman berbeda terhadap rendemen agar yang dihasilkan (Tabel 1).

**Tabel 1. Analisis ragam rendemen agar rumput laut *G. gigas* dengan proses pengasaman dan modifikasi metode berbeda**

Sumber Ragam	DB	JK	KT	F hit	F tabel	
					5 %	1%
Ulangan	3	24,6784	8,2261	0,3684	2,83	4,29
Main Plot (P)	2	368,9766	184,4883	8,2630*	5,14	10,78
Galat a	6	133,9622	22,3270			
Sub Plot (B)	3	6459,5874	2153,1958	112,1367**	2,96	4,60
Interaksi	6	312,7173	52,1195	2,7143*	2,46	3,56
Galat b	27	518,4414	19,2015			
Total	47	7818.3633				

Keterangan \*\* : Sangat nyata, \* : Nyata



Rendemen agar merupakan hasil proses fotosintesis yang disimpan sebagai cadangan makanan. Pemakaian metode budidaya berbeda menyebabkan letak tanam bibit/ kedalaman penanaman tidak sama, sehingga intensitas cahaya matahari diterima talus tidak sama. Pada metode apung, intensitas cahaya matahari yang diterima paling tinggi karena cahaya langsung mengenai talus, sehingga fotosintesis lebih maksimal, akan tetapi dapat terjadi fotorespirasi. Pada metode lepas dasar, intensitas cahaya matahari yang diterima lebih rendah daripada metode apung, sehingga fotorespirasi semakin berkurang. Pada metode dasar intensitas cahaya matahari yang diterima tidak terlalu tinggi sehingga fotorespirasi pada talus sangat kecil (Sherenity 2008).

Agar yang dihasilkan juga tergantung proses pengasaman. Proses pengasaman bertujuan untuk memecahkan atau melembutkan dinding sel sehingga rendemen agar mudah diekstrak, serta dapat menghancurkan dan melarutkan kotoran dan warna sehingga rumput laut menjadi lebih bersih. Senior (2004) menyatakan pengasaman diperlukan untuk memecahkan, menghancurkan dan melarutkan dinding sel, sehingga agar-agar mudah dikeluarkan. Rasyid (2004) dan Anonim (2009), proses pengasaman juga membantu mengontrol pH ekstraksi sehingga mencapai nilai pH 6. Pada keadaan asam, cenderung akan memudahkan proses hidrolisis molekul agar.

Penerapan metode budidaya dengan proses pengasaman yang tepat dapat dihasilkan rendemen lebih maksimal. Hasil uji BNT metode budidaya dengan proses pengasaman terhadap rendemen agar *G. gigas* menunjukkan rendemen agar hasil budidaya metode apung dengan proses pengasaman asam sulfat berbeda dengan asam jawa, jeruk nipis, dan belimbing wuluh. Rendemen agar tertinggi adalah hasil metode budidaya apung dengan pengasaman jeruk nipis, sebesar 48,92% dan terendah pengasaman dengan asam jawa, sebesar 12,95% (Tabel 2).

**Tabel 2. Hasil uji BNT modifikasi metode dan pengasaman terhadap rendemen agar *G. gigas***

Perlakuan	Rata-rata	Perlakuan	Rata-rata
APAS	25,1250 a	APBW	47,1000 c
LDAS	25,8000 a	LDBW	39,6500 d
DSAS	23,9750 a	DSBW	36,0750 d
APAJ	13,7000 b	APJN	48,9175 c
LDAJ	13,1450 b	LDJN	37,5825 d
DSAJ	12,9500 b	DSJN	35,4100 d

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNT 5%

Winarno (1996), asam kuat digunakan dalam proses ekstraksi. Asam yang memiliki kekuatan lebih tinggi menyebabkan dinding sel rumput laut menjadi lunak, serta menghancurkan dan melarutkan kotoran sehingga rumput laut menjadi lebih bersih. Proses pengasaman untuk industri makanan, sangat dianjurkan menggunakan asam nabati, seperti jeruk nipis, asam jawa dan belimbing wuluh meskipun jenis dan konsentrasi asam dapat berpengaruh pada kualitas agar.

Kualitas agar dapat diukur dari kadar air, kadar abu, viskositas dan warna agar. Hasil pengukuran kualitas agar hasil modifikasi metode budidaya dan proses pengasaman berbeda disajikan pada Tabel 3.

Kadar air agar hasil penelitian berkisar 4.96% – 21.01%. Kadar air yang terkandung agar lebih kecil daripada Standar Industri Indonesia yang mensyaratkan nilai kadar air sebesar 15 – 21%. Kandungan air dalam bahan mempengaruhi daya tahan bahan terhadap serangan mikroba. Menurut Nasran *et al.* (1993), suatu produk dengan kadar air tinggi berpotensi mengalami kerusakan lebih cepat dibanding dengan produk berkadar air rendah. Nilai kadar



abu yang diperoleh dari penelitian ini berkisar antara 2.16% – 4.12%. Kadar abu yang dihasilkan ada yang tidak memenuhi Standart Industri Indonesia yang mensyaratkan nilai kadar abu maksimal 4%.

Nilai viskositas yang dihasilkan dari penelitian berkisar antara 30.00-67,00 Cps pada konsentrasi 1%. Viskositas merupakan sifat yang sangat menguntungkan untuk dipakai dalam industri pangan maupun non pangan (Senior, 2004). Indriani dan Suminarsih (2001) menyatakan bahwa viskositas agar pada suhu 45°C dengan konsentrasi 1% berkisar antara 2 – 10 Cps. Hasil pengamatan viskositas menunjukkan agar yang dihasilkan melebihi standar mutu yang ditetapkan. Tingginya nilai viskositas agar juga disebabkan oleh rendahnya kadar air dalam agar (Syamsuar, 2007).

**Tabel 3. Kualitas agar hasil penerapan metode budidaya dan pengaaman berbeda**

Metode	jenis asam	Kualitas agar			
		Kadar air	Kadar abu	viskositas	Warna agar
AP	AS	12.31	3.36	30.00	Cokelat kehitaman
	AJ	4.96	3.09	54.50	Cokelat - putih kekuningan
	BW	11.32	3.57	44.00	putih kekuningan
	JN	7.52	2.54	59.75	putih kekuningan
LD	AS	17.43	2.97	66.00	kuning kecoklatan
	AJ	5.98	4.12	67.00	cokelat - cokelat tua
	BW	10.84	3.87	46.75	putih kekuningan
	JN	5.86	2.61	53.50	putih kekuningan - cokelat
DS	AS	21.01	2.16	63.50	Kuning kecoklatan - cokelat
	AJ	5.21	2.84	54.50	cokelat – cokelat tua
	BW	10.78	3.80	45.75	Kuning kecoklatan
	JN	8.14	2.50	59.00	putih kekuningan

Warna agar yang diperoleh dari hasil penelitian adalah putih kekuningan hingga cokelat kehitaman, termasuk Mutu II dan Mutu III. Suseno (2006) menyatakan bahwa mutu agar berdasarkan penampakan fisik digolongkan menjadi tiga yaitu : (1) Mutu I : Putih bersih, (2) Mutu II : Putih kekuningan, Mutu III : Cokelat. Pada pengasaman asam jawa dan asam sulfat ada yang berwarna coklat tua hingga coklat kehitaman, artinya warna agar tidak bermutu ekspor. Sari (2009) menyatakan bahwa warna agar yang tidak sempurna disebabkan oleh proses pemutihan yang kurang sempurna, masih adanya kotoran yang menempel pada talus rumput laut, pemasakan yang cukup lama yaitu 1 – 2 jam dan pengeringan dalam oven selama ± 24 jam.

### DAFTAR PUSTAKA

Anggadiredja, J. T., A. Zalnika, H. Purwoto, S. Istini. 2006. Rumput Laut. Penebar Swadaya, Jakarta.

Angkasa, W.I., Heri, P. dan Jana, A., 2000. Teknik Budidaya Rumput Laut Bahan Pembuat Agar-agar Di Dalam Tambak. Direktorat Pengkajian Ilmu Kehidupan BPPT, Jakarta.

Anonim. 2009. Manfaat Jeruk Nipis “*Citrus Aurantifolia*, Swingle”. <http://radenbeletz.blogdetik.com/manfaat-jeruk-nipis-citrus-aurantifolia-swingle/>. Diakses pada tanggal 23 Maret 2009.

Indriani, H dan Suminarsih, E. 1999. Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Panebar Swadaya, Jakarta.

Kompas. 2008. Rumput Laut. Hanya 15% Diolah di Indonesia. <http://www.kompas.com>, Diakses tanggal 30 September 2008.

Manik, H. 2004. Kandungan Kimiawi Beberapa Jenis Rumput Laut. Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur, 3: 33-36.



- Nasran, S., Tazwir dan Yunizal. 2000. Teknik Ekstraksi Asam Alginat dari Rumput Laut Coklat (Phaeophyceae). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan, (1999/2000).
- Rasyid, A. 2004. Beberapa Catatan Tentang Agar. *Oseana*. XXIX (2) : 1-9.
- Sari, R.I.Y. 2009. Bobot Agar Rumput Laut *Gracilaria Gigas* Hasil Penerapan Berbagai Metode Budidaya Pada Sistem Jaring Tubuler dengan Proses Pemutihan Berbeda. Skripsi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Senior, 2004. Agar-Agar Pencegah Hipertensi dan Diabetes. Diakses pada 27 Mei 2007. <http://cybermed.cbn.net.id/detil.asp?kategori=food&newsno=314>.
- Sherenity, F.L.V. 2008. Anabolisme : Fotosintesis. <http://drveggielabandresearch.blogspot.com>. Diakses tanggal 5 Maret 2009.
- Suseno, S.H. 2006. Pemanfaatan Abu Gosok dan Khitosan Sebagai Upaya Peningkatan Mutu dan Efisiensi Pada Pengolahan Agar-Agar Kertas Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. <http://www.ipb.ac.id/id/?b=27>. Diakses 1 Maret 2008.
- Syamsuar. 2007. Karakteristik Karaginan Rumput Laut *Euचेuma cottonii* pada Berbagai Umur Panen, Konsentrasi KOH dan Lama Ekstraksi. [www.damandiri.or.id/file/syamsuaripbbab3.pdf](http://www.damandiri.or.id/file/syamsuaripbbab3.pdf). Diakses tanggal 21 April 2009.
- Widyartini, D. S. dan A I. Insan. 2007. Meningkatkan pertumbuhan dan produksi rumput laut *Gracilaria gigas* Melalui Modifikasi Sistem Jaring (Studi kasus: di Perairan Nusakambangan Cilacap). *Oseana* XXXII (4) : 13-20.
- \_\_\_\_\_. 2009. Rendemen agar rumput laut *Gracilaria gigas* hasil penerapan berbagai metode budidaya pada sistem jaring tubuler dengan proses pemutihan berbeda. Workshop Bioteknologi Rumput laut. UNDIP, Semarang.
- Winarno, F. G. 1996. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Yunizal, Kizevetter, Lukanov, Makarova, Minder and Podsevalov. 1969. Curing and Processing. Mir Publishers, Moscow.



## RENDEMEN AGAR RUMPUT LAUT *Gracilaria gigas* HARV. HASIL BUDIDAYA SISTEM JARING APIT DENGAN LAMA FERMENTASI BERBEDA

Sarwanto dan Juwarno

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email : Juwarno.fabio@gmail.com

Rendemen agar rumput laut *Gracilaria gigas* dipengaruhi oleh metode budidaya, proses pasca panen dan ekstraksi. Proses pemutihan dapat dilakukan dengan cara fermentasi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui rendemen agar rumput laut *G. Gigas* hasil penerapan metode budidaya apung sistem jaring apit dengan lama fermentasi yang berbeda dan menentukan lama fermentasi yang menghasilkan rendemen tertinggi dan memenuhi standar ekspor. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap menggunakan tujuh perlakuan dengan tiga kali ulangan. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa lama waktu roses fermentasi menyebabkan rendemen agar *G. Gigas* yang dihasilkan tidak sama dan waktu fermentasi tujuh hari menghasilkan rendemen agar paling rendah, tetapi dengan mutu terbaik

Kata kunci : *Gracilaria gigas*, rendemen, fermentasi, kualitas agar

### PENDAHULUAN

Rumput laut *Gracilaria gigas* Harv. merupakan kekayaan hayati laut yang bernilai ekonomi dan sangat berpotensi untuk dikembangkan, karena sebagai bahan baku penghasil agar yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri makanan (roti, keju, es krim), bahan baku gelatin, kosmetik, obat-obatan dan media kultur bakteri. Menurut Istini *et al.* (1985), rumput laut dapat diolah menjadi berbagai macam produk dasar maupun produk akhir. Selain itu rumput laut juga dimanfaatkan sebagai sayuran, obat tradisional, pupuk organik dan pakan ternak. Kegunaan lainnya sebagai bahan tambahan dalam industri tekstil, kertas, dan pencetakan gigi, serta sebagai media kultur bakteri atau kultur jaringan (Susanto, 2003; Astawan, 2004). Sebagian penduduk di daerah pesisir, juga memanfaatkan rumput laut segar ini untuk acar atau lalap (Angkasa *et a.*, 2000; Kadi, 2004).

Banyaknya manfaat yang dapat diperoleh rumput laut ini menyebabkan kebutuhan terus meningkat. Kebutuhan dunia rata-rata meningkat sebesar 8,81% per tahun. Negara yang mendominasi sebagai produser rumput laut dunia terbesar adalah Philipina (34,34%), China (26, 05%), Jepang (16,94%) dan Korea (8,69%) dari produksi total. Indonesia hanya menempati posisi ke lima dengan volume produksi 233, 080 ton atau sebanyak 8,66% per tahun dari produksi rumput laut dunia (Anonim, 2006).

Produksi rumput laut dan pengolahannya di Indonesia belum optimal dilakukan meskipun pengerjaan tidak memerlukan keahlian yang khusus. Produksi rumput laut sebagian besar masih mengandalkan panen alami (*wild crop*) sehingga kelangsungan produksi sulit terpenuhi, baik secara kuantitas maupun kualitas. Produk rumput laut juga tanpa penanganan pasca panen yang baik sehingga sangat merugikan petani rumput laut, terutama belum mampu bersaing sesuai harga pasar internasional (Aslan, 2006).

Peningkatan produksi dan nilai jual dapat diupayakan dengan ekstensifikasi dan intensifikasi. Ekstensifikasi dilakukan dengan memperluas lahan budidaya. Hasil pengukuran kualitas air di Perairan Selok, Cilacap memenuhi persyaratan sebagai lokasi budidaya *G. gigas*, yaitu kedalaman air saat pasang mencapai 140 cm sedangkan saat surut 100 cm. Salinitas air laut berkisar 30‰ sampai 37‰ sedangkan untuk pH berkisar 7-8. Substrat dasar perairan berupa pasir dan lumpur. Arus di lokasi budidaya juga tidak terlalu kuat sehingga meskipun substrat dasar lokasi berupa pasir berlumpur, tetapi air cukup jernih. Intensifikasi dilakukan dengan memperbaiki teknologi budidaya dan pengolahan lebih lanjut sehingga memberikan



nilai tambah produk. Direktur Jenderal Perikanan Budidaya DKP, Nurdjana (2008) menyatakan bahwa produksi rumput laut yang tinggi belum menjamin menguntungkan pembudidaya tradisional, karena ketergantungan pemasaran kepada tengkulak menyebabkan petani langsung menjual hasil panen, oleh karena itu harga rumput laut sering dipermainkan dan petani sulit meningkatkan nilai jual.

Rumput laut segar hasil budidaya harus dikeringkan dan melalui proses pasca panen lebih dahulu untuk meningkatkan mutu produk. Selain itu warna talus rumput laut perlu diputih untuk dapat memenuhi standar ekspor. Terbatasnya pengetahuan menjadi kendala ataupun penghambat majunya usaha tersebut. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang teknologi budidaya rumput laut dan proses pasca panen yang dapat menghasilkan produksi yang tinggi dengan mutu sesuai standar ekspor.

## **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### ***Tujuan penelitian ini adalah :***

1. Mengetahui rendemen agar produksi rumput laut *G. gigas* hasil penerapan metode budidaya apung sistem jaring apit dengan lama fermentasi yang berbeda
2. Menentukan lama fermentasi yang menghasilkan rendemen tertinggi dan memenuhi standar ekspor

Manfaat Penelitian ini adalah sebagai informasi ilmiah mengenai penggunaan metode budidaya jaring apit dan proses pemutihan dengan fermentasi pada rumput laut *G. gigas* untuk menghasilkan rendemen agar yang tertinggi dan memenuhi standar ekspor.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### ***Materi Penelitian***

Bahan penelitian yang digunakan adalah rumput laut *G. gigas* hasil budidaya dengan jaring apit, akuades, NaOH 15 %, dan KCl 0,3%. Alat Penelitian yang digunakan yaitu timbangan digital, blender, gunting, pisau, pipet, bak plastik, gelas piala, gelas ukur, saringan, pH meter, oven, *freezer*, *hot plate*, *Viscometer Brookfield* dan desikator

### ***Metode Penelitian***

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Akuatik Fakultas Biologi dan Laboratorium THP Universitas Jenderal Soedirman Penelitian menggunakan metode eksperimental, dengan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan yang dicobakan lama fermentasi. Ulangan masing-masing 3 kali.

### ***Cara kerja***

#### ***Proses pemutihan***

Fermentasi talus dalam wadah tertutup dilakukan selama 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari dan 7 hari pemeraman

#### ***Ekstraksi agar***

- a. Pemucatan : Ditimbang 20 g *G. gigas* kering tiap perlakuan, kemudian dilakukan pemucatan dengan perendaman dalam larutan kaporit 0,25% dan diaduk. Setelah 1,5 jam rumput laut direndam dengan air sumur selama 1 jam untuk menghilangkan bau kaporit yang digunakan.



- b. Pelembutan : Rumput laut direndam dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5% selama 15 menit, kemudian direndam dengan aquades selama 15 menit dan ditiriskan.
- c. Pemasakan : Rumput laut dihaluskan dengan *blender* hingga halus lalu dimasak dalam aquades sebanyak 40 kali berat rumput laut selama 2 jam. Setelah mendidih ditambah asam cuka 1% atau NaOH 15% untuk memperoleh pH 6-7.
- d. Pengepresan : Hasil pemasakan disaring dengan kain saring. Cairan ditampung dalam wadah kemudian dinetralkan dengan penambahan KCl 0,3% hingga pHnya menjadi 7-7,5.
- e. Pendinginan : Cairan yang sudah membeku didinginkan dalam *freezer* pada suhu 6°-3°C selama 7 jam supaya agar memadat dengan sempurna.
- f. Pengeringan : Agar kemudian dicetak dengan kain kasa dan dikeringkan dengan oven pada suhu 65°C, kemudian ditimbang.

#### *Pengamatan*

Variabel yang diamati adalah rendemen agar. Parameter pendukung yang diukur yaitu kualitas agar yang meliputi warna, viskositas, kadar air dan kadar abu kemudian dibandingkan dengan kualitas standart ekspor menurut FAO.

- a. Rendemen agar : Perhitungan rendemen agar yang diperoleh dihitung dengan metode Colloids, dengan rumus :

$$\text{Rendemen agar (\%)} = \frac{\text{Bobot lembaran agar}}{\text{Bobot rumput laut kering}} \times 100\%$$

- b. Warna Agar : Pengamatan warna agar dilakukan dengan menggunakan acuan pada standar mutu warna agar (Suseno, 2006), yaitu : Mutu I (warna putih bersih), Mutu II (warna putih kekuningan) dan Mutu III (warna coklat).
- c. Kadar Air (AOAC, 1980 *dalam* Manik, 2004)

Kadar air dihitung dengan persamaan :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(\text{B cawan} + \text{B Xa}) - (\text{B cawan} + \text{BXb})}{\text{BXa}} \times 100\%$$

Keterangan :

- B cawan : bobot cawan  
 BXa : bobot contoh awal  
 BXb : bobot contoh akhir

- d. Kadar Abu (AOAC (1980) *dalam* Manik *et al.* (2004) : Kadar abu dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(\text{B cawan} + \text{B abu}) - (\text{B cawan})}{\text{BX}} \times 100\%$$

Keterangan :

- Bcawan : bobot cawan  
 B abu : bobot abu  
 BX : bobot contoh yang diambil

- e. Viskositas agar *G. gigas* (Marine Colloid, 1977 *dalam* Manik *et al.*, 2004) : Agar ditimbang dan dilarutkan, kemudian dipanaskan dalam *water bath* sambil diaduk sehingga suhu mencapai 80 C, didinginkan sampai suhu 30 C-55 C. Dibaca dengan alat viscometer.



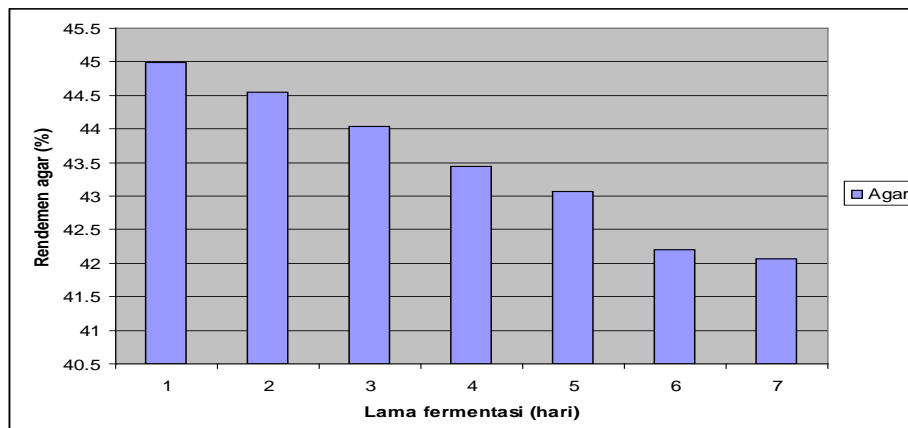
Pembacaan dilakukan pada suhu 30 C setelah 8 kali putaran kekentalan (Cps) diukur dengan cara hasil pembacaan dikalikan 40 untuk kumparan no.3 dengan kecepatan 30 rpm.

#### Metode analisis

Data rendemen agar dianalisis dengan menggunakan uji F pada tingkat kepercayaan 95% dan 99% untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang dicobakan, kemudian dilanjutkan dengan uji BNT untuk mengetahui perbedaan perlakuan yang dicobakan

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian rendemen agar *Gracilaria gigas* hasil budidaya sistem jaring apit dengan lama fermentasi berbeda menunjukkan rendemen agar bervariasi yaitu berkisar antara 41.05%-45.90% (Gambar 1). Dari histogram ditunjukkan semakin lama proses fermentasi, rendemen agar yang dihasilkan semakin menurun. Fermentasi dengan pemeraman talus rumput laut menggunakan wadah tertutup, bertujuan supaya terjadi perubahan warna talus yang kehitaman menjadi warna putih dan tidak mengubah struktur atau kandungan agar yang terkandung dalam talus.



Gambar 1. Histogram rendemen agar *G. gigas* rata-rata (%) pada lama waktu fermentasi 1-7 hari

Proses fermentasi membutuhkan panas yang ada di sekitar talus rumput laut tetap stabil. Panas akan merubah pigmen dalam talus (dekolorisasi) dan perubahan struktur talus rumput laut menjadi lebih lunak. Insan dan Widyartini (2001) menyatakan fermentasi pada rumput laut bertujuan untuk perubahan warna rumput laut menjadi putih. Proses fermentasi tergantung lamanya waktu yang dilakukan. Semakin lama proses fermentasi berlangsung maka proses *bleaching* terus berlangsung sehingga talus semakin putih. Menurut Tamime dan Robinson (1999), fermentasi adalah proses untuk mengubah suatu bahan menjadi produk yang bermanfaat bagi manusia. Fermentasi pada umumnya memiliki berbagai manfaat, antara lain untuk mengawetkan produk pangan, memberi cita rasa terhadap produk pangan tertentu dan memberikan tekstur tertentu pada produk pangan. Adanya perbaikan mutu produk diharapkan konsumsi konsumen meningkat.

Hasil analisis ragam rendemen agar rata-rata rumput laut *Gracilaria gigas* berdasarkan lamanya fermentasi menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh nyata pada rendemen agar yang dihasilkan (Tabel 1). Lama fermentasi menyebabkan rendemen agar yang dihasilkan tidak sama. Proses fermentasi bertujuan untuk proses pemutihan warna talus rumput laut. Cara yang digunakan untuk mengkondisikan panas tetap stabil, dengan pemeraman talus rumput laut dalam wadah tertutup tanpa direndam air, sehingga senyawa agar tidak banyak terlarut. Riyanti (2009) dalam penelitiannya yang membandingkan proses fermentasi dan perendaman air kapur tohor untuk proses pemutihan dalam pengolahan *G. gigas* didapatkan



rendemen yang paling tinggi pada proses fermentasi. Selama proses fermentasi, agar tidak banyak terlarut karena tidak dilakukan perendaman dalam air. Menurut Tamime dan Robinson (1999) perendaman bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan melarutkan warna. Lebih lanjut dinyatakan Istini *et al.* (2004) selama proses perendaman, senyawa agar dapat larut ke dalam air sehingga rendemen agar berkurang.

**Tabel 1. Analisis ragam rendemen agar *Gracilaria gigas* rata-rata (%) berdasarkan lamanya fermentasi**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	6	22.635	3.773	2.949*	2.850	4.460
Galat	14	17.912	1.279			
Total	20	40.547				

Keterangan : \* = berbeda nyata

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa rendemen agar hasil fermentasi 1 hari tidak berbeda dengan hasil fermentasi 2, 3, 4, dan 5 hari, tetapi berbeda dengan hasil fermentasi 6 dan 7 hari. Rendemen tertinggi pada perlakuan lama fermentasi 1 hari sebesar 44,983% dan terendah pada lama fermentasi 7 hari sebesar 42.057 (Tabel 2).

**Tabel 2. Hasil uji BNT rendemen agar *Gracilaria gigas* (%) berdasarkan lamanya fermentasi**

Waktu fermentasi	Rata-rata rendemen agar (%)
1 hari	44.983 a
2 hari	44.549 a
3 hari	44.033 ab
4 hari	43.450 ab
5 hari	43.067 ab
6 hari	42.200 b
7 hari	42.057 b

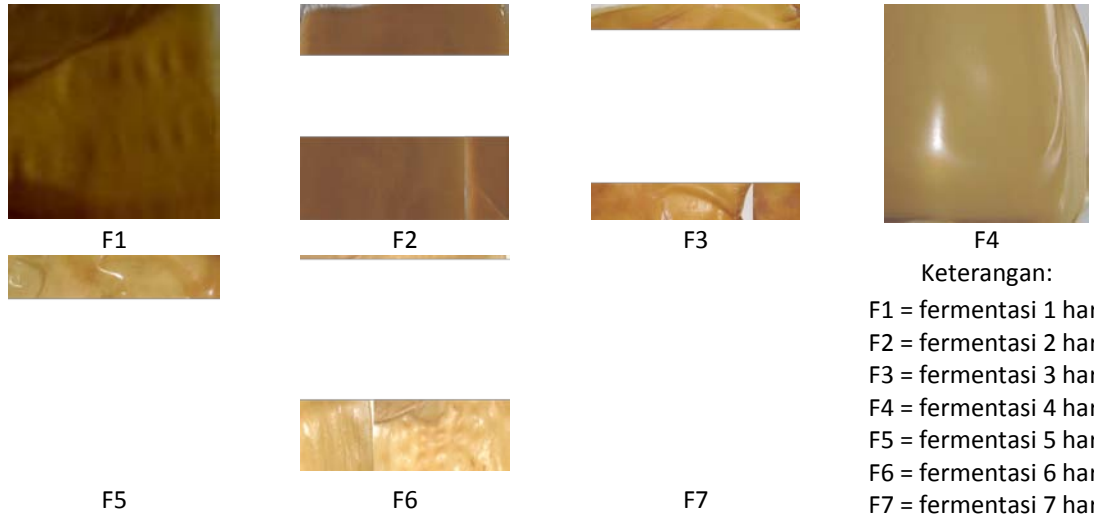
Fermentasi merupakan proses dekolorisasi warna sehingga dapat meningkatkan mutu rumput laut, tetapi rendemen agar yang dihasilkan dapat berkurang. Menurut Winarno (1984), pada proses fermentasi terjadi pemanasan yang lama sehingga menyebabkan perubahan warna talus menjadi putih, tetapi kandungan agar dapat berkurang karena panas tinggi menyebabkan terjadinya proses penguapan dan pengembunan. Kedua proses dapat menurunkan rendemen agar yang terkandung dalam talus rumput laut. Panas tinggi yang lama, juga menyebabkan reaksi karamelisasi terhadap gula, ini dapat timbul apabila terjadi pemanasan lama sehingga sering terjadi perubahan warna menjadi coklat.

Hasil pengamatan warna agar diperoleh warna putih hingga coklat kehitaman (Gambar 2). Fermentasi talus 1 hari warna agarnya coklat kehitaman. Lama fermentasi makin memucatkan warna agar sehingga agar berwarna putih. Panas mengakibatkan perubahan pigmen dalam talus, sehingga warna talus berubah menjadi putih. Menurut Nasran *et al.* (2000), mutu agar berdasarkan penampilan fisik digolongkan menjadi tiga yaitu mutu I berwarna putih bersih, mutu II berwarna putih agak kekuningan dan mutu III berwarna coklat atau kecoklatan.

**Gambar 2. Agar kering hasil lama fermentasi 1-7 hari**

Warna agar yang diperoleh dari hasil pengamatan termasuk mutu I, mutu II dan mutu III. Agar mutu I diperoleh dari lama fermentasi 7 hari, agar mutu II dari lama fermentasi 5-6 hari dan agar mutu III dari lama fermentasi 3-4 hari. Agar hasil fermentasi 1-2 hari belum memenuhi standar mutu agar menurut FAO. Warna agar yang belum memenuhi standar (coklat hingga coklat kehitaman) pada agar yang dihasilkan disebabkan oleh adanya klorofil

dan vitamin C dari rumput laut yang terbawa dalam proses ekstraksi. Winarno (1984), menyatakan klorofil merupakan pigmen hijau yang sangat peka terhadap panas. Klorofil yang berwarna hijau dapat berubah menjadi coklat akibat substansi magnesium oleh hydrogen membentuk feofit (klorofil yang kehilangan magnesium). Reaksi perubahan warna menjadi coklat ini berjalan cepat pada larutan yang bersifat asam, sedangkan vitamin C (asam askorbat) merupakan suatu senyawa reduktor dan dapat bertindak sebagai precursor untuk pembentukan warna coklat menjadi non enzimatis.



Mutu agar juga dilihat dari kadar air, kadar abu dan nilai viskositasnya. Kadar air hasil penelitian ini berkisar antara 4.85-10.25% (Tabel 4). Kadar air terendah diperoleh dengan lama waktu fermentasi 7 hari (4.85%), sedangkan kadar air tertinggi diperoleh dengan proses lama waktu fermentasi 1 hari (10.25%). Kadar air lebih rendah dari standard mutu FAO (15-21%).

**Tabel 4. Kadar air rendemen agar rumput laut *Gracilaria gigas* Harvey (%) pada lama waktu fermentasi 1-7 hari**

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
F <sub>1</sub>	10.10	10.25	10.13
F <sub>2</sub>	9.17	9.31	9.07
F <sub>3</sub>	6.44	5.87	5.73
F <sub>4</sub>	5.17	5.71	5.97
F <sub>5</sub>	5.38	5.40	5.84
F <sub>6</sub>	5.14	5.24	5.05
F <sub>7</sub>	4.85	4.89	5.18

Rendahnya kadar air dikarenakan selama proses fermentasi tidak dilakukan perendaman air sehingga hanya proses pengembunan yang ikut berperan dalam meningkatkan kandungan air agar. Kadar air juga disebabkan oleh rendahnya kadar sulfat yang dapat mengikat air hilang karena perendaman dalam alkali. Saloko *et al.* (2005) menyatakan bahwa larutan kaporit merupakan larutan alkali yang dapat menurunkan kadar air suatu bahan. Perendaman dalam alkali 0,25% akan menghasilkan kadar air yang cukup rendah. Larutan alkali dapat mengikat gugus ester sulfat yang mempunyai ikatan hidrofilik sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel agar hasil ekstraksi rumput laut. Sudarmadji *et al.* (1996) menyatakan bahwa tingginya kadar air dapat mengakibatkan terjadinya proses perusakan bahan akibat proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatis bahkan oleh aktifitas serangga perusak. Winarno (1990), menyatakan bahwa bakteri vibrio agar *Leguefaciens* dan *Pseudomonas atlanticum* merupakan



bakteri yang mampu mencerna dan menghidrolisis agar, sehingga agar menjadi kehilangan sifat spesifiknya yaitu melting point (titik cair), daya gelasi dan viskositas. Hilangnya sifat spesifik dari agar menyebabkan agar tidak dapat dimanfaatkan dalam bidang industri.

Tingkat kemurnian produk agar, dapat dilihat dari kadar abu. Kadar abu yang diperoleh dari penelitian ini yaitu antara 3.09-4.71% (Tabel 5).

**Tabel 5. Kadar abu rendemen agar rumput laut *Gracilaria gigas* Harvey (%) pada lama waktu fermentasi 1-7 hari**

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
F <sub>1</sub>	4.71	4.69	4.57
F <sub>2</sub>	4.29	4.38	4.41
F <sub>3</sub>	4.34	4.42	4.21
F <sub>4</sub>	4.15	4.29	4.23
F <sub>5</sub>	4.09	3.97	3.83
F <sub>6</sub>	3.95	3.87	3.99
F <sub>7</sub>	3.12	3.14	3.09

Kadar abu menunjukkan jumlah bahan organik (mineral) dalam suatu bahan yang tetap tinggal pada pembakaran senyawa organik (Basmal *et al.*, 2005). Sebagian besar produk agar yang dihasilkan sudah memenuhi standar mutu agar FAO yang baik yakni maksimal 4 %. Beberapa produk agar hasil penelitian memiliki kadar abu melebihi standar yang ada. Ada kecenderungan penurunan kadar abu seiring dengan lama proses pemutihan (Indriani dan Sumiarsih, 1999).

Nilai viskositas berdasarkan hasil pengamatan yang diukur pada suhu 35°C dengan konsentrasi 1% berkisar antara 32-48 cps (Tabel 6). Viskositas yang dihasilkan jauh lebih tinggi di atas standard mutu FAO yaitu 2-10 cps. Menurut Rasyid (2004), viskositas agar pada suhu 45°C dengan konsentrasi larutan 1% berkisar 2-10 cps. Semakin tinggi viskositas, maka nilai kekenyalan semakin tinggi.

**Tabel 6. Nilai viskositas rendemen agar rumput laut *Gracilaria gigas* Harvey pada lama waktu fermentasi berbeda**

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
F <sub>1</sub>	48	44	46
F <sub>2</sub>	46	46	44
F <sub>3</sub>	44	42	42
F <sub>4</sub>	40	44	42
F <sub>5</sub>	42	38	40
F <sub>6</sub>	36	40	38
F <sub>7</sub>	32	36	38

Proses fermentasi yang dilakukan dalam penelitian ini mampu meningkatkan viskositas agar hingga diperoleh viskositas lebih besar dibandingkan viskositas yang diperoleh pada penelitian Rasyid (1999) yang hanya sebesar 1,5 cps. Hal ini berarti produk agar yang dihasilkan apabila ditinjau dari segi viskositasnya termasuk kategori yang memenuhi persyaratan untuk diperdagangkan, karena apabila viskositasnya dibawah standar berarti menunjukkan bahwa agar kurang baik untuk proses pengentalan. Furia (1975) dalam Subaryono *et al.*(2003) menyatakan bahwa larutan agar encer 1,5% dapat membentuk gel pada suhu 32°C sampai 30°C. Rasyid (2003) menyatakan bahwa kation-kation mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap tinggi rendahnya viskositas. Tingginya nilai viskositas agar disebabkan talus



rumput laut mempunyai bobot sulfat yang tinggi. Menurut Basmal *et al.* (2005), semakin tinggi kadar sulfat dalam agar maka nilai viskositasnya semakin tinggi. Menurut Syamsuar (2007), lama waktu ekstraksi juga berpengaruh terhadap nilai viskositas. Waktu ekstraksi yang lama akan menghasilkan larutan agar yang semakin kental, sehingga proses eliminasi sulfat menjadi lebih sulit.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### *Kesimpulan :*

1. Perbedaan lama waktu proses fermentasi menyebabkan rendemen agar *G. gigas* yang dihasilkan tidak sama.
2. Lama waktu fermentasi 7 hari menghasilkan rendemen agar paling rendah tetapi dengan mutu I.

### *Saran*

Rendemen agar yang tinggi belum memenuhi standar FAO, oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai formulasi lama fermentasi dengan proses pengasaman yang lebih tepat sehingga dihasilkan rendemen agar tinggi dengan kualitas baik sesuai standar mutu FAO.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggadiredja, J. T, Zatznika, A, Purwoto, H dan Istiani, S. 2006. Rumput Laut. Panebar Swadaya, Jakarta.
- Angkasa, W. I., Purwoto dan J. Anggadiredja. 2000. Teknik Budidaya Rumput Laut. Direktorat Pengkajian Ilmu Kehidupan BPPT, Jakarta.
- Anonim. 2006. Perdagangan Rumput Laut. [www.dkp.go.id](http://www.dkp.go.id). Diakses pada tanggal 4 Juli 2008.
- \_\_\_\_\_. 2007. Budidaya Rumput Laut, Aspek Produksi Pasca Panen dan Mutu Rumput Laut. <http://www.bi.go.id/sipuk/id/?id=4&no=40317&idrb=43701>. Diakses tanggal 13 November 2008.
- Aslan, L. M. 2006. Budidaya Rumput Laut. Kanisius, Yogyakarta.
- Idris S, H. Riniwati dan Yahya. 2002. Prospek Pembudidayaan Rumput Laut di Kabupaten Sumenep sebagai Potensi Pengembangan Sumber Wanita. *Jurnal Ilmu-Ilmu Sosial (Social Science)*, 14 (1) : 64-77.
- Indriani, H. dan Suminarsih, E. 2001. Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Panebar Swadaya, Jakarta.
- Insan, A. I. Anggorowati, S. dan D. S. Widyartini, 2002. Pengaruh Metode Budidaya Terhadap Pertumbuhan dan Produksi *Kappaphycus alvarezii* Doty di Perairan Sodong Cilacap. *Biosfera* 5 (2) : 14-22.
- \_\_\_\_\_ dan D. S. Widyartini. 2001. Bahan Ajar Algologi : Makroalga. Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto.
- \_\_\_\_\_ 2006. Budidaya *Gracilaria vericossa* dengan Berbagai Metode pada Perairan Tambak dan Pantai di Kecamatan Ayah-Kebumen. *Majalah Ilmiah UNSOED*, (1) : 0126-2475.
- Istini, I; A. Zatznika dan Suhaimi. 2004. Manfaat Dan Pengolahan Rumput Laut. URL: <http://www.fao.org/docrep/field/003AB882E/AB882E14.htm>
- \_\_\_\_\_, 2004. Potensi Rumput Laut di Beberapa Perairan Pantai Indonesia. *Oseana* XXIX (4) : 25 – 36.
- Kadi, A., 2004. Potensi Rumput Laut di Beberapa Perairan Pantai Indonesia. *Oseana* XXIX (4) : 25 – 36.
- \_\_\_\_\_ dan W.A., Atmadja. 1996. Rumput Laut (Algae) Jenis Reproduksi, Budidaya dan Pasca Panen. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI, Jakarta.
- Kusmayadi, Ayi, Johan Purnama, Makmur Karessang dan Sukirno. 2008. Budidaya Rumput Laut dengan Metode Lepas Dasar Sebagai Pekerjaan Sambilan Nelayan yang Menguntungkan (Jeneponto, Sulawesi Selatan). <http://database.deptan.go.id/saims-indonesia/index.php?files=DetailTechnologies-Indo&id=76>. Diakses tanggal 13 November 2008.



- Manik, H. 2004. Kandungan Kimiawi Beberapa Jenis Rumput laut. Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur, 3 : 33-36.
- Murtiningsih. 2008. Rendemen Agar Hasil Ekstraksi *Gracilaria gigas* Harvey dan *Gracilaria verrucosa* Hudson dengan Variasi Lama Waktu Perendaman. Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Nasran, Tazwir S dan Yunizal. 2000. Tehnik Ekstraksi Asam Alginat dari Rumput Laut Coklat (Phaeophyceae). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan, (1999/2000).
- Nurdjana, M. L. 2008. Rumput Laut. Hanya 15% Diolah di Indonesia. Kompas. <http://www.kompas.com>, Diakses tanggal 30 September 2008.
- Soerjani, M., I. Muchsin dan A. B. Susanto. 2004. Peningkatan Keterampilan Budidaya Pengolahan dan Diversifikasi Pemanfaatan Perikanan dan Rumput Laut. BIGRAF Publishing, Jakarta.
- Sujatmiko, W. dan I. A. Wisman. 2003. Teknik Budidaya Rumput Laut dengan Metode Tali Tunggal. url. [http://www.iptek.net.id/ttg\\_artkp/artikel\\_118.htm](http://www.iptek.net.id/ttg_artkp/artikel_118.htm). Diakses tanggal 22 juni 2008.
- Susanto, A. B. 2003. Budidaya *Gracilaria* di Taiwan. (On-line) <http://nakula.rvs.uni-bielefeld.de/majalah/laut/abeartikel>. Diakses tanggal 22 Juni 2008.
- \_\_\_\_\_. 2003. Selintas Tentang Godir Si Rumput Laut *Gracilaria*. (On-line) <http://nakula.rvs.uni-bielefeld.de/majalah/laut/abeartikel>.
- Tamime, A.Y. dan R.K. Robinson. 1999. Yoghurt : Science and technology. 2<sup>nd</sup> Edition. CRC Press. Boston.
- Widyartini, D. S. dan A. I. Insan. 2004. Produksi Rumput Laut *Gracilaria gigas* dan *Gracilaria verrucosa* Dengan Sistem Budidaya Yang Berbeda di Perairan Tambak Kebumen. Skripsi Fakultas biologi Unsoed, Purwokerto.
- \_\_\_\_\_. 2006. Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Rumput Laut *Gracilaria gigas* dengan Penerapan Sistem Budidaya Jaring yang Berbeda. Laporan Penelitian. Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto
- \_\_\_\_\_. 2007. Meningkatkan pertumbuhan dan produksi rumput laut *Gracilaria gigas* Melalui Modifikasi Sistem Jaring (Studi kasus: di Perairan Nusakambangan Cilacap). Oseana XXXII (4) : 13-20.
- Wijaya, N. H., dan J. H. Wijaya. 2006. The Growth of Seaweed Commodity in Indonesia : General View Of Seaweed Commodity in Indonesia. [http://www.bexi.co.id/images/\\_res/riset%20-%20rumput%20laut.pdf](http://www.bexi.co.id/images/_res/riset%20-%20rumput%20laut.pdf). Diakses tanggal 5 juli 2008.
- Winarno, F.G. 1984. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Anggota IKAPI, Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1999. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.



## PENYERAPAN TIMBAL (Pb) PADA LEACHATE TPA GUNUNG TUGEL MELALUI BIOSORPSI OLEH *Sargassum cinereum*

Sri Lestari, Slamet Santoso dan Dwi Sunu Windyartini

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

E-mail : tari.bio@gmail.com

Leachate yang banyak terbentuk di TPA dengan *Open Dumping System* banyak mengandung logam berat seperti timbal (Pb). Biosorpsi adalah pengikatan logam melalui adsorpsi menggunakan organisme yang inaktif atau mati dapat diaplikasikan untuk mengurangi kadar timbal pada leachate. Tujuan penelitian adalah mengetahui jumlah biomasa, lama waktu kontak dan kombinasi antara biomassa dan lama waktu kontak yang dapat mengadsorpsi timbal pada leachate. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan *Spilt Plot Design*. Perlakuan yang dicobakan yaitu lama waktu kontak *Sargassum cinereum* dengan leachate sebagai main plot yang terdiri dari tiga taraf yaitu 1 jam, 2 jam dan 3 jam dan biomassa *S. cinereum* sebagai sub plot yang terdiri dari empat taraf yaitu 200 mg, 300 mg, 400 mg dan 400 mg. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya Pb yang teradsorpsi oleh *S. cinereum* tergantung pada waktu kontak dan jumlah biomassa. Waktu kontak 3 jam optimum dalam mengadsorpsi Pb yaitu 44,886%. Biomassa *S. cinereum* 400 mg optimum dalam mengadsorpsi Pb sebesar 40,007%; Kombinasi waktu kontak 3 jam dan biomassa *S. cinereum* 400 mg optimal dalam mengadsorpsi Pb yaitu 50,896%.

Kata Kunci : Biosorpsi, timbal, *leachate*, *S. Cinereum*

### PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan lingkungan cukup serius yang masih dihadapi Indonesia. Rata-rata satu orang per hari menghasilkan sampah 1–2 kg, dan akan terus meningkat sejalan dengan meningkatnya kesejahteraan dan gaya hidup masyarakat. Penanganan sampah yang masih dilakukan secara konvensional belum dapat mengendalikan sampah yang ada. Kabupaten Banyumas memiliki empat buah TPA, salah satunya adalah TPA Gunung Tugel yang berlokasi di Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja. Sumber sampah terbesar di TPA Gunung Tugel adalah permukiman, disusul pasar, pertokoan dan industri. Menurut Cahyono, *et. al.* (1999) TPA Gunung Tugel menghasilkan sampah 260 m<sup>3</sup>/hari dengan komposisi tertinggi berupa bahan organik yaitu 61,91%.

Hasil observasi awal yang dilakukan, 40% sampah di TPA Gunung Tugel diolah menjadi kompos, sedangkan sisanya dibiarkan teronggok. Bahan organik pada sampah teronggok akan mengalami dekomposisi yang bersama air hujan menghasilkan *leachate* (air lindi). *Leachate* adalah cairan yang mengandung zat terlarut dan tersuspensi yang sangat halus sebagai hasil penguraian oleh mikroba (Soemirat, 1999). Menurut Fachrudin (1989) *leachate* dicirikan oleh parameter fisik dan kimia berkadar tinggi serta mengandung logam berat berbahaya seperti timbal (Pb).

Sistem pengelolaan *leachate* di TPA Gunung Tugel kurang optimal. Debit *leachate* yang tertampung dalam bak-bak pengolahan hanya 0,8988 m<sup>3</sup>/hari (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas, 2006) sedangkan sebagian besar merembes ke tanah. Menurut Keman (2003) *leachate* yang dibiarkan tanpa diolah akan mencemari air tanah di sekitarnya. Jenis tanah di TPA Gunung Tugel adalah ultisol sehingga memungkinkan *leachate* dapat merembes dan mencemari air tanah penduduk di sekitarnya.

Logam berat yang terdapat di dalam *leachate* dapat dipisahkan secara biologis menggunakan alga (rumput laut) melalui proses biosorpsi baik pada skala laboratorium maupun lapangan. Proses biosorpsi merupakan pengikatan logam melalui adsorpsi dengan



menggunakan organisme yang inaktif atau mati. Gadd (1990) menambahkan bahwa biosorpsi sangat baik untuk mengadsorpsi logam berat yang terkandung dalam limbah karena berlangsung relatif cepat, tingkat penyerapannya tinggi dan selektif. Salah satu spesies alga yang telah dianggap mempunyai kemampuan cukup tinggi untuk mengadsorpsi ion-ion logam, baik dalam keadaan hidup maupun dalam bentuk sel mati (biomassa) adalah *Sargassum cinerium*.

Tujuan *Penelitian* adalah mendapatkan waktu kontak, biomassa *S. cinerium* dan kombinasi waktu kontak dan biomassa *S. cinerium* yang mampu mengadsorpsi timbal pada *leachate* secara optimum.

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan *Spilt Plot Design*. Perlakuan yang dicobakan yaitu lama waktu kontak *S. cinerium* dengan *leachate* sebagai main plot dan biomassa *S. cinerium* sebagai sub plot. Lama waktu kontak *S. cinerium* dengan *leachate* terdiri dari 3 taraf (1 jam, 2 jam dan 3 jam), sedangkan biomassa *S. cinerium* (B) terdiri dari empat taraf (200 mg, 300 mg, 400 mg dan 500 mg).

Percobaan biosorpsi skala laboratorium berdasarkan Hashim dan Chu (2002). Variabel yang diamati adalah variabel bebas dan variabel tergantung. Variabel bebas terdiri dari biomassa *S. cinerium* dan waktu kontak *S. cinerium* dengan *leachate*, sedangkan variabel tergantung yaitu kemampuan biomassa *S. cinerium* dalam mengadsorpsi Pb. Parameter utama yang diamati adalah besarnya Pb yang teradsorpsi oleh *S. cinerium* yaitu selisih antara besarnya Pb yang terdapat *leachate* sebelum dan sesudah perlakuan, sedangkan parameter pendukungnya adalah pH perlakuan dan biomassa akhir. Persentase penurunan Pb berdasar Yusnita (2007). Data yang diperoleh berupa prosentase adsorpsi Pb dianalisis dengan menggunakan uji F kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Jujur (BNJ).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

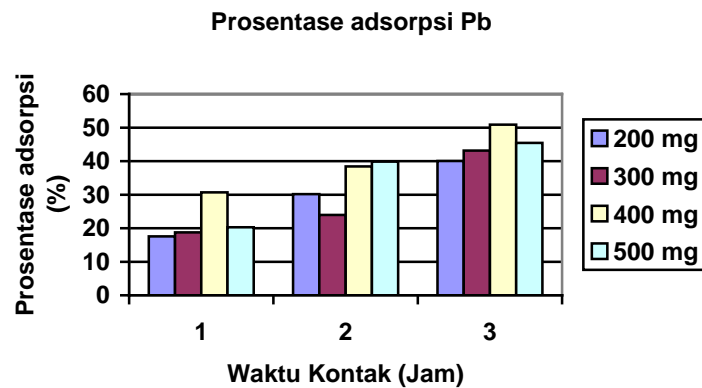
Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan jumlah konsentrasi Pb pada *leachate* TPA Gunung Tugel sebelum dengan sesudah perlakuan. Besarnya logam Pb yang teradsorpsi pada masing-masing perlakuan berbeda, tergantung pada lamanya waktu kontak dan biomassa *S. cinereum*, yaitu berkisar 0,926 – 1,263 mg/l. Hal tersebut menggambarkan bahwa *leachate* TPA telah terpapar oleh Pb yang dapat berasal dari plastik bekas, residu cat, besi-besi bekas, kaleng dan baterai sehingga dapat berbahaya bagi organisme maupun lingkungan yang berada di sekitarnya.

Berdasarkan Gambar 1. persentase adsorpsi Pb tertinggi terdapat pada perlakuan waktu kontak 3 jam dan biomassa 400 mg yaitu sebesar 50,896% dari konsentrasi awal 1,263 mg/l menjadi 0,506 mg/l. Persentase adsorpsi terendah terdapat pada perlakuan waktu kontak 1 jam dan biomassa 200 mg sebesar 17,543% dari konsentrasi awal 1,095 mg/l menjadi 0,994 mg/l.

Persentase adsorpsi Pb pada semua biomassa *S. cinereum* yang diujikan mengalami peningkatan pada waktu kontak 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Peningkatan tersebut diduga karena bertambahnya jumlah biomassa *S. cinereum* maka semakin banyak pula situs aktif yang tersedia pada dinding sel yang berinteraksi dengan ion logam. Situs aktif merupakan bagian dari biomassa yang dapat mengikat ion logam berat. Menurut Indriani dan Sumiarsih (1992), situs aktif pengikat ion logam pada *S. cinereum* berupa getah selaput (*masilag*) yang mengandung alginat yang merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk linear panjang. Menurut Kadi (2005) asam alginik tersusun atas asam D-Manuronik dan



asam L-Guluronik. Bentuk alginik pada *S. cinereum* berupa derivat garam bernama alginat. Alginat terdiri dari sodium alginat, potasium alginat dan amonium alginat yang tidak larut dalam air. Alginat merupakan salah satu polisakarida yang banyak terkandung dalam talus rumput laut. Gadd (1990) menyatakan bahwa alginat yang terdapat pada dinding sel eksternal rumput laut merupakan gugus ligan yang bermuatan negatif karena memiliki gugus karboksilat pada asam uronat yang dapat mengikat logam berat.



**Gambar 5.1. Histogram adsorpsi Pb pada *leachate* dengan perlakuan waktu kontak dan biomassa *S. cinereum***

Menurut Suhendrayatna (2001) proses biosorpsi merupakan salah satu mekanisme removal ion logam berat secara pasif. Proses tersebut terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel dengan dua cara yang berbeda yaitu (1) pertukaran ion dimana ion monovalen dan divalen seperti Na, Mg dan Ca pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat dan (2) formasi kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti karbonil, amino, hidroksil, fosfat dan hidroksil-karboksil yang berada pada dinding sel. Proses secara aktif terjadi secara simultan sejalan dengan konsumsi ion logam dan akumulasi intraseluler ion logam tersebut.

Hasil analisis varian persentase adsorpsi Pb dengan perlakuan lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* yang berbeda disajikan pada Tabel 1. berikut :

**Tabel 1. Analisis varians (uji F) perlakuan lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* dalam mengadsorpsi Pb pada *leachate***

Sumber Ragam	db	JK	KT	Fhit		Ftabel	
						0.05	0.01
Waktu Kontak	2	3193.693	1596.846	56.415	**	5.14	10.92
Galat a	6	169.833	28.306				
Biomassa	3	780.583	260.194	7.929	**	3.16	5.09
T x L	6	4205.891	700.982	21.360	**	2.66	4.01
Galat b	18	590.708	32.817				
Total	35						

Keterangan: \*\* = berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil analisis varian, adsorpsi Pb perlakuan main plot (lama waktu kontak) dan sub plot (biomassa) serta interaksi keduanya menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata (Tabel 1.). Hal tersebut menunjukkan bahwa proses adsorpsi Pb sangat dipengaruhi oleh lama waktu kontak dan biomassa serta interaksi antara lama waktu kontak dengan biomassa. Menurut Holan *et al.*, (1993), waktu kontak berpengaruh terhadap adsorpsi logam karena akan mempengaruhi ikatan ion yang memungkinkan tercapainya kejenuhan pada waktu tertentu



sehingga tidak terjadi lagi penambahan jumlah ion yang teradsorpsi. Waktu kontak 3 jam adalah waktu kontak yang optimum dalam mengadsorpsi logam Pb dengan rata-rata adsorpsi berturut-turut sebesar 44,886%.

Biomassa berpengaruh terhadap jumlah Pb yang teradsorpsi dan menunjukkan nilai yang berbeda sangat nyata satu sama lain. Semakin bertambahnya biomassa, persentase Pb yang teradsorpsi akan meningkat pula sampai mengalami kejenuhan. Selain itu, biomassa juga mempunyai rongga pada dinding sel yang merupakan situs aktif pengikatan ion logam berat melalui proses pembentukan kompleks ion alginat. Hal ini berarti bahwa interaksi antara lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* berperan dalam menurunkan kadar Pb yang terdapat pada *leachate* TPA Gunung Tugel. Biomassa 400 mg merupakan biomassa yang optimum dalam mengadsorpsi logam Pb dengan rata-rata persentase adsorpsi sebesar 40,007%.

Uji BNJ interaksi lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* terhadap persentase adsorpsi Pb dapat disajikan pada Tabel 2. berikut:

**Tabel 2. Uji BNJ lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* terhadap persentase adsorpsi Pb pada *leachate***

Perlakuan	Rerata Persentase Adsorpsi Pb
1 jam; 200 mg	17,543 a
1 jam; 300 mg	18,764 a
1 jam; 400 mg	30,693 ab
1 jam; 500 mg	20,265 a
2 jam; 200 mg	30,164 ab
2 jam; 300 mg	23,985 ab
2 jam; 400 mg	38,433 b
2 jam; 500 mg	39,860 b
3 jam; 200 mg	40,061 b
3 jam; 300 mg	43,136 b
3 jam; 400 mg	50,896 b
3 jam; 500 mg	45,447 b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda berdasarkan BNJ pada tingkat kepercayaan 95%

Berdasarkan hasil uji BNJ rata-rata persentase adsorpsi Pb (Tabel 2.) pada kombinasi antara lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* menunjukkan bahwa untuk tiap-tiap perlakuan memiliki kemampuan adsorpsi yang berbeda satu sama lain. Perlakuan dengan waktu kontak 3 jam dan biomassa 400 mg merupakan kombinasi terbaik dalam mengadsorpsi Pb (50,896%) dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal tersebut disebabkan karena perlakuan tersebut memiliki kesempatan berinteraksi cukup untuk situs aktif terikat ion Pb jumlah biomassa yang telah mencapai optimal dan belum mengalami kejenuhan sehingga ion logam yang teradsorpsi dapat mencapai maksimum. Nurhayadin (2001) dalam penelitiannya melaporkan bahwa semakin banyak situs aktif maka akan semakin banyak ion logam berat yang teradsorpsi sampai pada suatu titik jenuh tertentu. Proses penyerapan logam berat oleh *S. cinereum* terjadi karena adanya interaksi antara situs yang bermuatan negatif yang terdapat pada dinding sel berupa fosfodiester, karboksilat, fosfat, thiolat dan gugus amida dengan ion logam pada *leachate* yang bermuatan positif.

Kapasitas biosorpsi *S. cinereum* dipengaruhi juga oleh pH media, sehingga penentuan pengaruh pH *leachate* pada biosorpsi diperlukan untuk keakuratan proses biosorpsi. *S. cinereum* mengandung asam alginat yang cukup melimpah pada dinding selnya. Asam alginat tersebut memiliki dua buah gugus karboksil dari monomernya yaitu asam mannuronik dan guluronik sehingga jumlah Pb teradsorpsi dapat dipengaruhi oleh pH. Nilai pH awal *leachate*



sebelum mengalami perlakuan yaitu berkisar antara  $\pm 7.55-8.14$ . Setelah mengalami perlakuan, *leachate* mengalami penurunan nilai pH menjadi 5.76-6.90. Proses biosorpsi mengalami peningkatan seiring dengan menurunnya nilai pH, tetapi mengalami penurunan setelah melewati titik optimum, yaitu pada saat pH 6.53. Adsorpsi optimum Pb berlangsung pada kondisi pH 6.31-6.82. Penurunan pH menunjukkan adanya reaksi yang terjadi antara senyawa-senyawa pada larutan dengan biomassa yang akan menyebabkan adsorpsi logam meningkat karena pada pH asam logam Pb berada dalam bentuk ion bebas. Sedangkan pada pH basa ion Pb akan cenderung mengendap (Darnall *et al.*, 1986).

Pengaruh bobot biomassa terhadap kemampuan adsorpsi logam berat Pb pada *leachate*. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa pada perlakuan biomassa 500 mg, diperoleh biomassa akhir paling besar dengan lama waktu kontak 2 jam yaitu 516.5 mg sedangkan biomassa akhir paling rendah terdapat pada perlakuan lama waktu kontak 2 jam dan biomassa 200 mg yaitu sebanyak 207.5 mg. Nilai rata-rata pertambahan bobot biomassa tertinggi dan terendah masing-masing pada perlakuan waktu kontak 3 jam dengan biomassa 400 mg (419,6 mg) dan perlakuan waktu kontak 1 jam dengan biomassa 500 mg (507.1 mg). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian bahwa perlakuan waktu kontak 3 jam dengan biomassa 400 mg menyerap logam secara optimal khususnya Pb sehingga diasumsikan banyak terdapat ion logam yang berikatan dengan dinding sel biomassa *S. cinereum* dan mengalami penambahan bobot biomassa. Adanya penambahan biomassa pada masing-masing perlakuan terjadi karena situs aktif yang terdapat pada dinding sel biomassa *S. cinereum* belum jenuh dengan zat teradsorpsi, sehingga pada saat biomassa diperbesar maka jumlah ion logam yang teradsorpsi semakin meningkat dan bobot biomassa akhir yang diperoleh menunjukkan hasil yang proporsional dengan jumlah ion logam yang teradsorpsi karena masing-masing biomassa pada perlakuan memiliki jumlah situs aktif yang berbeda satu sama lain dan telah terisi penuh oleh ion logam hingga mengalami kejenuhan.

## KESIMPULAN

Adsorpsi logam Pb optimum pada waktu kontak 3 jam (44,886%), biomassa 400 mg (40,007%) dan kombinasi waktu kontak 3 jam dan biomassa *S. cinerium* 400 (50,8967%).

## DAFTAR REFERENSI

- Cahyono, T.B., Triyantoro dan Z. Budiono. 1999. Kaji Tindak Pengelolaan Sampah di Kabupaten Banyumas Tahun 1998/1999. Depkes RI. Pusat Pendidikan Kesehatan, Purwokerto.
- Darnall, D. W., Greene, B., Henzi, M.T., Hosea, J.M. Mepherson, R. A., Sneddon, J. dan Alexander, M. D. 1986. Selective Recovery of Gold and Other Metal Ions from an Algae Biomass. *Environment Science and Technology* 20: 206-208.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas. 2006. Laporan Akhir. Perencanaan Teknis Pengembangan TPA Gunung Tugel Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas. Dinas Lingkungan Hidup, Banyumas.
- Fachrudin, A. 1989. Pengaruh Sampah di Tempat Pembuangan Akhir Dago Kotamadya Bandung Terhadap Kualitas Air Tanah Bebas di Sekitarnya. Tesis, Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Gadd, G. M. 1990. Biosorption. *Chem and Ind* 13 : 421-426.
- Hashim, M. A. dan K. H. Chu. 2002. Biosorption of Cadmium by Brown, Green and Red Seaweeds. *Paper* No. 265.
- Holan, Z. R., Volesky, B. dan Prasetyo, I. 1993. Biosorption of Cadmium by Biomass of Marine Algae. *Biotechnology and Bioengineering* 41: 819-825.
- Indriani, H. dan E. Sumiarsih. 1999. Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Penerbit Swadaya, Jakarta.



- Keman, S. 2003. Pengaruh Pembuangan Sampah Terbuka (Open Dumping) Terhadap Kualitas Kimia Air Sumur Gali Penduduk di Sekitarnya. *Jurnal Penelitian Medika Eksakta* Vol. 4 No. 2 Agustus 2003: 147 –156
- Kadi, A. 2004. Beberapa Catatan Kehadiran Marga *Sargassum* Di Perairan Indonesia. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta.
- Nurhayadi, D. 2001. Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli* dengan Berat Biomassa yang Berbeda dalam Mengadsorpsi Seng. Skripsi S1 (tidak dipublikasikan) Fakultas Biologi UNSOED Purwokerto.
- Soemirat J, 1999. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan. Institut for Science and Technology Studies (ISTECS9), Chapter-Japan.
- Soemirat J, 1999. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Yusnita, R. 2007. Model Matematik pada Pengolahan limbah cair tahu secara Biofiltrasi menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart). Solms). Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.



# PENGARUH LAMANYA PERENDAMAN FORMALDEHID TERHADAP VISKOSITAS ALGINAT NON PANGAN YANG DIEKSTRAK DARI RUMPUT LAUT COKLAT (PHAEOPHYTA)

**Kresno Yulianto**

*UPT. Loka Pengembangan Kompetensi SDM Oseanografi Pulau Pari- Kep Seribu, LIPI Jakarta,  
Email : kresno\_07@yahoo.com*

Viskositas alginat merupakan faktor yang penting bagi industri-industri pangan maupun non pangan. Penelitian difokuskan pada produk alginat non pangan (Industri cat, tekstil, kertas, plastik, karet dan kertas). Industri-industri tersebut menggunakan alginat sebagai pengental, penstabil dan pelapis pada berbagai keperluan. Tujuan penelitian adalah ingin memperoleh nilai viskositas alginat yang optimal dari ekstraksi rumput laut coklat. Metode penelitian menggunakan metode Chou and Chiang (1976) dan McHugh (1987) yang dilakukan di laboratorium alginat Pusat Penelitian Oseanografi (P2O), LIPI Jakarta pada bulan Juli 2003, Juni dan Agustus 2004. Bahan bakunya rumput laut coklat jenis *Hormophysa triquetra* dari Pulau Pari; jenis *Sargassum duplicatum* dari Pameungpeuk, Garut dan Cijulang, Ciamis. Diperoleh perendaman formaldehid selama 3 jam nilai viskositanya lebih tinggi dari perendaman 5 jam maupun kontrol. Sedangkan tinggi rendahnya kadar abu maupun kadar air belum dijumpai acuan untuk alginat non pangan, kecuali acuan untuk alginat pangan.

**Keywords :** Kata kunci: formaldehid, ekstrak, alginate non pangan, viskositas, rumput laut coklat.

## PENDAHULUAN

Alginat merupakan polimer organik yang tersusun oleh dua unit monomer L-asam guluronat dan D-asam manuronat. Senyawa bersifat kental, membentuk gel, bersifat hidrofilik menyebabkan alginat dimanfaatkan sebagai 'emulsiyng agent, thickening agent dan stabilizing agent' pada industri pangan maupun non pangan (McHugh, 1987). Pemanfaatan pada industri pangan telah banyak informasinya, sedangkan industri non pangan yang paling umum adalah untuk industri tekstil. Alginat digunakan sebagai bahan perekat pengganti kanji dan juga dalam pewarnaan tekstil sehingga diperoleh warna yang merata, tidak pecah dan lembut. Alginat yang dibutuhkan pada industri kertas berkualitas karena mampu membentuk film yang lembut tidak terputus dan memperkuat serat selulose serta ketegangan permukaan kertas yang baik dan mengatur ketebalan tinta. Pada industri cat berfungsi sebagai penstabil dan perekat pada permukaan dinding pada waktu cat mengering. Disamping itu sebagai bahan pengemulsi pada resin cat agar minyak dan air tercampur dengan sempurna (Edoga, 2006; Anggadiredja et al. 2006). Pemanfaatan alaginat pada kain pembuatan sutera yang tipis, disamping sebagai perekat benang-benang sutera juga kain menjadi lembut dan rasa sejuk yang stabil (Chapman & Chapman 1980).

Di Indonesia sumber alginat yang potensial terdapat pada algae coklat (Phaeophyta) marga *Sargassum*, *Turbinaria* dan *Hormophysa*. Dua marga pertama tumbuh melimpah, sedangkan marga yang ketiga dijumpai relatif sedikit. Meskipun demikian data potensi algae coklat di Indonesia masih sangat terbatas. Yulianto et al. (2009) melaporkan bahwa potensi *Sargassum duplicatum* (Phaeophyta) yang tumbuh di Pameungpeuk, Garut Jawa Barat sebesar 988,5 ton berat basah pada area sekitar 33 km sepanjang garis pantai yang ditentukan dengan menggunakan citra satelit (remote sensing). Apabila metode tersebut diterapkan di seluruh pulau-pulau di Indonesia, maka akan dapat diduga besarnya potensi algae coklat secara akurat.

Formalin (CH<sub>2</sub>O) adalah larutan yang tidak berwarna dan baunya sangat menusuk. Formalin mempunyai beberapa nama formol, metilin aldehid, paraforin, formik aldehid, formaform, oksometan, karsan, oksimetilin, trioksan, tetraoksimetilin, superlysoform, polioksometilin glikol dan formalit. Empat tahun yang lalu (tahun 2006) berita formalin begitu

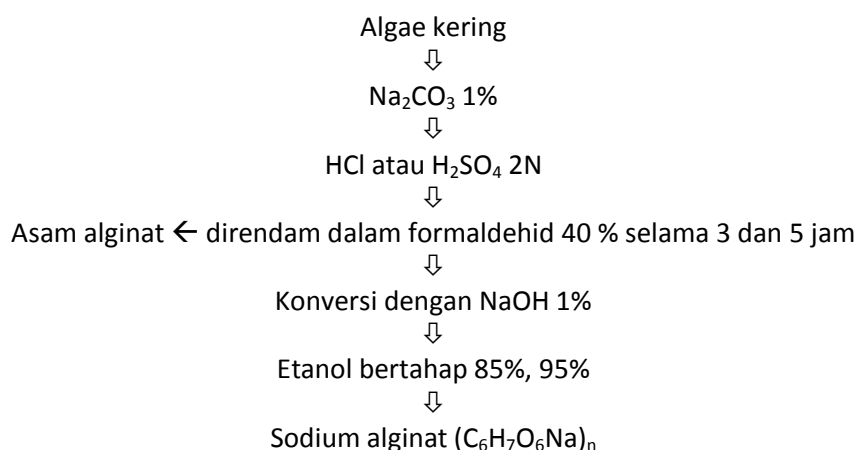


masyhur, bahkan dalam hitungan hari namanya melambung tinggi, karena ditakuti bahayanya. Walaupun manfaatnya banyak, tetapi yang menyebar di masyarakat lebih banyak mudlaratnya (Djauhari, 2008). Beberapa manfaat formalin antara lain: sebagai pembersih lantai; pembasmi serangga dan lalat; pembuatan sutra sintetis, zat warna, cermin, fotografi untuk pengeras lapisan gelatin dan kertas, pencegah korosi sumur minyak, pembuatan pupuk, bahan insulasi busa, perekat pada pabrik kayu lapis (Anonym, 1997; Lee *et al.* 2004). Sedangkan dalam bidang kesehatan formalin dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung dan tenggorokan bahkan dapat menyebabkan kanker (Tarigan, 2004). Penelitian (Yulianto, 1998) formalin yang digunakan untuk merendam bahan baku algae coklat sebelum ekstraksi dapat meningkatkan nilai viskositas alginatnya

Tujuan penelitian adalah seberapa jauh pengaruh formaldehid terhadap viskositas alginat yang diekstrak dari algae coklat (Phaeophyta). Diharapkan teknologi ekstrak alginat dapat diterapkan pada pengguna untuk memperoleh alginat yang tercampur formalin sesuai dengan peruntukannya, baik fungsi alginat maupun formalinnya.

### BAHAN DAN METODA

Penelitian dilakukan di Laboratorium Alginat, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI Jakarta pada Agustus 2004. Bahan baku rumput lautnya jenis *Hormophysa triquetra* yang diambil dari Pulau Pari, Kepulauan Seribu pada bulan Juli 2003. Kemudian bahan baku yang kedua adalah *Sargassum duplicatum* yang diambil dari Pameungpeuk, Garut – Jawa Barat pada bulan Juni 2004 dan bahan baku ketiga (*S. Duplicatum*) yang diambil dari Cijulang, Ciamis pada bulan Agustus 2004. Bahan baku dari ke tiga lokasi tersebut kemudian dicuci dengan air tawar dan dikeringkan pada terik matahari sampai kering ( $\pm$  3 hari). Metode penelitian menggunakan metode yang dilakukan oleh Chou and Chiang (1976) dan McHugh (1987) seperti pada bagan alur gambar 1. Penelitian tersebut dibuat dua perlakuan perendaman formaldehid dan satu kontrol dengan 3 ulangan, analisa data menggunakan Faktorial Rancangan dasar RAL 3 x 3 yang jumlah ulangannya sama (GASPERSZ 1991). Kemudian dilanjutkan dengan uji wilayah berganda Duncan (Duncan's multiple range test). Sedangkan viskositas diukur dengan menggunakan alat viskometer Brookfield tipe LV pada suhu 25 °C dengan kekentalan larutan 2 % (w/v). Kadar air dan kadar abu dilakukan dengan metode OAC



Gambar 2. Proses ekstraksi alginat menurut CHOU & CHIANG (1976); McHUGH (1987)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai viskositas yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan perlakuan perendaman formaldehid disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Nilai viskositas, kadar air dan kadar abu alginat yang diekstraksi dari *Sargassum duplicatum* dan *Hormophysa triquetra* dengan perlakuan perendaman formalin.**

Jenis	Perendaman formalin 40 %									Lokasi
	3 jam			5 jam			Kontrol			
	Visk (cP's)	Kair (%)	Kbu (%)	Visk (cP's)	Kair (%)	Kabu (%)	Visk (cP's)	Kair (%)	Kabu (%)	
<i>Hormophysa triquetra</i>	4.100	10,27	26,38	3.220	10,27	28,52	3.030	10,10	24,16	P. Pari, Kep. Seribu
<i>Sargassum duplicatum</i>	5.947	16,05	19,91	3.860	16,00	19,77	3.402	14,91	22,85	Pameungpeuk Garut
<i>Sargassum duplicatum</i>	8.190	12,04	23,13	1.882	11,87	29,37	1.796	13,28	24,87	Cijulang, Ciamis

**Tabel 2. Nilai rendemen dan viskositas natrium alginat hasil ekstraksi berbagai jenis makroalgae coklat.**

Jenis	Viscosity (cP's) Sodium alginat	Sumber
<i>Sargassum cinereum</i> (a)	2,42 (kons 1%, 20 °C)	Wikanta <i>et al.</i> (1998)
<i>Hormophysa triquetra</i>	2,25 (kons 1%, 20 °C)	Wikanta <i>et al.</i> (1998)
<i>Turbinaria ornata</i>	2,83 (kons 1%, 20 °C)	Wikanta <i>et al.</i> (1998)
<i>Sargassum</i> sp.	70 (kons 1%, rt)	Satari (1998)
<i>Sargassum ilicifolium</i>	9,0-25 (kons 2%, 25 °C)	Murtini <i>et al.</i> (2000)
<i>Turbinaria ornata</i>	224-1413 (kons 2%, 25 °C)	Basmal <i>et al.</i> (2000)
<i>Sargassum polycystum</i>	21 – 194 (kons 1%, sk)	Yulianto (1998)
<i>Sargassum binderi</i>	30 (kons 1%, 20 °C)	Chou & Chiang (1976)

Keterangan: (kons 1 %, 20 °C) = Konsentrasi 1 % (w/v) pada suhu 20 °C; sk = suhu kamar

Berdasarkan tabel tersebut semakin lama direndam dalam formaldehid semakin rendah nilai viskositasnya. Pada analisa statistik menunjukkan bahwa perlakuan perendaman formaldehid selama 3 jam, nilai viskositasnya berbeda nyata dengan perlakuan perendaman 5 jam maupun kontrol ( $p < 0.05$ ). Sedangkan perlakuan perendaman 5 jam, nilai viskositas tidak berbeda nyata dengan kontrol ( $p > 0.05$ ). Berarti formaldehid yang diperlakukan pada bahan baku rumput laut coklat (meskipun jenis dan lokasi berbeda) dapat meningkatkan nilai viskositas. Diduga atom C pada struktur formalin ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) akan merangkaikan monomer-monomer yang terputus menjadi rangkaian yang lebih panjang lagi. Akibatnya bobot molekulnya bertambah, menjadikan viskositasnya meningkat. McHugh (1987) melaporkan bahwa panjangnya polimer menentukan bobot molekul dan besarnya viskositas. Semakin panjang polimer semakin besar bobot molekulnya dan semakin tinggi nilai viskositas. Tetapi apabila waktu perendaman lebih lama (5 jam), asam alginatnya pada saat proses ekstraksi warnanya menjadi kecoklatan. Diduga adanya penetrasi udara kedalam rendaman, sehingga terjadi reaksi yang mengganggu ikatan oksigen penghubung antara monomer-monomer dalam rangkaian polimer alginat. Akibatnya terjadi depolimerasi, maka viskositas menjadi rendah.

Dengan demikian perendaman formalin selama 3 jam pada bahan baku *Hormophysa triquetra* dari Pulau Pari, bahan baku *Sargassum duplicatum* dari Pameungpeuk dan bahan baku *Sargassum duplicatum* dari Cijulang nilai viskositasnya lebih tinggi dibanding dengan perendaman selama 5 jam maupun tanpa perlakuan formaldehid (kontrol). Pentingnya memperoleh viskositas yang tinggi akan berpengaruh terhadap nilai ekonomi. Angraeni (1998) dalam penelitian pewarnaan pada proses printing industri tekstil menggunakan alginat sebesar 7 % dengan nilai viskositas 900 cPs. Berarti pada proses tersebut menggunakan alginat 70 gram dibanding dengan hasil penelitian ini hanya menggunakan 10 gram pada nilai viskositas yang terendah (pada viskositas kontrol dari bahan baku *S. Duplicatum* asal Cijulang).



Informasi seberapa besar viskositas alginat yang digunakan pada industri non pangan sangat terbatas. Oleh karena itu pada ekstraksi alginat difokuskan untuk memperoleh viskositas yang optimal agar secara ekonomi menguntungkan. Dalam hal tersebut bukan hanya alginat yang dipergunakan untuk non pangan, tapi juga alginat pangan, karena semakin tinggi nilai viskositas alginat semakin mahal harganya. Hasil-hasil penelitian ekstraksi alginat oleh beberapa pakar di Indonesia tanpa melibatkan formaldehid (Tabel 2). Nilai kadar air dan kadar abu juga tidak ada acuan standarisasi alginat yang digunakan oleh industri non pangan. Walaupun demikian diperlukan untuk mengetahui besaran komponen tersebut. Kadar air menurut Food Chemical Codex (FCC) dalam Peranginangin & Yunizal (2000) kurang dari 15 % dan kadar abunya antara 18 – 27 % berarti untuk kadar air pada penelitian ini yang melebihi standar tersebut hanya pada alginat (sodium alginat) yang diekstrak dari bahan baku *Sargassum duplicatum* asal Pameungpeuk, Garut baik perlakuan perendaman 3 maupun 5 jam. Sedangkan kadar abunya masih pada kisaran standar FCC. Tingginya kadar air akan berpengaruh terhadap tampilan alginat atau strukturnya. Sedangkan tingginya kadar abu mengurangi kemurnian kadar alginat hasil ekstraksi (Maruddin, 2004).

### KESIMPULAN

Perendaman formaldehid selama 3 jam ternyata dapat meningkatkan nilai viskositas alginat (sodium alginat). Perendaman 5 jam dalam formaldehid tidak berpengaruh nyata terhadap nilai viskositasnya. Perendaman formaldehid 3 jam yang meningkatkan viskositas berlaku pada bahan baku dari lokasi yang berbeda, jenis yang sama dan yang berbeda.

### PUSTAKA

- Anonym 1997. *An Update on Formaldehyde Revision*. US. Consumer Product Safety Commission Washington, DC 20207. 12 pages.
- Basmal, J., Yunizal dan J.T. Murtini 2000. Pengaruh volume dan waktu ekstraksi natrium alginate dalam larutan natrium karbonat. *Dalam: R. Rachmat, Sulistijo dan A. Rasyid (eds.). Pra Kipnas VII. Forum Komunikasi Ikatan Fikologi Indonesia (IFI): 119-126*
- Chou, H.N. and Y.M. Chiang 1976. Studies on algin from brown algae of Taiwan. Estimation of yield and quality of algin. *Acta Oceanographica Taiwanica*.6: 135 – 139.
- Djauhari, M.A. 2008. Formalin: Sebuah fenomena gunung es. *Jurnal Sosioteknologi Edisi 13, tahun 7: 369-375*.
- Edoga, M.O. 2006. Comparative Study of Synthesis Procedures for Urea-Formaldehyde. resin as compatibilizers. *Wood and Fiber Science, Vol. 39 (3): 482-491*
- Gaspersz, V. 1991. *Teknik analisis dalam penelitian percobaan I*. Penerbit Tarsito Bandung: 623 hal.
- Lee, S., T.F. Shupet and L.H. Groom 2007. Wetting behaviors of phenol-and urea- formaldehyde Resin (Part I). *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies: 63-80*
- Maruddin, F. 2004. Kualitas daging sapi asap pada lama pengasapan dan penyimpanan. *J. Sains & Teknologi. Vol. 4. No. 2: 83-90*
- McHugh, D. J., 1987. Production, properties and uses of alginat. *In : D.J. McHugh (Ed.) Production and Utilization of Products From Commercial Seaweeds*. Food and Agriculture Organization of the United nations. Rome: 58 –115.
- Murtini J.T., Basmal, J dan Yunizal 2000. Pengaruh bahan pemutih dan volume kalsium klorida terhadap mutu kalsium alginate *Dalam: R. Rachmat, Sulistijo dan A. Rasyid (eds.). Pra Kipnas VII Forum Komunikasi Ikatan Fikologi Indonesia (IFI): 85-90*.
- Peranginangin, R. dan Yunizal 2000. Teknologi ekstraksi pikokoloid dari rumput laut. *Dalam: R. Rachmat, Sulistijo dan A. Rasyid (eds.). Pra Kipnas VII. Forum Komunikasi Ikatan Fikologi Indonesia (IFI): 135-154*
- Satari, R. 1998. Ekstraksi dan Karakterisasi Polisakarida alga dari *Sargassum* sp. Seminar Kelautan LIPI – UNHAS ke II Ujung Pandang: 446 – 449.
- Tarigan, D. 2004. *Efek toxicosis formalin terhadap tenaga kerja pada laboratorium anatomi fakultas kedokteran Universitas Sumatera Utara*. Manuskrip USU digital library. 6 hal.





- Wikanta, T., D.S. Rejeki and L. Rahayu 1998. The content and Physico-Chemical characteristics of alginate extracted from three species of brown algae (*S. cinereum*, *H. triquetra* and *T. conoides*). *Indonesian Fisheries Research Journal*. 4 (1): 46 – 49.
- Yulianto, K. 1998. Ekstraksi alginat dari makroalgae coklat (phaeophyta) dan pengembangannya di Maluku. *Dalam*: L.F Wenno, A. Noor, S.A.P. Putro, R. Syamsuddin, N. N. Wiadnyana (eds). *Seminar Kelautan LIPI-UNHAS I*. Balitbang Sumber Daya Laut-P3O-LIPI: 281-288.



## BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAN FRAKSI *Ulva reticulata* FORSSKAL ASAL GILI KONDO LOMBOK TIMUR TERHADAP *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli*

Iin Supartinah Noer dan Leni Nurhayati

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pajajaran, Bandung

The diversity and bioactivity of *Ulva reticulata* Forsskal from Gili Kondo, East Lombok have done to *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli* using Kirby Bauer paper disc method. The Completely Randomized Design using factorial form of 3 x 6 with four replication are selected in this experiment. The data analysis used Analysis Varians and continued with Duncan's test. Parameters was measured to diversity of *Ulva* are total species were founded and diameter of zona growth inhibition of bacterial test. The Research result showed that the diversity of *Ulva* is 3 species and the crude extract of *U. reticulata* and its fractions contain secondary metabolites which have an antibacterial activity to all tested bacteria. The highest activity of antibacterial was founded in methanol extract of *U. reticulata* which concentration of 25% gives inhibition zone of 8.69 mm. The 12.5% fractions of *U. reticulata* in methanol showed inhibition zone growth bacterial is 8.40 mm and for 10% of its in n-hexane fraction gives growth inhibition zone bacterial was 8.13 mm.

Keywords : Diversity, *Ulva reticulata*, antibacterial activity, secondary metabolite, inhibition zone, methanol extract, methanol fraction, n-hexane fraction.

### PENDAHULUAN

*Ulva* atau selada laut dikenal oleh masyarakat Bali sebagai bulung lengas dan secara tradisional telah dimanfaatkan sebagai pakan domba oleh penduduk di daerah Nusa Tenggara. Mereka percaya bahwa domba yang diberi pakan selada laut akan memiliki daging yang lebih enak dan rasanya manis. Pemanfaatan selada laut sudah dilakukan sejak zaman kaisar Shen Ning di Cina (2700 SM) untuk salad, sayuran sop, obat anti pyretic, bisul, penyakit kantung kemih, mimisan, darah tinggi dan vermifuge Penelitian menunjukkan bahwa *Ulva* mengandung substansi bioaktif, yang dapat dipergunakan sebagai obat, makanan kesehatan dan kosmetik (Rachmaniar, 1996). Biokativitas anti bakteri diketemukan pada *Ulva fasciata*, *U. lectuca*, dan *U. rigida*. Antibakteri dari *U. fasciata* memiliki spektrum yang luas. Pengujiannya terhadap *Bacillus cereus* dan *Escherichia coli* mampu menghambat pertumbuhannya dengan daerah hambatan berturut-turut 6.5 mm dan 6 mm. Selain itu, aktif melawan *Bacillus subtilis* (gram +) dengan sensitivitas sedang (Selvin dan Lipton 2004). Sedangkan bioaktivitas *Ulva rigida* terhadap *B. subtilis* lebih positif dan mampu membentuk daerah hambatan seluas lebih dari 15 mm, tetapi daerah hambatan pada *Staphylococcus aureus* kurang dari 15 mm (Gonzalez *et al*, 2001).

Aktivitas antimikroba tergantung kepada jenis makroalga dan efisiensi dalam mengekstraksi bahan aktifnya. Ekstraksi menggunakan pelarut organik (metanol dan n-heksana) efisiensinya lebih tinggi daripada ekstrak air (Gonzalez *et al.*, 2001; Lima-Filho *et al.*, 2002). Metode yang umum digunakan untuk memperoleh senyawa bioaktif adalah ekstraksi dan pemisahan, dengan penarikan secara fraksinasi dalam labu pisah menggunakan pelarut polar dan non polar seperti metanol dan n-heksana (Mardiati, 1993).

Di perairan Indonesia *Ulva* sering dijumpai melimpah tetapi keanekaan dan pemanfaatannya untuk makanan maupun obat belum diketahui (Aslan, 1998). Perairan Lombok Timur dikenal sebagai daerah yang memiliki terumbu karang dan hutan mangrove serta masyarakat yang peduli terhadap lingkungan dan pelestariannya. Pada saat tertentu *Ulva* sering dijumpai tumbuh melimpah di perairan ini dan masyarakat nelayan tidak memanfaatkan sebagai sumber pakan maupun makanan.



Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi, substansi bioaktif yang terkandung dalam *U. reticulata* serta bioaktivitasnya terhadap *B. subtilis*, *S. aureus* dan *E. coli*. Tujuan penelitian untuk mendapatkan kandungan metabolit sekunder yang bersifat antibakteri yang memiliki kemampuan di atas antibiotik.

## BAHAN DAN METODE

Sigi keanekaan *Ulva* (selada laut) dilakukan dengan metoda jelajah dan snorkeling pada daerah rata-rata terumbu karang di Gili Kondo, Gili Kapal, Gili Lampu, Gili Petagon, Gili Bidara dan Gili Sulat.

Bioaktivitas selada laut dilakukan dengan menguji ekstrak *U. reticulata* dari Gili Kondo terhadap bakteri uji di Laboratorium.

Bahan untuk ekstraksi dan partisi, digunakan methanol p.a dan *n*-heksana p.a. Untuk Analisis fitokimia, aquades, NaCl fisiologis, dan alkohol 70%. Ammonia, klorofom, asam klorida 2N, Pereaksi Mayer, Pereaksi Dragendroff, Pereaksi besi (III) klorida, serbuk magnesium, amil alkohol, eter, vanillin, asam sulfat pekat, pereaksi Liebermann Burchard, dan Natrium hidroksida.

Bakteri Uji yang digunakan *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran UI. Media untuk pertumbuhannya dipakai agar Mueller Hinton Difco.

Antibiotika dalam uji biokativitas, dipakai Ampicilin 10 $\mu$ g dalam bentuk serbuk, dari PT. Kimia Farma.

### **Ekstraksi dan Fraksinasi**

500 gram serbuk *U. reticulata* dimaserasi selama 3 x 24 jam dengan 10 ml methanol p.a, pada suhu kamar. Maserat diuapkan dengan evaporator rotavapor pada suhu 40°C sampai mengental. Hasil, sebagian disimpan dalam botol ditutup aluminium foil dan sisanya difraksinasi dengan cara partisi dalam labu pisah menggunakan pelarut *n*-heksana dan methanol. Ekstrak kasar, dilarutkan dengan methanol dan *n*-heksana dalam labu pisah, kemudian dikocok sampai terbentuk dua lapisan. Lapisan bawah merupakan fraksi methanol dan lapisan atas adalah fraksi *n*-heksana. Masing fraksi diuapkan (Rachmaniar, 1993).

### **Penapisan Fitokimia**

Penapisan fitokimia terhadap golongan alkaloid, senyawa polifenolat, flavanoid, steroid dan triterpenoid, monoterpenoid dan seskuiterpenoid, kuinon dan saponin dilakukan berdasarkan metode reaksi warna dan pengendapan menurut Fransworth 1996.

### **Uji Bioaktivitas *Ulva reticulata***

Uji bioaktivitas antibakteri selada laut dilakukan dengan Metode cakram kertas Kirby Bauer (Lay, 1994).

### **Uji Minimum Inhibitory Concentration (MIC)**

Uji M.I.C dilakukan dengan metode "Dilution tube" (Lay, 1994). Tahapan kerja sebagai berikut: Nutrient Broth dan NaCl fisiologis 0.9% disterilkan pada suhu 121°C selama 15 menit. Suspensi bakteri dengan kekeruhan Mc Farland I (setara dengan  $3 \times 10^8$  *E. coli*) dibuat dengan Standar Mc Farland I ; 9.9 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1% dan 0,1 ml BaCl<sub>2</sub> 1% dan dikocok sampai terjadi kekeruhan.



1000 mg ekstrak dan fraksi selada laut, dilarutkan dalam 1 ml methanol, kemudian diisikan pada tabung reaksi pertama yang telah diisi 9 ml methanol. Setelah itu diambil 1 ml dan dipindahkan ke dalam tabung reaksi berikutnya sampai tabung ke sepuluh.

Suspensi bakteri yang telah distandarisasi dimasukkan ke dalam Nutrient Broth. Kemudian diambil sebanyak 1 ml lalu dimasukkan ke dalam setiap tabung reaksi yang telah diisi pengenceran ekstrak. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah 24 jam setiap tabung dikocok dan diamati. Kekeuhannya yang terjadimenunjukkan adanya pertumbuhan bakteri. Konsentrasi minimum dimana tidak terjadi pertumbuhan bakteri dicatat.

### ***Uji Antibakteri***

Uji antibakteri dilakukan dengan metode cakram kertas Kirby-Bauer dengan tahapan kerja sebagai berikut :

- 1) Agar Mueller Hinton dan NaCl fisiologis 0.9% disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Suspensi bakteri dibuat dengan kekeruhan Mc Farland I. 1 ml suspensi bakteri yang telah distandarisasi, dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Media agar Mueller Hinton ditambahkan ke dalamnya sampai merata dan dibiarkan hingga memadat.
- 2) Ekstrak selada laut dalam methanol dengan konsentrasi 0%; 15%; 17.5%; 20%; 22.5%; 25% b/v, fraksinya dalam methanol dengan konsentrasi 0%; 2.5%; 5%; 7.5%; 10%; 12.5% b/v dan fraksinya dalam *n*-heksana dengan konsentrasi 0%; 2%; 4%; 6%; 8%; 10% b/v, diambil dengan mikropipet dan diteteskan di atas kertas cakram.
- 3) Kertas cakram diletakkan di atas permukaan lempeng agar Mueller Hinton yang mengandung suspensi bakteri. Bakteri diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.
- 4) Pengamatan terhadap daerah hambat dilakukan setelah 24 jam. Pengukuran diameter zona bening di sekitar kertas cakram dilakukan dengan penggaris. Standar zona digunakan pengamatan menurut Mukhrejee (1988) yaitu :

Zona bening lebih dari 12 mm Sensitif  
Zona bening 4 - 12 mm Sensitif Sedang  
Zona bening kurang dari 4 mm Resisten

**Rancangan Penelitian** yang digunakan Rancang Acak Lengkap pola Faktorial 3 x 6, untuk setiap ekstrak dan fraksi selada laut dengan empat ulangan. Ekstraknya dalam methanol, faktor pertama bakteri uji dan faktor kedua konsentrasi terdiri dari 0%; 15%; 17.5%; 20%; 22.5%; dan 25%. Fraksinya dalam methanol, faktor pertama bakteri uji dan faktor kedua konsentrasi terdiri dari 0%; 2.5%; 5%; 7.5%; 10% dan 12.5%. Fraksinya dalam *n*-heksana, faktor pertama bakteri uji dan faktor kedua konsentrasi terdiri dari 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%.

**Parameter** yang diukur adalah diameter zona hambat pertumbuhan bakteri. Metode analisis data yang dipakai adalah analisis varian untuk RAL Faktorial. (Walpole dan Myers, 1995).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### ***Tinjauan Umum Daerah Penelitian***

Wilayah penelitian termasuk Desa Labuan Pandan, Kecamatan Sembelia, Kabupaten Lombok Timur. Lokasi Desa Labuan Pandan berjarak 60 km dari kota Mataram yang dapat ditempuh dengan kendaraan bermotor selama 2 jam. Penduduknya kebanyakan berasal dari Pulau Sulawesi dan Lombok Barat serta Lombok Tengah. Umumnya mata pencaharian penduduk tergantung dari kegiatannya sebagai nelayan atau berbudidaya ikan kerapu.

Perairan Lombok Timur memiliki 7 pulau kecil, yaitu; Gili Petagon, Gili Pidara (Bidara), Gili Kapal, Gili Sulat, Gili Bage, Gili Lampu dan Gili Kondo. Semuanya berada pada koordinat 116°43" Bujur Timur (BT) dan 8°27" Lintang Selatan (LS).

Perairan Gili Petagon ditutupi oleh hutan mangrove dan padang lamun. Makroalga yang umum dijumpai adalah *Dictyosperia cavernosa*, *Hypnea cornuta*, *Acanthopora muscoides*, *Turbinaria crenata* dan *Chaetomorpha*. Terumbu karang di daerah ini masih baik dan pada kedalaman lebih dari 5 meter dijumpai banyak sponge.

Perairan Gili Pidara didominasi oleh terumbu karang, banyak dijumpai kima dan makrolaga diantaranya: *Corallopsis salicornia*, *Graciella convervoides*, *Halimeda macroloba* dan *Turbinaria*.

Gili Kapal letaknya agak jauh dari Gili Kondo, tetapi di perairannya dijumpai banyak terumbu karang dan sisa hutan mangrove serta padang lamun.

Perairan di Gili Sulat, dijumpai hutan mangrove dan terumbu karang yang masih baik, banyak dijumpai sponge.

Perairan Gili Bage ditutupi oleh terumbu karang yang telah rusak, karena ada masyarakat pendatang yang memanfaatkannya untuk dijual. Gili Bage dan Gili Kondo letaknya berdekatan dan dihubungkan oleh ekosistem terumbu karang yang telah rusak.

Gili Kondo memiliki terumbu karang yang relatif masih baik dan banyak dijumpai makroalga. Pada saat sigi dilakukan *Ulva reticulata* melimpah dan menutupi wilayah tepi pantai bagian Timur dan Utara. Pulau kecil ini memiliki luas sekitar 9436 m<sup>2</sup>, tidak berpenduduk, dan hanya digunakan oleh para nelayan sebagai tempat singgah setelah melaut. Pulau ini sering dikunjungi oleh para wisatawan domestik maupun asing yang menuju ke pulau Sumbawa dan pulau Komodo. Letaknya 20 km di sebelah Timur desa Labuan Pandan, kecamatan Sembelia, kabupaten Lombok Timur. Di pulau ini terdapat beberapa jenis rumput, pohon banten dan pohon rembiga. Pantainya memiliki pasir berwarna putih yang bertekstur halus. Sekeliling pulau dijumpai paparan terumbu karang yang masih baik dengan flora dan fauna lautnya. Saat snorkeling dan penjelajahan dilakukan, dijumpai mikroalga, padang lamun, sponge, bintang laut, bulu babi, teripang, ikan-ikan hias dan kima menutupi areal terumbu karang.

Hasil pengukuran kualitas air lautnya, didapatkan bahwa perairan Gili Kondo termasuk bersih (tidak tercemar) dengan kadar DO terukur 6.75 dan suhu air laut berkisar antara 26°C-27°C pada pagi hari, kondisi yang cocok untuk perkembangan spora makroalga. Kadar garamnya antara 27 ‰ – 29 ‰, sangat mendukung kesuburan alga. Sedangkan pH perairannya berkisar antara 7-8, lebih bersifat basa, baik untuk pertumbuhan alga. Berdasarkan nilai parameter fisik dan kimia tersebut, maka perairan Gili Kondo merupakan daerah tepat untuk habitat makroalga.

### ***Keanekaan Ulva Spp.***

**Hasil sigi didapatkan jenis *Ulva Spp* sebagai berikut :**

#### **1. *Ulva lactuca***



Talus tipis, bentuk lembaran licin warna hijau tua tepi lembaran berombak. Talus warna gelap pada bagian tertentu terutama dekat bagian pangkal karena ada sedikit penebalan. Tumbuh melekat pada substrat karang mati di daerah paparan terumbu karang di perairan dangkal dengan kedalaman 0,5 - 5 m dan dapat hidup pada perairan payau. Sebarannya agak luas di perairan pantai



dangkal di seluruh Indonesia. Belum dimanfaatkan secara ekonomis, di kawasan Indonesia timur ada yang dijadikan sebagai makanan ternak.

## 2. *Ulva reticulata* Forssk



Talus berwarna hijau, berbentuk seperti lembaran pita lebar yang memiliki lubang-lubang (rongga) setebal 65  $\mu\text{m}$ . Tumbuh melimpah pada zona pasang surut bagian atas (supratidal) membentuk koloni yang tebal dan alat pelekatnya sulit diamati. Koloni biasanya terkait pada suatu substrat padat, membentuk tumpukan pita yang tebal sehingga pantai tampak hijau. Pada saat penelitian, jenis ini sedang *blooming* di perairan Gili Kondo bagian selatan dan timur. Pecahan talusnya terbawa ombak sampai ke tepi pantai Desa Labuan Pandan. Meskipun dijumpai populasinya melimpah, tetapi dari hasil wawancara terhadap penduduk setempat ternyata jenis ini belum dimanfaatkan dan tidak diketahui potensinya. Penduduk yang memiliki ternak tidak memanfaatkannya sebagai pakan.

## 3. *Ulva* sp.



Ciri-ciri umum hampir sama dengan *Ulva reticulata* tetapi bentuknya sedikit berbeda. Bentuknya tidak seperti lembaran, lebih berdaging.

### **Kandungan Metabolit Sekunder *Ulva reticulata* (selada laut)**

Ekstrak kasar selada laut maupun fraksinya dalam methanol dan *n*-heksana mengandung steroid dan saponin. Selain itu ekstrak kasarnya juga mengandung monoterpenoid dan seskuiterpenoid. Sedangkan fraksinya dalam methanol mengandung flavanoid (**Tabel 1**).

### **Bioaktivitas *Ulva reticulata***

Hasil uji bioaktivitas selada laut baik dalam bentuk ekstrak kasar maupun fraksinya dalam metanol dan *n*-heksana terhadap bioindikator, menunjukkan aktivitas yang berbeda dengan zona hambat yang bervariasi.

### **Bioaktivitas *Ulva reticulata* Terhadap *Bacillus subtilis***

Ekstrak kasar selada laut mampu menghambat pertumbuhan *B. subtilis*. Kadar 22,5– 25 % menunjukkan aktivitas tertinggi, terlihat pertumbuhan *B. subtilis* dihambat dengan zona hambat yang terbentuk sebesar 7,83 – 7,88 mm lebih tinggi dibandingkan dengan zona hambat akibat fraksi metanol dan *n*-heksana dengan kadar 8 % (Tabel 2). Peningkatan konsentrasi ekstrak kasar, metanol dan *n*-heksana *Ulva reticulata* akan meningkatkan bioaktivitasnya dan rataan zona hambat yang terbentukpun meluas. Namun demikian bila dibandingkan dengan ampisilin, bioaktivitas selada laut terhadap *B. subtilis* kurang positif. Zona hambat yang terbentuk hanya  $\frac{1}{4}$  dari zona hambat ampisilin.

Aktivitas antibakteri selada laut baik fraksinya dalam metanol maupun dalam *n*-heksana terhadap *B. subtilis* masih di bawah aktivitas ampisilin. Zona hambatannya  $\frac{1}{3}$  –  $\frac{1}{4}$  dari zona hambatannya ampisilin. (Tabel 2).



**Tabel 1. Kandungan Metabolit Sekunder pada *Ulva reticulata***

Golongan Senyawa	Ekstrak Metanol	Fraksi Metanol	Fraksi <i>n</i> -Heksana
Alkaloid	-	-	-
Polifenolat	-	-	-
Flavonoid	-	+	-
Monoterpenoid	+	-	-
Seskuiterpenoid	+	-	-
Steroid	+	+	+
Terpenoid	-	-	-
Kuinon	-	-	-
Saponin	+	+	+

Keterangan : + terdeteksi - tidak terdeteksi

***Bioaktivitas Ulva reticulata Terhadap Staphylococcus aureus***

Ekstrak selada laut baik kasar maupun frakasinya dalam methanol dan *n*-heksana menunjukkan aktivitas antibakteri yang berbeda terhadap bakteri *S. aureus*. Kekuatan menghambat pertumbuhan bakteri uji berkisar antara 7.13 – 9.33 mm lebih tinggi dari pada ampisilin (7,0 – 7,75 mm). Kadar 25 % ekstrak kasar selada laut memiliki daya hambat 1 ¼ kali lebih tinggi dari zona hambatan ampisilin (Tabel 3).

***Bioaktivitas Ulva reticulata Terhadap Escherichia coli***

Hasil pengujian bioaktivitas ekstrak kasar, fraksi methanol dan fraksi *n*-heksana selada laut terhadap *Escherichia coli* menunjukkan aktivitas yang beragam. Pertumbuhan *E coli* dapat dihambat oleh senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak dan fraksi selada laut. Peningkatan konsentrasi ekstrak kasar, fraksi methanol dan fraksi *n*-heksana diikuti dengan peningkatan bioaktivitasnya terhadap *E coli*, terlihat adanya peningkatan rata-rata zona hambat yang terbentuk. Zona hambatan pertumbuhannya berkisar antara 7.19 - 9.38 mm. Zona hambat yang dihasilkan fraksi methanol dengan kadar 12,5 % (9,38 mm) mendekati nilai zona hambat yang dihasilkan oleh ampisilin (10,63 mm). Hal ini menunjukkan bahwa bioaktivitas methanol selada laut dalam menghambat pertumbuhan *E coli* tidak berbeda jauh dengan kemampuan ampisilin dalam menghambat pertumbuhan *E coli*. Apabila konsentrasi fraksi selada laut dalam methanol ditingkatkan, maka ada kemungkinan zona hambatan yang terbentuk akan melebihi zona hambatan yang dibentuk oleh ampisilin (Tabel 4). Meskipun bila dilihat secara keseluruhan aktivitas selada laut masih lebih rendah dari aktivitas antibiotik ampisilin. Terlihat dari lebih lebarnya diameter zona hambatan yang dibentuk ampisilin yaitu 10.63 – 14.33 mm (Tabel 4).

**Tabel 2. Rataan Zona Hambat (mm) Pertumbuhan Bacillus subtilis oleh ekstrak dan fraksi Ulva reticulata**

No.	<i>U. reticulata</i>									Ampicilin
1	Ekstrak Metanol	Konsentrasi	0%	15%	17,5%	20%	22,5%	25%	10µg	
		Zona hambat (mm)	<b>0,00</b>	<b>6,96</b>	<b>7,42</b>	<b>7,63</b>	<b>7,83</b>	<b>7,88</b>	<b>27,08</b>	
2	Fraksi Metanol	Konsentrasi	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	12,5%	10µg	
		Zona hambat (mm)	<b>0,00</b>	<b>7,13</b>	<b>7,25</b>	<b>7,25</b>	<b>7,31</b>	<b>7,44</b>	<b>31,00</b>	
3	Fraksi <i>n</i> -heksana	Konsentrasi	0%	2%	4%	6%	8%	10%	10µg	
		Zona hambat (mm)	<b>0,00</b>	<b>7,13</b>	<b>7,50</b>	<b>7,56</b>	<b>7,63</b>	<b>7,94</b>	<b>21,00</b>	



**Tabel 3. Zona Hambatan Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* (mm) oleh ekstrak dan fraksi *Ulva reticulata* asal Gili Kondo**

No.	<i>U. reticulata</i>								Ampicilin
1	Ekstrak Metanol	Konsentrasi	0%	15%	17,5%	20%	22,5%	25%	10µg
		Zona hambat (mm)	<b>0,00</b>	<b>7,13</b>	<b>7,71</b>	<b>8,04</b>	<b>9,13</b>	<b>9,33</b>	<b>7,00</b>
2	Fraksi Metanol	Konsentrasi	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	12,5%	10µg
		Zona hambat (mm)	<b>0,00</b>	<b>7,25</b>	<b>7,56</b>	<b>7,63</b>	<b>7,75</b>	<b>8,38</b>	<b>7,38</b>
3	Fraksi <i>n</i> -heksana	Konsentrasi	0%	2%	4%	6%	8%	10%	10µg
		Zona hambat (mm)	<b>0,00</b>	<b>7,56</b>	<b>7,38</b>	<b>7,63</b>	<b>7,81</b>	<b>8,44</b>	<b>7,75</b>

**Tabel 4. Zona Hambatan Pertumbuhan *Escherichia coli* (mm) oleh ekstrak dan fraksi *Ulva reticulata* asal Gili Kondo**

No.	<i>U. reticulata</i>								Ampicilin
1	Ekstrak Metanol	Konsentrasi	0%	15%	17,5%	20%	22,5%	25%	10µg
		Zona hambat (mm)	<b>0,00</b>	<b>7,83</b>	<b>8,04</b>	<b>8,29</b>	<b>8,63</b>	<b>8,88</b>	<b>14,33</b>
2	Fraksi Metanol	Konsentrasi	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	12,5%	10µg
		Zona hambat (mm)	<b>0,00</b>	<b>7,19</b>	<b>7,63</b>	<b>8,13</b>	<b>8,19</b>	<b>9,38</b>	<b>10,63</b>
3	Fraksi <i>n</i> -heksana	Konsentrasi	0%	2%	4%	6%	8%	10%	10µg
		Zona hambat (mm)	<b>0,00</b>	<b>7,63</b>	<b>7,75</b>	<b>7,63</b>	<b>7,81</b>	<b>8,00</b>	<b>12,22</b>

**Aksi Metabolit Sekunder Ekstrak *Ulva reticulata* Dalam Metanol Terhadap Bakteri Uji**

Ekstrak kasar selada laut berpengaruh terhadap pertumbuhan, *S. aureus*, dengan rata-rata zona hambat sebesar 6.89 mm, paling lebar, bila dibandingkan dengan zona hambatnya pada *B. subtilis* (6.28 mm) dan *Escherichia coli* (6,44mm). Secara statistik berbeda nyata (Tabel 5).

**Tabel 5. Pengaruh Ekstrak *Ulva reticulata* Dalam Metanol Terhadap Zona Hambatan Bakteri Uji**

Jenis Bakteri	Rataan Diameter Hambat (mm)
<i>Bacillus subtilis</i>	6,28a
<i>Staphylococcus aureus</i>	6,89b
<i>Escherichia coli</i>	6,44a

Ket. : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Pemakaian dosis ekstrak selada laut yang berbeda ternyata berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bakteri uji. Konsentrasi 25% dan 22.5% menghasilkan zona hambatan paling luas dibandingkan dengan konsentrasi 0% - 20% dan secara statistik berbeda nyata (Tabel 6).

Interaksi antara konsentrasi ekstrak selada laut dan jenis bakteri uji menunjukkan bahwa pada konsentrasi 25%, zona hambatan yang terbentuk pada setiap jenis bakteri uji adalah yang terbesar. Pada *B. subtilis* zona hambatnya 7.88 mm, *S. aureus* sebesar 9.33 mm, dan *E. coli* sebesar 8.88 mm, secara statistik berbeda nyata (Tabel 7).



**Tabel 6. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Metanol *Ulva reticulata* terhadap Zona Hambat**

<b>Konsentrasi</b>	<b>Rataan Diameter Hambat (mm)</b>
0%	0,00a
15%	7,31b
17,5%	7,72c
20%	7,99d
22,5%	8,53e
25%	8,69e

Ket. : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

**Tabel 7 Rataan Zona Hambatan (mm) yang Terbentuk dari Interaksi Konsentrasi Ekstrak Metanol *Ulva reticulata* terhadap *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli***

<b>Bakteri</b>	<b>Konsentrasi</b>					
	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>17,50%</b>	<b>20%</b>	<b>22,50%</b>	<b>25%</b>
<i>B. subtilis</i>	0 a	6,96 a	7,42 ab	7,63 ab	7,83 a	7,88 a
	A	B	CD	DE	E	E
<i>S. aureus</i>	0 a	7,13 ab	7,71 bc	8,04 bc	9,13 c	9,33 c
	A	B	CD	DE	FG	G
<i>E. coli</i>	0 a	7,83 c	8,04 cd	8,29 cd	8,63 b	8,88 b
	A	B	BC	CD	DE	EF

Keterangan : Huruf kecil yang berbeda ke arah kolom dan huruf kapital yang berbeda ke arah baris menunjukkan perbedaan nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Zona hambatan yang terbentuk pada ketiga jenis bakteri dengan konsentrasi yang berbeda masih digolongkan ke dalam kategori sensitivitas sedang (Mukherejee, 1988).

#### **Aksi Metabolit Sekunder Fraksi *Ulva reticulata* Dalam Metanol Terhadap Bakteri Uji**

Pemberian Fraksi selada laut dalam metanol berpengaruh terhadap bakteri uji. Diameter zona hambatan pertumbuhan yang terbentuk berbeda. Zona hambatan pada *E. coli* 6.75 mm, *S. Aureus* 6.43 mm dan *B. Subtilis* 6.06 mm, sehingga didapatkan urutan sensitivitas; *E.coli* paling sensitif, sedangkan *S. Aureus* dan *B. subtilis* kurang sensitif (Tabel 8).

Diameter zona hambatan yang terbesar dijumpai pada konsentrasi 12.5% sebesar 8.40 mm dan secara statistik berbeda nyata dengan konsentrasi 2.5% - 10% (Tabel 9). Pada setiap bakteri uji, pemberian fraksi selada laut dalam metanol dengan konsentrasi tertinggi yaitu 12.5% memberikan zona hambatan yang terbesar.

**Tabel 8. Pengaruh Fraksi Metanol *Ulva reticulata* terhadap Zona Hambat Bakteri Uji**

<b>Jenis Bakteri</b>	<b>Rataan Diameter Hambat (mm)</b>
<i>Bacillus subtilis</i>	6.06a
<i>Staphylococcus aureus</i>	6.43b
<i>Escherichia coli</i>	6.75c

Ket. : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata.



**Tabel 9.** Pengaruh Konsentrasi Ekstrak *Ulva reticulata* Dalam Metanol Terhadap Zona Hambat

Konsentrasi	Rataan Diameter Hambat (mm)
0%	0,00a
2,5%	7,19b
5%	7,48c
7,5%	7,67cd
10%	7,75d
12,5%	8,40e

Ket. : Nilai rata-rata, diikuti huruf menunjukkan perbedaan nyata

Pada setiap bakteri uji, pemberian fraksi selada laut dalam metanol dengan konsentrasi tertinggi yaitu 12.5% memberikan zona hambatan yang terbesar. Rataan diameter hambatan pada *B. Subtilis* 7.44 mm dan *S. Aureus*, sebesar 9.38 mm (**Tabel 10**).

**Aksi Metabolit Sekunder Fraksi *Ulva reticulata* Dalam n-heksana Terhadap Bakteri Uji**

Fraksi selada laut dalam n-heksana yang diberikan pada bakteri uji, mampu menghambat pertumbuhan setiap bioindikator uji. Namun secara statistik hanya konsentrasi 10% yang berpengaruh nyata terhadap zona hambat yang terbentuk (**Tabel 10**).

**Tabel 10.** Rataan Zona Hambatan (mm) yang Terbentuk dari Interaksi Konsentrasi Fraksi Metanol *Ulva reticulata* terhadap Bakteri uji

Bakteri	Konsentrasi					
	0%	2,5%	5%	7,5%	10%	12,5%
<i>B. subtilis</i>	0 a	7,13 a	7,25 a	7,25 a	7,31 a	7,44 a
	A	B	BCD	BCD	BCD	BCDE
<i>S. aureus</i>	0 a	7,25 a	7,56 a	7,63 a	7,75 b	8,38 b
	A	BCD	CDE	DE	E	F
<i>E. coli</i>	0 a	7,19 a	7,63 a	8,13 b	8,19 c	9,38 c
	A	B	C	D	D	E

Ket. : Huruf kecil yang berbeda ke arah kolom dan huruf kapital ke arah baris menunjukkan

perbedaan nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%. Pada *E. coli* hal ini terjadi pada konsentrasi 6% dengan rata-rata diameter hambatan 7.63 mm sedangkan pada *S. aureus* terjadi pada konsentrasi 4% dengan rata-rata diameter hambatan sebesar 7.38 mm

**Tabel 11.** Pengaruh Konsentrasi Fraksi *Ulva reticulata* Dalam n-Heksana terhadap Zona Hambat

Konsentrasi	Rataan Diameter Hambat (mm)
0%	0,00a
2%	7,44b
4%	7,54bc
6%	7,60bc
8%	7,75c
10%	8,13d

Ket : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.



## PEMBAHASAN

### ***Kandungan Metabolit Sekunder Pada *Ulva reticulata****

Flavonoid merupakan golongan senyawa yang memiliki manfaat sebagai antioksidan, antialergi, antiviral, dan antikarsinogenik. Beberapa diantaranya mampu menstimulir sintesis protein, dan sebagai antiinflamatori, diuretik, antibakteri dan antijamur (Batchelder, 1995). Flavonoid termasuk ke dalam senyawa fenol yang dapat membentuk kompleks dengan protein melalui ikatan hidrogen. Gugus hidroksilnya dapat bereaksi dengan asam amino pada protein bakteri sehingga menimbulkan efek bakterisid. Fenol juga mampu menggumpalkan protein, alkaloid, dan gelatin ( Harborn, 1987; Hugo, 1982).

Monoterpenoid merupakan golongan senyawa yang memiliki struktur karbon sepuluh yang termasuk ke dalam minyak atsiri, dengan aroma yang kuat serta kegunaan yang beragam. Di bidang farmakologi sebagai antiseptik, insektisida, ekspektoran, antihelmintik, dan anti-kolesterol, (Batchelder, 1995).

Seskuiterpenoid terdapat dalam tumbuhan bersama dengan monoterpenoid. Beberapa bersifat sangat toksik, tetapi dapat digunakan sebagai antifungal, insektisida, atau sebagai antibiotik. Kemampuannya sebagai antibiotik telah dibuktikan dengan ditemukannya seskuiterpenoid pada alga yang aktif melawan *Staphylococcus aureus* dan *Candida albicans* (Batchelder, 1995).

Steroid merupakan golongan senyawa produk alami yang memiliki sifat sebagai hormon yang mengatur alat reproduksi pada manusia, pergantian kulit serangga, dan reproduksi seksual pada fungi akuatik. Dalam bidang pengobatan, steroid berperan sebagai kardiotonik (digitoxin), prekursor vitamin D, kontrasepsi oral (progestin semi-sintetik), agen antiinflamatori (corticosteroids) dan agen anabolik (androgens). Senyawa steroid sangat bermanfaat baik untuk tumbuhan maupun untuk manusia. Steroid yang diperoleh dari tumbuhan telah terbukti penggunaannya sebagai obat untuk berbagai macam penyakit dan sebagai antibiotik (Batchelder, 1995). Pada tumbuhan, kandungan steroid terbagi menjadi steroid dan saponin.

Saponin adalah salah satu golongan senyawa yang rumit dan terdapat dalam berbagai jenis tumbuhan, bersifat larut dalam air dan etanol (Robinson, 1991), larut dalam etil asetat dan *n*-butanol serta digolongkan dalam senyawa polar (Hosetmann *et al*, 1995). Termasuk senyawa aktif permukaan yang kuat, dapat menimbulkan busa jika dikocok dalam air dan pada konsentrasi rendah sering menyebabkan hemolisis sel darah merah. Dalam larutan yang sangat encer saponin sangat beracun untuk ikan. Aktivitas biologisnya seperti antimikroba, bekerja dengan cara membentuk senyawa kompleks dalam membran plasma, menghancurkan sifat permeabilitas dinding sel, dan akhirnya menimbulkan kematian sel (Dey, 1991). Selain memiliki aktivitas antibakteri dan antijamur, saponin juga memiliki sifat insektisida, moluskisida, alelopatik, antinutrisi, dapat menurunkan kolesterol darah dan menghambat pertumbuhan sel kanker (Davidson, 2001).

Adanya flavanoid, monoterpenoid, seskuiterpenoid, saponin dan steroid yang terdeteksi pada penapisan fitokimia *Ulva reticulata* menunjukkan bahwa selada laut memiliki potensi sebagai bioprospecting.

### ***Bioaktivitas *Ulva reticulata* Terhadap *Bacillus subtilis****

Aktivitas antibakteri ekstrak metanol selada laut dan fraksinya terhadap *B. subtilis* jauh lebih rendah dari aktivitas antibakteri ampicilin. *B. subtilis* merupakan bakteri gram positif yang memiliki endospora, sehingga dinding selnya sulit untuk ditembus, akibatnya senyawa bioaktif



yang terkandung dalam selada laut tidak mampu melakukan penghambatan. Endospora bakteri lebih resisten terhadap senyawa bahan aktif bila dibandingkan dengan sel vegetatif bakteri (Braude, 1982; Pelczar, 1988).

#### ***Bioaktivitas Ulva reticulata Terhadap Staphylococcus aureus***

Metabolit sekunder dari *U. reticulata* memiliki bioaktivitas yang bersifat antibakteri sehingga pertumbuhan *S. aureus* dapat dihambat, dengan daerah hambatan 7.13 mm – 9.33 mm sama dengan hasil penelitian Gonzales *et al.* (2001), yaitu kurang dari 15 mm.

Sedangkan pemakaian ampisilin hanya mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus* dengan diameter 7.0 mm – 7.75 mm. Kemungkinan karena bakteri *S. aureus* mampu menghasilkan  $\beta$ -laktamase yang dapat menghilangkan daya antimikrobal dari ampisilin (Jawetz *et al.*, 1995).

Aktivitas selada laut melawan *S. aureus* termasuk dalam kategori sensitivitas sedang (Mukhrejee, 1988). Kemampuan ekstrak selada laut dan fraksinya untuk menghambat pertumbuhan *S. aureus*, mungkin karena sifat bakteri gram positif yang tidak berkapsul dan tidak berspora, sehingga senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak selada laut dan fraksinya mampu melakukan mekanisme penghambatan dengan cara menghambat sintesa peptidoglikan, yaitu komponen yang memberikan sifat kaku pada dinding sel yang diperlukan untuk mempertahankan keutuhan sel. Kehancuran dinding sel akan mengakibatkan lisis pada sel (Jawetz *et al.*, 1995).

#### ***Biokativitas Ulva reticulata Terhadap Escherichia coli***

Aktivitas antibakteri ekstrak selada laut dan fraksinya, belum mampu melebihi daya kerja ampisilin dalam melawan *E. coli*, kemampuannya termasuk ke dalam kategori sensitivitas sedang (Mukhrejee, 1988). Bakteri *E. coli* merupakan bakteri gram negatif yang memiliki struktur dinding sel yang lebih rumit daripada bakteri gram positif dan memiliki enterotoksin dan endotoksin. Keadaan tersebut menyebabkan senyawa bioaktif dari ekstrak selada laut dan fraksinya sulit untuk melakukan mekanisme penghambatan melalui penghancuran dinding sel. Selain itu menurut Braude (1982) endotoksin pada *E. coli* mengandung lipopolisakarida yang mampu bergabung dengan dinding sel sehingga sulit untuk ditembus dan dihancurkan.

#### ***Aksi Metabolit Sekunder Ekstrak Ulva reticulata Dalam Metanol Terhadap Bakteri Uji***

Golongan metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak selada laut (*U. reticulata*) dalam metanol yaitu saponin, mungkin mampu melakukan mekanisme penghambatan dengan cara menembus permeabilitas dinding sel bakteri *S. aureus* dan *E. coli*, sehingga menyebabkan kematian sel (Dey, 1991). Selain saponin, golongan metabolit sekunder lain seperti steroid (steroid alkohol), memiliki kemampuan dalam memisahkan rantai asam lemak, dan dalam hal ini dapat mencegah proses yang akan memadatkan plasma membran pada temperatur rendah sehingga bahan antimikroba bisa lebih mudah memasuki sel (Braude, 1982). Berbeda dengan *S. aureus* dan *E. coli*, zona hambat yang terbentuk pada *B. subtilis*, selain memiliki dinding sel yang terdiri dari peptidoglikan, juga mempunyai kapsul dan endospora yang memiliki resistensi terhadap bahan aktif ataupun proses-proses yang dapat membunuh sel vegetatifnya (Pelczar, 1988).

Peningkatan konsentrasi telah menyebabkan peningkatan zona hambat, mungkin pada konsentrasi yang lebih tinggi, senyawa bioaktif ekstrak juga terakumulasi lebih banyak sehingga memberikan daya kerja yang lebih efektif. Dari hasil penapisan fitokimia diketahui bahwa ekstrak selada laut dalam metanol mengandung monoterpenoid, steroid, seskuiterpenoid, dan saponin. Selain saponin dan steroid yang memiliki aktivitas antibakteri, ternyata senyawa monoterpenoid dan seskuiterpenoid juga memiliki aktivitas antibakteri



(Batchelder, 1995). Setiap golongan senyawa tersebut memberikan efek yang berbeda dan menghasilkan bioaktivitas antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan ketiga jenis mikroorganisme uji yaitu *B. subtilis*, *S. aureus*, dan *E. coli*. Ekstrak selada laut dalam metanol masih berupa ekstrak kasar yang memiliki senyawa polar dan nonpolar yang bersatu sehingga daya kerja senyawa bioaktifnya belum optimal.

Adanya perbedaan aktivitas karena metabolit sekunder yang terkandung memiliki efek sinergis yang berbeda tergantung pada sifat dan morfologis bakteri, seperti perbedaan dinding sel yang dimiliki oleh bakteri gram negatif dan gram positif.

#### **Aksi Metabolit Sekunder Fraksi *Ulva reticulata* Dalam Metanol Terhadap Bakteri Uji**

Zona hambatan paling besar terdapat pada bakteri *E. coli* yaitu 6.75 mm, kemudian *S. aureus* (6.43 mm) dan zona hambatan terkecil terdapat pada bakteri *B. subtilis* (6.06 mm). Perbedaan rata-rata zona hambat yang terbentuk disebabkan adanya perbedaan sifat dan morfologi dari ketiga jenis bakteri tersebut. *E. coli* yang memiliki struktur dinding sel yang lebih rumit ternyata menunjukkan zona hambatan paling besar. Hal ini mungkin karena metabolit sekunder yang terkandung dalam *U. reticulata*, yaitu saponin, steroid, dan flavanoid mampu merusak komponen dinding sel *E. coli* yang terdiri dari peptidoglikan, lipopolisakarida dan lipoprotein (Hugo, 1997). Flavanoid yang merupakan senyawa fenol memberikan pengaruh dengan menimbulkan gangguan pada plasma membran serta mendenaturasikan enzim yang membantu proses hidup bakteri. *S. aureus* hanya memiliki dinding sel yang terdiri dari peptidoglikan dan asam tekoat dapat lebih mudah ditembus oleh metabolit sekunder. Berbeda *B. subtilis* meskipun hanya memiliki dinding sel dengan lapisan peptidoglikan sulit ditembus oleh metabolit sekunder karena memiliki kapsul dan menghasilkan endospora yang memiliki kemampuan membelah menjadi sel vegetatif baru serta resisten terhadap senyawa aktif yang menyebabkan adanya mekanisme penghambatan pertumbuhan (Hugo, 1977; Braude, 1982; Volk, 1993).

Pemakaian kadar fraksi selada laut dalam metanol yang meningkat telah mampu menyebabkan perluasan diameter zona hambatan dari bakteri uji. Kemungkinan pemakaian selada laut yang lebih tinggi akan menghasilkan daya kerja metabolit sekundernya lebih efektif. Seperti golongan flavonoid yang merupakan senyawa fenol, pada konsentrasi rendah hanya menyebabkan dinding sel bakteri lisis sedangkan pada kadar yang lebih tinggi dapat menyebabkan koagulasi sitoplasma dan rusaknya unsur pokok pada sitoplasma seperti ion  $K^+$  dan ribose (Hugo, 1977).

Interaksinya terhadap *E. coli* pada kadar 12.5% menghasilkan zona hambatan terbesar dengan rata-rata diameter sebesar 9.38 mm. Mungkin *U. reticulata* difraksi dengan pelarut metanol merupakan senyawa polar, sehingga mampu menarik saponin yang bersifat polar. Saponinnya dapat menarik grup polar pada membran fosfolipid *E. coli* sehingga merusak strukturnya (Hugo, 1977). Selain itu membran fosfolipid yang juga terdiri dari rantai asam lemak dapat dipisahkan oleh sterol (steroid alkohol) (Braude, 1982) yang terkandung pada fraksi *U. reticulata* dalam metanol. Zona hambatan yang terbentuk < dari 12 mm, menunjukkan bahwa ketiga bakteri uji memiliki sensitivitas sedang (Mukhrejee, 1988). Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rachmaniar (1993) serta Selvin dan Lipton (2004). Mungkin konsentrasi yang dipergunakan masih rendah sehingga daya kerja setiap metabolit sekunder belum mencapai tingkat maksimal.

#### **Aksi metabolit Sekunder Fraksi *Ulva reticulata* Dalam *n*-heksana Terhadap Bakteri Uji**

Fraksi *U. reticulata* dalam *n*-heksana dengan kadar 10% memberikan zona hambatan tertinggi (8.13 mm). Sedangkan zona hambatan terkecil terjadi jika menggunakan kadar 2%



(7.44 mm) (Tabel 8). Hasil penapisan fitokimia, menunjukkan bahwa fraksi selada laut dalam *n*-heksana hanya mengandung saponin dan steroid yang memiliki kemampuan untuk menyebabkan lisis pada dinding sel bakteri (Dey, 1991; Braude, 1982). Keadaan ini akan berpengaruh terhadap mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri ujinya sehingga akan berbeda bila dibandingkan dengan aksi ekstrak kasar selada laut dan fraksinya dalam metanol yang mengandung lebih dari dua golongan metabolit sekunder.

### KESIMPULAN

1. *Ulva* yang ditemukan di Lombok Timur adalah *Ulva* sp, *U. lactuca*, dan *U. reticulata*.
2. Ekstrak metanol *U. reticulata* mengandung: monoterpenoid, seskuiterpenoid, steroid dan saponin. Pada fraksi metanol : flavonoid, steroid, saponin. Pada fraksi *n*-heksana : steroid dan saponin.
3. Ekstrak dan fraksi *Ulva reticulata* memiliki bioaktivitas tinggi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dibanding ampicilin

### DAFTAR PUSTAKA

- Aslan, L.M. 1998. *Budidaya Rumput Laut*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Batchelder, H.J. 1995. Herbal Research Publications. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/poison/pharmacognosy1.html> - 26k [2 Maret 2005].
- Braude, A.I. 1982. *Microbiology*. Tokyo: W.B Saunders Company.
- Davidson, M.W. 2001. Saponin. Florida State University. <http://www.micro.magnet.fsu.edu/micro/saponin.htm> [5 Januari 2005].
- Dey, P.M., J.B. Harbourne. 1991. *Methods in Plant Biochemistry, Assay for Bioactivity*. London: Academic Press.
- Fransworth, N.R. 1966. Biological and phytochemical screening of plant. *Pharmacology science* 53 : 243-245.
- González del Val, A. , G. Palatas., A. Basílico., A. Cabello., J. Gorrochategui., I. Suay., F. Vicente., E. Portillo., M. Jiménez del Río. , G.G. Reina., F. Peláez. 2001. Screening of antimicrobial activities in red, green and brown macroalgae from Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *Int. Microbiol* 4 : 35-49.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Terbitan kedua. Bandung: Penerbit ITB.
- Hostettmann, K., A. Hostettmann., M. Marston. 1995. *Cara Kromatografi Preparatif*. Terjemahan Kosasih Padmawinata. Bandung: Penerbit ITB.
- Hugo, W. B., A. D. Russel. 1977. *Pharmaceutical Microbiology*. London: Blackwell Scientific Publication.
- Jawetz, E., J.L. Melnick., E.A. Adelberg. 1995. *Mikrobiologi Kedokteran (Medical Microbiology)*. Edisi 20. Alih bahasa. Nugroho, Edi dan Maulany, R. F. IKAPI. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Lay, B.W. 1992. *Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit CV Rajawali.
- . 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Lima-Filho, José V.M., Ana F.F.U. Carvalho., Sissi M. Freitas., Vânia M. M. Melo. 2002. Antibacterial activity of extracts of six macroalgae from The Northeastern Brazilian Coast. *Brazilian Journal of Microbiology* 33: 311-313.
- Mardiati, W. 1993. Pengaruh ekstrak *Plantago mayor* L. terhadap pertumbuhan populasi bakteri *Pseudomonas solanacearum* E. F Smith dan terhadap perkecambahan biji tomat, terung dan cabe. Tesis Master Biologi. Bandung: Penerbit ITB.
- Mukherjee, K.L. 1988. *Medical Laboratory Technology A Procedure Manual for Routine Diagnostic Test Volume I*. New Delhi: Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited.
- Pelczar, M.J., E.C.S. Chan. 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid I*. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia.
- . 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid II*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Rachmaniar. 1993. Antimicrobial activity of crude extract and its fractions of seaweed. *Oseanologi Di Indonesia* 26: 1-11.
- . 1996. *Potensi Pemanfaatan Rumput Laut*. Jakarta: Puslitbang Oseanologi – LIPI.
- . 1998. *Rangkuman Hasil Penelitian Produk Alam Laut I*. Jakarta: Puslitbang Oseanologi – LIPI.



- Selvin, J., A.P. Lipton. 2004. Biopotensial of *Ulva fasciata* and *Hypnea musciformis* collected from The Peninsular Coast of India. *Journal of Marine Science and Technology* 12 (1): 1-6.
- Volk, W.A., M.F. Wheeler. 1993. *Mikrobiologi Dasar Jilid I*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Walpole, R.E., R.H. Myers. 1995. *Ilmu Peluang Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Terjemahan RK Sembiring. Bandung: Penerbit ITB.



## PENGARUH PENAMBAHAN KONSENTRASI EKSTRAK *Azolla pinnata* DAN *Salvinia molesta* TERHADAP PERTUMBUHAN POPULASI *Spirulina platensis* (Nordstedt) Geitler DALAM KULTUR SKALA LABORATORIUM

Siti Mutripah, Christiani, dan Sarwanto

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

E-mail : Klik disini dan ketik satu e-mail penulis

*Spirulina platensis* (Nordstedt) Geitler is a good natural and highly nutritious feed for larvae of sea cucumbers, fish and prawns. The growth of spirulina is influenced by its nutrients, which play a role in the development of cell components and their metabolism processes. This research aims at discovering the influence of *Azolla pinnata* and *Salvinia molesta* extracts on the growth of *Spirulina platensis* population. It was conducted in the Aquatic Biology laboratory, Faculty of Biology, University of Jendral Sudirman, Purwokerto. The study is an experimental study with the completely randomized design, consisting of 5 treatments in which each treatment was repeated 3 times. The factors being studied were the addition of concentrate of *Azolla pinnata* and *Salvinia molesta* extracts in the levels of 600 ppm, 700 ppm, 800 ppm, 900 ppm dan 1000 ppm. The main parameter being measured was the growth of *Spirulina pinnata* and *Salvinia molesta* while the supporting parameters were the contents of N-total, P-total dan K- total in the *Azolla pinnata* dan *Salvinia molesta*. To know the difference among the treatments, the data were analyzed by using the F test; then, when they differed, the data were analyzed by LSD test was conducted to know the best treatment. The result of the study shows that the increase of concentrate of *A. pinnata* and *S. molesta* extracts to the culture has a significant influence on the growth of *S. platensis* population. The addition of 1000 ppm *A. pinnata* dan *S. molesta* extracts is the best level of concentrate for the growth of *S. platensis* with the growth of 131 ind/ml of the *A. pinnata* extract and 118 ind/ml of the *S. molesta* extract.

Keywords: *Spirulina platensis*, Different Concentrate Levels of Extracts, *Azolla pinnata*, *Salvinia molesta*, Laboratory Scale.

### PENDAHULUAN

*S. platensis* merupakan anggota Cyanophyta (Cyanobacteria= blue green algae) yang hidup di perairan laut. Kedudukan taksonomi (*taxonomic clasification*) dari mikroalga ini menurut Barsanti dan Gualtieri (2006) termasuk devisio Cyanophyta, classis Cyanophyceae, ordo Oscillatoriales, familia Phormidiaceae, genus *Spirulina*, species *Spirulina platensis*.

Manfaat mikroalga *S. platensis* dalam dunia perikanan, telah banyak dijual dalam bentuk tepung dan produk-produk makanan olahan. *S. platensis* dalam bentuk tepung sudah diproduksi secara komersial di California, Israel, Jepang, Taiwan dan juga Mexico. Di Jepang *S. platensis* diberikan pada ikan mas koki dan ikan hias lainnya karena dapat meningkatkan kualitas warna ikan hias tersebut. Budidaya *S. platensis* di Indonesia hingga saat ini belum intensif sehingga produksinya belum dikenal dan masih mengandalkan produk tepung dari luar negeri sebagai pakan ikan.

Adanya manfaat yang besar menjadi motivasi untuk mengkultur *S. platensis* dalam jumlah besar. Salah satu aspek yang sangat penting pada pelaksanaan kultur adalah mengoptimalkan faktor-faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan *S. platensis*. Salah satu faktor utama yang mendukung pertumbuhan *S. platensis* adalah ketersediaan nutrisi. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), nutrisi yang dibutuhkan pada kultur mikroalga *S. platensis* terdapat dua kelompok, yaitu hara makro (N, P, K, S, Na, Si dan Ca) dan hara mikro (Fe, Zn, Mn, Cu, Mg, Mo, Co dan Bo).

Pemanfaatan *A. pinnata* sebagai pupuk sangat memungkinkan, karena apabila dihitung dari berat keringnya dalam bentuk kompos, *A. pinnata* kering mengandung unsur Nitrogen (N) 3 - 5 %, Phosphor (P) 0,5 - 0,9 %, Kalium (K) 2 - 4,5 % dan Calsium (Ca) 0,4 - 1 %. Sedangkan





hara mikronya berupa Magnesium (Mg) 0,5 - 0,6 %, Ferum (Fe) 0,06 - 0,26 % dan Mangan (Mn) 0,11 - 0,16 % (Rochdianto, 2008).

Selain *A. Pinnata*, *Salvinia molesta* juga memungkinkan digunakan sebagai pupuk. Menurut Setiowati (2001) bahwa, kandungan energi metabolisme *S. molesta* adalah 2200 kkal/kg. Rosani (2002) juga melaporkan bahwa, kandungan gizi *S. molesta* adalah sebagai berikut: protein kasar 15,9 %, lemak kasar 2,1 %, serat kasar 16,8 %, Calcium 1,27 %, fosfor 0,001%, lisin 0,611%, methionin 0,765%, dan sistin 0,724%.

Dari uraian di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah pemberian pupuk organik dari ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta* berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi mikroalga *S. platensis* pada kultur skala laboratorium
2. Berapakah konsentrasi ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta* yang dapat mempengaruhi pertumbuhan populasi mikroalga *S. platensis* terbaik pada kultur skala laboratorium

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui :

1. Pengaruh pemberian pupuk organik dari ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta* terhadap pertumbuhan populasi mikroalga *S. platensis* pada kultur skala laboratorium
2. Konsentrasi ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta* yang dapat mempengaruhi pertumbuhan populasi mikroalga *S. platensis* terbaik pada kultur skala laboratorium

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberi informasi ilmiah tentang cara kultur mikroalga pada skala yang lebih besar (semi massal dan massal) dengan pemakaian ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta* sebagai pupuk hayati, serta informasi konsentrasi yang tepat pada kultur mikroalga *Spirulina platensis* pada skala yang lebih besar (kultur semi-masal dan masal).

Secara umum pertumbuhan kultur mikroalga menurut Fogg (1975) terdiri dari 5 fase yaitu:

1. Fase induksi atau lag, pada fase ini tidak terdapat penambahan sel
2. Fase eksponensial, pada fase ini pembelahan sel berjalan dengan sangat cepat sehingga jumlah sel bertambah
3. Fase berkurangnya pertumbuhan relatif, pada fase ini pembelahan mulai berkurang sehingga laju pertumbuhan mulai menurun
4. Fase stasioner, pada fase ini jumlah sel tetap, karena laju reproduksi sama dengan laju kematian
5. Fase kematian, pada fase ini laju kematian lebih cepat dari laju reproduksi sehingga jumlah sel akan menurun.

Hasil penelitian Iskandar (2007) menunjukkan bahwa pemakaian campuran ekstrak *A. pinnata* dan *Marselia* mampu menumbuhkan *S. platensis* dengan baik. Hasil penelitian Erawaty (1999) menggunakan ekstrak *Azolla microphylla* dengan konsentrasi 0 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, dan 800 ppm, menunjukkan tingkat konsentrasi ekstrak *A. microphylla* 800 ppm (ekstrak *A. microphylla* tertinggi) memberikan pengaruh yang paling baik terhadap pertumbuhan sel *Chlorella pyrenoidosa*. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat diajukan hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. *S. platensis* mampu tumbuh dan berkembang biak dengan baik pada berbagai konsentrasi ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta*.
2. Tingkat konsentrasi sebesar 1000 ppm (tingkat konsentrasi ekstrak tertinggi) mampu memberikan hasil pertumbuhan populasi *S. platensis* yang paling baik.



## MATERI DAN METODE PENELITIAN

### *Materi, Lokasi dan Waktu Penelitian*

#### *Materi Penelitian*

##### *Bahan*

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah biakan murni *Spirulina platensis*, ekstrak *Azola pinnata*, ekstrak *Salvinia molesta*, pupuk M-Bio dan media air laut

##### *Alat*

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Botol kultur, aerator, rak kultur, selang dan perlengkapannya, mikroskop binokuler, lampu TL 40 watt, Sedgewich rafter, *hand-counter*, blender, timbangan analitik, pipet ukur, *beker glass*, *glass tick*, *hand-refraktometer*, pH-meter, termometer dan alat tulis.

#### *Lokasi dan Waktu Penelitian*

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Biologi Akuatik Fakultas Biologi UNSOED Purwokerto pada bulan Juli-September 2009. Kandungan N, P dan K pada *A. pinnata* dan *S. molesta* dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNSOED Purwokerto.

#### *Metode Penelitian*

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan pola split plot. Perlakuan yang dicobakan adalah: ekstrak *Azola pinnata* dan *Salvinia molesta* (main plot) dengan konsentrasi masing-masing 600 ppm, 700 ppm, 800 ppm, 900 ppm dan 1000 ppm (sub plot). Setiap perlakuan diulang tiga kali.

Main plot adalah jenis ekstrak

$S_1 = Azolla pinnata$

$S_2 = Salvinia molesta$

Sub plot adalah konsentrasi ekstrak

$M_1 = \text{konsentrasi } 600 \text{ ppm}$

$M_2 = \text{konsentrasi } 700 \text{ ppm}$

$M_3 = \text{konsentrasi } 800 \text{ ppm}$

$M_4 = \text{konsentrasi } 900 \text{ ppm}$

$M_5 = \text{konsentrasi } 1000 \text{ ppm}$

Kombinasi perlakuan :

$S_1M_1$      $S_2M_1$

$S_1M_2$      $S_2M_2$

$S_1M_3$      $S_2M_3$

$S_1M_4$      $S_2M_4$

$S_1M_5$      $S_2M_5$

Masing-masing perlakuan diulang 3 kali.

#### *Cara Kerja*

##### *Sterilisasi alat dan bahan*

Media yang akan digunakan disterilisasi dengan cara dididihkan terlebih dahulu sebelum diberi perlakuan. Peralatan kultur yang sudah dicuci bersih, direndam dalam larutan Chlorin



150 mg/l selama 12-24 jam, kemudian dinetralsir dengan 40-50 mg/l Natrium Thyosulfat untuk menghilangkan bau chlorin.

#### *Ekstraksi Azolla pinnata dan Salvinia molesta untuk pembuatan pupuk cair*

*Azolla pinnata* dan *Salvinia molesta* segar masing-masing kurang lebih seberat 1(satu) kg dicuci dengan air ledeng hingga bersih, kemudian ditiriskan. Setelah airnya tuntas dihaluskan dengan menggunakan blender. Setelah lembut masing-masing ekstrak ditempatkan pada bejana. Bejana yang satu diberi kode EAP (bejana yang menampung ekstrak *A. pinnata*), dan bejana yang lainnya diberi kode ESM (bejana yang menampung ekstrak *S. molesta*). Selanjutnya dibuat perhitungan konsentrasi, dengan cara:

Diambil 10 ml ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta*. Masing-masing dimasukkan ke dalam dalam bejana dan ditambah air hingga diperoleh volume 1 liter. Kemudian tambahkan M-bio sebanyak 3 cc dan tutup rapat bejana dengan plastik hitam. Biarkan selama 2X24 jam. Ekstrak yang di dapat memiliki nilai 10000 ppm.

#### *Penentuan N, P dan K-total (di Analisiskan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNSOED)*

##### *Perbanyak Biakan Murni Spirulina platensis*

Kultur dilakukan secara bertahap dimulai dari volume 1000 ml dengan pemberian bibit *S. platensis* sebanyak 1/3 dari air media. Setelah bibit dimasukkan kedalam botol kultur berisi air media dan diberi aerasi. Sumber cahaya untuk fotosintesis digunakan lampu TL-40 watt dengan intensitas cahaya 3000-4500 lux. Penggantian air media dilakukan 4-5 hari sekali. Perbanyak biakan murni dilakukan secara bertahap hingga mencapai volume minimal 5 liter.

##### *Inokulasi biakan murni Spirulina platensis*

Disiapkan 6 buah bejana untuk keperluan kultur. Bejana pertama diisi 300 ml media tanpa ekstrak (sebagai kontrol). Bejana ke- 2; 3; 4; 5 dan 6 diisi media 300 ml dengan konsentrasi ekstrak *A. pinnata* yang berbeda-beda, yakni pada bejana ke-2; 3; 4; 5 dan 6 masing-masing mengandung ekstrak *A. pinnata* sebesar: 900 ppm; 1050 ppm; 1200 ppm; 1350 ppm dan 1500 ppm. Kemudian dipindahkan 150 ml biakan murni pada setiap bejana tersebut (bejana pertama hingga ke-6), dengan demikian pada bejana pertama (kontrol) berisi 450 ml campuran media dengan *S. platensis*; bejana ke-2 hingga ke-6 masing-masing berisi 450 ml media dengan campuran ekstrak *A. Pinnata* yang berbeda-beda, yakni 600 ppm, 700 ppm, 800 ppm, 900 ppm dan 1000 ppm.

Dipasang sebuah aerator pada keenam bejana tersebut dan di atas bejana pada jarak 20 cm dinyalakan sebuah lampu TL 40 watt. Kemudian inkubasikan selama 7 X 24 jam. Dilakukan pekerjaan yang sama untuk perlakuan dengan menggunakan ekstrak *S. molesta*, dengan pengulangan masing-masing tiga kali (lampiran 5)

##### *Penghitungan Kepadatan Awal Dengan Sedgewich Rafter*

Biakan murni *S. platensis* diaduk dengan menggunakan *glass stick*. Biakan diambil menggunakan pipet tetes dan di masukkan ke dalam *beaker glass*. Kemudian diambil beberapa tetes biakan murni *S. platensis* dan ditetaskan ke dalam *sedghwich rafter* hingga volume biakan memenuhi *sedghwich rafter*. Kemudian *sedghwich rafter* diletakkan di meja mikroskop binokuler untuk diamati kepadatannya. Dihitung jumlah individu yang terlihat dalam 10 lapang pandang. Kepadatan dihitung dengan menggunakan rumus Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) sebagai berikut :



$$\begin{aligned}
 N &= J_{bp} \times n \text{ sel/ml} \\
 &= (1000/L_{bp}) n \\
 &= \left( \frac{1000}{3,14 (d/2)^2} \right) n
 \end{aligned}$$

Keterangan:

N = Kepadatan

$J_{bp}$  = Jumlah bidang pandang

$L_{bp}$  = Luas bidang pandang

n = banyaknya mikroalga yang teramati

d = Diameter bidang pandang yang diukur (0,354 mm)

### **Penghitungan Pertumbuhan Populasi**

Penghitungan pertumbuhan *S. platensis* dihitung secara destruktif, dalam arti *S. platensis* yang terdapat dalam sedgewich rafter, setelah diamati langsung dibuang (dicuci alat sedgewich rafter tersebut), dan tidak dimasukkan kembali ke dalam media kultur yang bersangkutan. Penghitungan pertumbuhan pada setiap perlakuan, diamati pada hari ke-1; 2; 3; 4; 5; 6 dan 7 setelah inokulasi. Diulang sebanyak tiga kali. Pertumbuhan populasi dihitung dengan rumus Heddy (2001) sebagai berikut :

$$G = \frac{W_{t2} - W_{t1}}{t2 - t1} \text{ (individu/hari)}$$

Keterangan:

G = Pertumbuhan (individu/hari)

$W_{t1}$  = jumlah populasi pada umur  $t1$

$W_{t2}$  = jumlah populasi pada umur  $t2$

T1 = waktu pengambilan sampel ke-1

T2 = waktu pengambilan sampel ke-2

### **Pengukuran Parameter pendukung**

Pengukuran parameter pendukung berupa suhu, pH, dan salinitas media yang dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Kandungan N, P dan K pada *A. pinnata* dan *S. molesta* dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNSOED Purwokerto.

### **Metode Analisis**

Data pertumbuhan populasi *S. platensis* dianalisis menggunakan uji F untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dan apabila berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji BNT untuk mengetahui perlakuan yang terbaik.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

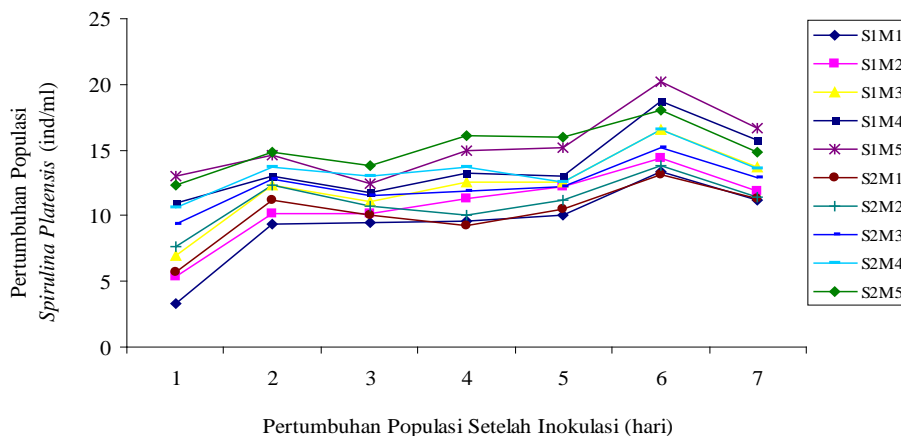
Hasil pengamatan pertumbuhan rata-rata populasi *Spirulina platensis* dengan penambahan konsentrasi ekstrak *Azolla pinnata* dan *Salvinia molesta* dalam waktu 7 hari, menunjukkan adanya pertumbuhan populasi *S. platensis* hingga mencapai puncak pertumbuhan pada hari keenam setelah inokulasi, sedangkan pertumbuhan *S. platensis* pada hari ketujuh semakin menurun (Tabel 3.1).

Pertumbuhan populasi *S. platensis* diperoleh berdasarkan hasil perhitungan kepadatan populasi selama penelitian. Hasil perhitungan pertumbuhan populasi *S. platensis* menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi *S. platensis* terjadi pada setiap perlakuan selama 7 hari, dengan puncak pertumbuhan terjadi pada hari keenam setelah inokulasi (Gambar 3.1)

**Tabel 3.1. Pertumbuhan rata-rata populasi *S. platensis* (ind/ml) dengan penambahan konsentrasi ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta* selama penelitian**

Perlakuan		Pertumbuhan rata-rata populasi <i>S. platensis</i> (ind/ml) pada hari setelah inokulasi							
		0	1	2	3	4	5	6	7
S <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	10	3	9	9	10	10	13	11
	M <sub>2</sub>	10	5	10	10	11	12	14	12
	M <sub>3</sub>	10	7	12	11	13	13	16	14
	M <sub>4</sub>	10	11	13	12	13	13	19	16
	M <sub>5</sub>	10	13	15	12	15	15	20	17
S <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	10	5	11	10	9	10	13	11
	M <sub>2</sub>	10	8	12	11	10	11	14	11
	M <sub>3</sub>	10	9	13	12	12	12	15	13
	M <sub>4</sub>	10	11	14	13	14	13	16	14
	M <sub>5</sub>	10	12	15	14	16	16	18	15

Grafik pertumbuhan *S. platensis* pada kultur dengan penambahan ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta* adalah berbentuk sigmoid. Hari pertama sampai dengan hari ketiga setelah inokulasi terjadi fase induksi, dimana pertumbuhan populasi *S. platensis* berjalan lambat bahkan pada beberapa perlakuan mengalami penurunan pertumbuhan populasi. Hal ini terjadi karena *S. platensis* sedang mengalami adaptasi dengan media baru sebagai faktor pendukung pertumbuhannya.



**Gambar 3.1. Grafik pertumbuhan sel *S. platensis* dengan penambahan ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta***

Setelah melalui fase adaptasi, pada hari keempat sampai dengan hari keenam setelah inokulasi *S. platensis* mengalami fase eksponensial atau fase log dengan peningkatan laju pertumbuhan yang cepat hingga mencapai puncak pertumbuhan populasi, dengan rata-rata pertumbuhan populasi mencapai 20 sel/ml pada perlakuan penambahan ekstrak *A. pinnata* dan 18 sel/ml pada perlakuan dengan penambahan ekstrak *S. molesta*. Menurut Schelegel dan Schmidt (1994), peningkatan jumlah sel yang tajam, menunjukkan bahwa pada tahap pertumbuhan eksponensial terjadi pembelahan sel secara aktif. Media dengan ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta* mengandung nutrisi yang cukup untuk memungkinkan *S. platensis* tumbuh dengan baik.

Pertumbuhan populasi *S. platensis* semakin meningkat terlihat secara visual dengan perubahan warna media kultur *S. platensis* selama kultivasi dari hijau muda hingga hijau tua



terlihat sejak hari keenam setelah inokulasi. Perubahan warna media kultur menjadi hijau tua disebabkan semakin meningkatnya jumlah populasi *S. platensis*, hal ini ditunjukkan dengan pertumbuhan populasi *S. platensis* selama 7 hari berkisar antara 3-20 sel/ml. Peningkatan pertumbuhan terjadi karena didukung oleh terpenuhinya kebutuhan nutrisi untuk proses pembelahan sel, hingga puncak pertumbuhan pada hari keenam kemudian terjadi penurunan kepadatan yang cukup besar pada hari ketujuh yang disebabkan berkurangnya nutrisi serta terakumulasinya sisa-sisa metabolisme yang merupakan racun bagi *S. platensis*, sehingga dapat menyebabkan kematian. Kekurangan nutrisi sebagai salah satu penyebab turunnya pertumbuhan populasi dalam penelitian ini, dikarenakan pemberian nutrisi hanya dilakukan pada awal penelitian. Penurunan pertumbuhan populasi ini sesuai dengan pernyataan Panji dan Suharyanto (2001), bahwa komposisi media dan bahan organik kompleks yang kurang mencukupi akan menurunkan pertumbuhan dan biomassa sel *S. platensis*.

Setelah fase log, pertumbuhan kultur *S. platensis* mengalami fase kematian yang ditandai dengan penurunan jumlah populasi pada hari ketujuh. Warna kultur menjadi hijau kecoklatan, dikenal dengan istilah browning pada kultur. Browning terjadi akibat adanya fenol berlebihan yang dihasilkan oleh mikroalga, sehingga menyebabkan kematian atau dapat menimbulkan racun bagi *S. platensis*.

Hasil analisis ragam pemberian konsentrasi ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta* terhadap pertumbuhan populasi *S. platensis* pada pada hari pertama, ketiga, keempat, kelima dan ketujuh menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara jenis gulama dan konsentrasi terhadap pertumbuhan populasi *S. platensis*, tetapi secara mandiri konsentrasi ekstrak berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan populasi *S. platensis*

Selain nutrisi faktor lain yang berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi *S. platensis*, adalah cahaya. Menurut Vonshak (2002), cahaya sangat berpengaruh terhadap proses fotosintesis *S. platensis* yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan sel. Durasi penggunaan cahaya buatan untuk pertumbuhan optimal populasi *S. platensis*  $\geq 18$  jam sehari. Surogi (2002) menambahkan, bahwa intensitas cahaya yang digunakan pada penelitian ini adalah 3.800 lux. *S. platensis* tahan pada intensitas cahaya rendah sampai tinggi 500-350.000 lux. Pada penelitian ini kebutuhan cahaya dalam kultur dipenuhi oleh lampu TL 40 watt selama 24 jam.

Temperatur merupakan faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga. Kabinawa (2006) berpendapat bahwa *S. platensis* merupakan tipe alga mesofilik yang dapat tumbuh optimal pada kisaran suhu 35-38 °C. Sedangkan suhu minimumnya 19-20 °C. Pada suhu 30 °C, trikhomanya menjadi agak langsing dan pada suhu 40 °C bentuk spiralnya akan hilang dan trikhotoma berubah menjadi huruf C sebelum akhirnya berubah bentuk menjadi lurus. Suhu kurang dari 10°C berakibat menurunkan laju pertumbuhan *S. Platensis*, sedangkan jika suhu lebih dari 50 °C akan menyebabkan kematian. Temperatur yang terdapat dalam ruangan kultur pada penelitian ini mencapai 30 °C. Temperatur tersebut bukan temperatur optimum untuk pertumbuhan *S. platensis*. Namun berdasarkan hasil penelitian, *S. platensis* dapat masih dapat tumbuh dengan baik pada temperatur tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Belay (2008) bahwa, temperatur minimum untuk pertumbuhan *S. platensis* adalah 15-20°C.

Hasil pengukuran salinitas pada media kultur 11‰. Menurut Sen dan Coker (2005), salinitas optimum untuk pertumbuhan mikroalga adalah 25 ‰. Walaupun demikian, pertumbuhan *S. platensis* dapat berjalan baik karena mikroalga air laut sangat toleran terhadap perubahan salinitas dan bibit yang diperoleh merupakan bibit yang sudah diadaptasikan dengan salinitas rendah.



Hasil pengukuran pH rata-rata media *Spirulina* pada media kultur *S. platensis* pada hari pertama sampai hari ketujuh berkisar antara 7-8 (Lampiran 4). Hal ini sesuai dengan pernyataan Barsanti dan Gualtieri (2006), bahwa faktor lingkungan lain yang mempengaruhi pertumbuhan *S. platensis* adalah derajat keasaman. Kisaran pH pada kebanyakan kultur mikroalga antara 7-9 dengan kisaran optimum 8,2-8,7.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian pupuk organik dari ekstrak *Azolla pinnata* dan *Salvinia molesta* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan populasi mikroalga *Spirulina platensis* pada kultur skala laboratorium
2. Konsentrasi ekstrak *A. pinnata* dan *S. molesta* sebesar 1000 ppm memberikan pengaruh paling baik terhadap pertumbuhan populasi mikroalga *S. platensis* pada kultur skala laboratorium

### SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa *S. platensis* dapat tumbuh dengan baik pada ekstrak *A. pinnata* maupun *S. molesta*, namun hasil dari penelitian dalam skala laboratorium belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap *S. platensis*. Maka, saran yang dapat diberikan adalah diperlukan suatu penelitian lanjutan dalam skala yang lebih besar yakni kultur skala semi masal dan skala masal, untuk dapat diaplikasikan ke masyarakat guna memenuhi kebutuhan *S. platensis*

### DAFTAR REFERENSI

- Arifin, Z. 1996. *Azolla* Pembudidayaan dan Pemanfaatan pada Tanaman Padi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- Barsanti, L. and Gualtieri, P. 2006. *Algae Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. Taylor & Francis Group. London
- Belay, A. 2008. *Spirulina in Human Nutrition and Health*. Taylor & Francis Group. America
- Belay, A. 2002. The Potential Application of *Spirulina* (*Arthrospira*) as a Nutritional and Therapeutic Supplement in Health Management. *The Journal of The American Nutraceutical Association*, 5 (2). California.
- Conte, F.S. and Cubage, J.S. 2001. *Phytoplankton and Recreation Ponds*. Western Regional Aquaculture Center. Western
- Erawaty, Y. 1999. Pengaruh ekstrak *Azolla microphylla* decaisne terhadap pertumbuhan dan produksi biomassa *Chlorella pyrenoidosa* beijerinck dalam kultur skala laboratorium. Skripsi. UNSOED. Purwokerto
- Feng, D. and Wu, Z. 2006 *Culture of Spirulina platensis in Human Urine for Biomass Production and O2 Evolution*. Zhejiang University. China
- Fikri. 2007. Kandungan Gizi *Spirulina*. <http://www.kesehatan-alami.com/seacucumber-spirulina-kandungan.php>. Htm Diakses 16 Juli 2009
- Foog, G.E. 1975. *Algae Culture and Phytoplankton Ecology*. 2 nd ed. The University of Wisconsin Press. Wisconsin.
- Heddy, S. 2001. *Ekofisiologi Tumbuhan: Suatu Kajian Kuantitatif Pertumbuhan Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Iskandar, S. 2007. Pemanfaatan ekstrak *Azolla pinnata* dan *Marsilea* untuk meningkatkan produksi biomassa sel mikroalga *Spirulina* pada kultur skala laboratorium. UNSOED, Purwokerto.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta



- Kabinawa, I. N. K. 2006. Spirulina Ganggang Penggempur Aneka Penyakit. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Kaderi, H. 2005. Penambahan Konsentrat *Salvinia molesta* Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Padi di Tanah Sulfat Masam. Buletin Teknik Pertanian 10 (2)
- Panji, T. And Suharyanto. 2001. Optimization Media From Low-Cost Nutrient Sources for Growing *Spirulina platensis* and Carotenoid Production. Biotechnology Research Unit For Estate Crops. Bogor.
- Putra, A. P. 2008. Pengaruh perbedaan konsentrasi nitrogen dalam medium terhadap pertumbuhan dan aktivitas antioksidan dari *Spirulina platensis*. Skripsi . ITB. Bandung.
- Rochdianto, A. 2008. Manfaat Tanaman Azolla. <http://www.kolamazolla.blogspot.com>. Htm Diakses 20 Juli 2009
- Rosani, U., 2002. Performa itik lokal jantan umur 4-8 minggu dengan pemberian kayambang (*Salvinia molesta*) dalam ransumnya. Skripsi Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Schelegel dan Schmidt. 1994. Mikrobiologi Umum. Gajah Mada university Press, Yogyakarta.
- Sen and coker 2005. Studies on Growth of Marine Microalgae in Batch Culture: I. Chlorella vulgaris (Chlorophyta). Asian Journal of Plant Sciences 4 (6): 636-638. Departement of Basic Aquatic Sciences. Turkiye
- Setiowati, A.N, 2001. Pengukuran retensi nitrogen dan enargi metabolis kayambang (*Salvinia molesta*) pada itik lokal. Skripsi Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Simanjuntak, S.B.I., A. M. Wirawidjaja, D. Dana & H. Supriyadi. 2002. Efektifitas Spirulina Sebagai Immunostimultan Pada Ikan Patin Jambal (*Pangasius djambal bleeker*). Jurnal Biologi Indonesia 3 (3): 209-2018
- Steenis, Van. 2002. Flora untuk Sekolah di Indonesia. Cetakan kedelapan. Pradya Paramita. Jakarta.
- Suharto, S.B. 1998. Mikroorganisme Biologi M-Bio Bakteri Fermentasi Bahan Organik Tanah. Pusat Pengkajian Dan Pengembangan Sumber Daya Lokal. UNSOED. Purwokerto.
- Surogi and Iwnosky. 2002. Biological Research on Algae. Helgolander Meresunter 43: 66-70.
- Vonshak A. 2002. *Spirulina platensis (Arthrospira)* Physiology, cell-biology and biotechnology. Ben-Gurion University of the Negev, Israel
- Wardoyo, S. 1981. Training Analisa Dampak Lingkungan. PPLN-UNDP PUSDI-PSL. Bogor.





## PEMANFAATAN ALGAE *Spirogyra* SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETHANOL DENGAN PENAMBAHAN ENZIM $\alpha$ -AMILASE

Sulfahri<sup>1</sup>, Siti Mushlihah<sup>2</sup>, ReniaSetyo Utami<sup>2</sup>, Eko Sunarto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi FMIPA-ITS, Surabaya <sup>2</sup>Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya

E-mail : sulfahri@bio.its.ac.id

Salah satu solusi untuk mengatasi peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak adalah dengan produksi bioethanol dari tumbuh-tumbuhan konsumsi seperti jagung dan singkong. Bioethanol berbahan baku tumbuh-tumbuhan, ternyata masih kurang efektif karena merupakan tumbuhan konsumsi serta membutuhkan lahan yang luas untuk mampu mensuplai kebutuhan bioethanol dalam suatu negara. Dalam penelitian ini digunakan algae *Spirogyra* untuk produksi bioethanol dengan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dengan jumlah yang berbeda yaitu 0 gram, 0,03 gram, 0,06 gram dan 0,09 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase 0,06 gram dan lama waktu fermentasi 10 hari menghasilkan etanol yang tertinggi sebesar 9,245%. Salah satu solusi untuk mengatasi peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak adalah dengan produksi bioethanol dari tumbuh-tumbuhan konsumsi seperti jagung dan singkong. Bioethanol berbahan baku tumbuh-tumbuhan, ternyata masih kurang efektif karena merupakan tumbuhan konsumsi serta membutuhkan lahan yang luas untuk mampu mensuplai kebutuhan bioethanol dalam suatu negara. Dalam penelitian ini digunakan algae *Spirogyra* untuk produksi bioethanol dengan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dengan jumlah yang berbeda yaitu 0 gram, 0,03 gram, 0,06 gram dan 0,09 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase 0,06 gram dan lama waktu fermentasi 10 hari menghasilkan etanol yang tertinggi sebesar 9,245%.

Kata kunci : Bioethanol, Algae *Spirogyra*, enzim  $\alpha$ -amilase.

### PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah populasi dan aktifitas manusia. Hingga Maret 2008, Tingkat kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia mencapai 1,3 juta barrel per hari, padahal produksi BBM nasional hanya sebesar 900 ribu barrel per hari. Oleh karena itu dibutuhkan sumber energi pengganti, dimana bahan dasarnya banyak terdapat di Indonesia dan belum dimanfaatkan. Hal ini secara tidak langsung membantu perekonomian masyarakat dengan memproduksi bioethanol sebagai sumber mata pencaharian tambahan. Pemanfaatan tumbuh-tumbuhan menjadi bahan baku pembuatan bahan bakar merupakan salah satu upaya untuk menghemat sumber daya alam minyak yang tidak dapat diperbaharui dan juga untuk mengatasi kelangkaan minyak.

Total produksi bioethanol Indonesia hingga 30 Juni 2008 hanya 160.000 kiloliter (Portal Nasional RI, 2008). Oleh karena itu, Indonesia masih memerlukan sumber bahan bakar bioethanol yang lebih efektif. Indonesia telah dikenal luas sebagai negara yang memiliki wilayah dan lahan yang luas. Selain itu, banyak perairan air tawar yang terdapat di Indonesia misalnya sungai dan danau. Pada daerah perairan tersebut, banyak organisme yang dapat hidup misalnya algae. Ditinjau secara biologi, algae merupakan kelompok tumbuhan yang berklorofil yang terdiri dari satu atau banyak sel dan berbentuk koloni. Algae memiliki kandungan bahan-bahan organik seperti polisakarida, hormon, vitamin, mineral dan juga senyawa bioaktif. Sejauh ini, pemanfaatan algae sebagai komoditi perdagangan atau bahan baku industri masih relatif kecil jika dibandingkan dengan keanekaragaman jenis algae yang ada di Indonesia. Padahal komponen kimiawi yang terdapat dalam algae sangat bermanfaat bagi bahan baku bioethanol.

Secara teoritis, produksi bioethanol dari algae dapat menjadi solusi yang realistik untuk mengganti gasolin. Hal ini dikarenakan kandungan karbohidrat dari algae yang cukup tinggi dan juga perkembangbiakannya yang sangat cepat dengan cara fregmentasi. Sejauh ini, telah



diteliti bahwa alga jenis *Ulva fasciata* dengan kandungan karbohidrat 30% dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioethanol (Banati, 2009). Oleh karena itu, perlu diadakan penelitian terhadap alga jenis lain yang diduga lebih berpotensi untuk dikembangkan menjadi sumber bahan bioethanol, salah satunya adalah alga *Spirogyra* yang menurut Becker (2006) memiliki kandungan karbohidrat hingga 64%. Jika dibandingkan dengan singkong yang hanya 34%, kandungan karbohidrat *Spirogyra* jauh lebih tinggi, padahal karbohidrat merupakan bahan baku dalam pembuatan bioethanol.

Tumbuhan seperti singkong dan jagung membutuhkan lahan yang sangat luas untuk dapat menghasilkan minyak agar dapat mengganti kebutuhan bioethanol dalam suatu negara. Padahal, area tersebut masih sangat dibutuhkan untuk memenuhi pemukiman dan hutan. Di lain sisi, Indonesia memiliki 23 juta hektar perairan tawar dan payau yang masih terbengkalai (Hikmawan, 2008). Perairan yang terbengkalai tersebut sangat sesuai dengan habitat alga *Spirogyra*.

Pembuatan bioethanol dilakukan melalui proses fermentasi. Fermentasi adalah peruraian senyawa organik menjadi senyawa sederhana dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan energi (Perry, 1999). Kebanyakan fermentasi etanol skala komersial dilakukan oleh khamir, salah satunya *Saccharomyces cerevisiae* yang menghasilkan etanol (Judoamidjojo, 1992). *Saccharomyces cerevisiae* dikenal juga sebagai ragi baker atau ragi Brewer yang mampu merubah hampir 90% glukosa menjadi etanol (Pudjiastuti, 1999). *Saccharomyces cerevisiae* dapat menggunakan glukosa, fruktosa, maltose, dan maltotriosa (Sardjoko, 1991). Sedangkan untuk mengubah senyawa organik menjadi bahan yang lebih sederhana agar bisa digunakan dalam proses fermentasi dibutuhkan enzim. Enzim adalah molekul biopolimer yang tersusun dari serangkaian asam amino dalam komposisi dan susunan rantai yang teratur dan tetap. Enzim yang berperan dalam merubah karbohidrat kompleks adalah karbohidrase, amilase, selulase. Amilum merupakan substansi yang terlebih dahulu harus diubah menjadi molekul lebih sederhana supaya dapat diserap oleh sel. Amilase mempunyai kemampuan untuk memecah molekul-molekul pati dan glikogen. Molekul amilum yang merupakan polimer dari ikatan 1,4- $\alpha$ -glikosida akan dipecah oleh enzim  $\alpha$ -amilase pada ikatan  $\alpha$ -1,4 menghasilkan glukosa, maltose, dan dekstrin (Richana, 2000).

Fermentasi ethanol dapat dipercepat dengan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dalam jumlah yang tepat. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah enzim  $\alpha$ -amilase yang efektif pada fermentasi karbohidrat ekstrak *Spirogyra* menjadi etanol. *Spirogyra* merupakan alga hijau berbentuk benang-benang. Tubuhnya tersusun atas sel-sel yang membentuk untaian panjang seperti benang. Setiap selnya memiliki kloroplas berbentuk pita spiral dengan sebuah inti sel. Perkembangbiakan secara vegetatif dengan cara fragmentasi. Perkembangbiakan secara generatif dengan konjugasi (Tjitrosoepomo, 2007).

Genus *Spirogyra* merupakan kelompok alga hijau dari ordo Zygnematales. Ia biasa ditemukan di air tawar. *Spirogyra* mampu berfotosintesis, memiliki sel eukariotik. Pigmen utama yang dikandung alga hijau adalah klorofil. Tubuhnya berbentuk filamen yang tidak bercabang. Panjang tubuhnya mencapai 1 kaki (30,48 cm). Benang tersusun oleh protoplasma yang transparan dan setiap sel memiliki 1 atau lebih kloroplas yang memanjang dari ujung ke ujung berbentuk spiral. Pada kloroplas yang berbentuk pita terdapat pirenoid. Pirenoid tersebut dikelilingi oleh butiran tepung. Sel *Spirogyra* memiliki inti yang terletak di tengah, sitoplasmanya terbungkus oleh dinding sel, serta memiliki vakuola yang besar. Lapisan gelatin yang tipis melindungi seluruh sel sehingga memberikan karakter tertentu pada *Spirogyra*. Pada siang hari, fotosintesis berlangsung cepat dan oksigen yang dihasilkan disimpan di antara

filamen. Pada saat itu, *Spirogyra* akan naik ke permukaan air. Pada malam hari, oksigen dilarutkan kembali ke dalam air (Graham, 2000).



**Gambar 1. Algae *Spirogyra***

Alga *Spirogyra* memiliki kandungan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis alga yang lain. Kandungan karbohidrat algae *Spirogyra* mencapai 33%- 64%. Selain itu, algae *spirogyra* juga memiliki kandungan protein sebesar 6-20% dan kandungan lemak 11-21%(Becker, 2006).

Kata fermentasi berasal dari bahasa latin yaitu "*fervere*", yang berarti dalam keadaan mendidih atau bergelembung, akibat terjadinya gelembung CO<sub>2</sub> dari katabolisme senyawa organik, pada mulanya dikenal sebagai aktivitas yeast pada ekstrak buah atau nira. Menurut Fardiaz (1987) fermentasi adalah suatu reaksi oksidasi reduksi dalam suatu sistem biologi yang menghasilkan energi dimana donor dan akseptornya adalah senyawa kimia organik. Senyawa organik yang biasa digunakan adalah gula. Secara biokimia, fermentasi adalah pembentukan energi melalui katabolisme senyawa organik dan pada industri, fermentasi diartikan sebagai proses untuk mengubah bahan dasar menjadi suatu produk oleh massa sel mikroba (Wibowo, 1990).

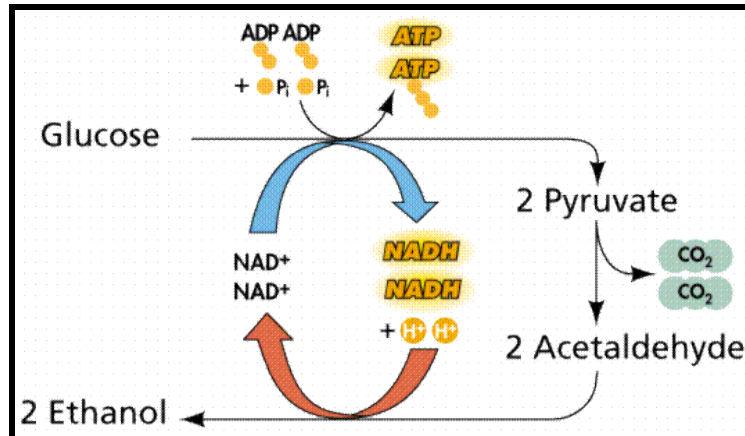
Proses fermentasi berlangsung dengan fosforilasi tingkat substrat. Pelakunya adalah mikroorganisme anaerob fakultatif atau anaerob obligat. Oleh karena itu, pada hasil akhirnya selalu didapatkan senyawa-senyawa organik sederhana hasil penguraian substrat, maka seringkali dikatakan bahwa proses oksidasinya berjalan tidak sempurna. Pada fermentasi karbohidrat, asam piruvat merupakan senyawa antara kunci. Senyawa-senyawa berat C 4-6 diubah terlebih dahulu menjadi asam piruvat. Kemudian asam piruvat diubah lebih lanjut menjadi produk (Wibowo, 1990).

Mikroorganisme adalah kunci keberhasilan suatu fermentasi, menurut Said (1987) keunggulan mikroorganisme yang diperlukan untuk keberhasilan suatu fermentasi adalah :

1. Mampu tumbuh dengan cepat dan kuat setelah diinokulasikan.
2. Dapat memproduksi sel secara vegetatif, spora atau unit-unit reproduktif lainnya.
3. Mampu menghasilkan produk yang diinginkan dalam jangka waktu pendek.
4. Mampumelindungidiridarikontaminan.
5. Mampudisimpanuntukjangkawaktupanjang.



6. Mampumenghasilkanproduk yang diinginkanpamenghasilkanproduklain yang bersifattoksik.



Gambar 2. Fermentasi etanol (Sumber : Farabee, 2001).

Dalam industri fermentasi diperlukan substrat yang murah, mudah tersedia dan efisien penggunaannya. Karbohidrat merupakan sumber energi tradisional dalam industri fermentasi. Sebagai sumber karbon, amilum dan dekstrin dapat digunakan langsung oleh organisme yang memproduksi amilase. Pada industri etanol, substrat yang digunakan selain glukosa adalah karbohidrat (Fardiaz, 1987). Faktor lain yang mempengaruhi fermentasi adalah kadar air, pH, sumber nitrogen dan mineral (Wibowo, 1990).

Khamir dalam bahasa Inggris disebut yeast. Khamir dapat ditemukan pada buah-buahan, bunga, tanah, susu dan tempat-tempat lain yang mengandung glukosa. Salah satu dari jenis khamir yang paling dikenal yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* dikenal juga sebagai ragi baker atau ragi Brewer yang mampu merubah glukosa menjadi etanol.

Enzim adalah makromolekul yang tersusun dari serangkaian asam amino dalam komposisi dan susunan rantai yang teratur. Enzim memegang peranan penting dalam berbagai reaksi di dalam sel. Sebagai protein, enzim diproduksi dan digunakan oleh sel hidup untuk mengkatalisis reaksi, antara lain konversi energi dan metabolisme pertahanan sel (Richana, 2000).

Enzim amilase mempunyai kemampuan memecah molekul-molekul amilum dan glikogen (Judoamidjojo *dkk.*, 1992). Molekul amilum yang merupakan polimer dari  $\alpha$ -D-glikopiranosida akan dipecah oleh enzim amilase pada ikatan  $\alpha$ -1,4 dan  $\alpha$ -1,6-glikosida. Enzim amilase dibedakan menjadi tiga berdasarkan hasil pemecahan dan letak ikatan yang dipecah, yaitu  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, dan glukoamilase (Richana, 2000).

Enzim  $\alpha$ -amilase merupakan endoenzim yang memotong ikatan  $\alpha$ -1,4 amilosa dan amilopektin dengan cepat pada larutan amilum kental yang telah mengalami gelatinisasi. Proses pemotongan oleh enzim dikenal dengan nama proses likuifikasi amilum. Produk akhir yang dihasilkan dari aktivitas enzim adalah dekstrin, sejumlah kecil glukosa dan maltosa (Prave *et al.*, 1987). Menurut Fogarty (1983),  $\alpha$ -amilase akan menghidrolisis ikatan  $\alpha$ -1-4 glikosida pada polisakarida dengan hasil degradasi secara acak di bagian tengah atau bagian dalam molekul.

Enzim  $\alpha$ -amilase atau disebut juga  $\alpha$ -1,4-glukan maltohidrolase bekerja pada ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosida dengan menginversi konfigurasi posisi atom C (I) atau C nomor 1 molekul glukosa dari alfa menjadi beta. Enzim  $\alpha$ -amilase memutuskan ikatan amilosa maupun amilopektin dari luar



molekul dan menghasilkan unit-unit maltosa dari ujung nonpereduksi pada rantai polisakarida. Pada ikatan  $\alpha$ -1,6 glikosida aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase akan berhenti (Judoamidjojo *et al.*, 1992).

Glukoamilase dikenal dengan nama lain  $\alpha$ -1,4-glukan glukohidrolase. Enzim glukoamilase menghidrolisis ikatan glukosida  $\alpha$ -1,4, tetapi hasilnya  $\alpha$ -glukosa yang mempunyai konfigurasi berlawanan dengan hasil hidrolisis oleh enzim  $\alpha$ -amilase. Enzim glukoamilase juga mampu menghidrolisis ikatan glikosida  $\alpha$ -1,6 dan  $\alpha$ -1,3 tetapi laju aktivitasnya lebih lambat dibandingkan dengan hidrolisis ikatan glikosida  $\alpha$ -1,4 (Judoamidjojo *et al.*, 1992).

## METODE PELAKSANAAN

### ***Pembuatan Ekstrak Spirogyra***

Sampel *Spirogyra* dicuci dengan air untuk membersihkan dari kotoran, kemudian dikeringkan selama 3 hari di bawah sinar matahari. *Spirogyra* yang telah kering ditimbang sebanyak 50 gram, diberi akuades 100 ml, dihaluskan dengan diblender, dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml (Munadjim, 1984). Ekstrak *Spirogyra* kemudian disterilisasi. Selanjutnya ekstrak *spirogyra* akan digunakan untuk proses pembuatan kurva pertumbuhan, hidrolisis, pembuatan starter dan proses fermentasi.

### ***Pembuatan Kultur Stok dan Kultur Kerja***

Isolat *Saccharomyces cerevisiae* disubkultur dalam tabung reaksi yang berisi medium Sabouraud Dextrosa Agar miring dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam (Riyani, 1996).

### ***Pengukuran Kurva Pertumbuhan Saccharomyces cerevisiae***

*S. cerevisiae* diambil 1 ose dan diinokulasi ke dalam erlenmeyer 50 ml yang berisi 5 ml ekstrak *Spirogyra* steril yang telah diatur pH menjadi 4,5 dengan penambahan larutan HCl 30% (Munadjim, 1984). Kemudian diinkubasi dalam rotary shaker dengan kecepatan agitasi 15 rpm pada suhu 30°C selama 24 jam (Aktivasi I). Sebanyak 1 ml dari aktivasi I dipipet dan diinokulasi kembali ke dalam erlenmeyer 50 ml yang berisi 9 ml ekstrak *Spirogyra*, diinkubasi dalam rotary shaker dengan kecepatan agitasi 15 rpm pada suhu 30°C selama 24 jam (Aktivasi II). Sebanyak 5 ml dari aktivasi II dipipet dan diinokulasi kembali ke dalam erlenmeyer 100 ml yang berisi 50 ml ekstrak *Spirogyra*, diinkubasi dalam rotary shaker dengan kecepatan agitasi 15 rpm pada suhu 30°C selama 24 jam yang disebut sebagai kultur fermentasi (Wignyanto, 2001).

Dilakukan pengenceran dari  $10^{-1}$  sampai dengan  $10^{-9}$ . Medium kultur diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades steril. Tabung reaksi yang berisi campuran tersebut divortex dengan vortex mixer, dipipet sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berikutnya. Perlakuan diulangi sampai pengenceran ke  $10^{-9}$ . Kurva pertumbuhan dibuat dengan mengukur absorbansi kultur *Saccharomyces cerevisiae* pada ekstrak *Spirogyra*. Pengukuran absorbansi *Saccharomyces cerevisiae* diukur pada panjang gelombang 600 nm dengan interval tiap 1 jam sekali selama 24 jam. Dibuat grafik kurva pertumbuhan dari nilai absorbansi dan waktu fermentasi (Pudjiastuti, 1999).

### ***Pembuatan Starter Saccharomyces cerevisiae***

Sebanyak 1 ose *S. cerevisiae* diinokulasi ke dalam erlenmeyer 50 ml yang berisi 5 ml ekstrak *Spirogyra* steril yang telah diatur pH menjadi 4,5 dengan penambahan larutan HCl 30% (Munadjim, 1984), diinkubasi dalam rotary shaker dengan kecepatan agitasi 15 rpm pada suhu 30°C selama 24 jam (Aktivasi I). Sebanyak 1 ml dari aktivasi I dan diinokulasi kembali ke dalam erlenmeyer 50 ml yang berisi 9 ml ekstrak *Spirogyra*, diinkubasi dalam rotary shaker dengan kecepatan agitasi 15 rpm pada suhu 30°C selama 24 jam (Aktivasi II). Sebanyak 5 ml dari aktivasi II dan diinokulasi kembali ke dalam erlenmeyer 100 ml yang berisi 50 ml ekstrak *Spirogyra*, diinkubasi dalam rotary shaker dengan kecepatan agitasi 15 rpm pada suhu 30°C



dan diinkubasi sampai jam dimana fase log *S. Cerevisiae* terjadi (sesuai dengan kurva pertumbuhan) (Aktivasi III) (Wignyanto, 2001).

**Proses Hidrolisis**

Ekstrak *Spirogyra* sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Erlenmeyer dipanaskan di atas hot plate, sesekali corong dibuka sambil diaduk-aduk. Proses pemanasan berlangsung ±2 jam dengan suhu pemanasan ±100°C. Didinginkan selama 3 jam sampai suhu mencapai ±40°C. Ditambah enzim α-amilase dengan masing- masing konsentrasi 0 gram, 0,03 gram, 0,06 gram, dan 0,09 gram (Prihandana, 2007). Diinkubasi pada suhu kamar selama 60 menit (Tamuri, 1981).

**Proses Fermentasi**

Starter ditambahkan ke dalam erlenmeyer sebanyak 250 ml yang berisi ekstrak *Spirogyra*, diinkubasi selama 10 hari pada suhu kamar. Jika kadar ethanol masih mengalami peningkatan, maka fermentasi dilanjutkan. Proses fermentasi dihentikan jika kadar ethanol telah mengalami penurunan. Tutup botol dilepas, ditutup dengan kapas lemak dan dipasteurisasi pada suhu ±80°C selama 10 menit (Munadjim, 1984).

**Pengukuran Kadar Etanol**

Tabung destilasi dan labu godok 250 ml disiapkan, selanjutnya 50 ml sampel cairan hasil fermentasi menggunakan labu ukur 50 ml, dan dimasukkan ke dalam tabung destilasi. Dididihkan dengan hati-hati untuk menghindari buih yang berlebihan, destilasi campuran alkohol dan air sampai dapat dikumpulkan tepat 50 ml distilat (Purwanto, 2004).

Sementara dilakukan destilasi, piknometer dikalibrasi. Piknometer diisi akuades destilasi dan ditutup. Piknometer dan akuades ditimbang, berat yang didapat adalah W2. Kemudian piknometer dikosongkan, akuades yang tersisa diabsorpsi dengan aseton. Tabung piknometer dikeringkan dengan oven. Piknometer yang telah kering ditimbang, berat yang didapatkan adalah W1. Berat akuades (W) dihitung dengan cara W2-W1 (Purwanto, 2004).

Distilat dipindahkan ke dalam gelas beaker kering. Distilat diaduk supaya homogen sebelum diisikan ke piknometer. Piknometer kering diisi dengan distilat, permukaan luar piknometer dikeringkan dan ditimbang. Hasil yang didapat adalah W3.

Berat distilat adalah W3-W1=L. Berat air (L) dihitung dengan “specific gravity” atau spg = L/W. Nilai spg ditentukan dengan menggunakan Tabel AOAC (Analysis of the Association of Official Analytical Chemists) dan selanjutnya persentase etanol dihitung (Purwanto, 2004).

**Rancangan Penelitian**

Rancangan penelitian yang digunakan adalah RAL (rancangan acak lengkap) dengan pola faktorial dengan perlakuan konsentrasi enzim amilase dengan ulangan sebanyak 2 kali. Selain itu juga diamati kadar ethanol setiap 2 hari sekali selama 10 hari. Parameter yang diamati adalah kadar etanol (%) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Etanol yang dihasilkan (%)

Σenzima-amilase	Waktu					
	0 hari	2 hari	4 hari	6 hari	8 hari	10 hari
0 gram						
0,03 gram						
0,06 gram						
0,09 gram						

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan Analysis of variance (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perbedaan penambahan jumlah enzim  $\alpha$ -amilase terhadap kadaretanol yang dihasilkan dengan hipotesa:

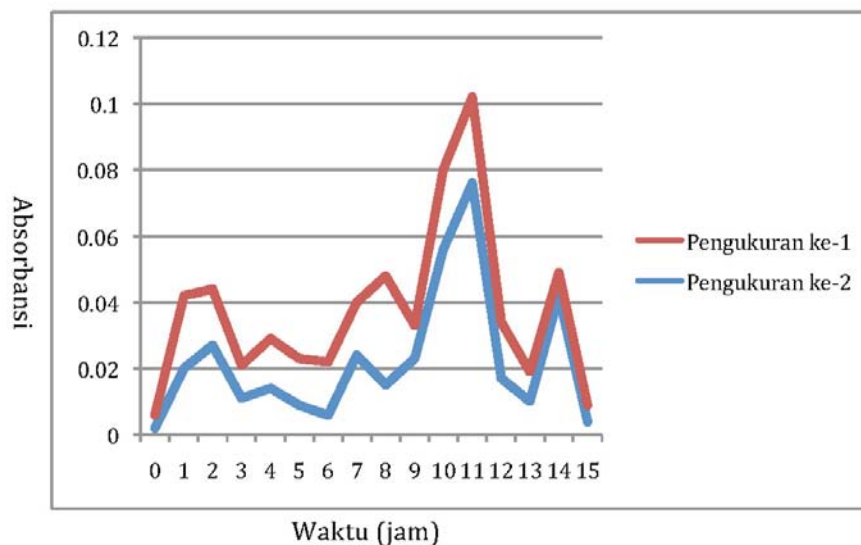
- $H_0$  : Tidak ada pengaruh antara perbedaan penambahan jumlah enzim  $\alpha$ -amilase terhadap persentase (%) etanol yang dihasilkan.  
 $H_1$  : Ada pengaruh antara perbedaan penambahan jumlah enzim  $\alpha$ -amilase terhadap persentase (%) etanol yang dihasilkan.

Jika  $H_1$  diterima maka dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ ) untuk mengetahui perbedaannya antara kombinasi perlakuan konsentrasi enzim  $\alpha$ -amilase dan lama fermentasi (Walpole, 1992).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan umur starter *S.cerevisiae* pada Medium fermentasi

Setiap mikroorganisme memiliki bentuk kurva pertumbuhan yang spesifik. Hal ini juga terlihat pada kurva pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* pada Gambar 4. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa *S.cerevisiae* memiliki beberapa fase diantaranya fase log (eksponensial) yaitu pada jam 0 sampai jam 11. Fase eksponensial merupakan fase perbanyak jumlah sel, aktivitas sel meningkat, dan merupakan fase yang penting dalam pertumbuhan *S.cerevisiae*. kemudian terdapat fase kematian dimana pada fase ini jumlah sel yang mati lebih banyak dari pada sel yang hidup yaitu pada jam ke 11 sampai jam 15.



Gambar 3. Kurva Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*

Namun, pada kurva pertumbuhan *S. cerevisiae* tidak di jumpai fase lag yaitu fase dimana terjadi penyesuaian sel dengan lingkungan. Hal ini disebabkan karena pada saat pembuatan kurva pertumbuhan ada masa aktivasi dari starter yaitu sampai tiga kali aktivasi. Starter merupakan kumpulan mikroorganisme yang siap diinokulasikan kedalam medium fermentasi. Pada dasarnya pertumbuhan sel mikroba berlangsung tanpa batas. Tetapi, karena pertumbuhan berlangsung dengan mengkonsumsi nutrisi sekaligus mengeluarkan (ekskresi) produk-produk metabolisme yang terbentuk, maka setelah waktu tertentu laju pertumbuhan akan menurun dan akhirnya berhenti sama sekali.

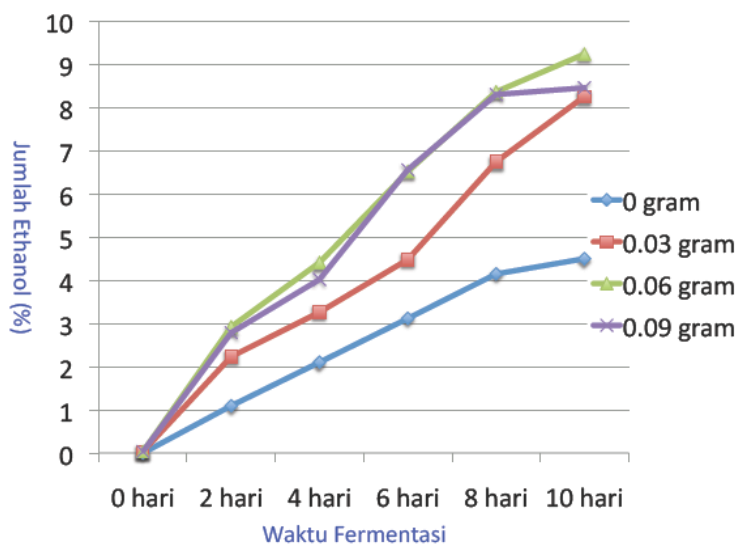


Berhentinya pertumbuhan dapat disebabkan karena beberapa nutrient esensial dalam medium atau karena terjadinya akumulasi autotoksin dam medium atau kombinasi keduanya (Rachman, 1989). Suatu kurva pertumbuhan memberikan gambaran mengenai factor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan suatu mikroorganismе misalnya sustrat, suhu lingkungan pH, dan menentukan umur starter (Gandjar, 2006).

Umur starter yang baik untuk digunakan sebagai inokulum medium fermentasi adalah di sepanjang fase logaritma, karena pada fase ini sel mikroorganismе memiliki kemampuan membelah yang maksimum, laju pertumbuhan dan aktivitas metabolisme konstan. Umumnya umur kultur yang digunakan diambil pada pertengahan fase eksponensial. Menurut Yudoamijoyo, *dkk.* 1992 menjelaskan bahwa pada fase eksponensial sel mikroorganismе dalam keadaan stabil, sel-sel baru terbentuk dengan laju konstan dan sel mikroorganismе membelah secara optimum tercapai pada saat “doubling time” (waktu lipat dua), yang biasanya tercapai di tengah-tengah fase logaritma. Pada penelitian ini, kurva pertumbuhan di buat dengan menggunakan absorbansi cahaya dari alata spektrofotometer yang dilakukan setiap jam sekali.

### Kadar Ethanol

Berdasarkan hasil penelitian, kadar etanol mengalami peningkatan sesuai dengan penambahan konsentrasi enzim  $\alpha$ -amilase dan lama waktu fermentasi. Secara umum hasil fermentasi cenderung meningkat. Semakin banyak penambahan konsentrasi enzim  $\alpha$ -amilase, cenderung menambah jumlah kadar etanol yang dihasilkan. Namun, terjadi penurunan jumlah bioethanol pada jumlah enzim  $\alpha$ -amilase sebanyak 0,09 gram. Sehingga hasil tertinggi diperoleh pada hari ke-10 dan jumlah enzim  $\alpha$ -amilase sebanyak 0,06 gram. Adapun grafik pertambahan bioethanol yang dihasilkan terhadap lama waktu fermentasi adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik pengaruh enzim  $\alpha$ -amilase dan lama waktu fermentasi terhadap kadar etanol (%)

### Fermentasi Etanol

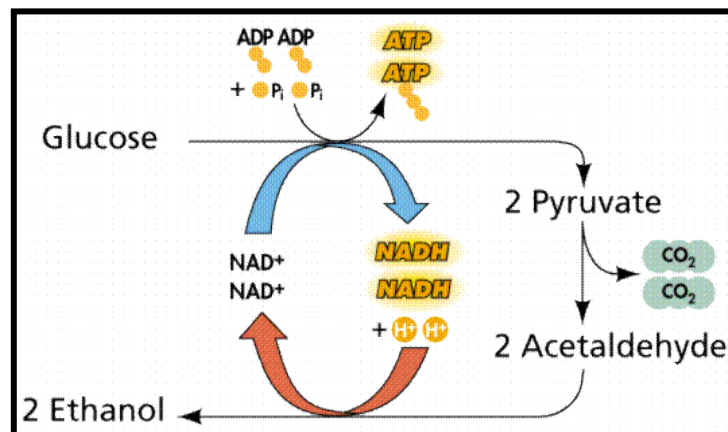
Karbohidrat merupakan sustrat utama yang dipecah dalam proses fermentasi. Sedangkan substrat yang dapat dikonsumsi langsung oleh *S.cerevisiae* adalah dalam bentuk disakarida atau monosakarida (gula reduksi) (Gandjar, 2006). Kandungan gula reduksi yang dimiliki *S. cerevisiae* adalah 10.05%. Syarat gula reduksi dapat digunakan untuk proses fermentasi adalah  $\pm 10\%$  sehingga gula reduksi tersebut dapat digunakan sebagai substrat



pada proses fermentasi. *S. cerevisiae* dapat memanfaatkan glukosa melalui jalur glikolisis yang mengubah atom berkarbon enam menjadi atom berkarbon tiga yaitu molekul piruvat (Fardiaz, 1992). Kemudian molekul piruvat diubah menjadi etanol dalam keadaan anaerob.

Produk etanol dari hasil fermentasi, dapat dipengaruhi oleh penambahan enzim  $\alpha$ -amilase. Enzim  $\alpha$ -amilase akan memotong ikatan  $\alpha$ -1,4 glikosida dengan produk akhir dekstrin, maltosa dan glukosa (Fogarty, 1983). Kecepatan reaksi enzim berbanding lurus dengan konsentrasi enzim, semakin besar jumlah enzim akan semakin cepat reaksinya dan semakin banyak produk yang dihasilkan (Sari, 2004). Enzim  $\alpha$ -amilase banyak digunakan untuk proses hidrolisis amilum yang memutus ikatan  $\alpha$ -glikosidik menjadi monomer-monomer glukosa. Kelebihan enzim  $\alpha$ -amilase yaitu memutus ikatan yang spesifik pada ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik sehingga menghasilkan glukosa. Sedangkan hidrolisis secara kimiawi, menggunakan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) atau asam chlorida (HCl) akan memutus rantai polimer pati secara acak, dan belum tentu menghasilkan glukosa (Chaplin, 2004).

Pada proses fermentasi, gula reduksi diubah menjadi asam piruvat dan asam piruvat diubah lebih lanjut menjadi etanol. Asetaldehida bertindak sebagai penerima hidrogen dalam fermentasi, dimana hasil reduksinya oleh  $NADH_2$  menghasilkan etanol, dan NAD yang teroksidasi kemudian dapat digunakan lagi untuk menangkap hidrogen (Fardiaz, 1987). Secara skematis, proses fermentasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 5. Fermentasi etanol (Sumber : Farabee, 2001).

**Kadar Etanol dari perlakuan oleh jumlah enzim  $\alpha$ -amilase dan lama ferment**

Tabel 2. Jumlah Bioethanol yang dihasilkan (%)

$\Sigma$ enzim $\alpha$ -amilase	Waktu					
	0 hari	2 hari	4 hari	6 hari	8 hari	10 hari
0 gram	0,000	1,095	2,105	3,120	4,155	4,505
0,03 gram	0,035	2,235	3,265	5,485	6,750	8,265
0,06 gram	0,035	2,925	4,415	6,525	8,370	9,245
0,09 gram	0,035	2,790	4,095	6,415	8,310	8,465

Berdasarkan hasil analysis of Variance (Two-way ANOVA) dengan menggunakan software Minitab release 14 (Lampiran D). Data output menunjukkan bahwa P-value=0. Hal ini telah membuktikan bahwa penambahan enzim  $\alpha$ -amilase berpengaruh terhadap persentase etanol yang dihasilkan. Kemudian berdasarkan uji perbandingan ganda pada perlakuan tanpa pemberian enzim  $\alpha$ -amilase (0 gram) menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan dengan pemberian enzim  $\alpha$ -amilase 0,03 g, 0,06 g dan 0,09 g. Pada pemberian enzim 0,03 g dibandingkan dengan pemberian enzim 0,06 dan 0,09 tidak menunjukkan perbedaan nyata. Hal



ini berarti etanol yang dihasilkan dari pemberian enzim  $\alpha$ -amilase 0,03 g, 0,06 g dan 0,09 g rata-rata hampir sama. Dengan demikian dapat diinformasikan bahwa pemberian enzim  $\alpha$ -amilase yang semakin banyak tidak berpengaruh nyata terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Berarti, tanpa adanya penambahan enzim  $\alpha$ -amilase proses fermentasi etanol yang terjadi kurang efektif. Enzim  $\alpha$ -amilase berfungsi menghidrolisis amilum secara spesifik pada ikatan 1,4-glikosida menjadi monosakarida dan disakarida (Fogarty, 1983). *S.cerevisiae* sebenarnya memproduksi enzim sendiri untuk merubah glukosa menjadi etanol. Enzim tersebut adalah enzim zimase yang mengubah glukosa menjadi etanol (Ketchum, 1988). Maka pemberian 0,06 gram enzim  $\alpha$ -amilase merupakan perlakuan yang paling optimum dan efisien. Selain itu, penambahan enzim  $\alpha$ -amilase 0,06 gr lebih bersifat ekonomis dan tepat guna apabila dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Pada hasil pengujian ganda berdasarkan waktu fermentasi menunjukkan bahwa fermentasi pada jam ke-0 menunjukkan nilai paling rendah yang berarti jumlah etanol yang dihasilkanpun paling rendah. Kemudian pada jam ke-2 dan seterusnya menunjukkan nilai yang terus naik hingga pada jam ke-10 menunjukkan nilai tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada jam ke-10 merupakan jumlah etanol terbanyak yang dihasilkan.

### KESIMPULAN

Penambahan enzim  $\alpha$ -amilase berpengaruh terhadap jumlah etanol yang dihasilkan dari fermentasi ekstrak algae *Spirogyra*. Perlakuan dengan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase sebanyak 0 gram dan lama waktu fermentasi 0 hari menghasilkan ethanol terendah yaitu 0,00%. Perlakuan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase 0,06 gram dan lama waktu fermentasi 10 hari menghasilkan etanol yang tertinggi sebesar 9,245%. Perlakuan yang paling optimum dan efisien yaitu dengan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase 0,06 gram dan lama waktu fermentasi 10 hari.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. Prospek Bioethanol dalam Menumbuhkan Perekonomian Nasional [www.hariansib.com](http://www.hariansib.com). 7 Maret 2008
- Banati, F.S. 2009. Pengaruh Penambahan Enzim  $\alpha$ -amilase pada Fermentasi Karbohidrat Ekstrak *Ulfa fasciata* dari Balekambang Malang Menggunakan Ragi Roti Fermipan. Biologi-FMIPA-ITS: Surabaya
- Becker, E.W. 2006. Microalgae as A Source of Protein. Medical Clinic, Department II, University of Tubingen, Germany
- Farabee, M.J. 2001. Glycolysis into an Ethanol Fermentation Pathway ([www.sinauer.com \alcoholic fermentation\BioBookGlyc.html](http://www.sinauer.com/alcoholic_fermentation/BioBookGlyc.html))
- Fardiaz. 1987. Fisiologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor dengan Lembaga Sumberdaya Informasi Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Judoamidjojo, M.D. , A.A, dan Sa'id, E.G. 1992. Teknologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor dengan Lembaga Sumberdaya Informasi Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Komunitas mahasiswa sentra energi. 2008. Membuat Biodiesel dari Tumbuhan Alga. <http://kamase.org/2007/01/02/membuat-biodiesel-dari-tumbuhan-alga/>. Diakses pada tanggal 30 Nopember 2008
- Landecker, E.M. 1996. Fundamentals of the Fungi. Fourth edition. Prentice Hall. New Jersey
- Munadjim. 1984. Teknologi Pengolahan Pisang, Gramedia, Jakarta Portal Nasional Republik Indonesia. 2008. Minyak dan Gas. [http://www.indonesia.go.id/id/index.php?option=com\\_content&task=view&id=7702&Itemid=718](http://www.indonesia.go.id/id/index.php?option=com_content&task=view&id=7702&Itemid=718). Edisi 30 Juni 2008. Diakses pada tanggal 2 Desember 2008.
- Prihandana. 2007. Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan, URL:<http://www.empatyheart.wordpress.com/2007/12/10/html>.



- Pudjiastuti, L., Suwarsono, N., dan S. Nurhatika.. 1999. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tepung Tapioka menjadi etanol dalam usaha Minimasi Pencemaran Lingkungan. Pusat Penelitian KLH. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Riyani, K. 1996. Produksi Etanol dari Sari Buah Nenas (*Ananas comosus* L. Merr) dengan Glukosa Murni Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Tugas Akhir. Jurusan Kimia FMIPA ITS. Surabaya
- Said, E. G. 1987. Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor bekerjasama dengan Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta
- Sinar Indonesia. Kebutuhan BBM Indonesia Lebih Produksi. <http://hariansib.com/2008/04/03/kebutuhan-bbm-di-indonesia-lebih-produksi/>.Edisi April 2008. Diakses pada 2 Desember 2008.
- Sardjoko. 1991. Bioteknologi, Latar Belakang & Beberapa Penerapannya. Gramedia, Jakarta
- Tamuri, Masaki. 1981. Heat and acid-stable alpha-amylase enzymes and processes for producing the same. United States Patent.August.Eenglewood. Cliffs. Vol. 93. No. 407
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2005. TaksonomiTumbuhan. GadjahMada University Press. Yogyakarta
- Walpole, R.E. 1992. Ilmu Peluang dan Statistik a untuk Insinyur dan Ilmuwan. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Wibowo. 1990. Dasar-dasar Teknologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas Pangandan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Wignyanto, S. danNovita. 2001. Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi Sari Kulit Nana dan Inokulum *Saccharomyces cerevisiae* Pada Fermentasi Etanol. Jurnal Teknologi Pertanian. Vol. 2 No. 1: 68-77



## KANDUNGAN FATTY ACID PADA MIKROALGA LAUT

Widianingsih, Retno Hartati, Hadi Endrawati, dan Ervia Yudiati

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail : Widia2506@yahoo.com

Mikroalga merupakan salah satu sumber lipid yang menjanjikan bagi produksi biodiesel. Salah satu yang terpenting adalah memilih spesies mikroalga yang akan dipergunakan. Tingginya kandungan lipid merupakan salah satu karakteristik kunci yang harus ada pada spesies mikroalga penghasil biodiesel. Penelitian ini memiliki tujuan untuk pemetaan dan pendataan jenis-jenis mikroalga laut yang berasal dari perairan Indonesia dan memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan. Berdasarkan hasil penelitian semua mikroalga yang diteliti mengandung fatty acid dengan didominasi kelompok fatty acid saturated (SFA). *Spirulina platensis* menunjukkan prosentase SFA yang paling tinggi (81,99 %) dengan didominasi oleh Palmitic Acid (C16 :0), kemudian diikuti oleh *Tetraselmis* sp. (78,28 %). Selanjutnya dapat disimpulkan bahwa semua golongan mikroalga paling didominasi oleh kelompok fatty acid Palmitic acid.

*Kata Kunci : Fatty Acid dan Mikroalga*

### Pendahuluan

Mikroalga merupakan organisme laut yang bersifat fotoautotrop serta memiliki peranan yang sangat penting sebagai penyusun produktivitas primer di perairan. Mikroalga ini juga banyak digunakan sebagai pakan alami seperti pakan bagi rotifer, copepoda dan daphnia yang merupakan pakan alami bagi larva dan juvenil ikan dan udang (Volkman et al., 1989; Isnansetyo & Kurniastuti, 1995; Nur & Arifin, 2004). Besarnya peranan mikroalga laut dalam peranannya sebagai pakan alami bagi budidaya organisme laut, maka banyak studi tentang kandungan total lipid dan komposisi fatty acids banyak dilakukan serta perekrasan nilai nutrisi dari mikroalga laut agar mengandung nilai nutrisi yang cukup tinggi bagi usaha budidaya (Brown, 1997; Volkman et al., 1980; 1989; 1991)

Saat ini penelitian tentang kandungan lipid mikroalga bukan hanya ditujukan pada nilai nutrisinya saja, namun juga mencakup potensi mikroalga sebagai salah satu bahan bakar yang terbarukan (Vazquez-Duhalt and Arredondo-Vega. 1991; Qin 2005). Keunggulan pengembangan mikroalga sebagai sumber biodiesel ini adalah (1) mempunyai kecepatan pertumbuhan yang tinggi sehingga masa panennya cepat (Volkman, 2006 dan Andersen, 2005) dibandingkan dengan tanaman perkebunan lainnya seperti sawit dan Jarak, (2) mempunyai kandungan lemak yang tinggi hingga mencapai 40%, (3) teknologi mikroalga dapat menghasilkan biodiesel sampai 30 kali lipat dibanding palm oil, (4) Biodiesel yang berasal dari mikroalga bersifat ramah lingkungan dan dapat diuraikan bila tertumpah karena sifatnya yang *biodegradable*, (5) Biodiesel dari mikroalga bersifat renewable (dapat terbarukan) dan (6) teknologi mikroalga dapat dikembangkan di sepanjang wilayah pantai Indonesia.

Pemilihan mikroalga terutama yang berasal dari laut untuk dikembangkan sebagai sumber biofuel dilatar belakangi oleh banyak hal diantaranya adalah potensi keanekaragaman hayati termasuk mikroalga di perairan Indonesia dan keunggulan komparative produksi biofuel melalui teknologi mikroalga dan sumber hayati lainnya. Akan tetapi penelitian biofuel berbahan baku mikroalga di Indonesia masih sangat terbatas. Sehingga perlu untuk melakukan program penelitian pengembangan dalam rangka penelusuran kandungan fatty pada berbagai jenis mikroalga laut. Berdasarkan latar belakang diatas maka penelitian ini mempunyai tujuan khusus yaitu menitik beratkan pada pencarian berbagai jenis mikroalga laut yang memiliki potensi tidak hanya sebagai pakan alami namun juga yang memiliki potensi sebagai biofuel (biodiesel) dengan cara penelusuran komposisi dan profil *fatty acids* (asam lemak) mikroalga.



## Materi dan Metoda

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Juli sampai Nopember 2009 yang dilakukan di Labortarium Marine Station Teluk Awur Jepara. Sampel Mikroalga diambil dari Balai Penelitian Perikanan Laut Lampung dan Balai Besar Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara. Setelah pengambilan sampel mikroalga dilakukan Isolasi, purifikasi dan kultur murni.

### Pelaksanaan Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilaksanakan pada penelitian adalah sebagai berikut (a) mempersiapkan semua peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini, termasuk peralatan untuk analisa total lipid; (b) melakukan sterilisasi peralatan-peralatan glasware dan menyiapkan media pupuk untuk kultur murni mikroalga dan (c) Pembuatan media agar untuk isolasi mikroalga.

Analisa fatty acid dilakukan setelah dilakukan kultur massal semi intensive 100 L untuk mendapatkan sampel 10 gram. Pengambilan sample untuk analisa fatty acid dilakukan pada saat kultur mikroalga mencapai fase stasioner. Analisa fatty acid dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gajah Mada dengan metode GC. . Kondisi media pemeliharaan mikroalga menggunakan media F/2 dan Walne (Tabel 1.)

**Tabel 1. Kondisi media pemeliharaan dari berbagai Jenis mikroalga**

Jenis Mikroalga	Media Kultur	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	pH
<b>Kelas Bacillariophyceae</b>				
Nitschia sp	F/2	23-25	35-40	(7-8)
Chaetoceros gracilis	F/2	25-26	30-40	(7-8)
Thalassiosira	F/2	23-31	30-31	(7-8)
Skeletonema costatum	F/2	23-30	20-25	(7-8)
<b>Kelas Chlorophyceae</b>				
Chlorella	Walne	30-33	30-31	(7-8)
Dunaliella salina	Walne	23-25	30-31	(7-8)
<b>Kelas Prasinophyceae</b>				
Tetraselmis suicica	Walne	23-25	30-39	(7-8)
Isochrysis galbana	Walne	23-25	30-32	(7-8)
<b>Kelas Eustigmatophyceae</b>				
Nannochloropsis oculata	Walne	24-25	30-35	(7-8)
<b>Kelas Cyanophyceae</b>				
Spirulina	F/2	23-24	28-32	(7-8)
Oscillatoria	F/2	23-24	33-37	(7-8)
<b>Kelas Rhodophyceae</b>				
<i>Porphyridium cruentum</i>	F/2	23-25	25-28	(7-8)

### Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif untuk menggambarkan kandungan fatty acids pada berbagai jenis mikroalga yang banyak dikembangkan di Indonesia.



### Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, 11 mikroalga memiliki komposisi dan profile fatty acid yang sama dimana saturated fatty acids (SFA) mendominasi dengan nilai C16 :0 (palmitic acid) menunjukkan nilai prosentase yang paling besar (Tabel 2.) Hal ini sesuai dengan penelitian dari Pratoomyot *et al.*, (2005) ; Kachroo (2006) bahwa hampir semua mikroalga laut memiliki komposisi SFA yang lebih tinggi dibandingkan dengan MUFA dan PUFA. *Spirulina platensis* memiliki nilai prosentase total SFA yang tinggi (81,985 %), kemudian diikuti oleh *Tetraselmis* sp (78,28 %) dan *Thalassiosira* sp (77,06 %). Sedangkan nilai prosentase terkecil terdapat pada *Oscillatoria* sp (58,92), namun demikian nilai prosentase ini masih lebih besar dibandingkan Pratoomyot *et al.*, (2005) dan Hu *et al.*, 2008 pada jenis mikroalga dari kelompok Cyanophyceae.

**Tabel 2. Komposisi fatty acid pada berbagai jenis mikroalga**

Fatty Acid		Jenis Mikroalga					
		<i>Spirulina platensis</i>	<i>Oscillatoria sp</i>	<i>Chlorella sp</i>	<i>Tetraselmis sp</i>	<i>Isochrysis sp</i>	<i>Nannochloropsis sp</i>
<b>Saturated Fatty Acid (SFA)</b>							
C12 : 0	Dodecanoic (Lauric)	0,39	0,31	0,61	1,67	2,84	0,56
C14 : 0	Tetradecanoic (Myristic Acid)	1,01	0	8,62	8,59	11,88	9,33
C16 : 0	Palmitic Acid	66,05	47,33	30,99	53,49	48,42	32,19
C18 : 0	Stearic Acid	14,16	9,78	9	12,2	9,16	14,58
C20 : 0	Eicosanoic (Arachidic)	0,315	0,42	17,85	1,71	0,36	13,4
C22 : 0	Docosanoic (behenic acid)	0,06	0,93	0,1	0,48	1,48	0,08
C24 : 0	Tetracosanoic (Lignoceric)	0	0,15	0,23	0,14		0,11
<b>Total SFA</b>		<b>81,985</b>	<b>58,92</b>	<b>67,4</b>	<b>78,28</b>	<b>74,14</b>	<b>70,25</b>
<b>Mono Unsaturated Fatty Acid (MUFA)</b>							
C16 : 1	Palmitolic Acid	4,14	12,19	25,68	4,85	2,42	22,4
C18 : 1	Oleic Acid	5,31	24,85	0,37	7,54	0,18	1,29
	<b>Total MUFA</b>	<b>9,45</b>	<b>37,04</b>	<b>26,05</b>	<b>12,39</b>	<b>2,6</b>	<b>23,69</b>
<b>PUFA</b>							
C18 : 2	Linoleic Acid	4,55	1,82	0,96	4,79	8,67	0,61
C18 : 3	Linolenic Acid	2,62	0,49	0,05	2,22	11,57	0,04
C18 : 4	Octadecatetraenoic						
C20 : 5ω3	Eicosapentaenoic Acid (EPA)	0,22	0,16	0,17	0,19	1,97	0,32
C22 : 6	Docosapentaenoic Acid	0	0,09	0,01	0,04	0	0,02
	<b>Total PUFA</b>	<b>7,39</b>	<b>2,56</b>	<b>1,19</b>	<b>7,24</b>	<b>22,21</b>	<b>0,99</b>
	Others	1,175	1,48	5,36	2,09	1,05	5,07
	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Walaupun *Spirulina platensis* memiliki prosentase kandungan total SFA yang tertinggi, namun prosentase palmitic acid (C16:0) tertinggi terdapat pada *Porphyridium cruentum* dengan nilai 67,99 %, sedangkan pada *Spirulina platensis* sebesar 66,05 %. Nilai prosentase palmitic acids (C16 :0) yang terendah terdapat pada mikroalga *Chlorella* sp (30,99%) dengan KADAR salinitas media kultur sebesar 30-31 ppt (Tabel. 3.). Hasil yang diperoleh masih lebih tinggi



dibandingkan dengan hasil yang diperoleh oleh Pratoomyot *et al.*, (2005). Pada kajian ini, *Chlorella* sp yang dikultur tidak mengandung HUFA, ini sesuai dengan penelitian dari Brown *et al.*, (1997) yang melaporkan bahwa *Chlorella* sp yang merupakan microalga laut tidak mengandung HUFA sama sekali. Sedangkan hasil pengkajian dari Watanabe *et al.*, (1993), pada *Chlorella* air tawar mengandung sejumlah C20 : 4n-6 (Arachidonic Acid) dan C20 :5n-3 (EPA). Bahkan komposisi fatty acid pada kelas Chlorophyceae (*Chlorella* sp) akan dapat berubah sesuai dengan kondisi kandungan CO<sub>2</sub> dalam media pemeliharaan (Tsuzuki *et al.*, 1990). Tingginya kandungan CO<sub>2</sub> dalam media pemeliharaan akan mengakibatkan tingginya kandungan CO<sub>2</sub> dalam sel Chlorophyceae. Tingginya CO<sub>2</sub> sel mengakibatkan tingginya prosentase kandungan C16 :1 ; C16 :2 ; C18 :1 ; C18 :2 tapi tidak untuk C18 :3. (Tsuzuki *et la.*, 1990)

**Tabel 2. (lanjutan)**

Fatty Acid		Jenis Mikroalga				
		<i>Nitzschia</i> sp	<i>Thalassiosira</i> sp.	<i>Chaetoceros calcitran</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Porphyridium cruentum</i>
C12 : 0	Dodecanoic (Lauric)	0,49	6,83	2,01	2,05	0,28
C14 : 0	Tetradecanoic (Myristic Acid)	0,05	16,56	3,17	9,34	0,46
C16 : 0	Palmitic Acid	38,87	46,01	47,68	43,34	67,99
C18 : 0	Stearic Acid	9,14	0,52	4,6	5,11	3,08
C20 : 0	Eicosanoic (Arachidic)	0,1	2,42	9,97	1,23	1,16
C22 : 0	Docosanoic (behenic acid)	4,1	1,73	1,83	3,67	0
C24 : 0	Tetracosanoic (Lignoceric)	13,6	2,99	4,1	4,69	0,07
	<b>Total SFA</b>	<b>66,35</b>	<b>77,06</b>	<b>73,36</b>	<b>69,43</b>	<b>73,04</b>
	<b>MUFA</b>					
C16 : 1	Palmitolic Acid	18,61	0,5	6,94	1,17	0,88
C18 : 1	Oleic Acid	2,14	5,4	6,67	0,62	6,8
	<b>Total MUFA</b>	<b>20,75</b>	<b>5,9</b>	<b>13,61</b>	<b>1,79</b>	<b>7,68</b>
	<b>PUFA</b>					
C18 : 2	Linoleic Acid	9,65	1,34	1,6	1,41	1,81
C18 : 3	Linolenic Acid	2,26	7,93	0,02	25,31	0,29
C18 : 4	Octadecatetraenoic					
C20 : 5n-3	Eicosapentaenoic Acid	0	1,24	0,1	1,14	0,07
C22 : 6	Docosapentaenoic Acid	0	0	0,15	0	0
	<b>Total PUFA</b>	<b>11,91</b>	<b>10,51</b>	<b>1,87</b>	<b>27,86</b>	<b>2,17</b>
	Others	0,99	6,53	11,16	0,92	17,11
	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



Pada kondisi rendahnya konsentrasi CO<sub>2</sub>, sintesis *de novo* Carbonic anhydrase yg disebabkan oleh karena pyrenoid dalam lapisan starch (karbohidrat) berkembang pada masing-masing jenis mikroalga eukaryotic. CO<sub>2</sub> lebih mudah larut dan terabsorpsi dengan cepat di lemak dibandingkan dengan air. Dengan demikian perubahan pada prosentase rantai unsaturated fatty acid dalam membrane merupakan salah satu reaksi yang terjadi apabila ada respon dari rendahnya konsentrasi CO<sub>2</sub>. (Tsuzuki *et al.*, 1990). Namun pada kelas Cyanophyceae tidak terdapat pengaruh konsentrasi CO<sub>2</sub> terhadap profil dan komposisi fatty acid

Tingginya kandungan palmitic acid (C16 :0) pada *Spirulina platensis* dan *Oscillatoria* sp. (47,33 dan 66,05 ) % menunjukkan hasil yang hampir sama tingginya dengan mikroalga lainnya yang termasuk dalam kelas Cyanophyceae (Pratoomyot, *et al.*, 2005). Begitu pula dengan hasil penelitian Piorreck *et al.*, (1984) bahwa tingginya nilai prosentase fatty acid C16 :0 dan rendahnya nilai polyunsaturated fatty acids (PUFA) biasa ditemukan pada bakteri dan mikroalga dari kelas blue-green (Cyanophyceae).

Begitu pula dengan *Tetraselmis* sp dan *Isochrysis* sp yang mewakili kelas Prasinophyceae memiliki nilai C16 :0 yang tinggi dan rendah untuk EPA (0,19 dan 1,97 %). Hal ini juga sesuai dengan penelitian dari Brown *et al.*, 1997) yang mengatakan bahwa *T. chui* dan *T. suecica* tidak memiliki DHA, namun sebaliknya di penelitian Reitan *et.al.*, (1997) yang mengatakan bahwa kandungan nilai DHA pada *Tetraselmis* spp. tinggi.

Komposisi fatty acid pada *Nannochloropsis oculata* didominasi oleh palmitic acid (C16:0) dan palmitoleic acid (C16:1) yang mencapai nilai 32,19 % dan 22,4 % . Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Hu and Gao (2007), bahwa kandungan C16 :0 *Nannochloropsis* sp berkisar antara 22,7 -38,2 % dan untuk C16:1 memiliki nilai 22,7 – 28,3 % . Hal ini dapat disimpulkan bahwa kandungan palmitic acid dan palmitic acid hasil penelitian ini masih masuk dalam katagori sesuai dengan hasil penelitian Hu and Gao (2007).

Berdasarkan penelitian, dari keempat genus mikroalga dari kelas Bacillariophyceae, *Chaetoceros calcitrans* dan *Thalassiosira* sp memiliki kandungan palmitat (C16 :0) yang cukup tinggi yaitu sebesar 47,68 % dan 46,01 %, selanjutnya diikuti oleh genus *Skeletonema costatum* dan *Nitzschia* sp., Kandungan MUFA dan PUFA pada kelas Bacillariophyceae lebih tinggi dibandingkan dengan dengan Cyanophyceae dan Prasinophyceae. Namun demikian bila dibandingkan dengan penelitian Pratoomyot, *et al.* (2005) hasil kandungan MUFA dan PUFA masih lebih kecil.

Berdasarkan penelitian terhadap penelusuran profil fatty acid pada berbagai mikroalga laut, diperoleh hasil bahwa hampir semua mikroalga yang dikaji memiliki komposisi fatty acid yang terbesar pada C16 :0, C18 :0, C16 :1, C18 :1 dan C18 :2 dan C18 :3.(Tabel 2). Ini sesuai dengan penelitian dari Harrington (1986) bahwa hampir semua minyak tumbuhan yang digunakan untuk produksi biodiesel memiliki mengandung fatty acids C16 dan C18 .

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, hampir pada semua mikroalga yang diteliti memiliki profil fatty acids yang sama, namun berbeda dalam jumlah fatty acids yang dikandung oleh tiap-tiap mikroalga. Semua mikroalga memiliki profil fatty acids yang sama pada C16 dan 18, dimana kandungan C16 : 0 (asam palmitat ) yang paling tinggi untuk semua mikroalga.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Ditjen Dikti melalui LPPM Undip atas diberikannya kesempatan dengan menandai proyek penelitian ini melalui proyek Hibah





Kompetensi Batch 2. Tak lupa disampaikan pula terima kasih kepada Pengelola Field Station Marine sciences, Jurusan Ilmu Kelautan UNDIP, Jepara. Kepada Balai Penelitian Perikanan Lampung Laut (BPPL) dan Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara atas kerjasamanya. Tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada Sdr. Robertus, Hilal M dan Reza F atas kerjasamanya selama penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, R.A. 2005. Algal Culturing Technique. Elsevier Academic Press. Uk.
- Brown, N.R., S.W. Jeffrey., J.K. Volkman & G.A. Dunstan. 1997. Nutritional properties of mikroalgae for mariculture. *Aquaculture.*, 151: 315-331.
- Hu, , M. Sommerfeld., E. Jarvis., M. Ghirardi., M. Posewitz., M. Seibert & A. Darzins. 2008. Microalgal triacylglycerols as feedstocks for biofuel production: perspectives and advances. *The Plant Journal.* 54 : 621-639
- Harrington, K.J., 1986. Chemical and physical properties of vegetables oil esters and their effect on diesel fuel performance. *Biomass.* 9:1-17.
- Hu, H. and K. Gao. 2006. Response of growth and fatty acid compositions of *Nannochloropsis* sp. to environmental factors under elevated CO<sub>2</sub> concentration. *Biotechnol Lett* 28:987-992.
- Isnansetyo, A & Kurniastuty. 1995. Teknik kultur phytoplankton dan zooplankton; Pakan alami untuk pembenihan organisme laut. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Nur A., & Z. Arifin. 2004. Nutrisi dan formulasi pakan ikan. Departemen Kelautan dan Perikanan, Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara.
- Pratoomyot, J., P. Srivilas and T. Noiraksar. 2005. Fatty acids composition of 10 microalgal species. *Songklanakarin J., Sci. Technol.* 27 (6): 1179 – 1187.
- Piorreck, M., Klaus-Hinnerk. Baaszh., P. Pohl. 1984. Biomass production, total protein, chlorophylls, lipids and fatty acids of fresh water green and blue-green algae under different nitrogen regimes. *Phytochem.*, 23:207-216.
- Qin, J.G. 2005. Bio\_Hydrocarbon from algae: Impacts of temperature. Light and salinity on algae growth. *A report for the Rural Industries Research and Development Corporation.* Australia. RIRDC Publication No, 05/025.
- Reitan, K.I., J.R. Rainuzzo., G. Øie., and Y. Olsen., 1997. A review of the nutritional effects of algae in marine fish larvae. *Aquaculture.*, 155:207-221.
- Volkman, J.K., G. Eglinton and E.D.S. Corner. 1980. Sterol and fatty acids of the marine diatom *Biddulphia sinensis*. *Phytochem.* 19:1809-1813.
- Tsuzuki, M., E. Ohnuma, N. Sato., T. Takaku., and A. Kawaguchi. 1990. Effects of CO<sub>2</sub> concentration during growth on fatty acids composition in Microalgae. *Plant Physiol.* 93: 851-856.
- Volkman J.K., S.W. Jeffrey, P.D. Nichols., G.I. Rogers. And C.D. Garland. 1989. Fatty acid and lipid composition of 10 species of microalgae used in mariculture.. *J. Exp.Mar. Biol. Ecol.*, 128: 219-240.
- Volkman, J.K. 2006 Lipid Markers for marine Organic Matter. *Env. Chem* Vol.2, Part N: 27-70 p.
- Vazquez-Duhalt, R and B.Q. Arredondo-Vega. 1991. Oil production from microalgae under saline stress. Biomass for energy and industry 5 th E.C. conference. Vol. 1: Policy, Environment, Production and Harvesting, 1: 547-551.



## PENGARUH SALINITAS TERHADAP KANDUNGAN TOTAL LIPID PADA MIKROALGA *Nannochloropsis* sp.

**Ervia Yudiati, Widianingsih, Retno Hartati, H. Endrawati dan Reza Fahmi**

*Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Semarang*

*E-mail : Klik disini dan ketik satu e-mail penulis*

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kandungan total lipid (lemak total) pada mikroalga *Nannochloropsis* sp. yang termasuk kedalam kelas Eustigmato-phyceae. Perlakuan salinitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15, 20, 25, 30 dan 35 ppt dengan 3 kali ulangan. Total lipid diukur pada saat *Nannochloropsis* sp. telah memasuki fase stasioner. Analisa yang dipergunakan untuk melihat pengaruh salinitas terhadap total lipid *Nannochloropsis* sp. adalah Anova satu arah. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat perbedaan signifikan perlakuan salinitas terhadap kandungan total lipid *Nannochloropsis* sp. (Anova satu arah;  $F_{(4,10)} = 4,86$ ;  $P < 0,05$ ). Kandungan total lipid yang terbesar ( $78,97 \pm 6,62$ )% ditemukan pada media pemeliharaan dengan salinitas 35 ppt, dan yang terendah ditemukan pada media pemeliharaan dengan salinitas 20 ppt ( $42,67 \pm 2,04$ )%.

*Kata kunci : Salinitas, Total Lipid, Nannochloropsis sp.*

### PENDAHULUAN

*Nannochloropsis* sp merupakan mikroalga yang berukuran 2 – 5 mikron, berwarna hijau serta memiliki 2 flagella (heterokontous) dimana salah satu flagela berambut tipis serta memiliki dinding sel yang tersusun dari selulosa. *Nannochloropsis* sp terklasifikasikan kedalam kelas Eustigmatophyceae ini dapat tumbuh pada kisaran salinitas 25 – 35 ppt, suhu 25 – 30 °C, pH 8 - 9,5 dengan intensitas cahaya 100 – 10.000 lux (Vazquez-Duhalt & Arredondo-Vega, 1991)

Mengingat peran *Nannochloropsis* sp yang cukup besar sebagai pakan alami baik untuk larva ikan, udang dan kerang, namun mikroalga ini bermanfaat sebagai pakan alami bagi zooplankton (rotifer, artemia dan kopepoda) yang merupakan makanan bagi larva kerapu dan organisme laut lainnya (Erlina, 2007), disamping itu yang tak kalah penting peranannya sebagai sumber penghasil lipid yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai pembuatan biodiesel (Griffiths & Harrison. 2008).

*Nannochloropsis* sp memiliki kandungan total lipid yang cukup tinggi (31 – 68 %) berat kering (Hu & Gao 2003). Kandungan total lipid yang besar sangat berguna bukan hanya sebagai pakan alami namun sebagai salah satu kandidat sumber bahan biodiesel (Hu & Gao, 2003). Begitu besar peranan total lipid dalam *Nannochloropsis* sp, maka perlukan dilakukan penelitian tentang kandungan total lipid pada mikroalga ini.

Lipid (lemak) merupakan senyawa organik yang penting bagi tumbuhan (baik mikro maupun makro), hewan dan mikroba. Fungsi lemak adalah sebagai sumber energi metabolik dan asam lemak esensial yang berperan dalam struktur seluler, pemeliharaan dan integritas biomembran. Lemak juga merupakan sumber sterol. Fosfolipid dan vitamin yang larut dalam lemak (Isnansetyo & Kurniastuti, 1995; Nur & Arifin, 2004). Disamping itu lemak juga merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein. Winarno (1991) mengatakan bahwa 1 gram lemak dapat menghasilkan 9 kkal, dan karbohidrat dan protein menghasilkan 4 kkal.

Disamping nutrien, salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kandungan total lipid mikroalga *Nannochloropsis* sp adalah salinitas. Untuk mencapai pertumbuhan optimum diperlukan salinitas 25 – 30 ppt. (Hu & Gao, 2003). Pemberian tekanan terhadap lingkungan (salinitas, suhu, fotoperiod, intensitas cahaya dan nutrien) dapat mempengaruhi kandungan total lipid pada mikroalga (Qin, 2005). Oleh karena itu penelitian ini memiliki tujuan



untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh salinitas terhadap kandungan total lipid dan kepadatan bagi mikroalga *Nannochloropsis* sp.

## MATERI DAN METODA

Materi dalam penelitian ini adalah mikroalga *Nannochloropsis* sp yang diperoleh dari kultur murni di Laboratorium pakan alami Balai Penelitian Perikanan Laut di Lampung. Penelitian ini dilakukan pada bulan Nopember s/d Desember 2009 di Laboratorium Marine Field Station, Jur. Ilmu Kelautan FPIK UNDIP di Jepara. Media Walne digunakan sebagai media pemeliharaan dengan suhu ruangan berkisar 25 – 30 °C, pencahayaan 40 watt/ m<sup>2</sup>, dan pH 7 – 8, dengan sistem aerasi yang tidak besar.

Penelitian ini merupakan ekperimental dengan perlakuan salinitas 15, 20, 25, 30 dan 35 ppt serta 3 kali ulangan. Setiap hari dilakukan pemantauan terhadap densitas *Nannochloropsis* sp., guna melihat perkembangan pertumbuhan. Pemanenan untuk analisa total lipid dilakukan setelah kultur telah memasuki fase stasioner. Selanjutnya analisa total lipid menggunakan metode modifikasi dari Bligh & Dyer (1959). Pelarut yang digunakan dalam analisa total lipid adalah petroleum ether. Perhitungan prosentase berat kering total lipid adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Total lipid} = [(A - B)/C] \times 100 \%$$

Keterangan; A = Berat labu + berat lipid setelah dilakukan ekstrasi (mg)

B = Berat labu sebelum dilakukan ekstrasi (mg)

C = Berat kering sampel.

Analisa ANOVA satu arah digunakan untuk mengetahui pengaruh salinitas terhadap kandungan total lipid, dengan bantuan SPSS ver. 14.

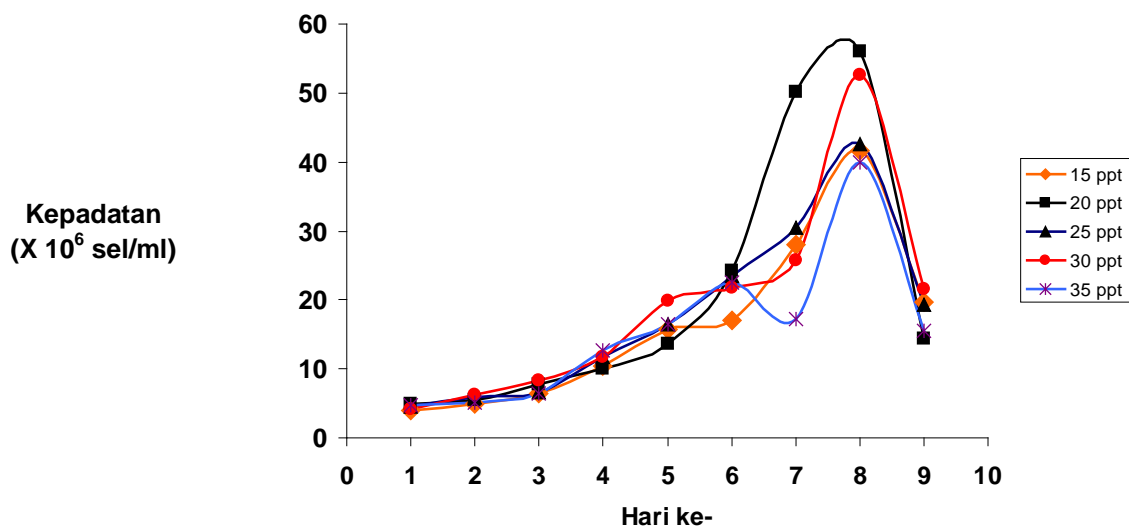
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Kepadatan Nannochloropsis sp*

Berdasarkan pengamatan, pada hari ke 8 rata-rata densitas (sel/ml) untuk setiap perlakuan salinitas 15, 20, 25, 30 dan 35 ppt menunjukkan adalah pola pencapaian puncak pertumbuhan (Gambar 1.). Densitas tertinggi terdapat pada media pemeliharaan dengan salinitas 20 ppt yaitu sebesar 56,11 x 10<sup>6</sup> sel/ml (Gambar 1.). Sedangkan yang terendah terdapat pada media dengan salinitas 35 ppt yaitu sebesar 39,96 x 10<sup>6</sup> sel/ml. Hal ini agak dengan hasil penelitian dan pendapat (Vazquez-Duhalt & Arredondo-Vega, 1991) yang mengatakan bahwa kisaran optimum salinitas pada media pemeliharaan 25 – 35 ppt.

Berdasarkan pengamatan pada semua media pemeliharaan dengan tingkatan salinitas yang berbeda (15, 20, 25, 30, 35 ppt) menunjukkan adanya pola yang sama dimana tahap stasioner terjadi pada hari ke 8. dan memasuki fase hari kesembilan telah terjadi penurunan kepadatan populasi. Ini sesuai dengan penelitian Cotteau (1996) Erlina (2007), Nur & Arifin (2004) dan Robert (2005) bahwa *Nannochloropsis* sp memasuki fase stasioner pada hari ke 8 dan 9. Sedangkan untuk kepentingan pakan alami dipanen pada fase eksponensial yaitu pada hari ke 6 dan 7.

Kadar salinitas pada media kultur memang sangat mempengaruhi kepadatan mikroalga. Besar dan kecilnya kadar salinitas berpengaruh terhadap tekanan osmose dan mekanisme osmoregulasi yang secara langsung akan mempengaruhi proses metabolisme, proses respirasi serta menghambat proses pembiakan sel vegetatif selanjutnya secara bertahap akan mempengaruhi kepadatan populasi mikroalga (Vazquez-Duhalt & Arredondo-Vega, 1991)



**Gambar 1. Grafik Kepadatan rata-rata *Nannochloropsis sp.* pada media kultur murni dengan perbedaan salinitas**

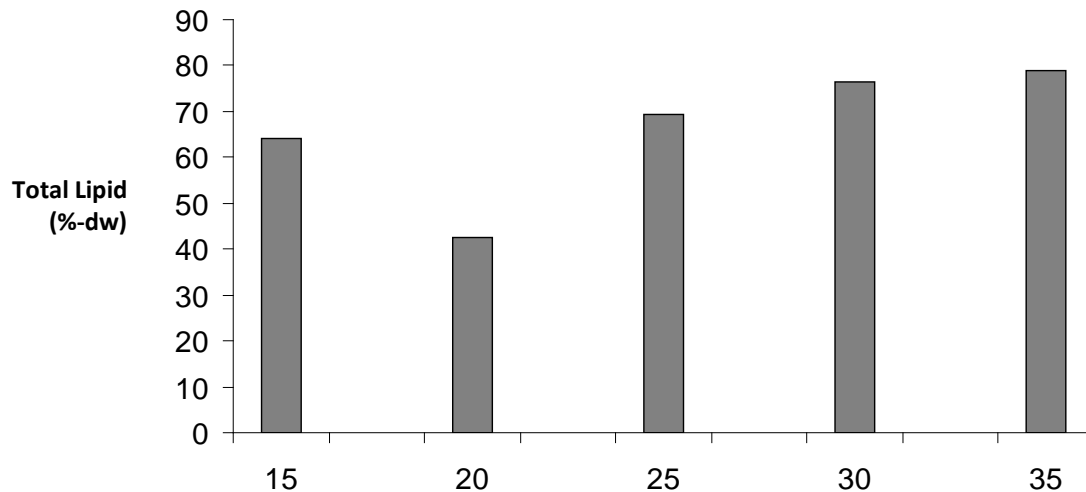
#### **Total Lipid Pada *Nannochloropsis sp***

Berdasarkan hasil penganalisa data, terdapat pengaruh kadar salinitas pada media pemeliharaan terhadap kandungan total lipid mikroalga *Nannochloropsis sp* (*Anova one way*  $F_{hit(4,10)} = 4,86$  ;  $P < 0,05$ ). Selanjutnya perbedaan tersebut ada pada perlakuan salinitas 20 ppt dengan salinitas 30 ppt dan 35 ppt (uji tukey). Kadar total lipid pada *Nannochloropsis sp* yang terbesar ditemukan pada media pemeliharaan dengan salinitas 35 ppt dengan nilai 78,97 %, sedangkan yang terendah ditemukan pada media pemeliharaan 20 ppt sebesar 42,67 % (Gambar 2.). Hal ini sesuai dengan pendapat Rodolfi *et al.*, (2009) yang mengatakan bahwa kandungan total lipid pada *Nannochloropsis sp.* dapat mencapai 60 %.

Kandungan Lipid naik seiring dengan kenaikan salinitas. Pada salinitas tinggi nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan tidak dipergunakan dengan optimum. Oleh karenanya *Nannochloropsis sp* dapat beradaptasi dengan baik dengan melakukan proses osmosis sehingga tidak banyak mengeluarkan energi, namun energi tersebut tersimpan dalam bentuk lemak (lipid). Sedangkan pada salinitas 20 ppt *Nannochloropsis sp* melakukan adaptasi terhadap salinitas untuk tumbuh dengan mengeluarkan banyak energi pada prosesnya (Douglas *et al.*, 2004; Hoek *et al.*, 1995) sehingga menghasilkan densitas yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kadar salinitas yang lainnya. Berdasarkan hasil penelitian terlihat pula bahwa *Nannochloropsis sp* yang dikultur pada media dengan salinitas 20 ppt memiliki densitas yang paling besar, namun memiliki kandungan lipid yang rendah. Ini berlawanan dengan *Nannochloropsis sp* yang dikultur pada media dengan kadar salinitas 35 ppt memiliki kadar total lipid yang besar namun densitas yang rendah. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Rodolfi *et al.*, (2009) yang mengatakan bahwa *Nannochloropsis sp* yang dikultur dengan adanya pembatasan unsur nutrisi pada media kultur menghasilkan total lipid yang mencapai 60 % namun biomassa produktivitas (densitas) turun lebih dari 15 % dibandingkan dengan kontrol (tanpa pembatasan nutrisi).

Begitu pula dengan penelitian Vazquez-Duhalt & Arredondo-Vega (1991) yang mengatakan bahwa manipulasi kadar salinitas pada media pemeliharaan mikroalga akan sangat mempengaruhi kandungan total lipid dan laju pertumbuhannya. Kondisi *stressing* pada lingkungan media pemeliharaan mikroalga akan sangat mempengaruhi kadar total lipid,

dimana pada salinitas yang sangat ekstrem akan sangat mengganggu proses pembelahan sel mikroalga, dimana proses pembelahan sel mikroalga menjadi turun dan sel mulai melakukan penyimpanan produk lipid (Hoek *et al.*, 1995). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dimana pada media pemeliharaan *Nannochloropsis* sp dengan kadar salinitas 35 ppt memiliki nilai kadar total lipid yang besar, namun densitas memiliki nilai yang rendah. Hal ini berbanding terbalik dengan media pemeliharaan dengan kadar salinitas 20 ppt, dimana kadar total lipid lebih kecil sedangkan densitas mencapai maksimum.



Gambar 2. Grafik Kandungan total lipid pada media pemeliharaan dengan perlakuan salinitas (ppt)

## KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan perlakuan salinitas terhadap kadar total lipid mikroalga *Nannochloropsis* sp. Nilai kadar total lipid yang terbesar diperoleh pada perlakuan media kultur *Nannochloropsis* sp dengan salinitas 35 ppt, sedangkan yang terendah pada salinitas 20 ppt. Hal ini bertolak belakang dengan densitas *Nannochloropsis* sp, dimana densitas yang terbesar ditemukan pada salinitas 20 ppt sedangkan yang terkecil pada media dengan kadar salinitas 35 ppt.

Pemeliharaan dengan salinitas 30 dan 35 ppt merupakan media yang baik untuk mendapatkan kadar total lipid yang tinggi. *Nannochloropsis* sp merupakan salah satu kandidat mikroalga yang dapat digunakan sebagai alternatif biofuel. Dengan demikian disarankan untuk perlu dilakukan pengembangan penelitian lebih lanjut tentang manipulasi faktor lingkungan dan nutrisi pada mikroalga *Nannochloropsis* sp untuk menghasilkan total lipid.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Ditjen Dikti melalui LPPM Undip atas diberikannya kesempatan dengan menandai proyek penelitian ini melalui proyek Hibah Kompetensi Batch 2. Tak lupa disampaikan pula terima kasih kepada Pengelola Field Station Marine sciences, Jurusan Ilmu Kelautan UNDIP, Jepara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bligh, E.G. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physio.*, 37(8): 911-917.
- Cotteau, P. 1996. Microalgae, In: *Manual on Production and Use of Live Food for Aquaculture*, FAO. Fisheries Technical Paper. Lavens, P and P. Sorgeloos Edition, Rome, Italia p: 8-87.



- Douglas R.T., J.D. Castell., J.R. Dick and J.R. Sargent., 1994. Effects of salinity on the fatty acid composition of total lipid and individual glycerophospholipid classes of Atlantic salmon ( *Salmon salar*) and turbot ( *Scophthalmus maximus*) cells in culture. *Fish Physiology and Biochemistry Journal* 14 : 125 -137.
- Erlina, A. 2007. Produksi pakan hidup (pelatihan pembenihan udang) Laboratorium pakan alami . Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara.
- Hoek, C.V.D., D.G. Mann & H.M. Jahns. 1995. *Algae, an introduction to phycology* . Cambridge University Press. Cambridge.
- Isnansetyo, A & Kurniastuty. 1995. Teknik kultur phytoplankton dan zooplankton; Pakan alami untuk pembenihan organisme laut. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Nur A., & Z. Arifin. 2004. Nutrisi dan formulasi pakan ikan. Departemen Kelautan dan Perikanan, Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara.
- Qin, J.G. 2005. Bio\_Hydrocarbon from algae: Impacts of temperature. Light and salinity on algae growth. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Australia. RIRDC Publication No, 05/025.
- Robert. A.A. 2005. *Algal Culturing Techniques*. Elsevier Academic Press USA p. 25-26.
- Rodolfi L., G.C. Zittelli, N. Bassi., G. Padovani., N. Biondi., G. Bonini and M.R. Tredici. 2009. Microalga for oil: Strain selection, induction of lipid synthesis and outdoor mass cultivation in low-cost photobioreactor. *Biotechnology and Bioengineering* Vol. 102 (1).: 100 – 112.
- Winarno, F.G. 1991. *Kimia Pangan dan Gizi* PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Vazquez-Duhalt, R and B.Q. Arredondo-Vega. 1991. Oil production from microalgae under saline stress. Biomass for energy and industry 5 th E.C. conference. Vol. 1: Policy, Environment, Production and Harvesting, 1: 547-551.



## PENGARUH PEMBERIAN PUPUK DARI TUMBUHAN AIR BERBEDA TERHADAP PRODUKSI MIKROALGA *Spirulina platensis* PADA KULTUR SKALA SEMI MASSAL

**Titi Chasanah, Christiani, dan Diana Retna Utarini Suci Rahayu**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : cheeny.pwt@yahoo.com*

Kultur mikroalga membutuhkan ketelatenan karena prosesnya melalui tingkatan-tingkatan dari volume sedikit hingga skala massal. Kultur skala semi massal mikroalga *Spirulina platensis* bertujuan untuk memperbanyak hasil kultur skala laboratorium mengingat kandungan protein mikroalga sangat tinggi, yaitu mencapai 70 % dari berat keringnya. Pengembangan mikroalga membutuhkan nutrisi yang cukup dari media kultur. Penelitian pemupukan pada kultur semi massal menggunakan *Azolla pinnata*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia natans*, *Eichornia crassipes* dan *Marsilea crenata* untuk pertumbuhan mikroalga telah dilakukan dengan metode eksperimen. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola Spilt Plot. Faktor yang dicobakan 5 jenis tumbuhan air dengan konsentrasi ekstrak yang berbeda. Ulangan sebanyak 3 kali. Data produksi yang diperoleh diuji dengan Anova dan dilanjutkan uji BNT. Hasil penelitian menunjukkan pemberian ekstrak tumbuhan air dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap produksi biomassa sel mikroalga *S. platensis* pada kultur skala semi massal. Pemberian *Azolla pinnata* dengan konsentrasi ekstrak 1000 ppm memberikan pengaruh paling baik terhadap produksi biomassa sel mikroalga *S. platensis* pada kultur skala semi massal.

Kata kunci: tumbuhan gulma, produksi mikroalga, *Spirulina platensis*

### PENDAHULUAN

Pakan alami mikroalga dapat disediakan sendiri dengan cara mengkultur. Kultur mikroalga dapat dilakukan secara bertingkat dari volume kecil hingga volume besar. Salah satu aspek terpenting pada pelaksanaan kultur adalah pemupukan media kultur. Pemupukan hendaknya dilakukan tanpa menimbulkan efek samping bagi pemangsa. Menurut Soelchan (1995), hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan berupa berbagai macam unsur anorganik baik unsur hara makro maupun unsur hara mikro. Dinyatakan lebih lanjut oleh Parson (1997), bahwa unsur N dan P merupakan dua unsur pokok yang harus tersedia dalam media kultur mikroalga, biasanya tersedia dalam bentuk nitrat dan fosfat.

Pemanfaatan tumbuhan yang tidak berguna untuk pupuk hijau, dapat melestarikan siklus hara dan juga sebagai satu cara pemanfaatan sumber daya alam seefisien mungkin untuk menghemat energi tanpa mencemari lingkungan (Jumin, 1989). Christiani *et al.* (2001) menyatakan beberapa tumbuhan telah dimanfaatkan sebagai pupuk organik dalam bidang pertanian, seperti contohnya *Azolla pinnata*. Pemanfaatan *Azolla pinnata* sebagai pupuk komersial anorganik pada tanaman pertanian, seperti padi dan jagung.

Tumbuhan Gulma air banyak didapatkan di sawah-sawah atau lahan-lahan pertanian, terutama pada musim penghujan. Keberadaan gulma air sering melimpah sehingga mengganggu tanaman pertanian. *Salvinia*, *Pistia*, *Marsilea* dan *Eichornia* merupakan gulma air yang sering melimpah pada persawahan yang ditanami padi. Pemanfaatan tumbuhan air pada kultur mikroalga perlu dicobakan, karena banyak keuntungan bisa didapat daripada menggunakan pupuk kimia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Pengaruh pemberian ekstrak berbagai tumbuhan air sebagai pupuk organik terhadap produksi biomassa sel mikroalga *Spirulina*



## 2. Konsentrasi ekstrak beberapa tumbuhan air yang menghasilkan produksi biomassa sel mikroalga *Spirulina* paling tinggi untuk kultur skala semi massal

Hasil penelitian dapat sebagai informasi ilmiah kepada peternak ikan tentang cara budidaya mikroalga dengan pemakaian tumbuhan air sebagai pupuk yang tidak mencemari lingkungan, serta informasi jenis tumbuhan air dan konsentrasi yang tepat pada kultur skala semi massal mikroalga *Spirulina*, sehingga kebutuhan pakan larva ikan yang tidak berbahaya terpenuhi.

### METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah stok murni biakan mikroalga *Spirulina platensis*, tumbuhan air *Azolla pinnata*, *Salvinia natans*, *Pistia stratiotes*, *Marsilea crenata* dan *Eichornia crassipes*, pupuk M-Bio, media air laut. Peralatan yang digunakan antara lain: bak plastik ukuran 60 ml, aerator, rak kultur, selang dan perlengkapannya, autoklaf, mikroskop inferted dan perlengkapannya, lampu TL 40 watt, *Sandwich rafter*, *hand-counter*, blender, oven, timbangan analitik, pipet ukur, erlenmeyer, *hand refraktometer*, pH-meter, termometer, dan alat tulis.

Penelitian metode eksperimental ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola Split Plot. Perlakuan yang dicobakan adalah jenis tumbuhan air: *Azolla*, *Salvinia*, *Pistia*, *Marsilea* dan *Eichornia* dengan konsentrasi pemberian 200, 400, 600, 800 dan 1000 ppm. Setiap perlakuan diulang 3 kali. Data produksi yang diperoleh diuji dengan Anova dan dilanjutkan uji BNT untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

#### **Ekstraksi tumbuhan air**

Gulma air segar masing-masing seberat 1 kg dibersihkan dan dibuang akarnya, ditiriskan dan dihaluskan dengan menggunakan blender. Pupuk M-Bio sebanyak 3 cc dan 5 gr gula dicampur dengan 1 liter air dibiarkan 2x24 jam. Larutan dicampurkan pada tumbuhan air. Ditutup dengan lembaran plastik hitam, diletakkan pada tempat yang hangat dan tidak kena sinar matahari. Setelah 7 hari ekstrak disaring dengan menggunakan kain penyaring dan disimpan dalam botol. Ekstrak yang diperoleh dianalisis kandungan N, P dan K nya sebelum digunakan dalam penelitian selanjutnya.

#### **Kultur mikroalga *Spirulina***

Kultur skala semi-massal dilakukan selama 1 minggu. Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap hari dan pemanenan dilakukan pada hari ketujuh setelah inokulasi.

#### **Penghitungan populasi dengan *Sandwich Rafter***

Kepadatan dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kepadatan} = N \times 10^4 \text{ sel/ ml}$$

Keterangan: N=jumlah mikroalga yang didapat

Pengukuran biomassa sel mikroalga *Spirulina* berat kering dengan penyaringan menggunakan kasa kering, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 10 °C selama 2 jam. Dimasukkan eksikator selama 1 jam dan ditimbang beratnya.

#### **Parameter pendukung**

Pengukuran parameter pendukung dilakukan pada waktu penanaman, pengamatan, dan waktu panen yang diulang sebanyak 3 kali. Parameter pendukung meliputi temperatur, pH, dan kecerahan.





## HASIL PENELITIAN

Produksi biomassa sel mikroalga *S. platensis* dihitung pada saat puncak populasi. Hasil pengamatan selama 7 hari kultur mikroalga *Spirulina platensis* berlangsung menunjukkan puncak populasi terjadi hari kelima inokulasi (Tabel 1).

**Tabel 1. Produksi *Spirulina platensis* dengan ekstrak gulma pada konsentrasi berbeda**

perlakuan		Ulangan			rataan
main plot	sub plot	1	2	3	
G1	K1	1130.4	3553.2	3556.8	2746.8
	K2	1305.0	3902.4	3362.4	2856.6
	K3	1742.4	3236.4	3956.4	2978.4
	K4	1512.0	4094.1	4184.1	3263.4
	K5	2032.2	4158.0	4187.7	3459.3
G2	K1	1522.8	2674.8	2836.8	2344.8
	K2	1249.2	3060.0	3135.6	2481.6
	K3	3320.1	2752.2	3544.2	3205.5
	K4	2723.4	3695.4	3697.2	3372.0
	K5	3353.4	4064.4	3027.6	3481.8
G3	K1	1085.4	1162.8	1605.6	1284.6
	K2	945.0	1854.0	1724.4	1507.8
	K3	2174.4	2401.2	2741.4	2439.0
	K4	1713.6	3182.4	2736.0	2544.0
	K5	2705.4	2916.0	2908.8	2843.4
G4	K1	1441.8	1603.8	1351.8	1465.8
	K2	1560.6	1659.6	1461.6	1560.6
	K3	2507.4	2197.8	2017.8	2241.0
	K4	2647.8	2340.0	2206.8	2398.2
	K5	2154.6	2607.3	2563.2	2441.7
G5	K1	1393.2	950.4	1227.6	1190.4
	K2	1756.8	1438.2	1479.6	1558.2
	K3	1274.4	1681.2	1686.6	1547.4
	K4	1355.4	1724.4	3501.0	2193.6
	K5	2536.2	1935.0	2469.6	2313.6

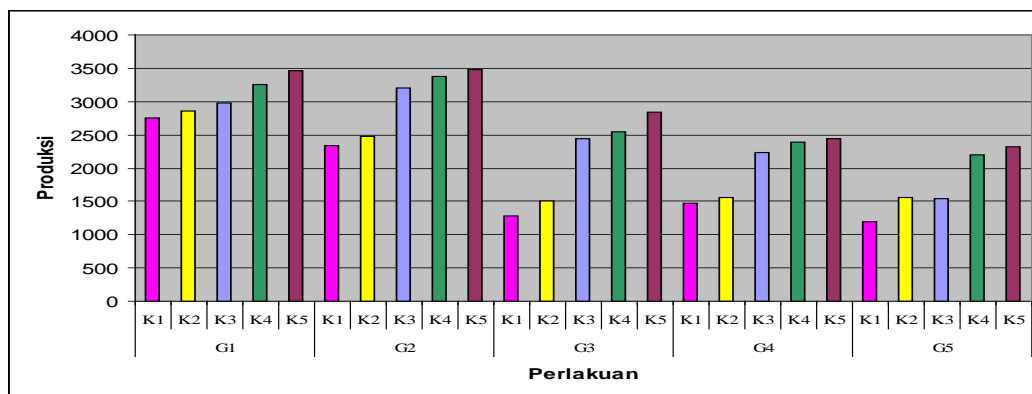
Pertumbuhan populasi *S. platensis* yang semakin meningkat terlihat dengan perubahan warna media kultur selama kultivasi dari hijau muda hingga hijau tua sejak hari ketiga setelah inokulasi, hingga puncak kepadatan pada hari kelima. Pada fase ini terjadi persaingan mendapatkan unsur hara dan cahaya matahari. Menurut Soeriatmadja (1981), perubahan jumlah populasi sel dalam kultur dipengaruhi oleh dua faktor yang dapat menentukan daya biak populasi yaitu: (1) faktor yang bergantung pada populasi misalnya kekurangan bahan makanan, kekurangan ruang untuk hidup karena populasi terlalu padat (2) faktor yang tidak tergantung pada populasi, misalnya penurunan suhu lingkungan secara drastis dan mendadak.

Kurva pertumbuhan kemudian terjadi penurunan yang cukup besar pada hari keenam dan ketujuh, kultur *S. platensis* mengalami fase kematian yang ditandai dengan penurunan jumlah populasi. Kekurangan bahan makanan merupakan faktor penyebab penurunan populasi, karena pemberian nutrisi dilakukan pada saat pembuatan media pertumbuhan, berkurangnya nutrisi serta terakumulasinya sisa-sisa metabolisme yang merupakan racun bagi *S. platensis*. Warna kultur menjadi kecoklatan, dikenal dengan istilah browning pada kultur.



Menurut Nurhidayati, *et.al.* (2005), browning terjadi akibat fenol berlebihan yang dihasilkan oleh mikroalga, sehingga menyebabkan kematian atau dapat menimbulkan racun bagi *S. platensis*.

Histogram produksi pemberian ekstrak *A. pinnata* menghasilkan produksi yang paling tinggi, diikuti *P. stratiotes*, *S. natans*, *E. crassipes* dan *M. crenata*. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka produksi makin tinggi (Gambar 1).



Gambar 1. Histogram produksi *Spirulina platensis* dengan ekstrak gulma pada konsentrasi berbeda

Keterangan :

- K1= konsentrasi 200 ppm
- K2= konsentrasi 400 ppm
- K3= konsentrasi 600 ppm
- K4= konsentrasi 800 ppm
- K5= konsentrasi 1000 ppm
- G1 = *A. pinnata*
- G2 = *P. stratiotes*
- G3 = *S. natans*
- G4 = *E. crassipes*
- G5 = *M. Crenata*

Hasil analisis ragam produksi *Spirulina platensis* dengan ekstrak tumbuhan air pada konsentrasi berbeda menunjukkan bahwa secara mandiri perbedaan jenis tumbuhan air tidak berpengaruh nyata pada produksi, sedangkan pemberian ekstrak dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh sangat nyata pada produksi (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis ragam produksi *Spirulina platensis* dengan ekstrak tumbuhan air pada konsentrasi berbeda

Sumber ragam	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel	
					0.05	0.01
Ulangan	2	9598418	4799209	3.222		
Main plot (A)	4	20964532	5241133	3.519 <sup>ns</sup>	3.64	7.01
Galat a	8	11914746	1489343.250			
Sub plot (B)	4	13571558	3392889.500	20.131**	2.61	3.52
Interaksi	16	1760698	110043.625	0.653 <sup>ns</sup>	1.90	2.49
Galat b	40	6741600	168540.000			
Total	74	64551552				

Keterangan: ns = tidak berbeda \* = berbeda nyata \*\* = berbeda sangat nyata

Jenis tumbuhan air berbeda mengandung N, P dan K yang berbeda. Gulma yang mengandung unsur N tinggi pada umumnya mengandung unsur P dan K yang rendah atau sebaliknya Ketiga unsur tersebut dapat menjadi faktor pembatas pertumbuhan yang optimal. Menurut Panji (2003), unsur N merupakan hara makro yang penting dalam pembentukan protein dan klorofil. Menurut Surogi & Iwnosky (2002) P merupakan unsur penting untuk pertumbuhan dan perkembangan sel mikroalga. Unsur P merupakan bagian dari protoplasma



dan inti sel yang merupakan penyusun materi genetik (DNA dan RNA). P dapat diserap organisme dalam bentuk orthophosphat. Unsur ini diperlukan dalam reaksi-reaksi biokimia seperti pemindahan energi, reaksi fotosintesis dan glikolisis. Menurut Wardoyo (1981) Kalium (K) berpengaruh terhadap metabolisme sel yaitu sebagai katalisator dalam sintesa protein, selain itu kalium sangat berperan dalam proses fotosintesis. Apabila kekurangan kalium maka kecepatan asimilasi CO<sub>2</sub> akan turun yang berakibat pada terhambatnya proses fotosintesis.

Hasil uji BNT produksi biomassa sel menunjukkan bahwa konsentrasi 200 ppm menghasilkan produksi yang tidak berbeda dengan konsentrasi 400 ppm, akan tetapi berbeda dengan konsentrasi 600, 800 dan 1000 ppm. Produksi biomassa sel tertinggi pada konsentrasi tertinggi, yaitu konsentrasi 1000 ppm sebesar 2907.960 mg/l dan terendah pada konsentrasi 200 ppm sebesar 1814.400 mg/l (Tabel 3).

**Tabel 3. Hasil Uji BNT Produksi biomassa sel pada konsentrasi berbeda**

Perlakuan	Produksi rata-rata
K1	1814.400 a
K2	1985.039 a
K3	2482.260 b
K4	2754.239 b
K5	2907.960 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata

Semakin tinggi pemberian ekstrak dengan kandungan N, P atau K tinggi maka semakin meningkatkan pertumbuhan, akan tetapi hingga batas tertentu tergantung kemampuan organisme mentolerir kondisi lingkungan yang ada. Menurut Feng dan Wu (2006), konsentrasi N, P dan K yang optimal dalam media kultur *S. platensis* dapat mengoptimalkan pertumbuhan, yaitu tercapainya biomassa dan produksi O<sub>2</sub> optimal yang disebabkan oleh penyerapan nutrisi yang optimal dan laju penyerapan CO<sub>2</sub> serta pembebasan O<sub>2</sub> yang seimbang. Kebutuhan unsur-unsur tersebut juga tidak sama untuk masing-masing spesies alga. Untuk pertumbuhan *S. platensis* dibutuhkan N sebesar 121 ppm dan P sebesar 961 ppm (Panji, 2001). Jenis gulma yang mengandung N dan P yang tinggi dengan konsentrasi yang semakin tinggi dapat mengoptimalkan pertumbuhan. Unsur N dan P merupakan dua unsur pokok yang harus tersedia dalam media kultur alga (Round, 1973).

Selain nutrisi faktor lain yang berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi *S. platensis*, adalah cahaya. Intensitas cahaya yang digunakan pada penelitian ini adalah 3.800 lux. *S. platensis* tahan pada intensitas cahaya rendah sampai tinggi 500-350.000 lux. Durasi penggunaan cahaya oleh *S. platensis* ≥18 jam sehari (Kabinawa, 2006). Temperatur ruangan kultur pada saat penelitian mudah berubah antara 25-35 °C, sehingga mengakibatkan pertumbuhan populasi *S. platensis* kurang optimal. Kabinawa (2006) menyatakan bahwa *S. platensis* merupakan tipe alga mesofilik yang dapat tumbuh optimal pada kisaran suhu 35-37 °C. Sedangkan suhu minimumnya 19-20 °C. Pada suhu 30 °C, trikhomanya menjadi agak langsing dan pada suhu 40 °C bentuk spiralnya akan hilang dan trikhoma berubah menjadi huruf C sebelum akhirnya berubah bentuk menjadi lurus. Suhu kurang dari 10°C berakibat menurunkan laju pertumbuhan *S. platensis*, sedangkan jika suhu lebih dari 50 °C akan menyebabkan kematian. Salinitas pada media kultur 10-11‰. Menurut Sen dan Coker (2005), salinitas optimum untuk pertumbuhan mikroalga *S. platensis* adalah 25‰. Walaupun demikian, salinitas tersebut tidak menghambat pertumbuhan karena bibit *S. platensis* yang diperoleh merupakan bibit yang sudah diadaptasikan dengan salinitas rendah. pH rata-rata media *Spirulina* pada media kultur *S. platensis* pada hari pertama sampai hari ketujuh berkisar



antara 7-8. Menurut Beley (2002), faktor lingkungan lain yang mempengaruhi pertumbuhan *S. platensis* adalah derajat keasaman. Kisaran pH pada kebanyakan kultur mikroalga antara 7-9 dengan kisaran optimum 8.2-8.7 (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995; Surogi & Iwnosky, 2002; Vonshak, 2002).

### DAFTAR PUSTAKA

- Beley, A. 2002. The Potential Application of *Spirulina (Arthospira)* as a Nutritional and Therapeutic Supplement in Health Management. The Journal of The American Nutraceutical Association, 5 (2). California.
- Christiani, A. S. Piranti, dan N. Andriyani. 1992. Pengaruh Salinitas Terhadap Perkembangan dan Populasi Monokultur *Chlorella* sp. Laporan Penelitian Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.
- \_\_\_\_\_, A. S. Siregar, dan A. S. Piranti. 1999. Pengolahan Air Limbah Bekas Pemeliharaan Gurami Menggunakan Sistem Trickling Filter dan Penambahan Kapur. . Laporan Penelitian Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.
- \_\_\_\_\_, H. A. Hidayah, dan A. S. Siregar. 2001. Pengaruh Unsur Hara Nitrogen dan Posfat Terhadap Pertumbuhan Kiyambang (*Salvinia molesta* D.S.Mitchell). . Laporan Penelitian Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.
- Costa, J.A.V., L.M. Colla, and P.D. Pilho, 2002. *Spirulina platensis* Growth in Open Raceway Ponds Using fresh Water Supplemented with Carbon, Nitrogen and Metal Ions. Z. Naturforsch. 58 C: 76-80.
- Dao-lun, F. and W. Zu-cheng. 2006. Culture of *Spirulina platensis* in Human Urine for Biomass Production and Oxygen Evolution. Journal of Zhejiang University Science B. 7 (1): 34-37.
- Feng, D. and Wu, Z. 2006 Culture of *Spirulina platensis* in Human Urine for Biomass Production and O<sub>2</sub> Evolution. Zhejiang University. China
- Jumin, H. B. 1989. Ekologi Tanaman. Suatu Pendekatan fisiologis. Rajawali Press, Jakarta. Growth of *Spirulina platensis* in Different Culture.
- Kabinawa, I. N. 2006. *Spirulina* Ganggang Penggempur Aneka Penyakit. PT. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Nurhidayati, T., S.B.M. Sembiring, dan M. Munir. 2001. Pengaruh Penambahan IAA Terhadap Laju Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp. Dalam Media Zarrouk Modifikasi. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol-Bali.
- Panji, T and Suharyanto. 2001. Optimization media from low-cost nutrient sources for growing *Spirulina platensis* and carotenoid production. Biotechnology Research Unit For Estate Crops. 69(1), 18-28.
- Panji, Tri dan Suharyanto. 2001. Optimization Media from Low-cost Nutrient Sources for Growing *Spirulina platensis* and Carotenoid Production. Menara Perkebunan 69 (1): 18-28.
- \_\_\_\_\_. 2003. Produksi *Spirulina platensis* dan Potensinya sebagai Pakan Ikan. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Bogor.
- Parson, T. R. , M. Takanashi and Hargrave. 1997. Biological Oceanographic Process. 2<sup>nd</sup> edition. Permagon Press, London.
- Round, F. E. 2003. The Biology of Algae. 2<sup>nd</sup> ed. Publication by Edward Arnold Ltd., London.
- Salisbury & Ross. 1998. Fisiologi Tumbuhan. Penerbit ITB, Bandung.
- Schelegel dan Schmidt. 1994. Mikrobiologi Umum. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sen and Coker 2005. Studies on Growth of Marine Microalgae in Batch Culture: I. *Chlorella vulgaris* (Chlorophyta). Asian Journal of Plant Sciences 4 (6): 636-638.
- Soelchan, F. 1996. Biologi dari *Chlorella*. Fakultas Biologi Universitas Nasional, Jakarta. Buletin Perikanan Darat 9 (1) Juni.
- Surogi and Iwnosky. 2002. Biological Research on Algae. Helgolander Meresunter 43: 66-70.
- Trubus, 2006. Ampuhnya *Spirulina* Atasi Penyakit. Trubus, September, XXXVII (442): 11-32.



## UJI OPTIMALISASI INTENSITAS CAHAYA TERHADAP KANDUNGAN KANDUNGAN KLOROFIL (a, b) PADA SISTEM KULTUR *Dunaliella salina* DAN *Chlorella vulgaris*

Rose Dewi<sup>1</sup>, Triani Hardijati<sup>2</sup>, dan Muhammad Zainuri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, <sup>2</sup>Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto <sup>3</sup>Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

Email : raysa\_ose@yahoo.com

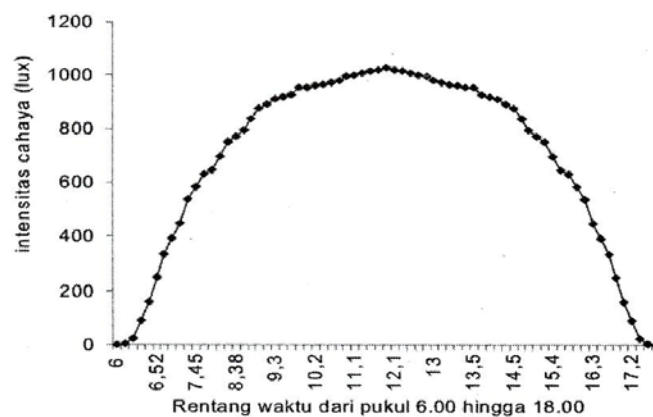
Proses fotosintesis dipengaruhi intensitas cahaya hingga mampu memproduksi materi organik serta kandungan oksigen terlarut yang diperlukan biota-biota perairan. Efektifitas penyerapan intensitas cahaya berkaitan erat dengan kandungan klorofil, sehingga perlu diketahui intensitas cahaya yang optimal terhadap kandungan klorofil (a,b) pada fitoplankton *Dunaliella salina* dan *Chlorella vulgaris*. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan perlakuan A : Perubahan intensitas cahaya setiap 10 menit (249- 997) lux; B: intensitas cahaya dengan siklus tetap (1029 lux); C Perubahan intensitas cahaya setiap 3 jam (1-1029 lux); *D. salina* dan *C. vulgaris* pada media bervolume 2 liter, sebanyak 3 wadah (ulangan) pada tiap perlakuannya. Parameter terukur adalah kandungan klorofil a dan b ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), selama 4 sesi, dengan waktu pengamatan selama 12 jam (06.00 -18.00) dan monitoring pengamatan setiap 2 jam. Hasil pengamatan menunjukkan *D. salina* merespons optimal intensitas cahaya tetap (1029lux), dengan kandungan Klorofil a ( $Y= 1,28+0,035X +0,001X^2, r = 0,88$ ) dan kandungan Klorofil b ( $Y= 1,909+0,003X+0,003X^2, r = 0,89$ ). Sedangkan *C. vulgaris* merespons optimal intensitas cahaya setiap 3 jam (1-1029 lux) oleh kandungan klorofil a ( $Y=6.73-0.93X + 0.035X^2, r = 0.96$ ) dan klorofil b ( $Y= 0,294 + 0,293 X - 0,01X^2, r = 0,94$ ). Perbedaan respons terhadap perlakuan intensitas cahaya, erat kaitannya dengan komposisi kandungan pigmen dan ukuran tubuh, serta fitoplankton akan berstrategi dengan cara yang berbeda untuk mentolerir perlakuan intensitas cahaya untuk mencapai optimalisasi proses fotosintesis.

Kata Kunci: Intensitas cahaya , klorofil (a,b) , *Dunaliella salina*, *Chlorella vulgaris*

### PENDAHULUAN

Efektifitas penyerapan intensitas cahaya (sumber energi) harus mencukupi karena berkaitan erat dengan penyerapan kandungan klorofil yang akan mempengaruhi optimalisasi proses fotosintesis (Kennish (1990). Kandungan klorofil tidak sama pada tiap fitoplankton, meskipun dalam satu kelas Chlorophyta. Perbedaan kandungan pigmen fotosintesis (klorofil) tersebut, pada akhirnya akan berakibat pada perbedaan kemampuan dalam penyerapan intensitas cahaya serta panjang gelombang tertentu berdasarkan pada pigmen yang dimilikinya (Goodwin, 1988).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui intensitas cahaya yang optimal terhadap kandungan klorofil (a,b) pada fitoplankton *Dunaliella salina* dan *Chlorella vulgaris*, namun tidak mungkin dilakukan pada perairan yang luas, maka diperlukan pengamatan dalam skala laboratorium. Salah satu metoda yang digunakan untuk determinasi kuantitatif tersebut adalah dengan pengukuran langsung intensitas cahaya matahari perairan, yang selanjutnya dikonversikan kedalam suatu alat simulator. Simulator sebagai sumber cahaya pada penelitian, dimaksudkan agar intensitas cahaya yang ditetapkan sebagai perlakuan penelitian dapat diatur mengikuti pola intensitas cahaya matahari pada lingkungan perairan. Pemanfaatan simulator cahaya tersebut terhadap fitoplankton *D. salina* dan *C. vulgaris* (Chlorophyta) yang digunakan sebagai biota uji, diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih terinci mengenai kemampuan individual dari fitoplankton.



Gambar. 1 Grafik intensitas cahaya hasil pengukuran

### BAHAN DAN METODA

Penelitian dilakukan secara eksperimental. *D. salina* kepadatan awalnya sebesar sebesar 2.000.000 sel/ ml, dan *C. vulgaris* (10.000.000 sel/ ml) pada media bervolume 2 liter, sebanyak 3 wadah (ulangan) pada tiap perlakuannya. Perlakuan A : Perubahan intensitas cahaya setiap 10 menit (249- 997) lux; B: intensitas cahaya dengan siklus tetap (1029 lux); C Perubahan intensitas cahaya setiap 3 jam (1-1029 lux).

Tabel 1. Lumen cahaya lampu hasil konversi dari lux matahari yang digunakan dalam penelitian

NO	JAM	LUMEN ( LUX )		
		10 MENIT	TETAP	3 JAM
1	07.00	249	1029	1
2	09.00	837	1029	771
3	11.00	981	1029	771
4	13.00	997	1029	1029
5	15.00	837	1029	771
6	17.00	334	1029	771

Parameter terukur adalah kandungan klorofil a dan b ( $\text{mg/m}^3$ ), selama 4 sesi, dengan waktu pengamatan selama 12 jam (06.00 -18.00) dan monitoring pengamatan setiap 2 jam. Pengukuran kandungan klorofil menggunakan metoda spektrofotometri (Modifikasi Kusumaningrum, 2007). Pengambilan sampel fitoplankton menggunakan pipet tetes (1 ml) sebanyak 3 ml yang diletakan pada 2 buah wadah eppendorf (1,5ml). Wadah eppendorf yang berisi kandungan klorofil *D. salina* dan *C. vulgaris* disentrifuge pada mikrosentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm (5 menit) sampai terbentuk natan (kandungan pigmen klorofil yang akan diendapkan pada bagian dasar eppendorf). Kandungan natan pada 2 eppendorf dipanaskan pada electrical oven dengan suhu 80 °C selama 30 menit untuk mendapatkan berat sampel klorofil kering untuk selanjutnya ditimbang berat kering pigmen klorofilnya, selanjutnya dilarutkan dengan acetone 12%, lalu dipindahkan pada cuvet (3 ml) untuk kemudian diukur absorbansi cahayanya dengan UVVIS spektrofotometer (disingkat pada absorbansi 0,00 dengan diblancokan menggunakan acetone). Absorbansi diukur pada panjang gelombang 630 nm, 647 nm, 664 nm. Perhitungan Kandungan Klorofil a, b fitoplankton menurut APHA, (2005) dan Hutagalung, (1997) bahwa kandungan klorofil a, b, fitoplankton dihitung dengan mendeterminasikan konsentrasi pigmen pada ekstraksi dihitung dengan rumus sebagai berikut:



$$\text{Klorofil a (mg/ m}^3\text{)} = \frac{(11,85 \times E_{664}) - (1,54 \times E_{647}) - (0,08 \times E_{630}) \times V_e}{V_s \times d}$$

$$\text{Klorofil b (mg/ m}^3\text{)} = \frac{(21,03 \times E_{647}) - (5,43 \times E_{664}) - (2,66 \times E_{630}) \times V_e}{V_s \times d}$$

Keterangan:

- $E_{664}$  = absorbansi 664 nm  
 $E_{647}$  = absorbansi 647 nm  
 $E_{630}$  = absorbansi 630 nm  
 $V_e$  = volume ekstrak acetone (ml)  
 $V_s$  = volume contoh air yang disaring (liter)  
 $d$  = lebar diameter cuvet (1 cm)

Data yang diperoleh menurut Gomez (1995) dan Steel and Torrie (1993), dianalisis dengan menggunakan analisa regresi untuk mencari hubungan variabel dalam penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Klorofil a*

Klorofil a merupakan respons awal dari terlepasnya oksigen dan permulaan proses deposit karbohidrat serta merupakan komponen pigmen dari kloroplas yang dimiliki oleh keseluruhan fitoplankton, yang berperan sebagai pigmen fotosintesis merupakan faktor penting dalam menentukan terjadinya proses fotosintesis. Dwijoseputro (1994).

*D. salina* memiliki kandungan kloroplas yang bervariasi, tersusun atas pigmen klorofil a, klorofil b dan sejumlah karotenoid dan xantofil termasuk  $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten, cis- $\gamma$ -karoten, lutein, lutein 5,6-epoxide, antheraxanthin, violaxanthin, zeaxanthin dan neoxanthin. (Hering, 1990). Perlakuan (C) memiliki kandungan klorofil a dengan kenaikan pada awal sesi pertama dengan kisaran (0.541 - 1.309) mg/ m<sup>3</sup> pada persamaan  $Y=2.64 - 0.280X + 0.009X^2$ ,  $r = 0.86$  yang terus meningkat sampai akhir sesi kedua mencapai kisaran (0.700- 2.761) mg/ m<sup>3</sup>, namun mengalami penurunan pada awal sesi ketiga sampai akhir sesi keempat, sehingga proses fotosintesis menjadi kurang optimal (Gambar 2). Menurut Oren (2005) hal ini berhubungan dengan ukuran tubuh *D. salina* (5–7 mikron) walaupun memiliki kandungan pigmen yang lebih besar dibandingkan *C. vulgaris*, namun dengan kepadatan awal yang lebih rendah, maka strategi yang dilakukan guna mencapai fotosintesis optimal dengan mentolerir perlakuan dengan intensitas cahaya yang optimal, hal ini sesuai dengan pernyataan Dawes (1981) bahwa intensitas cahaya 1000 lux – 2200 lux, akan memberikan kesempatan kepada *D. salina* untuk melakukan fotosintesa secara optimal, karena dapat memenuhi kisaran gelombang 400-725 nm. Diperkuat oleh Bohinski (1987) saat intensitas cahaya mencapai optimal, maka pigmen – pigmen ini akan melakukan fotosinetsis optimal pula. Kondisi demikian menyebabkan *D. salina* mentolerir perlakuan (B), dengan adanya peningkatan sampai akhir sesi ketiga, dengan kisaran (1.407 - 2.522) mg/ m<sup>3</sup> pada persamaan  $Y= 1,28+ 0,035 X + 0,001X^2$ ,  $r = 0,88$  dan pada akhir sesi keempat tidak menunjukkan penurunan yang cukup drastis.

Perlakuan A (249 – 997 lux). pada awal sesi pertama menunjukkan penurunan yang cukup drastis (dari 1.548 – hingga 0.481-) mg/ m<sup>3</sup> ( $Y=3.56 - 0.42X + 0.014X^2$ ,  $r = 0.97$ ), selanjutnya terdapat peningkatan yang cukup drastis, namun pada akhir sesi keempat menunjukkan kembali penurunan. Adanya peningkatan serta penurunan kandungan klorofil a yang cukup drastis akan mempengaruhi proses fotolisis air dalam menghasilkan kandungan oksigen (DO) menjadi lebih rendah, karena menurut Gass, *et.al* (1984) sebaiknya terdapat adanya keseimbangan antara laju fotosintesis dan laju respirasi.



Kandungan pigmen fotosintesis *C. vulgaris* tidak sebanyak *D. salina*, hanya terdiri klorofil a, klorofil b, astaxanthin dan canthaxanthin. Seharusnya untuk dapat melakukan fotosintesis optimal membutuhkan intensitas cahaya lebih besar dibandingkan *D. salina* sebesar 4000 – 30.000 lux. Namun dengan kepadatan awal media perlakuan cukup tinggi dan terkait dengan ukuran tubuh yang relatif lebih kecil (3– 5 mikron) dengan demikian lebih mudah merespons penerimaan intensitas cahaya (Carmelo, 1997). Maka dengan perlakuan intensitas cahaya dibawah kisaran tersebut, *C. vulgaris* telah dapat beradaptasi dengan baik pada perlakuan (C) (1-1029 lux), hal ini ditunjukkan dengan peningkatan yang cukup stabil pada awal sesi pertama dengan kisaran (0.629 - 2.589) mg/ m<sup>3</sup> pada ( $Y=6.73-0.93X + 0.035X^2$ ,  $r = 0.96$ ) hingga akhir sesi keempat (1.263 - 2.344) mg/ m<sup>3</sup> pada ( $Y= -0,49+ 0,38X- 0,01X^2$ ,  $r = 0,81$ ), dengan kandungan klorofil a tinggi (Gambar.4) akan mendukung optimalitas fotosintesis sehingga proses pendepositan karbohidrat (glukosa) berjalan dengan baik yang akan mempengaruhi proses metabolisme dalam tubuh sel *C. vulgaris* yang pada proses selanjutnya akan mendukung proses perbanyakan sel

a

B

c

d

**Gambar 2. Hubungan waktu pengamatan dengan Kandungan Klorofil a pada *D. salina* selama 4 sesi (a,b,c,d) pada tiga perlakuan intensitas cahaya**

Perlakuan (B) oleh *C. vulgaris* menunjukkan respons yang kurang adaptif, ditunjukkan dengan sedikitnya kandungan klorofil a yang dihasilkan dibandingkan dengan kedua perlakuan yang lain. Ditunjukkan dengan adanya penurunan kandungan klorofil a pada awal sesi ketiga pada kisaran (dari 2.447- hingga 1.240) mg/ m<sup>3</sup> hingga hingga akhir sesi keempat Terdapatnya kandungan pigmen klorofil a pada *C. vulgaris* dalam jumlah yang sedikit mengakibatkan ketidak optimalan penyerapan cahaya, sebagai akibat dari penerimaan cahaya dengan intensitas yang tinggi yang terus-menerus. Pada kondisi ini diduga sebagian klorofil a pada *C. vulgaris* mengalami kerusakan sehingga tidak mampu memanfaatkan cahaya lebih optimal. Pencahayaan yang terus menerus pada intensitas tinggi ini juga menyebabkan tidak seimbangnnya kemampuan pigmen dalam menyerap cahaya dengan proses metabolisme sel fitoplankton, dengan kondisi demikian pada akhirnya akan menurunkan intensitas proses fotosintesis.





a

B

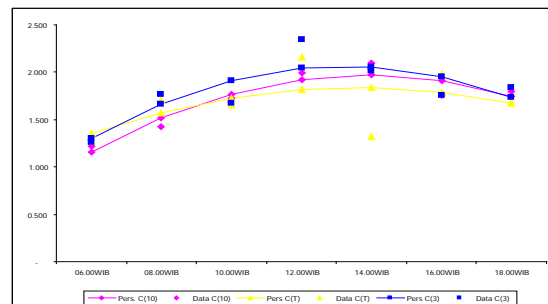
c

d

Gambar 3. Hubungan waktu pengamatan dengan Kandungan Klorofil b pada *D. salina* selama 4 sesi (a,b,c,d) pada tiga perlakuan intensitas cahaya

a

B



c

d

Gambar 5. Hubungan waktu pengamatan dengan Kandungan Klorofil b pada *C. vulgaris* selama 4 sesi (a,b,c,d) pada tiga perlakuan intensitas cahaya

Menurunnya intensitas fotosintesis sesuai dengan pernyataan Gass *et.al*, (1984) disebabkan adanya penyinaran matahari secara terus-menerus pada akhirnya akan mengakibatkan kerusakan pada pigmen penyerap cahaya (klorofil a) sehingga mencapai fase



kejenuhan, jika terus terjadi penambahan intensitas cahaya mengakibatkan terjadinya penurunan laju fotosintesis dengan berada pada fase penghambat (inhibition). Hal ini membuktikan teori bahwa intensitas cahaya merupakan faktor pembatas, karena produk fotosintesis terjadi dengan adanya peningkatan kandungan klorofil ketika terdapat pembatasan (limiting) tingkat intensitas cahaya Matsuda *et al* (2002).

### **Klorofil b**

Pengamatan klorofil b pada ketiga perlakuan menunjukkan pola yang sama, mengikuti kandungan klorofil a pada keseluruhan sesi (awal sesi pertama – akhir sesi keempat), menurut APHA, (2005) hal ini diakibatkan karena klorofil b merupakan pigmen asesoris yang merupakan komponen fitoplankton hijau (chlorophyta) dan dapat diketahui dengan membaca slope dari klorofil a. Namun pada klorofil b memiliki daya penyerapan terhadap intensitas cahaya lebih pendek dibandingkan klorofil a, yakni berkisar 630-648 nm sedangkan pada klorofil a pada panjang gelombang 660-682 nm. Hal ini dikarenakan pada klorofil b ditempuh dalam waktu yang lebih cepat, karena pada klorofil b akan mengalami proses transformasi dengan cepat ke dalam bentuk karbohidrat produk akhir dari proses fotosintesis dan bahan oksidan yang lain Borowitzka (1992) dan Herring (1990).

Respons klorofil b (*D. salina*) pada perlakuan (C) terjadi kenaikan pada awal sesi pertama dengan kisaran (0.695 - 1.654) mg/ m<sup>3</sup> pada persamaan regresi ( $Y=3,40-0,36X+0,01X^2$ ,  $r = 0,87$ ) yang terus meningkat sampai akhir sesi, namun mengalami penurunan pada awal sesi ketiga (dari 3.128 – hingga 1.830 ) mg/ m<sup>3</sup> yang terus menurun secara perlahan sampai dengan akhir sesi keempat (Gambar 3). Respons demikian menyebabkan proses fotosintesis berjalan kurang optimal. Erat kaitannya dengan ukuran tubuh *D. salina* dan organ kloroplas yang relatif besar, namun dengan densitas yang rendah namun tetap harus mencapai proses fotosintesis yang optimal maka harus mencapai intensitas cahaya yang optimal. Sehingga agar proses pendepositan karbohidrat dan perubahan ke dalam bentuk pigmen lain untuk menyempurnakan kandungan (protein dan lemak) dapat berjalan dengan baik, maka *D. salina* harus berstrategi agar kandungan klorofil b tetap optimal, yakni dengan mentolerir perlakuan (B), dengan adanya peningkatan kandungan klorofil b dari awal sesi kedua dengan kisaran (0.970- 3.549) mg/ m<sup>3</sup> yang terus meningkat sampai akhir sesi ketiga, (1.875 -3.358) mg/ m<sup>3</sup> pada ( $Y= 1,909+0,003X+0,003X^2$ ,  $r= 0,89$ ) dan sampai akhir sesi keempat tetap stabil. Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan (B) (1029 lux) tidak mengakibatkan kerusakan pigmen klorofil b, walaupun dengan penyinaran yang terjadi secara terus menerus masih dapat ditolerir oleh *D. salina* dengan kandungan klorofil b yang cukup besar dan densitas yang rendah. Sedangkan pada perlakuan intensitas 10 menit yang pada awal sesi pertama menunjukkan perubahan kandungan klorofil b yang cukup drastis (tidak stabil) sampai akhir sesi keempat. Pada awal sesi pertama penurunan yang cukup drastis (dari 1.915 – hingga 0.606 -) mg/ m<sup>3</sup> pada ( $Y= 4,28 - 0,50 X +0,01X^2$ ,  $r = 0,97$ ) dan terjadi hingga akhir sesi keempat. Perubahan kandungan klorofil b secara drastis akan mengakibatkan metabolisme berjalan kurang optimal, mengakibatkan ketidakstabilan deposit energi untuk perubahan ATP menjadi ADP untuk mendeposit karbohidrat (produk fotosintesis), sehingga akan mempengaruhi metabolisme sel. Bohinski (1987).

Walaupun fitoplankton *C. vulgaris* memiliki kandungan pigmen klorofil b rendah sehingga membutuhkan intensitas yang tinggi, tetapi dengan kepadatan awal fitoplankton tinggi *C. vulgaris* telah dapat beradaptasi baik pada perlakuan (C) (1-1029 lux), dengan adanya peningkatan yang cukup stabil pada awal sesi pertama hingga mencapai puncaknya pada akhir sesi keempat, dengan kisaran (1.709- 2.589) mg/ m<sup>3</sup> pada ( $Y= 0,294 + 0,293 X - 0,01X^2$ ,  $r = 0,94$ ) (Gambar.5), dengan kandungan klorofil b tinggi akan mencapai tingkat optimalitas, proses pendepositan karbohidrat (glukosa) sebagai produk akhir dalam proses fotosintesis



(pada reaksi gelap) berjalan dengan baik dan mendukung proses selanjutnya, yakni perubahan kedalam pigmen lain yang akan mendukung proses perbanyakan sel (reproduksi).

### PUSTAKA

- APHA, 2005. Standart Methods For The Examination Of Water And Waste water. 21<sup>st</sup> Edition. Edited By: Andrew.D Eaton, Lenore.S Clesceri, Eugene.W Rice, Arnold.E Greenberg. Centennial Edition. American Public Health Association, American Water Work Association. Water Environment Federation.
- Bohinski, R.C. 1987. Modern Concept In Biochemistry. Fifth Edition. Allyn And Bacon Inc. London. Pp: 11-31, 605- 628.
- Borowitzka. M. A. & Borowitzka. L. J. 1992. Micro-Algal Biotechnology. Cambridge University Press. Newyork. Pp 470
- Carmelo. R, J. 1997. Identifying Marine Fitoplankton. Academic Press. Newyork. 835 pp.
- Dawes, C. J. 1981. *Marine Botany*. John Wiley and Sons Inc. New York. 628 p.
- Dwijoseputro, Prof. Dr. 1994. Pengamtar Fisiologi Tumbuhan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 232 Hal.
- Gass, and Team Of Open University. 1984. *Oceanography Biological Environments*. Third Level Course. Prepared by Course Team for The Open University with Financial assistance from United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. The Open University Press. pp. 17-26.
- Gomez K.A and A. Gomez. 1995. Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian. Edisi Kedua. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 698 hal.
- Goodwin, T. W. 1988. *Plant Pigments*. Academic Press. London. pp. 5-47.
- Herring, P., J., Campbell, A., K., Whitfield, M., and Maddock, L. 1990. *Light and Life in The Sea*. Cambridge University Press. Cambridge
- Hutagalung Horas. P, Deddy Setiapermana dan S. Hadi Riyono. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. Buku 2. P<sub>3</sub>O-LIPI. Jakarta. 181 hlm.
- Kennish, J. M. 1990. Ecology of Estuaries. Volume II. Biological Aspect. RC Press. Florida. Pp.51-98.
- Kusumaningrum, Hermin Pancasakti. 2007. Isolasi, Karakterisasi Dan Deteksi Gen DXS, Penyandi Enzim Kunci Biosintesis Karotenoid Pada Alga Hijau *Dunaliella salina* Dan Isolat Sianobakteria. Disertasi. Universitas Gajahmada. Yogyakarta.
- Matsuda. T, And A. Tanaka, and Anastasios Melis. 2002. Chlorophyll Antenna Size By Irradiance In *Dunaliella salina* Involve Coordinate Regulation Of Chlorophyll a Oxygenase (CAO) And Lhcb Gene Expression. Proceeding Of The 2002 U.S DOE Hydrogen Program Review. NREL/ CP – 610 – 32405.
- Oren Aharon. 2005. *A hundred Years Of Dunaliella Research : 1905 – 2005*. Review. Salie System. Med Central.
- Steel Robert GD and James H.Torrie. 1993. Prinsip Dan Prosedur Statistika. Suatu Pendekatan Biometrik. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 747 Hal.



## PEMANFAATAN ISOLAT MIKROFUNGI DARI TELAGA WARNA DALAM PROSES DEKOMPOSISI LIMBAH CAIR TAHU

**Inna Puspa Ayu<sup>1</sup>, Yusli Wardiatno<sup>2</sup>, Hefni Effendi<sup>3</sup>, Majariana Krisanti<sup>4</sup>, Niken T.M. Pratiwi<sup>5</sup>, Mursalin<sup>6</sup>, Aliati Iswantari<sup>7</sup>**

*Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor  
Email : innapuspa@gmail.com*

Mikrofungi berperan dalam dekomposisi bahan organik serta dapat dimanfaatkan sebagai agen biologis dalam pengolahan limbah. Eksplorasi mikrofungi akuatik di Indonesia belum banyak dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji jenis-jenis mikrofungi dari Telaga Warna serta menjelaskan kemampuannya dalam memanfaatkan bahan organik yang berasal dari limbah cair tahu. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap (pendahuluan dan utama). Penelitian pendahuluan meliputi pengambilan sampel mikrofungi (musim kemarau dan musim hujan), pengisolasian, kultivasi, dan identifikasi mikrofungi. Penelitian utama berupa pemanfaatan mikrofungi dalam mendekomposisi limbah cair tahu melalui percobaan dengan rancangan acak lengkap, dengan analisis lanjutan uji Tukey. Isolat mikrofungi yang didapatkan dari Perairan Telaga Warna pada musim kemarau adalah *Mucor hiemalis*, *Mucor plumbeus*, *Mucor substilissimus*, *Abisidia spinosa*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus conicus*, *Penicillium viridicatum*, *Penicillium rugulosum*, *Trichoderma koningii*, *Acremonium strictum*, *Cephalosporium acremonium*. Sedangkan yang ditemukan pada musim hujan adalah *Mucor rouxianus*, *Mucor ramannianus*, *Mucor genevensis*, *Mucor jansseni*, *Mucor pussilus*, *Rhizopus cohnii*, *Rhizopus stolonifer*, *Rhizopus oryzae*, *Penicillium rugulosum*, *Cephalosporium acremonium*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium urticae*, *Penicillium spinulosum*, *Aspergillus amstelodami*, *Monilia humicola*. Mikroorganisme uji yang digunakan dalam penelitian utama adalah *Penicillium rugulosum* (PR), *Penicillium viridicatum* (PV), *Acremonium strictum* (ACST), *Cephalosporium acremonium* (CA), dan *Abisidia spinosa* (AS). Mikrofungi tersebut diujikan pada limbah cair tahu dengan konsentrasi 75%. Hasil menunjukkan bahwa PV dan PR mampu menurunkan COD pada hari kedua yang sebesar 73,96% dan 63,54% disertai peningkatan persentase penutupan sebesar 53,33% dan 46,67%. Sementara itu, bahan organik pada perlakuan ACST dan CA menurun pada hari keempat sebesar 77,08% dan 72,92% namun disertai dengan munculnya penutupan oleh mikroorganisme lain.



## KAJIAN BIOAKTIVITAS *PHYCOERYTHRIN LIKE PIGMENT* YANG DIPRODUKSI OLEH CYANOBACTERIA *Oscillatoria* sp.

Karseno

Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email : karseno\_m71@yahoo.com

Cyanobacteria merupakan salah satu kekayaan hayati Indonesia yang prospektif untuk dikembangkan karena mengandung beragam komponen bioaktif. Salah satu komponen penting dari cyanobacteria adalah pigmen. *Oscillatoria* sp. menghasilkan metabolit pigmen berwarna ungu secara ekstraselular selama pertumbuhannya. Pigmen ini memiliki sifat fisikokimia yang mirip dengan fikobiliprotein, sehingga disebut *phycobiliprotein like pigment*. Untuk mengetahui sifat fungsional pigmen, pengujian bioaktivitasnya diteliti. Uji bioaktivitas dilakukan terhadap mikroalga *Chlorella fusca*, *Chlamydomonas reinhardtii*, cyanobacteria *Scytonema* sp., dan *Nostoc spongiaforme* sebagai model kompetitor di lingkungannya. Ke dalam kultur target ditambahkan pigmen ungu dengan berbagai kadar, sel diinkubasikan sesuai kondisi optimum masing-masing dan dilakukan pengamatan terhadap penghambatan pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan pigmen ungu menghambat pertumbuhan *C. fusca* dan *C. reinhardtii* dengan  $IC_{50}$  masing-masing sebesar 0,5 mg/ml dan 5 mg/ml, tetapi tidak menghambat pertumbuhan *Scytonema* sp. dan *Nostoc spongiaforme*. Ini mengindikasikan bahwa pigmen ungu dapat berperan sebagai antialga.

Kata kunci: Cyanobacteria, *Oscillatoria* sp., bioaktif pigmen, fikoeritrin, antialga

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati (*biodiversity*) yang sangat berlimpah baik berupa tumbuhan maupun hewan sehingga dikenal sebagai negara dengan *megabiodiversity*. Salah satu sumber hayati yang potensial dan masih memerlukan banyak kajian adalah alga. Alga yang meliputi mikroalga, makroalga (rumput laut) dan *cyanobacteria* (ganggang hijau biru) dikenal sebagai produsen bahan-bahan bermanfaat (*valuable chemicals*) seperti polisakarida, hormon, vitamin, mineral dan senyawa bioaktif dengan jumlah dan variasi yang sangat beragam (Sing *et al.*, 2005). Potensi ini merupakan aset nasional yang bernilai sangat strategis untuk terus dikaji dan dikembangkan pemanfaatannya untuk kepentingan manusia.

Salah satu komponen penting dari alga (cyanobacteria) adalah pigmen. Secara umum pigmen alga terdiri dari klorofil, karotenoid dan fikobiliprotein (*phycobiliproteins*). Penelitian berbasis pigmen fikobiliprotein relatif masih sedikit jika dibandingkan dengan pigmen klorofil dan karotenoid. Penelitian terhadap fikobiliprotein baru mulai berkembang setelah diketahui potensi pigmen ini dalam aplikasinya sebagai *fluorescence probe* untuk *bio-labeling* yang banyak digunakan dalam *bio-assay* (Glazer, 1994). Selain itu fikobiliprotein menarik perhatian para peneliti karena bisa berperan sebagai antioksidan dan pewarna alami yang besar potensi aplikasinya dalam bidang pangan. Bahkan hasil penelitian akhir-akhir ini menunjukkan bahwa fikobiliprotein juga berpotensi sebagai fotosensitizer (He *et al.*, 1997; Zhang *et al.*, 2000).

Dalam penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa cyanobacteria *Oscillatoria* sp. mampu memproduksi pigmen berwarna ungu atau pink (OsPP) secara ekstraselular (dikeluarkan ke medium) selama pertumbuhannya. Setelah dilakukan identifikasi dan karakterisasi, OsPP tersebut memiliki sifat fisikokimia yang mirip dengan fikobiliprotein khususnya fikoeritrin (*phycoerythrin*) yang dihasilkan dari jenis alga merah sehingga pigmen ini dinamakan *phycobiliprotein like pigment* atau tepatnya *phycoerythrin like pigment* (Karseno *et al.*, 2009). Fenomena produksi pigmen ini sangat menarik karena OsPP diproduksi secara ekstrasel oleh *Oscillatoria* selama pertumbuhannya. Produksi metabolit (komponen bioaktif) secara ekstrasel akan sangat menguntungkan terutama dilihat dari kemudahan teknik produksinya, karena metabolit tersebut dapat diisolasi secara langsung dari media tanpa perlu melalui tahapan



pmecahan sel. Kelebihan ini akan berimplikasi kepada mudah dan efisiennya dalam tahapan proses pemurnian sehingga akan mengurangi biaya produksi secara keseluruhan.

Metabolit yang dihasilkan secara ekstraselular oleh organisme mengindikasikan bahwa senyawa tersebut dieksresikan sel dalam rangka untuk mempertahankan kelangsungan hidup di lingkungannya. Salah satu fungsi dari metabolit tersebut adalah sebagai senyawa alelopati yang berperan untuk menghambat pertumbuhan organisme lain sebagai kompetitor dalam habitat yang sama (Berry et al., 2008). Mengacu pada latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mengkaji potensi bioaktivitas OsPP khususnya sebagai anti alga.

## METODOLOGI

### *Bahan dan alat*

Kultur cyanobacteria *Oscillatoria* sp., *Scytonema* sp., *Nostoc spongiaforme* dan green alga diperoleh dari LIPI Pusat Penelitian Bioteknologi, Cibinong, Bogor.

### *Kultivasi alga*

Alga dikulturkan dalam media modified C menggunakan tabung reaksi (3 cm i.d. x 20 cm) dengan volume 50 ml dan pH 7.5. Komposisi media modified C (per liter) adalah sebagai berikut: 5 g KNO<sub>3</sub>, 0.1 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0.05 g MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0.005 g FeCl<sub>2</sub>, 2.86 mg H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 1.81 mg MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, 0.22 mg ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0.018 mg (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O, and 0.075 mg CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O. Sel selanjutnya diaerasi pada 10 ml min<sup>-1</sup>, 1 % CO<sub>2</sub> pada temperatur 25°C dan penyinaran dengan intensitas 50 μmol photons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> menggunakan lampu fluorescence.

### *Isolasi pigmen*

Pada umur 8 hari sel *Oscillatoria* dipanen, disentrifuse pada 10.000xg selama 10 menit, temperatur 4°C. Sel dan medium yang mengandung pigmen dipisahkan dengan cara disaring menggunakan kertas saring Whatman No 2. Filtrat berupa medium yang mengandung pigmen berwarna pink selanjutnya dikeringbekukan menggunakan *freeze dryer* dan disimpan sebagai stok untuk pengkajian lebih lanjut.

### *Pengujian antialga pigmen pink Oscillatoria sp.*

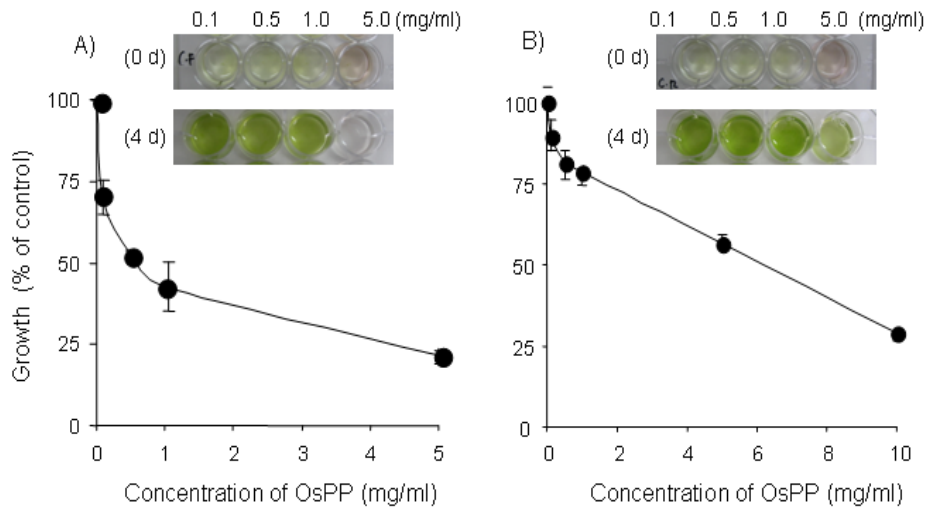
Pigmen pink *Oscillatoria* sp. (OsPP) yang sudah dikeringbekukan dilarutkan dalam buffer fosfat 50mM dalam berbagai konsentrasi (0,1; 0,5; 1; 5; dan 10 mg/ml). Larutan OsPP tersebut ditambahkan ke dalam kultur green alga *Chlorella fusca* dan *Chlamydomonas reinhardtii* dan cyanobacteria *Scytonema* sp. dan *Nostoc spongiaforme*. Sel selanjutnya diinkubasikan pada temperatur ruang dan diiradiasi menggunakan lampu neon pada intensitas cahaya 30 μmol photons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Besarnya penghambatan OsPP terhadap pertumbuhan alga diamati setelah umur 4 hari untuk green alga dan 8 hari untuk cyanobacteria.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek penghambatan pigmen terhadap pertumbuhan *C. fusca* dan *C. reinhardtii* terlihat meningkat searah dengan meningkatnya konsentrasi OsPP. Nilai aktivitas penghambatan pertumbuhan 50 % (IC<sub>50</sub>) dari OsPP terhadap *C. fusca* dan *C. reinhardtii* adalah 0,5 mg/ml dan 5 mg/ml. Sebaliknya OsPP tidak menunjukkan penghambatan terhadap pertumbuhan cyanobacteria *Scytonema* sp. dan *Nostoc cpongiaforme* bahkan sampai konsentrasi lebih dari 10 mg/ml (Tabel 1).

Beberapa fitoplankton termasuk grup cyanobacateria sudah dikenal mampu memproduksi metabolit sekunder dengan jenis yang bervariasi (Ray and Bagchi, 2001). Lebih dari itu, beberapa metabolit sekunder dihasilkan secara ekstrasel yang mengindikasikan fungsinya sebagai senyawa alelopati (*allelopathic compound*) (Volk., 2006). Senyawa alelopati

ini dihasilkan alga untuk mengurangi atau menghambat pertumbuhan fitoplankton lain yang berperan sebagai kompetitor di lingkungannya. Baik kompetitor dalam pengambilan nutrisi atau sinar matahari sebagai sumber energi (Berry et al., 2008; Volk, 2006).



**Fig. 1** Dose response of OsPP against *C. fusca* (A) and *C. reinhardtii* (B).

Cells were cultivated in various concentrations of OsPP and incubated in the light for 4 days. Value from untreated cell was designated 100 % as control. Values are the mean  $\pm$  SDs of two independent experiments.

**Aktivitas penghambatan pigmen pink *Oscillatoria* (OsPP) terhadap pertumbuhan green alga *C. fusca* dan *C. reinhardtii* disajikan dalam Gambar 1.**

**Table 1.** Growth inhibitory activity 50 % ( $IC_{50}$ ) of OsPP to green algae and cyanobacteria

Strain	$IC_{50}$ (mg ml <sup>-1</sup> )
<i>C. fusca</i>	0.5
<i>C. reinhardtii</i>	5
<i>Nostoc spongiaforme</i>	> 10
<i>Scytonema</i> sp.	> 10

Dari hasil ini OsPP diperkirakan berfungsi sebagai senyawa alelopati. Aktivitas penghambatan OsPP terhadap pertumbuhan green algae (eukaryot) terlihat jauh lebih kuat dibanding penghambatan terhadap pertumbuhan cyanobacteria (prokaryot). Sudah dilaporkan di beberapa penelitian bahwa jenis sel eukaryot lebih sensitif terhadap algicidal dibanding jenis sel prokaryot (Issa, 1999). Lebih lanjut dijelaskan bahwa hidrosil radikal merupakan salah satu komponen toksik yang dihasilkan kelompok herbisida (algicidal). Hidrosil radikal berperan secara spesifik menghambat fotosistem tipe II yang tidak dimiliki oleh jenis sel prokaryot. Sejumlah herbisida termasuk di dalamnya cyanobacterin (toksin yang dihasilkan oleh grup cyanobacteria) bekerja dengan cara merusak membran tilakoid yang menyebabkan kerusakan klorofil sehingga menghambat proses fotosistem tipe II (Smith and Doan, 1999).

Data menunjukkan bahwa kultur *C. reinhardtii* lebih resisten terhadap efek algicidal dari OsPP dibanding dengan kultur *C. fusca*. Penghambatan OsPP terhadap *C. fusca* hampir 10 kali lipat dibanding terhadap *C. reinhardtii*. Di antara grup green algae, *C. reinhardtii* dikenal sebagai kultur yang memiliki toleransi kuat terhadap algicidal terutama jenis algicidal yang sistem kerjanya dengan cara menimbulkan stress oksidatif. Kuatnya toleransi terhadap



kerusakan oksidatif ini menjadikan *C. reinhardtii* sering digunakan sebagai model green algae untuk mempelajari respon adaptif dari grup organisme fotosintetik (Alvarez et al., 1999).

Ketahanan terhadap kerusakan oksidatif dari sel *C. reinhardtii* disebabkan kultur ini memiliki beberapa jenis pertahanan baik enzimatis maupun non enzimatis. Sistem pertahanan tersebut dibangun untuk melindungi sel terhadap serangan dari luar yang menyebabkan kerusakan sel terutama yang berasal dari grup spesies oksigen reaktif (ROS). Mekanisme sistem pertahanan *C. reinhardtii* yang didasarkan pada sistem pertahanan enzimatis diantaranya adalah enzim catalase (CAT), glutathione peroxidase (GSH), ascorbate peroxidase (APX), dan superoxide dismutase (SOD). Enzim-enzim tersebut bekerja dengan cara mengeliminasi berbagai jenis ROS. SOD berperan sebagai superoxide radical scavenger, sementara CAT and APX berfungsi sebagai hydrogen peroxide scavengers (Yoshida et al., 2003). Sedangkan sistem pertahanan non enzimatis yang dimiliki *C. reinhardtii* diantaranya glutathione, ascorbate (vitamin C), vitamin E and karotenoids yang bekerja sebagai scavengers terhadap ROS.

Dari fenomena yang dihasilkan di atas, OsPP cenderung spesifik menghambat pertumbuhan green algae dibanding terhadap cyanobacteria. Ketahanan cyanobacteria *Scytonema* sp. dan *Nostoc spongiaforme* terhadap OsPP dimungkinkan karena keduanya sama-sama grup cyanobacteria sehingga memiliki system pertahanan yang hampir sama seperti yang dimiliki oleh *Oscillatoria* dalam menghadapi sifat toksik dari pigmen yang dihasilkannya sendiri.

### KESIMPULAN

Pigmen pink yang dihasilkan oleh cyanobacteria *Oscillatoria* sp. (OsPP) bersifat spesifik menghambat pertumbuhan green alga *Chlorella fusca* dan *Chlamydomonas reinhardtii* sehingga berpotensi sebagai algicidal (anti alga).

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui potensi penghambatan OsPP terhadap mikrobia lain seperti bakteri (anti bakteri) dan jamur (anti jamur).

### DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez, A.M., Leisinger, U., and Eggen, R.I.L. (1999). Adaptive responses in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Internatl. Microbiol.*, 2, 15-22
- Berry, J.P., Gantar, M., Perez, M.H., Berry, G., and Noriega, F.G. (2008). Cyanobacterial toxins as allelochemicals with potential applications as algacides, herbicides and insecticides. *Mar. Drugs*, 6, 117-146
- Glazer, A.N. (1994). Phycobiliproteins a family of valuable, widely used fluorophores. *J. Appl. Phycol.*, 6:105-112
- He, J.A., Hu, Y.J., and Jiang, L.J. (1997). Photodynamic action of phycobiliproteins: in situ generation of reactive oxygen species. *Biochim. Biophys. Acta*, 1320, 167-174
- Issa, A.A. (1999). Antibiotic production by the cyanobacteria *Oscillatoria angustissima* and *Calothrix parietina*. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 8, 33-37
- Karseno, K. Harada, T. Bamba, S. Dwi, A. Mahakhant, T. Yoshikawa and K. Hirata. (2009). Extracellular phycoerythrin-like protein released by freshwater cyanobacteria *Oscillatoria* and *Scytonema* sp. *Biotechnology Letter*. 13:999-1003 DOI 10.1007/s10529-009-9964-x
- Ray, S., and Bagchi, S.N. (2001). Nutrient and pH regulate algicide accumulation in cultures of the cyanobacterium *Oscillatoria laetevirens*. *New Phytol.*, 149, 455-460
- Singh, S., Kate, B.N., and Banerjee, U.C. (2005). Bioactive compounds from cyanobacteria and microalgae: An Overview *Critical Rev. Biotechnol.*, 25, 73-95
- Smith, G.D., Doan, N.T. (1999). Cyanobacterial metabolites with bioactivity against photosynthesis in cyanobacteria, algae and higher plant. *J. App. Phycol.*, 11, 337-344
- Volk, R.B. (2006). Antialgal activity of several cyanobacterial exometabolites. *J. Appl. Phycol.*, 18, 145-151





- Yoshida, K., Igarashi, I., Mukai, M., Hirata, K., and Miyamoto, K. (2003). Induction of tolerance to oxidative stress in the green algae, *Chlamydomonas reinhardtii*, by abscisic acid. *Plant Cell Environ.*, 26, 451-457
- Zhang, S. P., Zhao, J.Q., and Jiang, L.J. (2000). Photosensitized formation of singlet oxygen by phycobiliproteins in neutral aqueous solutions. *Free Radic. Res.*, 33, 489-49



## ISOLASI DAN KARAKTERISASI ENZIM AMILASE TERMOFILIK ASAL PANCURAN TUJUH BATURRADEN

**Dian Riana Ningsih, Zufahair, Amin Fatoni, Achmad Rosyadi**

*Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : deeyan\_bik@yahoo.com*

Industri bioteknologi sebagian besar menggunakan enzim dalam produksinya. Enzim yang ekstrim terhadap suhu salah satu contohnya enzim termofilik yaitu enzim yang tetap memiliki aktivitas pada suhu tinggi. Salah satu enzim termostabil adalah amilase. Enzim amilase banyak digunakan dalam bidang farmasi, sakarifikasi pati, industri makanan dan minuman, industri fermentasi, industri tekstil dan industri detergen. Enzim amilase termostabil dapat diperoleh dari bakteri termofilik yang diisolasi dari berbagai sumber antara lain sumber air panas. Tujuan penelitian adalah untuk menemukan beberapa karakteristik biokimiawi ekstrak kasar amilase dari bakteri termofilik Pancuran Tujuh Baturraden. Tahapan penelitian ini adalah identifikasi bakteri penghasil amilase, penentuan waktu produksi optimum amilase, ekstraksi amilase dan penentuan aktivitas amilase pada berbagai macam suhu dan pH. Aktivitas amilase ditentukan dengan metode Nelson-Somogyi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa amilase dihasilkan dari bakteri genus *Flavobacterium* sp. Waktu produksi optimum amilase pada jam ke-24 (22,2846 unit/ml). Suhu optimum amilase pada 75 °C (22,5964 unit/ml) dan pH optimum amilase pada pH 8 (16,4571 unit/ml).

Key words : biochemical properties, amylase activity, thermophilic bacteria

### PENDAHULUAN

Enzim dihasilkan oleh semua makhluk hidup untuk mengkatalisis reaksi biokimia dalam tubuh makhluk hidup tersebut sehingga reaksi-reaksi itu dapat berlangsung lebih cepat. Produksi dan perdagangan enzim didominasi oleh kelompok enzim hidrolitik seperti amilase, protease, katalase dan lipase. Enzim untuk kebutuhan industri diekstraksi dari berbagai jenis sel makhluk hidup, tetapi pada saat ini enzim lebih banyak diekstraksi dari berbagai jenis mikroorganisme, sebab mikroorganisme menghasilkan enzim yang dapat dimanfaatkan manusia dalam jumlah dan jenis yang sangat bervariasi selain mikroorganismenya sendiri dapat dikulturkan untuk memperoleh enzim yang dihasilkannya (Palmer, 1985).

Salah satu jenis enzim yang banyak dihasilkan oleh mikroorganisme adalah enzim amilase. Enzim amilase digunakan dalam menghidrolisis berbagai jenis sumber amilum menjadi senyawa-senyawa sederhana seperti maltosa, glukosa dan produksi bioetanol yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi. Enzim amilase merupakan salah satu dari enzim hidrolitik yang dapat memecah ikatan-ikatan pada amilum hingga terbentuk maltosa (Poedjiadi, 1994). Amilase termasuk enzim komersial yang diproduksi pada skala tinggi yaitu menguasai sekitar 25% dalam perdagangan enzim (Reddy et al. 2003). Amilase juga sering digunakan dalam bidang farmasi, sakarifikasi pati, industri makanan dan minuman, industri fermentasi, industri tekstil (Pandey et al. 2000) dan industri detergen (Crueger dan Crueger, 1984).

Saat ini amilase yang bersumber dari mikroorganisme termofil dan hipertermofil lebih banyak digunakan dalam bidang industri, terutama industri yang menggunakan suhu tinggi dalam prosesnya. Hal ini terjadi karena enzim yang berasal dari mikroorganisme tersebut memiliki termostabilitas dan aktivitas yang tetap optimal pada suhu yang tinggi (Vieille & Zeikus, 2001). Bakteri termofil penghasil enzim amilase dapat diisolasi dari berbagai tempat seperti sumber-sumber geotermal, daerah vulkanik, pemandian mata air panas di darat maupun mata air panas di laut dalam dan juga dari proses pembuatan kompos (Brock, 1978). Bakteri termofil mampu hidup secara optimal di atas suhu 45°C, dengan struktur protein penyusun enzim yang tetap stabil atau tidak terdenaturasi oleh panas. Mikroorganisme ini sendiri tidak hanya bersifat toleran terhadap suhu lingkungannya yang bersifat ekstrim tetapi



juga mampu untuk bertahan hidup dan berkembangbiak pada kondisi suhu yang ekstrim tersebut (Brock, 1986). Salah satu sumber air panas yang terdapat di Jawa Tengah adalah Pancuran Pitu Baturraden, yang terletak kurang lebih 2,5 km dari lokawisata Baturraden. Pancuran Pitu atau Pancuran Tujuh merupakan sumber air panas bumi dengan suhu 50°-70°C. Sumbernya berasal langsung dari kaki Gunung Slamet dan keluar melalui tujuh pancuran dan berakhir sampai ke Gua Sarabadak. Tujuan penelitian ini adalah mengisolasi bakteri penghasil amilase dari Pancuran Tujuh Baturraden dan karakterisasi enzim amilase yang dihasilkan.

## METODE PENELITIAN

### *Alat dan Bahan Penelitian*

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: peralatan gelas laboratorium, mikropipet “soccorex”, *ependorf*, tabung *sentrifuge*, autoklaf, *shakerbath*, inkubator, kompor listrik, penangas air, *magnetic stirrer*, *sentrifuge* “T 120”, neraca analitik, pH meter “Hanna Instrumen”, jarum ose, spektrofotometer UV-Visible “Spectronic Genesys 20”.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: sampel air panas dari sumber air panas Pancuran Tujuh Baturraden, medium NA (*nutrient Agar*), medium NB (*Nutrient Broth*), medium uji kualitatif SA (*Starch Agar*), medium inokulum dan medium produksi, larutan I/ KI, amilum, glukosa, Cu-tartrat alkalis, pereaksi arsenomolibdat, akuades, larutan buffer, NaCl 0,85%, Na-wolframat 10%, dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2/3 N, alkohol 70%, *wrapping*, aluminium foil, dan label.

### *Pengambilan Sampel*

Sampel air panas diambil secara acak pada sumber air panas Pancuran Tujuh Baturraden sambil diukur pH dan suhunya untuk mengetahui kondisi pada habitat asal. Sampel air panas diambil 3 lokasi acak kemudian dimasukkan secara aseptis ke dalam botol steril. Sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL berisi 5 mL medium NB 5X pekat, yang sudah disterilkan dan diberi label. Sampel yang ditambahkan adalah sebanyak 20 mL sehingga diperoleh medium NB 1X pekat.

### *Isolasi Bakteri*

Sampel dalam medium NB selanjutnya diinkubasi pada suhu sesuai habitat asalnya selama 2x24 jam dalam *shakerbath*. Tahap isolasi diawali dengan pengenceran. Medium NB berisi sampel dikocok agar homogen kemudian sampel diambil sebanyak 1 mL menggunakan pipet ukur dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL NB 1X pekat. Pengenceran dilakukan sampai tingkat pengenceran 10<sup>-6</sup> dan diambil 0,1 mL pada pengenceran 10<sup>-3</sup> dan 10<sup>-6</sup> (masing-masing duplo) kemudian ditumbuhkan secara sebaran pada medium NA. Inkubasi dilakukan selama 2x24 jam pada suhu sesuai habitat asalnya, selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap koloni yang tumbuh pada medium NA. Koloni yang menunjukkan kenampakan yang berbeda (minimal 5 koloni) ditumbuhkan pada medium NA secara goresan kwadran dan diinkubasi selama 2x24 jam pada suhu sesuai habitat asalnya untuk mendapatkan isolat murni (koloni tunggal).

### *Penapisan Kualitatif Kemampuan Isolat Penghasil Amilase*

Kemampuan bakteri dalam menghidrolisis amilase dilakukan dengan uji iodine yaitu ditandai dengan pembentukan zona jernih. Caranya satu ose koloni digoreskan pada bagian tengah medium SA. Piaraan diinkubasi pada suhu sesuai dengan habitat asal selama 2x24 jam dan ditambah iodine beberapa tetes kemudian diamati terbentuknya zona jernih pada masing-masing koloni. Koloni yang membentuk zona jernih merupakan penghasil amilase dan



digunakan untuk penelitian selanjutnya meliputi identifikasi dan produksi ekstrak kasar enzim amilase.

### ***Identifikasi Bakteri***

Identifikasi bakteri dilakukan dengan cara menumbuhkan bakteri pada medium tumbuh untuk mengetahui genus bakteri tersebut. Bakteri diidentifikasi melalui uji morfologi dengan pewarnaan Gram. Bakteri tersebut selanjutnya diuji aktivitas biokimia yang meliputi uji katalase, oksidase, reduksi nitrat, dan fermentasi karbohidrat. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

### ***Peremajaan Isolat***

Isolat bakteri tumbuh dengan cepat, sehingga harus diremajakan di dalam suatu medium yang mengandung nutrisi untuk kebutuhan pertumbuhannya. Caranya dengan memindah ulang isolat ke dalam medium agar miring steril secara aseptis dengan jarum ose kemudian diinkubasi pada suhu sesuai habitat asal selama 2x24 jam.

### ***Pembuatan Inokulum***

Inokulum dibuat dengan cara memindahkan bakteri yang mampu menghasilkan enzim amilase dari medium pertumbuhan agar miring menggunakan jarum ose secara aseptis ke dalam 100 mL medium inokulum. Larutan diinkubasi dalam *shakerbath* selama umur inokulum yang ditentukan berdasarkan nilai OD (*Optical Density*) pada suhu dan pH sesuai habitat asal hingga inokulum menjadi keruh.

### ***Penentuan Waktu Produksi Optimum Amilase***

Inokulum sebanyak 10% dimasukkan ke dalam medium produksi dan diinkubasi. Waktu produksi optimum enzim ditentukan dengan melakukan uji aktivitas ekstrak medium setiap 3 jam pada jam ke-0 sampai 48. Waktu produksi optimum yang diperoleh digunakan untuk produksi enzim amilase.

### ***Produksi Amilase (Shaw et. al., 1995)***

Produksi amilase dilakukan dengan memindahkan 5 mL biakan bakteri dari medium inokulum ke dalam 100 mL medium produksi. Medium produksi yang sudah ditanami bakteri dari medium inokulum selanjutnya dikocok dengan *shakerbath* (200 rpm) selama waktu produksi optimum pada suhu sesuai dengan habitat asalnya. Biakan bakteri dari medium produksi kemudian dipanen dengan cara sentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit pada keadaan dingin (4°C). Supernatan yang merupakan ekstrak kasar medium ditampung, sedangkan pelet dibuang. Ekstrak kasar medium kemudian diukur aktivitasnya dan dikarakterisasi.

### ***Uji Aktifitas Amilase (Metode Nelson-Somogyi, dalam Alexander dan Joan, 1993)***

Sebanyak 0,1 g serbuk pati dilarutkan dalam 10 mL bufer fosfat pH 8 masing-masing duplo. Larutan ini disebut larutan pati 1%. Tabung kontrol dimasukkan 0,5 mL larutan enzim dan 0,5 mL NaCl 0,85%, ke dalam tabung sampel dimasukkan 5 mL substrat pati 1%, pada tabung kontrol ditambahkan 1 mL larutan Na-Wolframat 10% dan 1 mL asam sulfat 2/3 N. Kedua tabung selanjutnya diinkubasi pada suhu sesuai habitat asalnya selama 5 menit. Tabung reaksi sampel ditambahkan 0,5 mL larutan enzim dan 0,5 mL NaCl 0,85%, kemudian inkubasi dilanjutkan selama 30 menit. Aktivitas enzim dihentikan dengan menambahkan ke dalam tabung sampel 1 mL larutan Na-Wolframat 10% dan 1 mL asam sulfat 2/3 N. Tabung kontrol ditambahkan 5 mL substrat pati 1%.



Aktivitas amilase ditentukan dengan cara mengukur terbentuknya gula pereduksi menurut metode Nelson-Somogyi yaitu ke dalam tabung dimasukkan masing-masing 0,1 mL larutan sampel, 0,1 mL larutan kontrol, dan 0,1 mL larutan glukosa standar 100; 200; 300; 400; 500 µg/mL. Masing-masing larutan ditambahkan 0,2 mL reagen Cu-tartrat alkalis, kemudian diaduk. Tabung reaksi ditutup dan dipanaskan dalam penangas air mendidih selama 30 menit, kemudian didinginkan dalam air dan ditambahkan 0,2 mL reagen arsenomolibdat. Campuran dihomogenkan lalu diencerkan dengan menambahkan 7,5 mL akuades. Serapan diukur pada panjang gelombang 660 nm, kemudian dihitung dengan rumus berikut:

Perhitungan:

$$\text{aktivitas enzim} = \frac{(2) - (1)}{0,18} \times \text{faktor pengenceran}$$

Banyaknya gula pereduksi yang dibebaskan / mL = (2) – (1)

Keterangan: (1) = konsentrasi glukosa kontrol (µg/mL), (2) = konsentrasi glukosa sampel (µg/mL)

Satu unit aktivitas amilase didefinisikan sebanyak 0,18 mg gula pereduksi (1µmol) yang dibebaskan per mL enzim pada kondisi percobaan.

#### ***Penentuan suhu Optimum Amilase (Shaw et. al., 1995)***

Prosedur kerja penetapan suhu optimum enzim sama seperti pada uji aktivitas. Pengujian dilakukan dengan variasi suhu inkubasi pada 40°C, 45°C, 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C, 75°C, 80°C, dan 85°C.

#### ***Penentuan pH Optimum Amilase***

Prosedur kerja penetapan pH optimum enzim sama seperti pada uji aktivitas dan dilakukan pada suhu optimum. Variasi pH substrat amilum yang dilakukan adalah 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10. Buffer yang digunakan adalah buffer natrium asetat pH 4-5, buffer Na-fosfat untuk pH 6-7, buffer Tris-HCl untuk pH 8-9, dan buffer NaCO<sub>3</sub>-NaOH untuk pH 10.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### ***Isolasi Bakteri Penghasil Amilase***

Sampel air panas diambil secara acak dengan botol aseptis serta dilakukan pengukuran pH dan suhu habitatnya. Nilai pH dan suhu terukur adalah pH 8 dan suhu 53°C, yang selanjutnya ditumbuhkan pada medium NB (*Nutrient Broth*) dan dikocok dalam *shakerbath* selama 2x24 jam sampai larutan menjadi keruh yang menunjukkan bahwa kultur telah ditumbuhi bakteri. Isolasi bakteri dilanjutkan dengan cara pengenceran sampai tingkat pengenceran 10<sup>-6</sup>. Sampel hasil pengenceran diambil 0,1 mL kemudian ditumbuhkan dalam medium NA (*Nutrient Agar*) secara sebaran (*Spread plating*).

Koloni-koloni bakteri yang memiliki morfologi berbeda dipindahkan ke medium NA baru dengan metode cawan gores kwadran untuk mendapatkan biakan isolat tunggalnya. Isolat tunggal bakteri selanjutnya diuji kualitatif dengan iodine pada medium SA (*Strach Agar*) yang mengandung amilum. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya zona jernih di sekeliling koloni setelah ditetesi dengan iodine. Terbentuknya zona jernih tersebut menandakan bahwa isolat bakteri tersebut merupakan genus bakteri amilolitik yang mampu menghidrolisis amilum dalam medium pertumbuhannya. Reaksi antara iodine dengan amilum pada medium SA dihasilkan warna biru kehitaman. Hal ini terjadi karena molekul iodine masuk ke dalam bagian kosong pada molekul amilum yang berbentuk spiral, sehingga pada proses iodinisasi ini dihasilkan molekul yang dapat mengadsorpsi semua cahaya kecuali warna biru. Hidrolisis



amilum karena aktivitas amilase dari bakteri menyebabkan warna biru tidak terbentuk sehingga dihasilkan zona jernih yang menunjukkan amilum sudah terhidrolisis.

### Identifikasi Bakteri Penghasil Amilase

Data hasil uji morfologi isolat bakteri penghasil amilase dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Data Hasil Uji Morfologi Isolat Bakteri Penghasil Amilase**

No	Identifikasi	Hasil Pengujian
1.	Karakteristik koloni	Koloni berwarna kekuningan, <i>transparent</i> , sirkuler, tepi tidak rata (0,5-2 mm)
2.	Bentuk sel	Batang pendek
3.	Susunan sel	Kebanyakan sel sendiri, beberapa diplo
4.	Pertumbuhan pada NB	Aerob/ mikroaerofilik
5.	Katalase	+
6.	Oksidase	+
7.	Nitrat reduktase	-
8.	Pewarnaan gram dan KOH3%	-
9.	Indol	-
10.	Endospora	-
11.	Motilitas	- (non motil)
12.	Maltose	+
13.	pH	7
14.	Suhu	30-40°C
Pendugaan genus		<i>Flavobacterium</i>

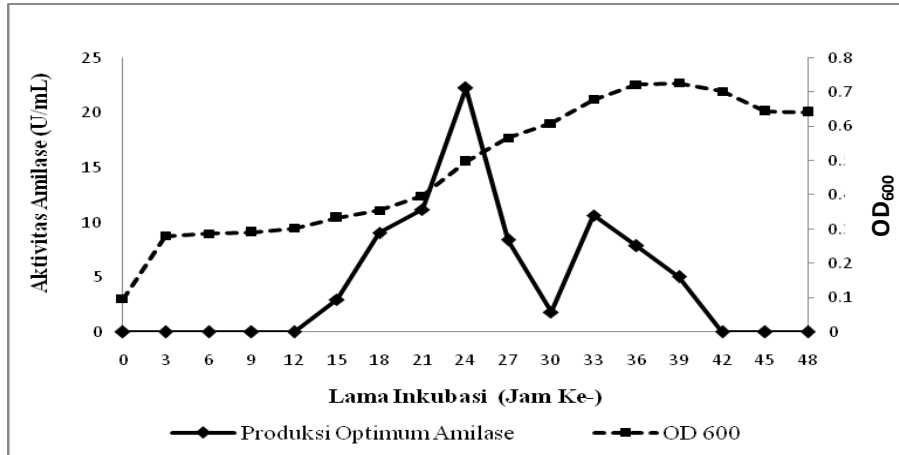
Hasil identifikasi menunjukkan bahwa bakteri penghasil amilase ini diduga termasuk genus *Flavobacterium* sp. Bakteri ini selanjutnya diberi nama *Flavobacterium* sp. PTBT.I (*Flavobacterium* sp. Pancuran Tujuh Baturraden I).

### Penentuan Waktu Produksi Optimum Enzim Amilase dan Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri *Flavobacterium* sp. PTBT.I

Pengukuran waktu produksi optimum enzim amilase dan fase pertumbuhan isolat bakteri *Flavobacterium* sp. PTBT.I dilakukan setiap 3 jam sekali, selama 48 jam. Hasil uji aktivitas amilase dengan variasi waktu produksi terhadap substrat amilum serta kurva pertumbuhan isolat bakteri *Flavobacterium* sp. PTBT.I dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1. diketahui bahwa bakteri *Flavobacterium* sp. PTBT.I yang diinkubasi pada jam ke-0 sampai jam ke-12 belum memproduksi enzim amilase karena bakteri masih dalam fase adaptasi (lag fase), yang merupakan permulaan sintesis enzim oleh sel yang digunakan untuk metabolisme metabolit. Pertumbuhan bakteri pada jam ke-24 sampai jam ke-33 telah memasuki fase eksponensial (logaritmik). Fase ini dicirikan dengan kecepatan pembelahan yang semakin meningkat sampai saat laju pertumbuhan atau reproduksi seluler mencapai titik maksimum. Pertumbuhan bakteri mulai mengalami peralihan dari fase eksponensial ke fase stasioner pada jam ke-36 dan jam ke-39. Menurut Schlegel (1994) pada fase stasioner kecepatan pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh kadar substrat, yaitu menurunnya kecepatan pertumbuhan terjadi ketika kadar substrat berkurang sehingga banyaknya bakteri yang mati hampir sebanding dengan bakteri hidup (konstan). Fase ketika jumlah bakteri yang mati dalam medium melebihi bakteri yang membelah diri (aktif bermetabolisme) tampak pada jam ke-42 sampai jam ke-48. Fase ini dikenal dengan fase kematian.

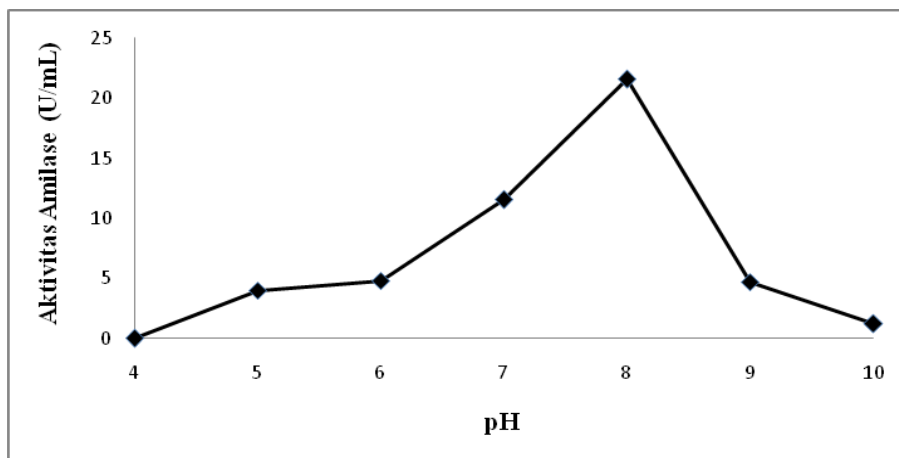
Hasil uji aktivitas menunjukkan bahwa nilai aktivitas amilase bertambah sedikit demi sedikit dari jam ke-12 sampai jam ke-21 dan meningkat drastis pada jam ke-24 yang memiliki nilai aktivitas amilase tertinggi sebesar 22,2846 Unit/mL. Aktivitas amilase tertinggi terjadi pada jam ke-24 dan selanjutnya ditetapkan sebagai waktu produksi optimum. Waktu produksi optimum terjadi pada fase eksponensial (logaritmik).



Gambar 1. Aktivitas Amilase dan Kekeruhan (OD) dari Isolat Bakteri *Flavobacterium* sp. PTBT.I

#### Penentuan pH Optimum Enzim Amilase

Nilai pH optimum enzim amilase diperoleh pada pH 8, dengan aktivitas unit sebesar 21,5778 Unit/mL, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



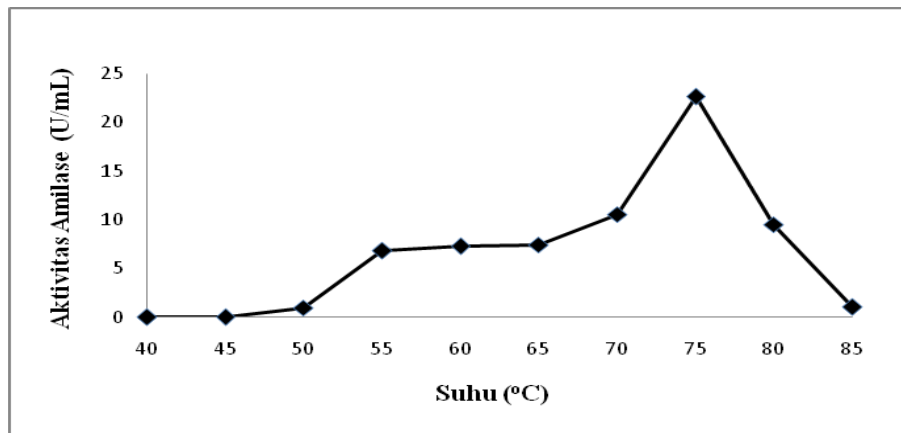
Gambar 2. Pengaruh Variasi pH terhadap Aktivitas Amilase Isolat *Flavobacterium* sp. PTBT.I

Aktivitas enzim amilase terlihat naik dengan naiknya pH sampai dengan pH 8, sedangkan pH 9 dan 10 mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa pada pH 8 gugus pemberi atau penerima elektron yang penting pada sisi katalitik enzim berada dalam tingkat ionisasi yang diinginkan (Lehninger, 1982). Enzim seperti umumnya protein, memiliki gugus yang dapat berionisasi sehingga perubahan pH dapat mempengaruhi konformasi enzim, ikatan enzim dengan substrat, serta gugus aktif pada pusat aktif enzim, sehingga aktivitas enzim juga terpengaruh (Wiseman, 1985, Asroni, et al., 1996 dalam Laila dan Hendri, 2008). Penurunan aktivitas enzim amilase pada pH 9 dan 10 disebabkan adanya denaturasi, yaitu perubahan struktur sekunder dan tersier pada struktur tiga dimensi protein enzim karena keadaan pH ekstrim tinggi (Page, 1989).



### Penentuan Suhu Optimum Enzim Amilase

Aktivitas enzim amilase pada berbagai suhu dengan substrat amilum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Variasi Suhu terhadap Aktivitas Amilase Isolat *Flavobacterium* sp. PTBT.I

Berdasarkan Gambar 3 aktivitas enzim amilase meningkat dengan meningkatnya suhu sampai pada titik optimum. Aktivitas enzim amilase optimum pada suhu 75°C, dengan aktivitas unit sebesar 22,5964 Unit/mL, sedangkan pada suhu 80°C dan 85°C aktivitas enzim amilase mengalami penurunan menjadi 9,5208 Unit/mL dan 1,0394 Unit/mL. Kecepatan reaksi sangat tergantung dari energi kinetik molekul-molekul yang bereaksi. Suhu reaksi jika dinaikkan terus, mengakibatkan energi kinetik molekul-molekul enzim menjadi besar, sehingga dapat memecah ikatan sekunder yang mempertahankan enzim dalam keadaan mantap atau keadaan katalitik aktif. Berubahnya struktur sekunder dan tersier menyebabkan hilangnya aktivitas enzim (Martin, 1983, Sriana, 2003 dalam Laila dan Hendri, 2008).

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Isolat bakteri penghasil amilase yang diisolasi dari sumber air panas Pancuran Tujuh Baturraden termasuk dalam genus *Flavobacterium* sp.
2. Ekstrak kasar amilase dari bakteri *Flavobacterium* sp. yang diisolasi dari sumber air panas Pancuran Tujuh Baturraden memiliki aktivitas sebesar 22, 2846 Unit/mL.
3. Ekstrak kasar amilase dari bakteri *Flavobacterium* sp. yang diisolasi dari sumber air panas Pancuran Tujuh Baturraden memiliki suhu optimum 75°C dan pH optimum 8.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, R. and M. G. Joan. 1993. *Basic Biochemical Methods Second Edition*. A John Willey and Sons. INC Publication.
- Brock TD. 1978. *Thermophilic microorganisms and life at high temperatures*. Springer-Verlag, New York.
- Brock TD. 1986. *Thermophiles: General, Molecular. 2nd Applied Microbiology*. A Willey Interscience Publication.
- Bender, H. 2001. Studies of The Action Pattern on Potato Starch of The Decycling Maltodextrinase from *Flavobacterium* sp. no. 92. *Carbohydrate Research*, vol. 263, pp. 137-147.
- Crueger, W dan A. Crueger. 1984. *Biotechnology: Textbook of Industrial Microbiology*. Science tech inc, Madison.
- Laila, A, dan J. Hendri. 2008. Study Pemanfaatan Polimer kitin Sebagai Media Pendukung Amobilisasi Enzim  $\alpha$ -Amilase. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II*. Universitas Lampung, Lampung.
- Lehninger, A. L. 1982. *Dasar-Dasar Biokimia Jilid 1*. Erlangga, Jakarta.





- Palmer T. 1985. *Understanding Enzyme*. Ellishorwood Publisher.
- Pandey A, Nigam P, Soccol CR, Soccol VT, Singh D & Mohan R. 2000. Advance In microbial amylases. *Biotechnol. Appl. Biochem.* 31: 135–152.
- Poedjiadi A. 1994. *Dasar – Dasar Biokimia*. Penerbit Universitas Indonesia.
- Reddy NS, Nimmagadda A & Rao KR. 2003. An overview of themicrobial  $\alpha$ -Amylase family. *African Journal of Biotechnology*. 2: 645–648.
- Schlegel, H. G. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Edisi keenam hal 208. diterjemahkan oleh Prof. Dr. R. M Tedjo Baskoro. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Shaw, Jei-Fu, Fu-Pang Lin, Su-Chiu Chen, and Hsing-Chen Chen. 1995. Purification and Properties of an Extracellular  $\alpha$ -Amylase from *Thermus* sp. *Botanical Buletin of Academia Sinica*, vol. 36, pp. 195-200.
- Takahashi, K., J. Abe, T. Kozuma, M. Yoshida, N. Nakamura, and S. Hizukuri. Production and Application of an Isoamylase From *Flavobacterium odoratum*. *Enzyme and Microbial Technology*, vol. 19, pp. 456-461.
- Vieille C & Zeikus G. 2001. *Hyperthermophilic Enzymes: Source, Uses, and Molecular Mechanism for Thermostability*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 65: 1–43.



## BIOSORPSI MERKURI (Hg) PADA *LEACHATE* TPA GUNUNG TUGEL MENGUNAKAN *Sargassum cinereum* J.G. AGARDH

**Slamet Santoso, Sri Lestari dan Dwi Sunu Windyartini**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*Email : antounsoed@gmail.com*

*Leachate* adalah cairan hasil dekomposisi sampah organik yang mengandung zat terlarut dan tersuspensi yang sangat halus sebagai hasil penguraian oleh mikroba. *Leachate* mengandung logam berat dengan kadar yang tinggi, seperti merkuri. Salah satu upaya penurunan kadar logam berat pada *leachate* adalah melalui biosorpsi yaitu pengikatan logam dengan proses adsorpsi menggunakan organisme yang inaktif atau mati. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang disusun dengan Split Plot Design. Perlakuan yang dicobakan yaitu lama waktu kontak *Sargassum cinereum* dengan *leachate* (1 jam, 2 jam dan 3 jam) sebagai main plot dan biomassa *S. cinereum* (200 mg, 300 mg, 400 mg dan 400 mg) sebagai sub plot. Parameter utama yang diamati adalah besarnya merkuri teradsorpsi oleh *S. cinereum* yaitu selisih antara besarnya merkuri yang terdapat dalam *leachate* sebelum dan sesudah perlakuan, sedangkan parameter pendukungnya adalah pH larutan uji dan biomassa akhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biomassa *S. cinereum* dapat mengadsorpsi Hg pada *leachate*. Besarnya logam Hg yang teradsorpsi pada masing-masing perlakuan berbeda, tergantung pada waktu kontak dan jumlah biomassa *S. cinereum*. Kombinasi waktu kontak 2 jam dan biomassa *S. cinereum* 400 mg optimal dalam mengadsorpsi Hg yaitu 62,847%.

Kata Kunci : Biosorpsi, merkuri, *leachate*, *S. Cinereum*

### PENDAHULUAN

Kabupaten Banyumas memiliki empat buah TPA, salah satunya adalah TPA Gunung Tugel yang berlokasi di Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja. Sumber sampah terbesar di TPA Gunung Tugel adalah permukiman, disusul pasar, pertokoan dan industri. Menurut Cahyono, *et. al.* (1999) TPA Gunung Tugel menghasilkan sampah 260 m<sup>3</sup>/hari dengan komposisi tertinggi berupa bahan organik yaitu 61,91%. Bahan organik pada sampah tersebut akan mengalami dekomposisi yang bersama air hujan menghasilkan *leachate* (air lindi). *Leachate* adalah cairan yang mengandung zat terlarut dan tersuspensi yang sangat halus sebagai hasil penguraian oleh mikroba (Soemirat, 1999). Menurut Fachrudin (1989) *leachate* dicirikan oleh parameter fisik dan kimia berkadar tinggi serta mengandung logam berat berbahaya salah satunya adalah merkuri (Hg).

Sumber merkuri di TPA Gunung Tugel adalah sampah berupa lampu bekas, batu baterai dan bahan-bahan yang mengandung merkuri. Ion merkuri menyebabkan pengaruh toksik karena terjadinya proses presipitasi protein, menghambat aktivitas enzim dan bertindak sebagai bahan yang korosif. Pengaruh toksisitas merkuri pada manusia tergantung pada bentuk komposisi merkuri, jalur masuknya ke dalam tubuh dan lama paparannya. Menurut Darmono (2001) merkuri organik lebih toksik daripada merkuri anorganik. Keracunan merkuri dapat menyebabkan nekrosis pada tubuli ginjal, gangguan mental dan system syaraf. Gejala klinis yang ditimbulkan adalah tremor, gangguan penglihatan, paralisis, kehilangan pendengaran. Metil merkuri dapat menghambat kerja enzim ATP-ase dan enzim yang mengandung gugus -SH pada protein (Darmono, 2001).

Sistem pengelolaan *leachate* di TPA Gunung Tugel kurang optimal. Debit *leachate* yang tertampung dalam bak-bak pengolahan adalah 0,8988 m<sup>3</sup>/hari (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas, 2006) sedangkan sebagian besar merembes ke tanah. Menurut Keman (2003) *leachate* yang dibiarkan tanpa diolah akan mencemari air tanah di sekitarnya. Jenis tanah di TPA Gunung Tugel adalah ultisol sehingga memungkinkan *leachate* dapat merembes dan mencemari air tanah penduduk di sekitarnya.



Logam merkuri yang terdapat di dalam limbah dapat dipisahkan secara biologis menggunakan alga (rumput laut) melalui proses biosorpsi baik pada skala laboratorium maupun lapangan. Proses biosorpsi merupakan pengikatan logam melalui adsorpsi dengan menggunakan organisme yang inaktif atau mati. Biosorpsi adalah proses penyerapan dengan menggunakan biomassa (Prasetyo, 1994). Viera *et al.*, (2000) menyatakan bahwa proses biosorpsi logam dapat dilakukan secara efisien dan ekonomis, maka pengolahannya harus memenuhi kriteria antara lain biomassa yang digunakan murah, penyediaannya tidak memerlukan biaya tinggi, mempunyai kapasitas untuk mengakumulasi secara cepat dan efisien serta pengolahannya ditujukan pada satu jenis logam saja. Gadd (1990) menambahkan bahwa biosorpsi sangat baik untuk mengadsorpsi logam berat yang terkandung dalam limbah karena berlangsung relatif cepat, tingkat penyerapannya tinggi dan selektif. Salah satu spesies alga yang telah dianggap mempunyai kemampuan cukup tinggi untuk mengadsorpsi ion-ion logam, baik dalam keadaan hidup maupun dalam bentuk sel mati (biomassa) adalah *Sargassum cinerium*. *S. cinerium* memiliki struktur dinding sel berupa getah selaput (masilag) yang mengandung algin. Menurut Indriani *et al.*, (1999) algin merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk rantai linier panjang. Aglinat pada dinding sel alga cokelat merupakan komponen utama yang bertanggung jawab dalam pengikatan ion. Aglinat terdapat dalam bentuk gel, berpori dan bersifat permeabel.

Tujuan *Penelitian* adalah mendapatkan waktu kontak, biomassa *S. cinerium* dan kombinasi waktu kontak dan biomassa *S. cinerium* yang mampu mengadsorpsi merkuri pada *leachate* secara optimum.

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan *Spilt Plot Design*. Perlakuan yang dicobakan yaitu lama waktu kontak *S. cinerium* dengan *leachate* sebagai main plot dan biomassa *S. cinerium* sebagai sub plot. Lama waktu kontak *S. cinerium* dengan *leachate* terdiri dari 3 taraf (1 jam, 2 jam dan 3 jam), sedangkan biomassa *S. cinerium* (B) terdiri dari empat taraf (200 mg, 300 mg, 400 mg dan 500 mg).

Percobaan biosorpsi skala laboratorium berdasarkan Hashim dan Chu (2002). Variabel yang diamati adalah variabel bebas dan variabel tergantung. Variabel bebas terdiri dari biomassa *S. cinerium* dan waktu kontak *S. cinerium* dengan *leachate*, sedangkan variabel tergantung yaitu kemampuan biomassa *S. cinerium* dalam mengadsorpsi merkuri. Parameter utama yang diamati adalah besarnya merkuri yang teradsorpsi oleh *S. cinerium* yaitu selisih antara besarnya merkuri yang terdapat *leachate* sebelum dan sesudah perlakuan, sedangkan parameter pendukungnya adalah pH perlakuan dan biomassa akhir. Persentase penurunan merkuri berdasar Yusnita (2007). Data yang diperoleh berupa prosentase adsorpsi logam merkuri dianalisis dengan menggunakan uji F kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Jujur (BNJ).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

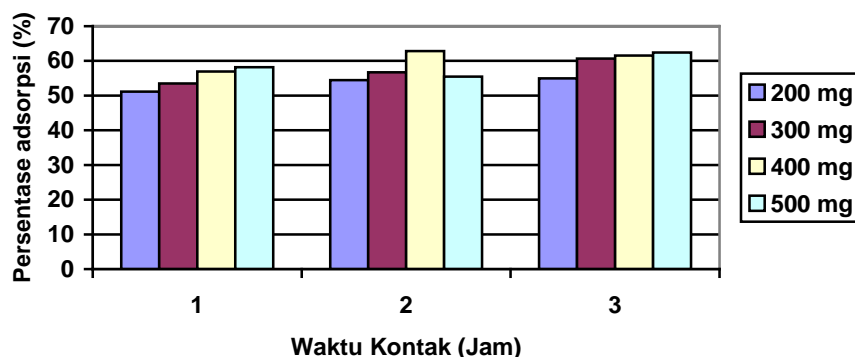
Berdasarkan hasil penelitian memperlihatkan adanya perbedaan jumlah konsentrasi logam pada *leachate* TPA Gunung Tugel sebelum dengan sesudah perlakuan. Besarnya logam yang teradsorpsi pada masing-masing perlakuan berbeda, tergantung pada lamanya waktu kontak dan biomassa *S. cinerium*. Konsentrasi merkuri yang terdapat pada *leachate* TPA Gunung Tugel sebelum perlakuan berkisar 0,055 – 0,094 mg/l. Berdasarkan Lampiran II Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, bahwa konsentrasi logam Hg dalam *leachate* TPA Gunung Tugel telah melampaui nilai ambang batas yaitu 0,01 mg/l, Hal tersebut menggambarkan bahwa *leachate* TPA telah



terpapar oleh Hg yang berasal dari plastik bekas, residu cat, besi-besi bekas, kaleng dan baterai sehingga dapat berbahaya bagi organisme maupun lingkungan yang berada di sekitarnya.

Berdasarkan hasil pengukuran terhadap adsorpsi logam Hg pada *leachate* TPA Gunung Tugel dengan perlakuan lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum*, diperoleh adsorpsi tertinggi Hg terdapat pada perlakuan waktu kontak 2 jam dan biomassa 400 mg yaitu sebesar 62,847% dari konsentrasi awal 0,056 mg/l menjadi 0,011 mg/l. Persentase adsorpsi terendah terdapat pada perlakuan waktu kontak 1 jam dan biomassa 200 mg sebesar 51,143% dari konsentrasi awal 0,094 mg/l menjadi 0,038 mg/l. Persentase adsorpsi Hg dengan perlakuan waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* disajikan selengkapnya pada Gambar 1.

Persentase adsorpsi Hg pada semua biomassa *S. cinereum* yang diujikan mengalami peningkatan pada waktu kontak 1 jam, 2 jam dan 3 jam, kecuali biomassa 400 mg yang menurun pada waktu kontak 3 jam (Gambar 1.). Peningkatan tersebut diduga karena biomassa dapat mempengaruhi adsorpsi Hg. Bertambahnya jumlah biomassa *S. cinereum* maka semakin banyak pula situs aktif yang tersedia pada dinding sel yang berinteraksi dengan ion logam. Namun pada biomassa 400 mg yang mengalami penurunan pada waktu kontak 3 jam karena pada waktu kontak 2 jam sudah mengalami kejenuhan. Penurunan kemampuan adsorpsi Hg disebabkan oleh situs aktif yang telah jenuh dengan ion Hg sehingga penambahan biomassa tidak meningkatkan adsorpsi Hg karena proses desorpsi. Desorpsi terjadi diakibatkan oleh sisi aktif atau rongga-rongga kosong telah terisi seluruhnya atau telah jenuh sehingga tidak mampu lagi melakukan adsorpsi (Utomo, 2004). Partikel yang teradsorpsi dapat menggoncangkan dirinya hingga tak lama kemudian terlepas dari permukaan dinding sel biomassa (Atkins, 1999). Selain itu Mc Eldowney *et al.*, (1993) menyatakan bahwa adsorpsi pada lapisan tunggal hanya akan menyediakan satu situs aktif untuk satu molekul.



**Gambar 1.** Histogram adsorpsi Hg pada *leachate* dengan perlakuan waktu kontak dan biomassa *S. cinereum*

Menurut Indriani dan Sumiarsih (1992), situs aktif pengikat ion logam berupa getah selaput (*masilag*) yang mengandung alginat yang merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk linear panjang. Menurut Kadi (2005) asam alginik tersusun atas asam D-Manuronik dan asam L-Guluronik. Bentuk alginik pada *S. cinereum* berupa derivat garam bernama alginat. Alginat terdiri dari sodium alginat, potasium alginat dan amonium alginat yang tidak larut dalam air. Alginat merupakan salah satu polisakarida yang banyak terkandung dalam talus rumput laut. Gadd (1990) menyatakan bahwa alginat yang terdapat pada dinding sel eksternal rumput laut merupakan gugus ligan yang bermuatan negatif karena memiliki gugus karboksilat pada asam uronat yang dapat mengikat logam berat.



Menurut Suhendrayatna (2001) proses biosorpsi merupakan salah satu mekanisme removal ion logam berat secara pasif. Proses tersebut terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel dengan dua cara yang berbeda yaitu (1) pertukaran ion dimana ion monovalen dan divalen seperti Na, Mg dan Ca pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat dan (2) formasi kompleks antara ion-ion *logam* berat dengan gugus fungsional seperti karbonil, amino, hidroksil, fosfat dan hidroksil-karboksil yang berada pada dinding sel. Proses secara aktif terjadi secara simultan sejalan dengan konsumsi ion logam dan akumulasi intraseluler ion logam tersebut.

Hasil analisis varian persentase adsorpsi Hg dengan perlakuan lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* yang berbeda disajikan pada Tabel 1. berikut :

**Tabel 1. Analisis varians (uji F) perlakuan lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* dalam mengadsorpsi logam Hg pada *leachate***

Sumber Ragam	db	JK	KT	Fhit		Ftabel	
						0.05	0.01
Waktu Kontak	2	147.516	73.758	237.4751	**	5.14	10.92
Galat a	6	1.864	0.311				
Biomassa	3	235.761	78.587	102.0982	**	3.16	5.09
T x L	6	469.999	78.333	101.7683	**	2.66	4.01
Galat b	18	13.855	0.770				
Total	35						

Keterangan: \*\* = berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil analisis varian adsorpsi Hg, perlakuan main plot (lama waktu kontak) dan sub plot (biomassa) serta interaksi keduanya menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata (Tabel 1.). Hal tersebut menunjukkan bahwa proses adsorpsi Hg sangat dipengaruhi oleh lama waktu kontak dan biomassa serta interaksi antara lama waktu kontak dengan biomassa, dengan kata lain untuk tiap lama waktu kontak dan biomassa yang berbeda maka jumlah Hg yang teradsorpsi berbeda pula. Biomassa 400 mg merupakan biomassa yang optimum dalam mengadsorpsi logam Hg dengan rata-rata persentase adsorpsi sebesar 60,441%. Menurut Holan *et al.*, (1993), waktu kontak berpengaruh terhadap adsorpsi logam karena akan mempengaruhi ikatan ion yang memungkinkan tercapainya kejenuhan pada waktu tertentu sehingga tidak terjadi lagi penambahan jumlah ion yang teradsorpsi. Perlakuan waktu kontak sampai dengan 3 jam belum memungkinkan tercapainya kejenuhan sehingga adsorpsi logam semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu kontak. Kemampuan biomassa *Sargassum* sp. yang mengadsorpsi ion Cr<sup>6+</sup> dilaporkan oleh Lestari *et al.*, (2007) yang dalam penelitiannya menyatakan bahwa adsorpsi maksimum Cr<sup>6+</sup> oleh biomassa *Sargassum* sp. pada perlakuan lama waktu kontak 45 menit dan biomassa 300 mg yaitu sebesar 17,22 % tidak dipengaruhi oleh lama waktu kontak. Adanya perbedaan tersebut diasumsikan bahwa kapasitas adsorpsi biomassa dalam menyerap logam berat yang berbeda valensinya akan berbeda pula. Waktu kontak 3 jam adalah waktu kontak yang optimum dalam mengadsorpsi logam Hg dengan rata-rata adsorpsi berturut-turut sebesar 59,898%.

Uji BNJ interaksi lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* terhadap persentase adsorpsi Hg dapat disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil uji BNJ rata-rata persentase adsorpsi Hg (Tabel 2.) pada kombinasi antara lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* menunjukkan bahwa untuk tiap-tiap perlakuan memiliki kemampuan adsorpsi yang berbeda satu sama lain. Perlakuan lama waktu kontak 2 jam dan biomassa 400 mg merupakan kombinasi terbaik dalam mengadsorpsi Hg (62,847%). Hal tersebut disebabkan karena perlakuan tersebut memiliki kesempatan berinteraksi cukup untuk situs aktif terikat ion Hg jumlah biomassa yang telah mencapai optimal dan belum mengalami kejenuhan sehingga ion



logam yang teradsorpsi dapat mencapai maksimum. Nurhayadin (2001) dalam penelitiannya melaporkan bahwa semakin banyak situs aktif maka akan semakin banyak ion logam berat yang teradsorpsi sampai pada suatu titik jenuh tertentu. Rezaee *et al.*, (2006) dalam penelitiannya menambahkan bahwa adsorpsi logam berat menggunakan rumput laut (*seaweed*) sangat dipengaruhi oleh jumlah biomassa biosorbennya. Proses penyerapan logam berat oleh *S. cinereum* terjadi karena adanya interaksi antara situs yang bermuatan negatif yang terdapat pada dinding sel berupa fosfodiester, karboksilat, fosfat, thiolat dan gugus amida dengan ion logam pada *leachate* yang bermuatan positif.

**Tabel 2. Uji BNJ lama waktu kontak dan biomassa *S. cinereum* terhadap persentase adsorpsi Hg, Pb, Cr dan Cd pada *leachate***

Perlakuan	Rerata Adsorpsi Hg
1 jam; 200 mg	51,143 a
1 jam; 300 mg	53,508 ab
1 jam; 400 mg	56,917 b
1 jam; 500 mg	58,194 c
2 jam; 200 mg	54,435 b
2 jam; 300 mg	56,704 b
2 jam; 400 mg	62,847 d
2 jam; 500 mg	55,478 b
3 jam; 200 mg	54,972 b
3 jam; 300 mg	60,655 cd
3 jam; 400 mg	61,559 d
3 jam; 500 mg	62,408 d

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda berdasarkan BNJ pada tingkat kepercayaan 95%

Kapasitas biosorpsi *S. cinereum* dipengaruhi juga oleh pH media, sehingga penentuan pengaruh pH *leachate* pada biosorpsi diperlukan untuk keakuratan proses biosorpsi. *S. cinereum* mengandung asam alginat yang cukup melimpah pada dinding selnya. Asam alginat tersebut memiliki dua buah gugus karboksil dari monomernya yaitu asam mannuronik dan guluronik, sehingga jumlah Hg teradsorpsi dapat dipengaruhi oleh pH. Nilai pH awal *leachate* sebelum mengalami perlakuan yaitu berkisar antara  $\pm 7.55-8.14$ . Setelah mengalami perlakuan, *leachate* mengalami penurunan nilai pH menjadi 5.76-6.90. Proses biosorpsi mengalami peningkatan seiring dengan menurunnya nilai pH, tetapi mengalami penurunan setelah melewati titik optimum, yaitu pada saat pH 6.53. Adsorpsi optimum Hg berlangsung pada kondisi pH 6.31-6.82. Penurunan pH menunjukkan adanya reaksi yang terjadi antara senyawa-senyawa pada larutan dengan biomassa yang akan menyebabkan adsorpsi logam meningkat karena pada pH asam Hg berada dalam bentuk ion bebas. Sedangkan pada pH basa Hg akan cenderung mengendap (Darnall *et al.*, 1986). Pengaruh bobot biomassa terhadap kemampuan adsorpsi logam berat Hg pada *leachate*. Nilai rata-rata pertambahan bobot biomassa tertinggi dan terendah masing-masing pada perlakuan waktu kontak 3 jam dengan biomassa 400 mg (419,6 mg) dan perlakuan waktu kontak 1 jam dengan biomassa 500 mg (507.1 mg).

### KESIMPULAN DAN SARAN

Adsorpsi Hg optimum pada waktu kontak 3 jam (59,898%), biomassa 400 mg (60,441%) dan kombinasi waktu kontak 2 jam dan biomassa *S. cinerium* 400 (62,847%).

### DAFTAR REFERENSI

- Aksu, Z. dan T.A. Kutsal, 1991. Bioseparation Process for Removing Lead (II) Ions from Waste Water by using *C. vulgaris*. Journal of Chemical and Technology Biotechnology 52 (1) :109-118.  
 Atkins, P. W. 1999. Kimia Fisika Jilid2 Edisi ke-4. Erlangga, Jakarta.



- Cahyono, T.B., Triyantoro dan Z. Budiono. 1999. Kaji Tindak Pengelolaan Sampah di Kabupaten Banyumas Tahun 1998/1999. Depkes RI. Pusat Pendidikan Kesehatan, Purwokerto.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemarannya. UI Press, Jakarta.
- Darnall, D. W., Greene, B., Henzi, M.T., Hosea, J.M. Mepherston, R. A., Sneddon, J. dan Alexander, M. D. 1986. Selective Recovery of Gold and Other Metal Ions from an Algal Biomass. *Environment Science and Technology* 20: 206-208.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas. 2006. Laporan Akhir. Perencanaan Teknik Pengembangan TPA Gunung Tugel Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas. Dinas Lingkungan Hidup, Banyumas.
- Fachrudin, A. 1989. Pengaruh Sampah di Tempat Pembuangan Akhir Dago Kotamadya Bandung Terhadap Kualitas Air Tanah Bebas di Sekitarnya. Tesis, Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Gadd, G. M. 1990. Biosorption. *Chem and Ind* 13 : 421-426.
- Hashim, M. A. dan K. H. Chu. 2002. Biosorption of Cadmium by Brown, Green and Red Seaweeds. *Paper* No. 265.
- Holan, Z. R., Volesky, B. dan Prasetyo, I. 1993. Biosorption of Cadmium by Biomass of Marine Algae. *Biotechnology and Bioengineering* 41: 819-825.
- Indriani, H. dan E. Sumiarsih. 1999. Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut. Penerbit Swadaya, Jakarta.
- Kadi, A. 2004. Beberapa Catatan Kehadiran Marga *Sargassum* Di Perairan Indonesia. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta.
- Keman, S. 2003. Pengaruh Pembuangan Sampah Terbuka (Open Dumping) Terhadap Kualitas Kimia Air Sumur Gali Penduduk di Sekitarnya. *Jurnal Penelitian Medika Eksakta* Vol. 4 No. 2 Agustus 2003: 147 -156
- Lestari, S., Hernayanti, dan I. Insan. 2007. Biosorpsi Krom Heksavalen (Cr6+) Menggunakan Rumput Laut *Sargassum* sp. Dalam Skala Laboratorium. Laporan Penelitian. Fakultas Biologi UNSOED Purwokerto.
- Mc Eldowneys, S., D. J. Hardman dan S. White. 1993. *Pollution : Ecology and Biotreatment*. Longman Scientific and Technical, Singapore
- Nourbakhsh, M., Y. Sag, D. Ozer, Z. Aksu, dan A. Caglar, 1994. A Comparative Study of Various Biosorbents for Removal of Chromium (VI) Ions from Industrial Wastewaters. *Process Biochemistry* 29 : 1-5.
- Nurhayadi, D. 2001. Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli* dengan Berat Biomassa yang Berbeda dalam Mengadsorpsi Seng. Skripsi S1 (tidak dipublikasikan) Fakultas Biologi UNSOED Purwokerto.
- Soemirat J, 1999. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Prasetyo, I. 1994. Pengambilan Ion Logam Berat dari Larutan dengan Menggunakan Ganggang Laut. Laporan Penelitian. Fakultas Teknik Kimia UGM, Yogyakarta.
- Rezaee, A., B. Ramavandi, F. Ganati, M. Ansari and A. Solimanian. 2006. *Biosorption of Mercury by Biomass of Filamentous Algae Spirogyra Species*. *Journal of Biological Sciences* 6 (4) : 695-700.
- Sahmoune, M.N., K. Lauhab and A. Baukhiar. 2008. *The Adsorption of Chromium from Aqueous Solution Using dead Biomass*. *Environmental Research Journal* 2 (5): 254-260.
- Sharma, D. C. dan C. F. Foster, 1994. *Biores. Technology* 47 : 257-264.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan. Institut for Science and Technology Studies (ISTECS9), Chapter-Japan.
- Soemirat J, 1999. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Viera, R. H. S. F. dan B. Volesky. 2000. Biosorption : A Solution to Pollution? *Internat Microbiol* 3: 17-24.
- Volesky, B. dan Z. R. Holan, 1995. Biosorption of Heavy Metal. *Journal of Chemical and Technology Biotechnology* 11 (3) : 235-250.
- Yang, J. dan B. Volesky. 1999. Biosorption and Elution of Uranium with Seaweed Biomass. In: *Biohydrometallurgy and the Enviroment Toward the Mining of the 21<sup>st</sup> Century* : International Biohydrometallurgy Symposium Proceedings. (20<sup>th</sup> – 23<sup>rd</sup> June, 1999, San Lorenzo de el Escorial, Madrid, Spain) .
- Yusnita, R. 2007. Model Matematik pada Pengolahan limbah cair tahu secara Biofiltrasi menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart). Solms). Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.



## ISOLASI KAROTENOID *Rhodopseudomonas palustris*

Mega Novita<sup>1</sup>, Jubhar Mangimbulude<sup>1,2</sup>, dan Ferdy S. Rondonuwu<sup>1,3</sup>

<sup>1)</sup> Magister Biologi, <sup>2)</sup> Fakultas Biologi, <sup>3)</sup> Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga  
E-mail : ferdy\_sr@yahoo.com

Bakteri *Rhodopseudomonas palustris* adalah organisme fototrofik nonsulfur ungu yang dapat ditemukan di dalam tanah dan air. Bakteri tersebut mengubah energi cahaya (matahari) menjadi energi seluler dan mengabsorpsi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang terlarut di dalam medium kemudian mengubahnya menjadi biomassa oleh karena itu perannya penting dalam penanganan pemanasan global. Kemampuan bakteri ini melakukan metabolisme fototrofik ternyata didukung oleh kehadiran pigmen karotenoid seperti likopen, spiriloksantin dan rodovibrin. Karotenoid merupakan zat warna alami yang sangat bermanfaat dan biasanya dikenal sebagai provitamin A, antioksidan dan berbagai penyakit keturunan seperti kanker, tumor, jantung, penyakit mata, dll. Dalam makalah ini dijelaskan langkah-langkah mengisolasi karotenoid pada *Rhodopseudomonas palustris*, mulai dari kultur, ekstraksi dan terakhir pengukuran absorpsi pigmen karotenoid yang dihasilkan.

*Key words* : *Rhodopseudomonas palustris*, medium, karotenoid, absorpsi

### PENDAHULUAN

*Rhodopseudomonas palustris* (*Rps. palustris*) adalah bakteri fototrofik non-sulfur ungu yang umumnya ditemukan di tanah dan air. Bakteri ini mampu tumbuh pada kondisi anaerobik maupun aerobik. Dalam kondisi anaerobik, CO<sub>2</sub> terlarut digunakan sebagai sumber carbon untuk pembentuk biomassa. Oleh karena itu, bakteri ini diharapkan mampu berperan mengatasi pemanasan global (Helianti, 2003). Pada kondisi aerob bakteri ini mendegradasi senyawa organik termasuk senyawa toksik seperti 3-klorobenzoat bahan bangunan sel. Kemampuan-mengubah N<sub>2</sub> menjadi NH<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub>, menjadikan bakteri ini potensial digunakan sebagai penghasil biofuel (Larimer *et al.*, 2008).

Kemampuan *Rps. palustris* melakukan metabolisme fototrofik dimungkinkan oleh kehadiran pigmen fotosintetik karotenoid dan bakterioklorofil pada membran selnya (Imhoff, 2001). Pada proses ini, karotenoid menangkap cahaya matahari dalam bentuk tenaga eksitasi singlet yang kemudian ditransfer ke bakterioklorofil untuk selanjutnya digunakan dalam proses fotosintesis. Dalam sistem ini, mekanisme kerja karotenoid mirip sebuah antena pemanen cahaya atau disebut dengan *light-harvesting* (Christensen, 1999; Polívka *et al.*, 2002).

Karotenoid yang biasanya menjadi komponen utama pada *Rps. palustris* adalah likopen, spiriloksantin dan rodovibrin. Meskipun demikian, produksi pigmen *Rps. palustris* sangat dipengaruhi oleh: medium pertumbuhan, pH, suhu, cahaya, ketersediaan oksigen dan kondisi metabolisme sel (Gambar 1). Jenis-jenis karotenoid ini berubah-ubah tergantung pada bagaimana cara sel-sel tersebut ditumbuhkan (Richard Cogdell, 2008 dalam Mauboy, 2009).

Lebih dari 600 jenis karotenoid telah diidentifikasi di alam. Karotenoid yang diambil dari mikroorganisme dapat dimanfaatkan sebagai prekursor vitamin A, antikanker, anti-obesitas dan dapat membantu sistem kekebalan tubuh. Dibandingkan tumbuhan, kultivasi mikroorganisme terutama *Rps. palustris* sebagai produsen pigmen karotenoid memiliki prospek yang lebih baik (Dufossé *et al.*, 2005). Produksi pigmen melalui kultivasi mikroorganisme memungkinkan pengaturan kondisi untuk produksi optimum serta produktivitas yang lebih tinggi karena siklus hidupnya yang pendek.

Produksi karotenoid pada bakteri fotosintetik seperti *Rps. palustris* menarik untuk dipelajari. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menilai produktivitas pigmen karotenoid *Rps. palustris* yang ditumbuhkan pada kultur curah dengan dua perlakuan berbeda,



yaitu kultur statik dengan 24 jam pencahayaan dan kultur teragitasi dengan pencahayaan selama 12 jam.



**Gambar 1.** Tampilan koloni sel-sel bakteri *Rhodospseudomonas palustris* pada kultur murni di laboratorium (kiri) dan pada sediaan mikroskopik (kanan) (Anonim, 2006). Warna merah pada kultur murni di laboratorium mengindikasikan adanya pigmen karotenoid yang produksinya dipengaruhi oleh medium pertumbuhan, pH, suhu, cahaya, ketersediaan oksigen dan kondisi metabolisme sel.

## BAHAN DAN METODA

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pigmen Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. Percobaan ini terdiri dari dua tahap yaitu, kultivasi *Rps. Palustris* dan isolasi pigmen karotenoid. Tahapan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

### ***Kultivasi Rps. palustris dalam medium sintesis***

Sebanyak 1L medium pertumbuhan *Rps. palustris* (Mauboy, 2009) dimasukkan masing-masing 500 ml dalam 2 botol gelas. Kedua botol berisi medium tersebut disterilisasi dengan autoklaf (121°C) selama 15 menit. Setelah medium didinginkan hingga mendekati suhu ruang, ke dalam masing-masing botol ditambahkan 50 ml inokulum *Rps. palustris*. Kedua botol kultur diinubasi pada dua kondisi yang berbeda. Botol pertama diinkubasi pada inkubator dengan penyinaran lampu polikromatik intensitas kira-kira 300 lux secara terus menerus selama 24 jam (selanjutnya disebut dengan Percobaan A). Botol kedua diletakkan diatas *orbital shaker* berkecepatan 180 rpm, dengan penyinaran tergantung sinar matahari 12 jam gelap dan 12 jam terang (selanjutnya disebut dengan Percobaan B). Kedua botol kultur tersebut diinkubasi pada suhu ruang selama satu minggu.

### ***Isolasi pigmen karotenoid***

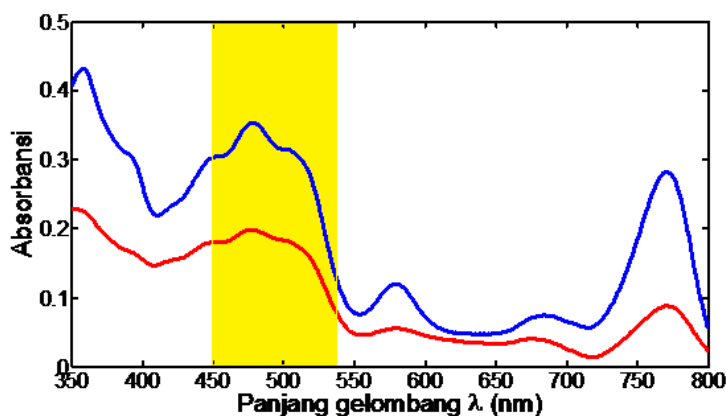
Sebanyak 9 ml kultur (1,8 gram) dari masing-masing perlakuan disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 3 menit. Supernatan dibuang dan pelet hasil sentrifugasi diberi pelarut metanol dan aseton dengan perbandingan 7:3 (v/v) sebanyak 1 ml. Resuspensi pelet dilakukan dengan cara menambah pelarut kemudian dihomogenisasi dengan *vortex mixer*. Sampel disaring menggunakan *filter syringe* berukuran pori 0,2 µm. Filtrat ditampung dalam *vial tube* kemudian dikeringkan dengan menggunakan gas N<sub>2</sub> (sampel kering). Sampel kering kemudian ditambah dengan 2 ml aseton untuk pembacaan absorbansi pada panjang gelombang 350-800 nm menggunakan spektroskopi UV-Vis.



### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Percobaan ini, diketahui tentang kandungan pigmen karotenoid yang terkandung di dalam kultur *R. palustris*. Hasil pengukuran absorbansi yang digambarkan sebagai pola spektra serapan ekstrak pigmen kasar menunjukkan perbedaan jumlah pigmen yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan kultur. Gambar 4 menampilkan pola spektra dari ekstrak pigmen kasar Percobaan A (biru), dan Percobaan B (merah).

Spektrum serapan sampel kultur bakteri *Rps. palustris* pada Percobaan B mengalami penurunan dibandingkan dengan spektrum serapan sampel kultur Percobaan A. Dimungkinkan bahwa bakteri ini pada kondisi Percobaan A lebih banyak memproduksi pigmen daripada Percobaan B.



**Gambar 2.** Pola spektra hasil pengukuran spektroskopi UV-Vis. Nilai serapan optikal sampel dari Percobaan A (garis biru) dan dari Percobaan B (garis merah). Daerah yang diberi warna kuning (panjang gelombang 450-540nm) adalah daerah spektrum karotenoid.

Menurut Herik *et al.*, (2002), pada molekul *light harvesting Rps. palustris*, terdapat kandungan karotenoid yang memiliki puncak serapan sekitar 450-540 nm. Daerah arsiran berwarna kuning pada Gambar 2. menunjukkan serapan tersebut. Selain karotenoid, serapan dari bakterioklorofil teramati pada puncak serapan Q<sub>x</sub> dan Q<sub>y</sub> masing-masing pada panjang gelombang sekitar 590 nm dan 770 nm (Alric, 2005; Visschers *et al.*, 1994).

Apabila diperbandingkan kuantitas serapan bakterioklorofil dan karotenoid pada 1 titik panjang gelombang yang sama, maka perlakuan yang tepat untuk mengekstrak pigmen karotenoid yang optimal dapat ditentukan. Tabel 1 menyajikan perbandingan absorbansi puncak serapan karotenoid dan Q<sub>y</sub> bakterioklorofil.

Dengan menentukan nisbah serapan dapat ditentukan bahwa perlakuan terbaik untuk mengekstraksi karotenoid secara maksimum adalah Percobaan B yaitu kultur yang diletakkan di atas *shaker* dengan 12 jam pencahayaan. Pada kondisi ini, pigmen fotosintetik bakterioklorofil lebih sedikit terbentuk. Bakteri *Rps. palustris* cenderung merespon pencahayaan selama 12 jam dengan membentuk pigmen karotenoid.

**Tabel 1.** Perbandingan absorbansi serapan maksimum karotenoid dan Q<sub>y</sub> bakterioklorofil

Absorbansi maksimum (OD)	Percobaan A Statis 24 jam cahaya	Percobaan B <i>Shaker</i> 12 jam cahaya
Karotenoid	0,353	0,198
Q <sub>y</sub> bakterioklorofil	0,283	0,088
Rasio	1,247	2,250



## KESIMPULAN

Kultur bakteri *Rps. Palustris* dengan perlakuan yang berbeda, menghasilkan serapan karotenoid yang berbeda pula. Produktivitas karotenoid kultur statis dengan 24 jam pencahayaan lebih rendah dua kali lipat dibandingkan dengan kultur yang diletakkan pada *shaker* dengan pencahayaan selama 12 jam.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Mega Novita mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Pendidikan Nasional yang telah memberikan beasiswa melalui Program Beasiswa Unggulan Dikti 2009 yang bekerja sama dengan Program Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga.

## PUSTAKA

- Helianti, I. 2003. Genom mikroba, Proyek Masa Depan Manusia. Kompas, 27 April 2003 (<http://www.blogger.com>).
- Larimer, F.W., P. Chain, L. Hauser, J. Lamerdin, S. Malfatti, L. Do, M.L. Land, D.A. Pelletier, J.T. Beatty, A.S. Lang, F.R. Tabita, J.L. Gibson, T.E. Hanson, C. Bobst, J.L. Torres y Torres, C. Peres, F.H. Harrison, J. Gibson & C.S. Harwood. 2004. Complete Genome Sequence of the Metabolically Versatile Photosynthetic Bacterium *Rhodopseudomonas palustris*. Nat. Biotechnol. 22:55-61.
- Imhoff, J. F. 2001. Transfer of *Rhodopseudomonas acidophila* to the new genus *Rhodoblastus* as *Rhodoblastus acidopila* gen. nov., comb. nov. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 51: 1863-1866.
- Anonim, 2006. Rhodopseudomonas. <http://microbwiki.com>. Diakses pada 15 April 2010.
- Christensen R. L. 1999. in H. A. Frank, A. J. Young, G. Britton, R. J. Cogdell, (Eds.), Advances in Photosynthesis Vol. 8, The Photochemistry of Carotenoids, Kluwer Academic Publishers, p. 137.
- Polívka T., Zigmantas D., Herek J. L., Z. He, Pascher T., Pullerits T., Cogdell R.J. , Frank H. , Sundström V. 2002. The Carotenoid S<sub>1</sub> State in LH2 Complexes from Purple Bacteria *Rhodobacter sphaeroides* and *Rhodopseudomonas acidophila*: S<sub>1</sub> Energies, Dynamics, and Carotenoid Radical Formation. J. Phys. Chem. B 106, 11016.
- Mauboy, R. S. 2009. Penggantian Asam Kasamino dengan Urea untuk Pertumbuhan dan Produksi Pigmen Bakterioklorofil a pada *Rhodopseudomonas palustris*. Tesis Magister Biologi UKSW. Salatiga.
- Dufossé, L.; P. Galaup; A. Yaron; S. M. Arad; P. Blanc; K. N. C. Murthy; G. A. Ravishankar. 2005. Microorganisms and Microalgae as Sources of Pigments for Food Use: a Scientific Oddity or an Industrial Reality? Trends in Food Science & Technology 16 (9): 389-406.
- Herek, J. L.; W. Wohlleben; R. J. Cogdells; D. Zeidler; M. Motzkus. 2002. Quantum Control of Energy Flow in Light Harvesting. Nature 417: 533-535.
- Alric, J. 2005. *In Vivo* Carotenoid Triplet Formation in Response to Excess Light: A Supramolecular Photoprotection Mechanism Revisited. Photosynthesis Research 83 (3): 335-341.
- Visschers, R. W.; Crielaard, W.; Fowler, G. J. S.; Hunter, C. N.; Grondelle, R. 1994. Probing the B800 Bacteriochlorophyll Binding Site of the Accessory Light-Harvesting Complex from *Rhodobacter sphaeroides* Using Site-Directed Mutants. II. A Low-Temperature Spectroscopy Study of Structural Aspects of The Pigment-Protein Conformation. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics 1183 (3): 483-490.



## KUALITAS TELUR DAN LARVA HASIL PEMIJAHAN *Cherax quadricarinatus* ASAL PURWOKERTO DAN BOGOR

Dian Bhagawati dan Muh. Nadjmi Abulias

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email: dian\_star05@yahoo.co.id

*Cherax quadricarinatus* hasil budidaya asal Bogor berwarna biru muda cerah dan asal Purwokerto berwarna hijau kecoklatan kusam. Kedua populasi tersebut memiliki bentuk tubuh relatif sama, namun karakter porsi termakan pada lobster asal Bogor nilainya lebih tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai sumber induk. Untuk mendapatkan benih lobster berkualitas, maka telah dilakukan penelitian untuk mengkaji kualitas telur dan larva hasil pemijahan *Cherax quadricarinatus* asal kedua lokasi tersebut, berdasarkan karakter morfologi, waktu perkembangan, dan kelulusan hidupnya. Pemijahan dilakukan dalam akuarium 55 x 35 x 35 cm dengan ketinggian air 20 cm, yang dilengkapi dengan aerasi. Induk lobster dipijahkan secara inter dan antar lokasi dengan perbandingan jantan : betina adalah 1 : 2. Diperoleh informasi bahwa masa penjadwalan membutuhkan waktu antara 2 – 4 minggu. Dari keempat perlakuan yang dicobakan menunjukkan bahwa selama masa pengeraman, terdapat persamaan warna telur dalam tiap tahap perkembangannya, namun waktunya tidak bersamaan. Perkembangan telur sejak terjadinya pemijahan hingga terbentuk larva membutuhkan waktu antara 29 – 32 hari pada media dengan temperatur 25 – 27 °C dan pH 7 – 8. Larva dari induk jantan asal Bogor dan betina Purwokerto, memiliki tingkat kelulusan hidup tertinggi (70%).

Kata kunci : morfologi telur, kelulusan hidup larva, *Cherax quadricarinatus*

### PENDAHULUAN

*Cherax quadricarinatus* dikenal pula sebagai *red claw*, karena mempunyai warna merah pada capit bagian luarnya, khususnya pada yang jantan. Di samping itu, *Cherax* jenis ini mudah dibedakan dari *Cherax* jenis lain karena mempunyai empat buah lunas (*carinae*) pada bagian anterior karapaksnya, sehingga dinamakan *quadricarinatus* (*quadri* = empat; *carinatus* = *carinae*) (Karplus *et al.*, 2003).

*C. quadricarinatus* hasil budidaya asal Bogor dan Purwokerto memiliki bentuk tubuh yang sama. Namun demikian, warna tubuhnya terdapat perbedaan yang sangat mencolok. Lobster asal Bogor memiliki warna tubuh biru muda cerah, sedangkan lobster asal Purwokerto berwarna hijau kecoklatan dan kusam. Di samping itu, berdasarkan hasil pengukuran karakter porsi termakan diketahui bahwa lobster asal Bogor, baik jantan maupun betina memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada lobster asal Purwokerto (Bhagawati dan Abulias, 2009).

Ketersediaan induk yang berkualitas dalam suatu usaha budidaya lobster merupakan sarana vital untuk menunjang berlangsungnya proses pembenihan. Perbaikan mutu benih dapat dilakukan dengan pendekatan genetik melalui seleksi induk dan hibridisasi. Seleksi merupakan suatu teknik pemuliaan untuk memperbaiki sifat yang terukur, dengan mengeksploitasi sifat "additive" dari alel-alel pada semua lokus yang mengontrol sifat terukur untuk memperbaiki suatu strain lobster. Induk berkualitas dapat diperoleh dari populasi yang secara morfologis, dicirikan dengan besarnya nilai karakter porsi termakan serta memiliki keragaman genetik tinggi dengan tingkat kekerabatannya rendah.

Karakter porsi termakan yaitu persentase daging udang termakan yang diukur berdasarkan persentase karapas (*dressing percentage*). Persentase karapas diukur berdasarkan rasio antara panjang karapas dengan panjang standar (%) (Hadie & Hadie, 1999). Karakter porsi termakan bukan karakter tunggal, tetapi berkorelasi dengan karakter lain yang merupakan komponennya, yaitu panjang karapas, panjang standar dan persentase karapas. Korelasi diantara karakter tersebut, penting peranannya untuk mengetahui bagaimana perbaikan



genetik suatu karakter diperoleh, apakah itu oleh satu komponen atau sebagai akibat perubahan secara serentak dalam karakter-karakter lain yang berhubungan. Di samping itu juga untuk mengetahui sebab-sebab genetik dari terjadinya korelasi diantara karakter-karakter sebagai akibat adanya *pleiotropy* (Falconer, 1981).

Hadie & Hadie (1999) telah melakukan seleksi terhadap udang galah asal Cimanuk, Cimandiri dan Walanae. Berkat seleksi individu yang telah dilakukan terhadap karakter porsu termakan tersebut, ternyata efektif untuk perbaikan mutu genetik pada filial ke dua dari populasi yang berasal dari habitat asli. Pada filial ke dua dapat diperoleh perbaikan genetik pada karakter porsu termakan berkisar antara 2,26 % - 3,96%.

Atas dasar keberhasilan beberapa peneliti terdahulu dalam meningkatkan mutu genetik pada berbagai jenis ikan dan udang melalui teknik seleksi dan hibridisasi, maka telah dilakukan penelitian dengan memijahkan lobster air tawar yang berasal dari Purwokerto dan Bogor. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang proses pemijahan serta kualitas keturunannya, khususnya masa inkubasi telur, pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva hingga umur 30 hari pasca penetasan (PL<sub>30</sub>).

### MATERI DAN METODE

Materi penelitian adalah induk lobster asal Purwokerto dan Bogor, pelet, wortel, kecambah, ketela pohon, akuarium ukuran 55 x 35 x 40 cm, potongan paralon untuk selter, peralatan aerasi, kertas pH universal dan termometer. Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksperimental dengan memijahkan lobster dari lokasi yang berbeda secara *inbreeding* dan *outbreeding* di akuarium dengan rasio induk jantan dan betina = 1 : 2. Masing-masing perlakuan diulang dua kali. Hasil pengamatan yang berupa proses pemijahan, masa inkubasi telur, pertambahan panjang tubuh dan kelangsungan hidup larva hingga umur 30 hari setelah penetasan dianalisis secara deskriptif.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemijahan lobster air tawar ini diawali dengan pengenalan dan seleksi induk berdasarkan karakter morfologinya. Karakter morfologi yang digunakan sebagai dasar pemilihan dan seleksi induk adalah ciri kelamin sekunder dan karakter porsu termakan.

*Cherax quadricarinatus* dewasa dapat dibedakan jenis kelaminnya berdasarkan karakter morfologinya, karena lobster ini memiliki sifat dimorfisme seksual. Lobster jantan dicirikan dengan adanya tanda warna merah pada bagian luar capit pertamanya, sedangkan pada betina tidak terdapat tanda tersebut. Di samping itu, lobster jantan memiliki tonjolan yang relatif panjang, pada kedua pangkal kaki jalan ke lima dan betina terdapat tanda bulatan (agak menonjol) pada kedua pangkal kaki jalan ke tiga.

Peranan seleksi genetik atau pemilihan keturunan sangat diperlukan dalam memilih induk-induk dari jenis yang unggul. Induk unggul atau superior adalah induk yang akan menghasilkan telur dalam jumlah banyak, daya tetas tinggi, laju pertumbuhan serta daya sintasan yang tinggi pula (Satyani, 2007).

Induk lobster yang dipijahkan memiliki warna tubuh biru cerah (Bogor) dan hijau kecoklatan (Purwokerto). Secara umum, induk lobster yang dipijahkan memiliki karakter morfologi dan ciri sek sekunder yang tidak berbeda. Hasil pengukuran morfometrik dan karakter porsu termakan induk lobster yang terpilih, terangkum dalam Tabel 1 dan 2.

Induk lobster hasil seleksi selanjutnya dipijahkan dalam akuarium secara *inbreeding* dan *outbreeding*. Kegiatan pemijahan lobster ini diawali dengan melakukan penjadwalan. Di dalam melakukan penjadwalan, apabila induk betina sering menghindar bila didekati yang jantan atau



selalu berusaha melarikan diri dan keluar dari tempat pemijahan, kondisi itu menandakan bahwa penjadohan tidak berhasil. Jika terjadi hal demikian, maka induk betina harus dijodohkan dengan pejantan lain, sampai diperoleh pejantan yang cocok. Akibat sering terjadinya ketidakcocokan dalam penjadohan tersebut, maka waktu yang dibutuhkan sejak penjadohan hingga terjadinya pemijahan membutuhkan waktu relatif lama, yaitu berkisar antara 2 – 4 minggu. Menurut Setiawan (2006), kegiatan penjadohan harus dilakukan, karena kebiasaan lobster dalam melakukan perkawinan adalah saling mencari kecocokan. Lobster betina lebih dominan dalam memilih pasangan yang cocok. Jika tidak cocok, meskipun bertemu mereka tidak saling membuahi.

**Tabel 1. Morfometri dan Karakter Porsi Termakan Lobster Jantan**

No.	Karakter	Jantan	
		Bogor	Purwokerto
1.	Bobot tubuh (gm)	34.668±18.049	53.920±17.590
2.	Panjang total (cm)	12.567±1.575	14.560±1.518
3.	Panjang baku (cm)	10.720±1.482	12.653±1.329
4.	Rostrum (cm)	1.160±0.314	1.553±0.440
5.	Cephalothorax (cm)	3.00±0.706	4.160±0.763
6.	Abdomen (cm)	4.207±0.734	4.960±0.546
7.	Telson (cm)	1.700±0.273	1.813±0.270
8.	Karakter porsi termakan (%)	0.7213±0.457	0.6729±0.412

**Tabel 2. Morfometri dan Karakter Porsi Termakan Lobster Betina**

No.	Karakter	Betina	
		Bogor	Purwokerto
1.	Bobot tubuh (gm)	23.030±8.166	37.967±7.210
2.	Panjang total (cm)	11.247±1.473	13.447±0.876
3.	Panjang baku (cm)	9.593±1.513	11.860±1.043
4.	Rostrum (cm)	1.707±2.689	1.300±0.267
5.	Cephalothorax (cm)	2.580±0.700	3.780±0.715
6.	Abdomen (cm)	3.627±0.734	4.713±0.462
7.	Telson (cm)	1.433±0.287	1.640±0.124
8.	Karakter porsi termakan (%)	0.7334±0.398	0.6839±0.440

Menurut Lukito dan Surip (2007), pemijahan lobster adalah proses pengeluaran sel telur oleh induk betina dan sperma oleh induk jantan yang diikuti oleh perkawinan. Terjadi perkawinan pada lobster air tawar sangat tergantung pada daya dukung lingkungan serta keinginan dan perilaku setiap pasangan untuk bereproduksi, sehingga waktunya tidak dapat ditentukan secara pasti.

Induk lobster betina yang telah mendapatkan pasangan yang cocok, selanjutnya dipijahkan dengan perbandingan jantan : betina adalah 1:2. Temperatur media pemijahan berkisar antara 25 – 27°C dan pH berkisar 7 – 8. Selama dalam proses penjadohan dan pemijahan, induk diberi pakan berupa ketela pohon, wortel, kecambah kacang hijau serta pelet secara bergantian. Pemberian pakan dilakukan dua kali, yaitu pagi dan sore hari. Media penjadohan dilengkapi dengan potongan paralon 2 inc sepanjang 20 cm sebanyak 3 buah, untuk tempat berlindung.

Kegiatan pemijahan yang telah dilakukan secara *inbreeding* dan *outbreeding* dapat berlangsung dengan lancar setelah masing-masing induk mendapatkan jodoh yang cocok. Pemijahan terjadi pada malam hari dan pada induk betina yang telah memijah biasanya



terdapat sperma menggumpal di pangkal kaki jalannya. Telur yang dihasilkan melekat pada kaki renang induk betina yang berada di bawah perut. Apabila saat terjadinya proses pemijahan tidak diketahui dengan pasti, maka pertanda lain jika telah terjadi pemijahan dapat diketahui dengan mengamati tingkah laku induk betina. Biasanya induk betina yang telah memijah akan melindungi telurnya dengan cara melipat ekornya ke dalam dan malas bergerak serta sering berada di dalam tempat persembunyian.

Induk betina yang telah bertelur selanjutnya dipindahkan ke dalam akuarium inkubasi dengan hati-hati agar telur tidak rontok. Tiap akuarium berisi seekor induk bertelur. Sejak terjadinya pemijahan, diamati perkembangan embrio dan perubahan warna telurnya. Menurut Susanto (2008), lamanya waktu perkembangan embrio lobster sangat bervariasi dan berhubungan langsung dengan suhu lingkungan hidupnya. Secara umum, perbedaan tersebut terletak pada lamanya waktu perkembangan embrio mulai dari saat pemijahan (*spawning*) hingga waktu menetas.

Di dalam penelitian ini, penghitungan telur dilakukan berdasarkan jumlah larva yang dihasilkan serta jumlah telur yang rontok selama masa inkubasi. Hal ini dilakukan mengingat telur lobster tetap melekat erat pada tubuh induknya hingga menetas. Jumlah telur yang dihasilkan berkisar antara 257-304 butir. Telur terbanyak dihasilkan oleh induk betina dan jantan asal Purwokerto, sedangkan jumlah telur terendah berasal dari pasangan induk jantan dan betina asal Bogor (Tabel 3).

**Tabel 3. Jumlah Telur Lobster Selama Pengamatan**

No	Asal Induk	Jumlah Telur (butir)	
		Induk betina I	Induk betina II
1.	♂ Pwt x ♀Pwt	293	304
2.	♂ Pwt x ♀Bgr	301	282
3.	♂ Bgr x ♀Bgr	257	269
4.	♂ Bgr x ♀Pwt	264	278

Menurut Susanto (2008), induk lobster sudah mulai kawin dan bertelur pada umur 6 – bulan dan jumlah telur yang dihasilkan dalam sekali perkawinan dapat mencapai 100 -200 butir. Sedangkan setelah berumur satu tahun, telur yang dihasilkan sebanyak 150 – 420 butir, bahkan menurut Wiyanto dan Hartono (2003), dapat mencapai 600 – 1000 butir.

Selama masa inkubasi, telur lobster mengalami perubahan warna seiring dengan proses perkembangannya. Telur yang baru dihasilkan setelah pemijahan, berwarna hijau, kemudian berubah menjadi kuning, orange kecoklatan dan merah maron. Pada saat telur berwarna orange kecoklatan mulai muncul calon embrio. Seiring dengan bertambahnya umur embrio maka perkembangan organ tubuhnya juga semakin lengkap dan munculnya bintik mata (pigmen mata) menandai terbentuknya embrio secara lengkap. Ukuran bintik mata semakin besar menjelang waktu penetasan. Masa inkubasi telur hingga menetas menjadi larva berlangsung selama 29–32 hari. Menurut Susanto (2008), selama masa inkubasi, telur lobster *C. quadricarinatus* mengalami empat kali perubahan warna yaitu hijau, kuning, coklat/maron kemudian orange. Telur selanjutnya memasuki tahap embriogenesis hingga menetas menjadi larva stadium satu. Masa inkubasi telur hingga menetas menjadi larva berlangsung selama 26–32 hari, pada temperatur media 25–27 °C.

Telur lobster menetas menjadi larva ditandai dengan pecahnya telur akibat keluarnya tubuh dari lingkaran telur. Larva tersebut tetap melekat pada bagian bawah perut induknya hingga cadangan makanannya habis. Larva muda secara alami akan melepaskan diri dari induknya setelah 7-10 hari. Pada saat larva lepas dari induknya dan berumur 10 hari memiliki panjang tubuh berkisar 6-9 mm. Larva yang telah lepas dari induknya tersebut kemudian akan



mengalami *moulting* (pergantian kulit) yang pertama dan saat itu merupakan masa kritis, karena seringkali larva mengalami gagal *moulting* dan mati, apabila kondisi media tidak sesuai. Hasil pengamatan terhadap larva yang mengalami *moulting* tahap pertama menunjukkan bahwa kegagalan *moulting* yang terjadi mencapai 20 %.

Larva yang tersisa selanjutnya dipelihara dalam akuarium hingga berumur 30 hari pasca menetas (PL<sub>30</sub>) dengan diberi pakan pelet bubuk yang dikombinasi dengan kecambah rebus. Selama pemeliharaan, media dijaga agar tetap mendukung kehidupan larva dengan memberikan aerasi dan menyipon dua hari sekali. Dari hasil pengukuran panjang totalnya, mengindikasikan bahwa pertumbuhan larva dari induk jantan dan betina asal Purwokerto mengalami pertumbuhan paling lambat dibandingkan lainnya. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran yang tertera pada Tabel 4.

**Tabel 4. Kisaran Panjang Tubuh Larva Lobster PL<sub>30</sub>**

No	Asal Induk	Panjang Total Larva (mm)	
		Umur 10 hari	Umur 30 hari
1.	♂ Pwt x ♀Pwt	6 - 9	12 - 15
2.	♂ Pwt x ♀Bgr	6 - 9	14 - 17
3.	♂ Bgr x ♀Bgr	6 - 9	12 - 16
4.	♂ Bgr x ♀Pwt	6 - 9	13 - 18

Berdasarkan hasil penghitungan jumlah larva yang hidup hingga 30 hari pasca menetas, diperoleh informasi bahwa larva dari induk jantan dan betina asal Purwokerto memiliki kelulusan hidup (42%); jantan Purwokerto dan betina Bogor kelulusan hidup larvanya mencapai 63%; jantan Bogor dan betina Purwokerto, memiliki tingkat kelulusan hidup larva 70%, sedangkan larva dari induk jantan dan betina asal Bogor kelangsungan hidupnya mencapai 58%.

Bervariasinya tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva diduga berkaitan dengan kualitas genetik induk dan pakan yang diberikan. Hal ini dapat dilihat dari hasil persilangan yang mengindikasikan bahwa larva hasil persilangan induk dari lokasi yang sama, mengalami pertumbuhan dan kelangsungan hidup relatif rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Di samping itu, kemungkinan juga karena adanya sifat kanibalisme dan pakan yang diberikan tidak sesuai, baik jumlah maupun kandungan gizinya. Apabila pakan yang diberikan tidak mencukupi kebutuhan maka akan memacu terjadinya kanibalisme, karena sifat tersebut juga telah muncul meskipun masih tahap larva. Kanibalisme juga akan terjadi pada saat larva *moulting*. Menurut Iskandar (2003), pada saat *molting*, lobster mengeluarkan cairan pelicin (*feromone*) yang aromanya dapat memancing lobster lain untuk memangsanya.

### KESIMPULAN

1. Masa penjadohan lobster membutuhkan waktu antara 2 – 4 minggu. Dari keempat perlakuan yang dicobakan menunjukkan bahwa selama masa inkubasi, terdapat persamaan perubahan warna telur dalam tiap tahap perkembangannya, namun waktunya tidak bersamaan. Perkembangan telur sejak terjadinya pemijahan hingga terbentuk larva membutuhkan waktu antara 29 – 32 hari pada media dengan temperatur 25 – 27 °C dan pH 7 – 8.
2. Larva hasil persilangan induk lobster yang berasal dari lokasi yang berbeda mempunyai kualitas relatif lebih baik.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada DP2M DIKTI selaku penyandang dana dari penelitian HIBAH BERSAING tahun 2010, yang dilaksanakan sesuai





dengan Surat Perjanjian Kerja Penelitian Nomor:1590.21/H23.6/DT.01.00/2010, tanggal 7 April 2010. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para penelaah atas masukan yang diberikan untuk perbaikan naskah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bhagawati, D., dan M.N. Abulias. 2009. Variasi Morfologi *Cherax quadricarinatus* Hasil Budidaya Asal Bogor dan Purwokerto. Prosiding Seminar Nasional Biologi, Purwokerto 12 Desember 2009
- Falconer, D.S. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. Longman. London and New York. 170 – 181 pp.
- Hadie, L.E & W. Hadie. 1999. Efektivitas Seleksi terhadap Perbaikan Mutu Genetik Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Genetika Ikan. Puslitbang Perikanan. Dirjen Perikanan, Jakarta.
- Iskandar, T. 2003. Budidaya Lobster Air Tawar. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Karplus, I., Amir, S., Isam, K and Assaf, B. 2003. The soft red patch of the Australian freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus* (von Martens)): a review and prospects for future research. J. Zool., Lond. 259: 375-379.
- Lukito, A dan Surip, P. 2007. Panduan Lengkap Lobster Air Tawar. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Satyani, D.L. 2007. Reproduksi dan Pembenihan Ikan Hias Air Tawar. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta
- Setiawan, C. 2006. Teknik Pembenihan & Cara Cepat Pembesaran Lobster Air Tawar. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Susanto, G. N. 2008. Pengamatan Masa Inkubasi Telur dan Perkembangan Awal Pada Larva Lobster Air Tawar, Red Claw (*Cherax quadricarinatus*). Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II. Universitas Lampung, 17-18 Nopember 2008.
- Wiyanto, R.H. & R. Hartono. 2003. Lobster Air Tawar : Pembenihan & Pembesaran. Penebar Swadaya. Jakarta.



## ADAPTASI INDUK TIGER FISH (*Datnoides quadrifasciatus*) DALAM RANGKA PEMATANGAN GONADNYA

**Siti Subandiyah, Lili Sholichah, Eni Kusriani, Sulasy Rohmy, dan Darti Satyani**

*Balai Riset Budidaya Ikan Hias Jl. Perikanan 13 Pancoran Mas, Depok, Jawa Barat*

*Email : lrbihat@dkp.go.id*

Ikan hias tiger fish (*Datnoides quadrifasciatus* atau *Coius quadrifasciatus*) adalah salah satu ikan hias asli Indonesia yang berasal dari perairan Sumatera yang belum dapat dibudidayakan. Namun demikian, ikan hias ini mempunyai nilai ekonomis tinggi dan merupakan komoditas ekspor. Selama ini penyediaannya masih mengandalkan hasil tangkapan dari alam. Untuk itu, perlu dilakukan pengamatan pada awal untuk perkembangan gonad dengan menggunakan wadah tanki dan bak beton. Pakan yang diberikan selama pemeliharaan adalah udang sungai (udang air tawar) dan cacing tanah secara satiasi. Setiap dua bulan dilakukan pengamatan perkembangan gonadnya dengan cara katerisasi induk-induk betina dan striping pada induk jantan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada pemeliharaan dengan wadah tanki, perkembangan telurnya mencapai, perkembangan telurnya mencapai  $\pm 0,8$  mm, sedangkan untuk ikan induk jantan telah mengalami matang gonad baik yang dipelihara dalam wadah bak beton maupun tanki.

Kata kunci : tiger fish, induk, telur

### PENDAHULUAN

Ikan hias Tiger Fish (*Datnoides quadrifasciatus*) merupakan salah satu ikan hias asli Indonesia yang sangat menarik karena mempunyai ciri khas dengan bentuk yang pipih seperti ikan barong tubuhnya mempunyai garis fertikal berwarna putih seperti pita yang berjumlah 7 atau 5 tergantung spesiesnya dengan warna dasar tubuhnya hitam kecoklatan atau abu abu keperakan, termasuk familia Datnoididae Kotelat *et al.* (1993) menamai ikan ini *Coius microlepis* dengan ukuran di alam bias mencapai 60 cm, dan bila dipelihara dalam akuarium hanya mencapai ukuran 40 cm.

Kedalaman akuarium hanya mencapai ukuran panjang 40 cm. Ikan tiger fish banyak disukai hobiis merupakan ikan hias komoditas ekspor ke luar negeri, di dalam negeri harganya cukup tinggimencapai tiga puluh ribu untuk ukuran 5 cm ,sedang untuk ukuran 50 cm bias mencapai dua sampai tiga juta rupiah. Selama ini pasokan ikan tiger fish masih mengandalkan hasil tangkapan dari alam, karena belum bias dibudidayakan ikan tiger fish berasal dari perairan Sumatera, Kalimantan dan Irian jaya. Di alam ikan ini bias hidup dan tumbuh baik dalam perairan yang sedikit bersifat asam sampai netral ( pH 6,5-7,0 ) ,suhu air 26-27 °C , pakan yang disukai adalah jenis-jenis Crustaceae dan cacing (Axelrod, 1995).

Sebagai ikan potensial dan mempunyai harga yang cukup tinggi ,penangkapan dilakukan terus menerus maka diperlukan usaha untuk budidaya baik informasi biologi habitat ,pematangan gonat pemijahan perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan oosit pada ikan betina atau saat matang gonad

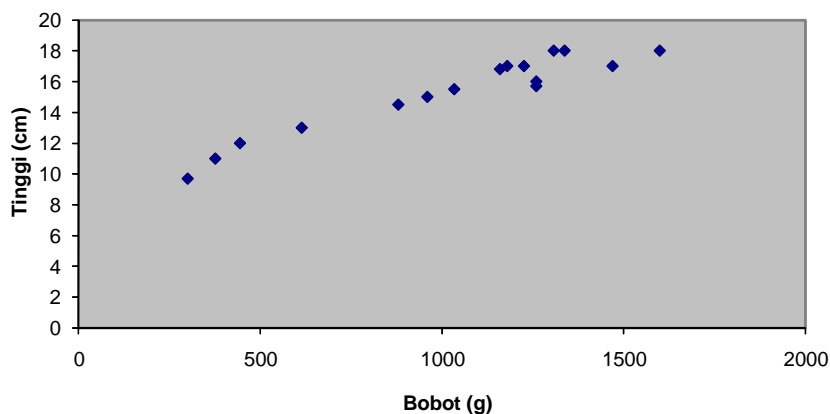
### BAHAN DAN METODE

Ikan tiger fish yang digunakan adalah induk-induk yang berasal dari Sumatera, sebanyak 30 ekor yang dipelihara dalam bak beton dan fiberglass, volume 1000 L yang dilengkapi dengan filter untuk menjaga kualitas air. Pakan yang diberikan adalah udang air tawar hidup, cacing tanah, dan ikan selar yang dicincang diberikan secara bergantian dan sekenyangnya. Setiap 2 bulan dilakukan pengamatan terhadap kualitas air, pengukuran panjang, berat, tinggi ikan dan pemeriksaan terhadap kondisi ikan apakah warna cerah, perut gendut bila hal tersebut terjadi dilakukan katerisasi untuk ikan betina, ternyata ada telur maka dilakukan pengukuran diameternya di bawah mikroskop. Untuk ikan jantan dilakukan pengurutan untuk mengetahui

ada tidaknya sperma, bila ada dilakukan pengatan di bawah mikroskop untuk mengetahui keaktifannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan selama pemeliharaan dalam fiberglas dan bak beton induk ikan yang banyak mengalami kematian dan induknya belum ada yang mengandung telur masih berupa butiran-butiran lemak sampai akhir penelitian baru terlihat gerombolan calon telur. Sedang induk-induk yang dipelihara dalam bak fiber tidak terjadi kematian, semua terlihat sehat dan cukup bagus, berarti lingkungan pemeliharaan sudah cocok. Hasil pengamatan setiap 2 bulan sekali menunjukkan hasil seperti tertera dalam Gambar I.



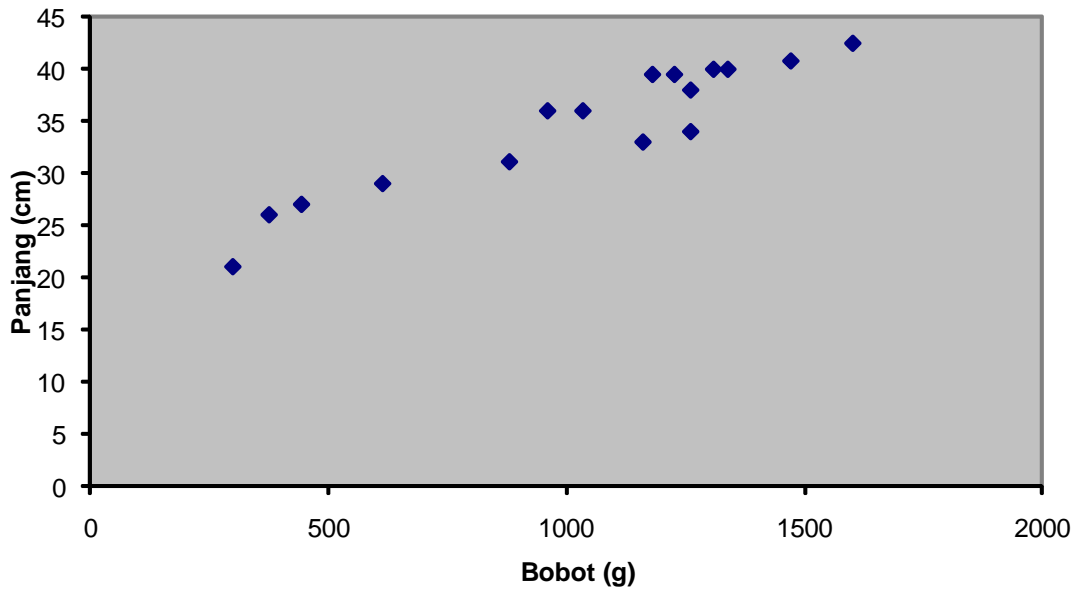
**Gambar 1. Hubungan panjang dan berat induk ikan tiger fish yang dipelihara dalam fiberglass**

Pada Gambar I menunjukkan ada korelasi antara panjang dan bobot induk, semakin panjang ikan juga mengalami penambahan berat. Dari pengamatan individu ikan yang dipelihara dalam kontener selama 16 minggu mengalami penambahan bobot rata-rata 300-360 g dengan penambahan panjang antara 6,8- 8 cm dan penambahan tinggi badan antara 0,2-3,3 cm, (Gambar II) antara tinggi tubuh ikan dan bobot ikan ada korelasi positif semakin tinggi ikan juga mengalami penambahan bobot. Belum ada referensi yang diacu dari pertumbuhan ikan tiger fish namun dari hasil penelitian Satyani *et al.* (2008) juga terlihat bahwa pertumbuhan ikan ini memang sangat lambat.

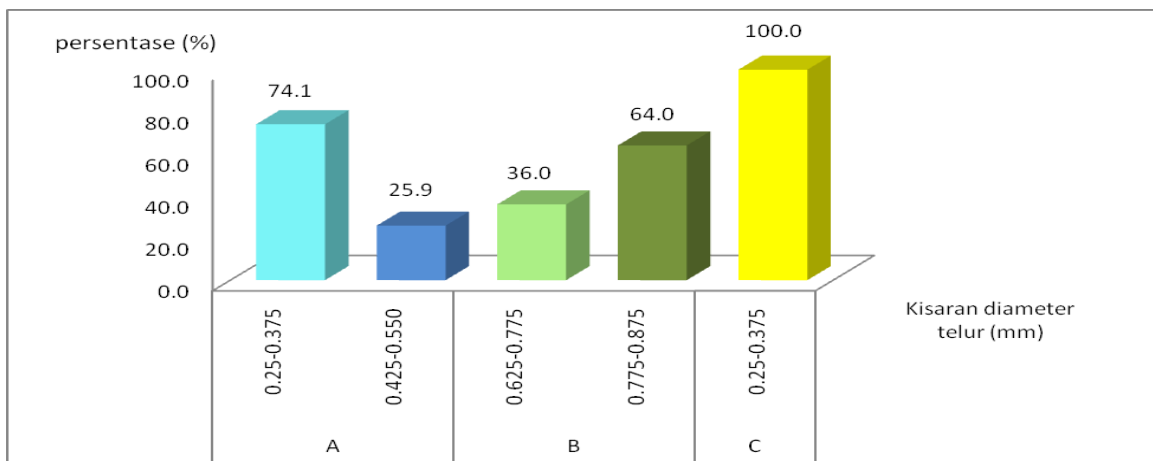
Hasil pengamatan pada bulan Januari menunjukkan bahwa ikan A yang dipelihara dalam fiberglass mempunyai diameter oosit 0,25-0,375 mm sebanyak 74,1% sedang diameter 0,425-0,550 sebanyak 25% jadi antara individu ikan dari masing masing ukuran mempunyai variasi untuk ikan B diameter oosit 0,625-0,775 mm sebanyak 36% dan untuk ukurn diameter oosit 0,775-0,875 mm sebanyak 64% dan ikan C diameter 0,25-0,375 mm sebanyak 100%, disajikan pada Gambar 3. Hal ini menunjukkan bahwa ikan B oosit sudah lebih berkembang dibandingkan ikan A dan ikan C yaitu diameter telur mencai 0,875 sebanyak 64%. Untuk pengamatan bulan April terlihat pada Gambar 4 untuk ikan A mengalami perkembangan oosit sudah mencapai 0,88-0,925 mm sebanyak 80%, demikian pula untuk ikan B diameter oosit 0,900-0,985 mm sebanyak 29,6% dan ikan C diameter oosit 0,88-0,875 mm sebanyak 60% hal ini menunjukkan perkembangan yang sangat bagus untuk diteruskan lagi karena biasanya pada



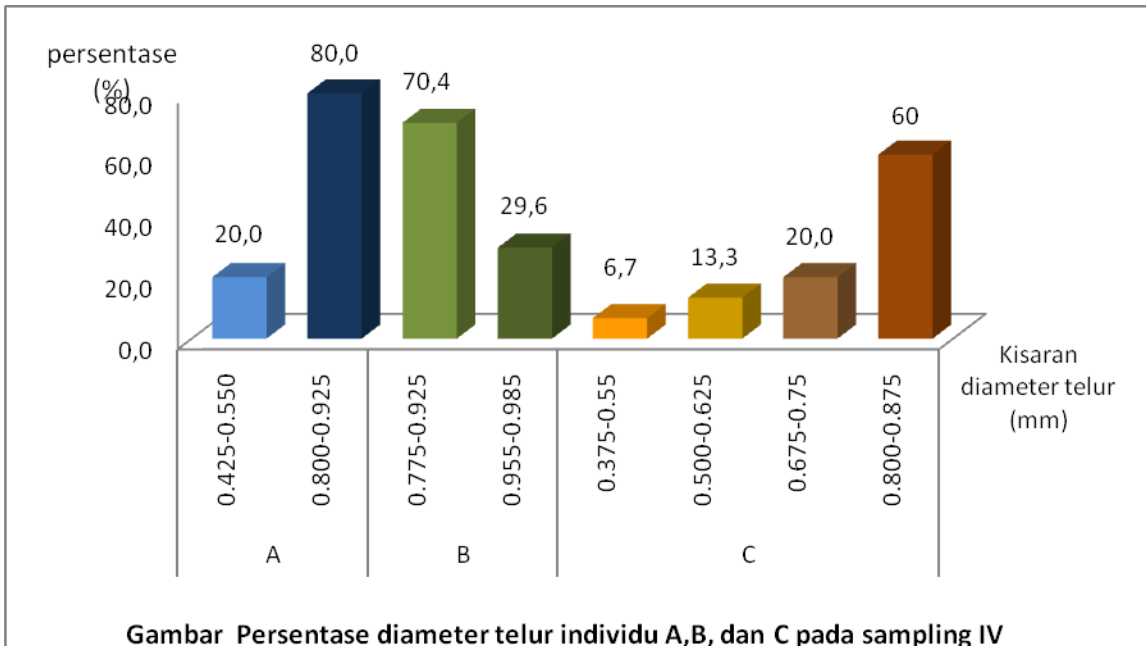
ukuran diameter oosit 1,0 - 1,3 mm ikan sudah bisa memijah. Tang & Affandi (2000) mengemukakan bahwa ikan perairan umum dari daerah tropis, di alam biasanya matang gonad pada musim kemarau dan akan bertelur pada awal musim penghujan, yang diduga akan memberikan stimulus bagi ikan-ikan untuk memijah, dimana menurut Stacey (1984) siklus reproduksi ikan dipengaruhi oleh factor luar dan dalam, untuk factor dalam terutama hormon, genetis, umur, ukuran baik induk betina maupun jantan, untuk faktor luar diantaranya lingkungan yang meliputi suhu, kualitas media, arus dan spawning substrat. Sedangkan factor yang paling mempengaruhi perkembangan gonad adalah suhu, makanan dan musim (Scot, 1979. Sterba, 1978).



Gambar 2. Hubungan tinggi badan dengan berat ikan tiger fish yang dipelihara dalam fiberglass



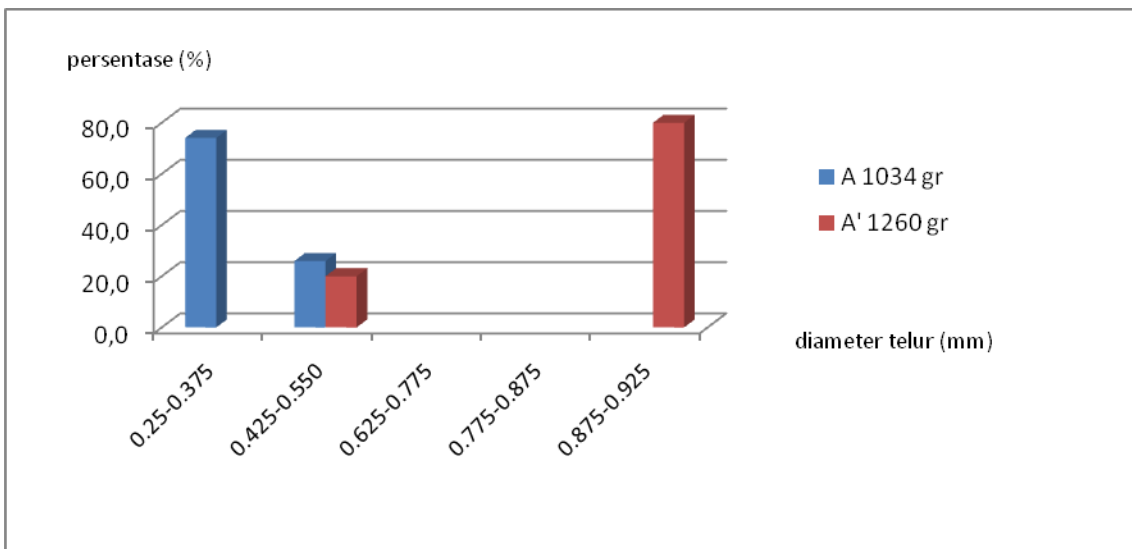
Gambar 3. Persentase diameter telur individu A, B, dan C pada sampling III



Gambar 4. Persentase diameter telur individu A,B, dan C pada sampling IV

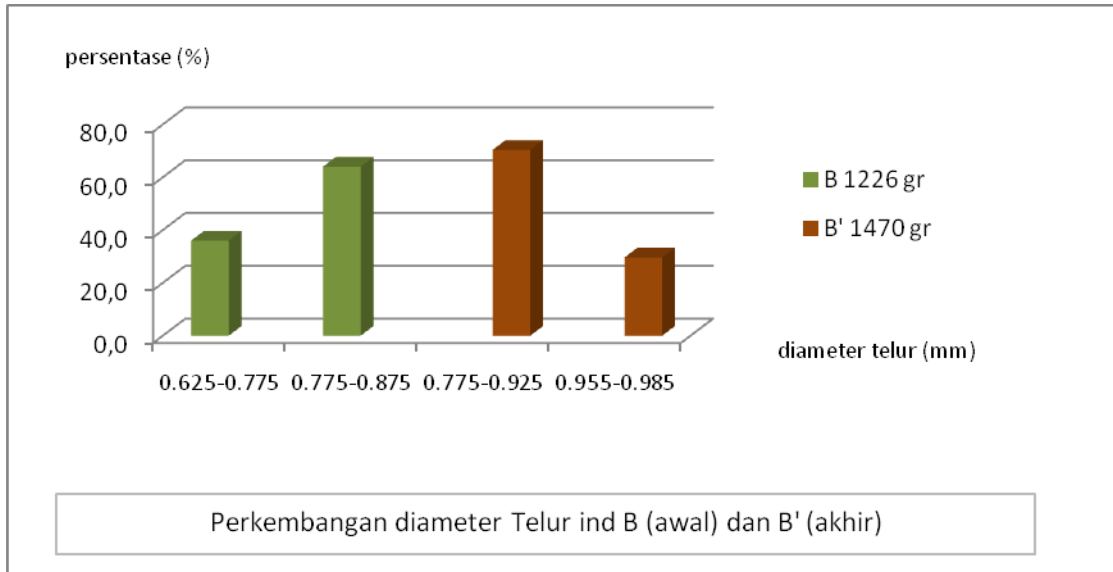
Gambar 4. Persentase diameter telur individu A, B, dan C pada sampling IV

Perkembangan diameter oosit untuk ikan A pada pengamatan awal sampai akhir dari 1,25-0,35 mm menjadi 0,875-0,925 mm pada ikan yang dipelihara dalam bak fibre glas sebanyak 80%. dengan bobot ikan awal 1.034 g menjadi 1260 g berarti terjadi pertambahan bobot yang diikuti berkembang oosit Gambar 5.

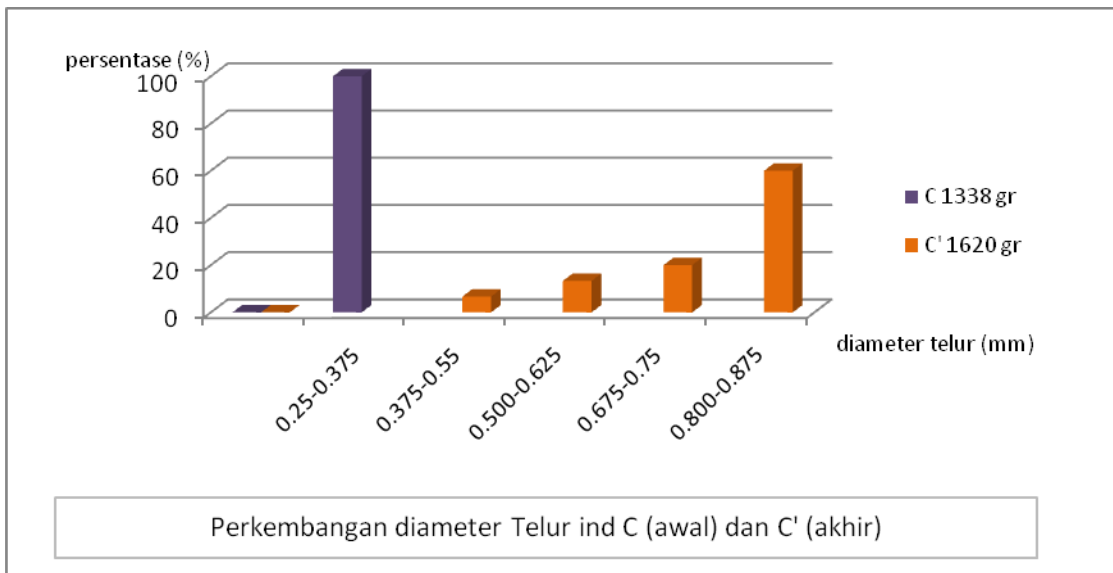


Gambar 5. Perkembangan diameter telur A (awal) dan A' (akhir)

Pada ikan B yang mempunyai bobot awal 1226 g mengalami terkembangan menjadi 1470 g dan diikuti dengan perkembangan diameter oosit awal rata-rata 0,625-0,875mm menjadi 0,955-0,985 mm walaupun jumlah diameter oosit yang mencapai 0,985 hanya sedikit yaitu 29%, namun demikian ukuran diameter 0,775-0,925 mm mencapai 70% hal ini juga terjadi perkembangan yang sangat positif (Gambar 6). Untuk ikan C yang mempunyai berat awal 1338 g mengalami perkembangan menjadi 1620 gram dengan diameter oosit awal 0,25-0,875 mm sebanyak 60% (Gambar 7).



Gambar 6. Perkembangan diameter telur B (awal) dan B' (akhir)



Gambar 7. Perkembangan diameter telur C (awal) dan C' (akhir)

### PENGAMATAN KUALITAS AIR

Hasil pengamatan kualitas air selama pemeliharaan dalam bak fiberglass dan bak beton cukup bagus seperti dalam Table 1. Oksigen terlarut tidak ada masalah karena dalam bak beton maupun fiberglass dilengkapi dengan pompa dan aerator untuk menjaga kestabilan oksigen. Nilai pH makin hari makin asam dengan nilai terendah antara 4,5-5,0 terjadi bulan November, diduga adanya kadar karbondioksida yang meninggi akibat sisa metabolisme ikan yang tidak terurai. Namun demikian nilai ini ternyata tidak mempengaruhi kehidupan ikan. Parameter kualitas air yang lain baik suhu, hardness, ammonia, maupun nitrit masih cukup bagus.

### KESIMPULAN

Ikan tiger fish yang dipelihara dalam bak fiberglass mengalami perkembangan osisit mencapai diameter 0,985 mm.



## DAFTAR PUSTAKA

- Axelrod, H.R., Burgess, W.E., Pronek, N. dan Walls, J.G. 1995. Atlas of Freshwater Aquarium Fish. Eight Edition, Reviset and Expanded. T.F.H. Publications, Inc. USA, 1,081 pp.
- Kotelat, M.A.J. Whitten, S.N. Kartikasari, dan S. Wiryoatmojo. 1993. Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi (Ikan air tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi). Periplus Edition Limited Indonesia- Singapore, 291 pp.
- Satyani, D. 2007. Pembenuhan dan reproduksi ikan hias air tawar. PRPB. DKP, p. 4-7.
- Scott, D.B.C. Environmental training and the control of reproduction in Teleost fish zoot. SOC lood, 44 : 105-132.
- Stacey, N.E. 1984. Control of the timming of ovulation by exogenous and endogenous factors in . G.W. Potes and K.J. Wootor ( Eds ). Fish Reproduction Strategic and tactis .Acad. Press. London.
- Sterba. G. 1978. The aquarist encyclopaedia Balnford Press Dorset .GDR. 561.pp
- Tang, U.M.dan Affandi,R. 2000. Biologi Reproduksi kumpulan bahan kuliah IPB . Bogor : 37-39.



# AKTIVITAS “GRAZING” MERUPAKAN FAKTOR PENTING PADA PEMANFAATAN PERIFITON SEBAGAI AGEN BIOFILTER DAN TEKNOLOGI AKUAKULTUR: MODEL PENGUKURAN LAJU GRAZING DAN AKTIVITAS TIGA JENIS GRAZER YANG BERBEDA

**Nofdianto**

*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI, Cibinong, Bogor  
Email : nofdi@yahoo.com*

Belakangan ini pemanfaatan sumberdaya hayati dalam berbagai sektor telah semakin intensif dilakukan, mulai dari ketahanan pangan hingga pengolahan limbah dan biofuel. Beberapa model pengembangan substrat perifiton telah dilakukan dan diujicoba pada kegiatan sebelumnya, disini aktivitas grazing atau pemamahan oleh hewan invertebrata dianggap sebagai faktor penting terutama berkaitan dengan produktivitas. Hasil studi ini melaporkan bahwa, ditemukan sebuah model atau teknik sederhana untuk melakukan pengukuran laju aktivitas grazing mikroinvertebrata terhadap populasi perifiton yang menyerupai kondisinya di alam. Kegiatan grazing dari tiga jenis herbivora (*Physa acuta*, limnephilidae larva dan *Ecdyonurus insignis*) dibandingkan dan ukuran tubuhnya juga diperhitungkan. Untuk ukuran terbesar dari invertebrata yang diuji, laju grazingnya masing-masing mencapai 141.69, 54.13 dan 24.86 µg klorofil *a*./individu/hari. Aktivitas grazing juga mempengaruhi produksi primer dari komunitas perifiton pada percobaan ini.

*Key words : grazing rate, periphytic, micro-invertebrates, herbivore, primary production*

## PENDAHULUAN

Perifiton atau biofilm fototrofik apabila dijelaskan secara lebih rinci merupakan sekelompok mikroorganisme yang hidup menempel pada substrat di bawah permukaan air dan membutuhkan energy cahaya untuk berfotosintesis. Mikroorganisme oksigenik fototrof ini termasuk diatom bentic (centric, pinnate, unicellular, dan filamentous), uniselular dan filamentous cyanobacteria, dan alga hijau. Kelompok mikroorganisme ini sangat berperan dalam menghasilkan energy, mereduksi karbon dioksida, menyediakan substrat organik dan oksigen di perairan.

Mikroorganisme ini mampu menghasilkan substansi polimer ekstraseluler (EPS) sebagai pengikat dalam matrik perifiton (Flemming 1993; Wimpenny et al. 2000), setelah mengalami akumulasi biomasa biasanya membentuk lapisan multilayer tebal yang sering disebut sebagai microbial mats atau fototrofik mats (Guerrero et al. 2002; Roeselers et al. 2007; Stal et al. 1985; Ward et al. 1998), lapisan microbial paling atas biasanya didominasi oleh jenis oksigenik fototrof, seperti cyanobakteri (Castenholz 2001) dan diatom, lapisan di bawahnya atau disebut lapisan intermiks anoksigenik fototrof seperti bakteria sulfur hijau dan ungu (GSB dan PSB) (Martinez-Alonso et al. 2005) dan chloroflexi (Castenholz 2001b; Ruffroberts et al. 1994).

Dewasa ini perhatian terhadap pemanfaatan perifiton atau biofilm fototrofik untuk berbagai keperluan sudah semakin meningkat, seperti dalam pengolahan air limbah (Craig et al. 1996; Schumacher and Sekoulov 2002; Vymazal et al. 2001), bioremediasi (Blanco et al. 1999; Chaillan et al. 2006; Cohen 2002), akuakultur (Bender and Phillips 2004; Phillips et al. 1994, van Dam et al. 2002), hingga produksi biohidrogen (Prince and Kheshgi 2005; Tsygankov et al. 1999).

Aplikasi bioteknologi perifiton ini umumnya diujicobakan secara indoors dan outdoors, terutama pada skala lapangan sering dihadapkan kepada beberapa faktor baik secara fisik, kimia, dan biologi. Aktivitas grazing merupakan salah satu faktor biologis penting dan yang sering dibahas dalam mendalami tentang dinamika komunitas perifiton. Beberapa hasil studi tentang aktivitas grazing telah dilaporkan diantaranya mengatakan bahwa, grazing akan





mempengaruhi struktur dan populasi komunitas perifiton, menurunkan indek keragaman jenis, kepadatan populasi, dan pertumbuhan bioakumulasi biomasa secara keseluruhan. Namun ada juga yang menyatakan bahwa aktivitas grazer akan meningkatkan fungsi produksi primer dan mempengaruhi proses resirkulasi nutrient di perairan.

Tulisan ini akan memaparkan hasil pengamatan tentang laju grazing dan membahas hubungan aktivitas beberapa grazer dengan produktivitas perifiton pada wadah percobaan skala laboratorium yang dikondisikan sesuai habitatnya di alam. Data dan informasi ini akan menjadi penting apabila dibutuhkan suatu kondisi “steady state” populasi perifiton agar dapat dimanfaatkan secara optimal dalam berbagai prospektif.

### BAHAN DAN METODA

Disain alat yang digunakan untuk kuantifikasi aktivitas grazing komunitas perifiton ini disesuaikan dengan kondisi di lapangan terutama pada kasus air dangkal sedikit ada aliran sehingga mikro invertebrate sampai dengan miofauna menyelinap diantara celah batuan substrat perifiton. Kondisi tersebut dibuat secara artifisial dengan bahan kaca flaksi (acrylic) tebal 6 mm. bentuknya kira-kira seperti trapesium atau bendungan memanjang dengan kedua ujung dilengkapi dengan bak penampungan air dengan volume total sekitar 5 liter. Air pada bak bawah dipompakan dengan sebuah pompa submersible 1500 L/jam ke bak bagian atas untuk menciptakan sebuah aliran buatan yang melintasi substrat perifiton. Substrat buatan terdiri dari ubin keramik (65cm<sup>2</sup>). Ubin yang sebelumnya sudah ditumbuhi merata oleh perifiton masing-masing ditempatkan pada saluran yang diberi sekat sebanyak 8 buah, satu diantaranya sebagai control (tanpa grazer). Perlakuan ini diulangi hingga tiga kali untuk masing-masing jenis dan jumlah individu. Untuk menghindari keterbatasan substrat dan sesuai dengan hasil ijicoba pendahuluan, maka percobaan dilakukan dalam waktu tidak lebih dari 5 hari.

Klorofil *a* dan berat kering tanpa abu (AFDW) dianalisa untuk menghitung laju grazing, yaitu dengan menyikat permukaan substrat dengan sikat plastic dan dilarutkan dalam 50 ml akuades. Suspense ini segera dihogenkan dengan Ultra-Thurax mixer dan sebanyak 10 ml diendapkan dengan refrigerator disentrifus (1200 rpm pada suhu 4 °C selama 20 menit). Setelah cairan supernatannya dibuang, klorofil diekstrak dengan aseton 90 % ditempatkan dalam flask tanpa cahaya dan disimpan di kulkas selama 24 jam. Kandungan pigmen ditentukan dengan metoda spektrofotometer (Scor-Unesco, 1966) dan dimodifikasi oleh (Jeffrey & Humhrey, 1975). Biomasa perifiton dikeringkan pada suhu 80 °C selama 12 jam untuk menghitung berat kering dan dilanjutkan dengan pengabuan pada suhu 550 °C selama 1 jam untuk menghitung berat kering tanpa abu dan hasil ditetapkan dalam satuan g/m<sup>2</sup>.

Formula yang digunakan :

$$V = \frac{dB}{dt} \times \sum ind^{-1} = \frac{B_0 - B_t}{t_0 - t_t} \times \sum ind^{-1}$$

*Laju grazing*

Keterangan:

dB = selisih biomasa t<sub>0</sub> dan t<sub>t</sub>

dt = selisih waktu t<sub>0</sub> dan t<sub>t</sub>

v = laju grazing individu harian

$$DW = \frac{(A - B) \times 1000}{sampel\ volume}$$

*Biomasa*



$$AFDW = \frac{(C - D) \times 1000}{\text{sampel volume}}$$

Keterangan:

- DW = berat kering
- AFDW = berat kering organik
- A = berat cawan + berat residu
- B = berat cawan
- C = berat cawan + berat residu awal,
- D = berat cawan + berat residu akhir

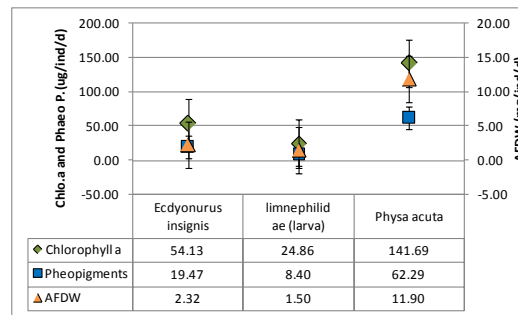
**Chlorophyll a**

$$\text{Chlorophyll } a = \frac{Ca \times \text{volume of extract, L}}{\text{area of substrate, m}^2}$$

$$Ca = (11.85 \times E_{664}) - (1.54 \times E_{647}) - (0.08 \times E_{750})$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

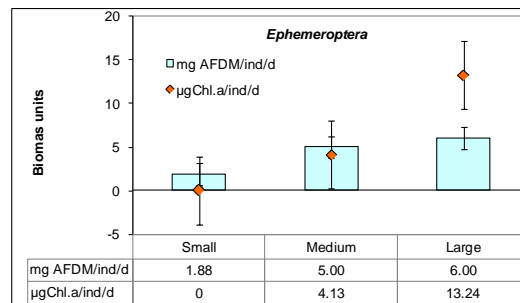
Laju grazing individu dari tiga jenis berbeda terhadap komunitas perfiton dilakukan pada kondisi terkontrol yaitu dengan suhu relative stabil sekitar 25 oC dan intensitas cahaya sekitar 200 uE menunjukkan hasil sebagai berikut: (1) Satu ekor jenis grazer *Ecdyonurus insignis* atau dari kelompok Ephemeroptera mampu memakan biomasa perfiton rata-rata 54.13 mikrogram chlorofil *a*. per hari, 19.47 mikrogram pheopigmen per hari atau sekitar 2.32 miligram AFDW per hari. (2) Jenis dari kelompok larva Limnophilidae dari kelompok Trichoptera rata-rata lebih rendah dari kelompok Ephemeroptera yaitu 24.86 mikrogram chlorofil *a*. per hari, 8.40 mikrogram pheopigmen per hari atau sekitar 1.50 miligram AFDW per hari. (3) Jenis *Physa acuta* dari kelompok Molusca merupakan grazer paling rakus dari kedua jenis lainnya yaitu rata-rata 141.69 mikrogram chlorofil *a*. per hari, 62.29 mikrogram pheopigmen per hari atau sekitar 11.90 miligram AFDW per hari.



**Gambar 1. Laju grazing dari tiga jenis hewan grazer yang diukur persatuan biomasa perfiton**

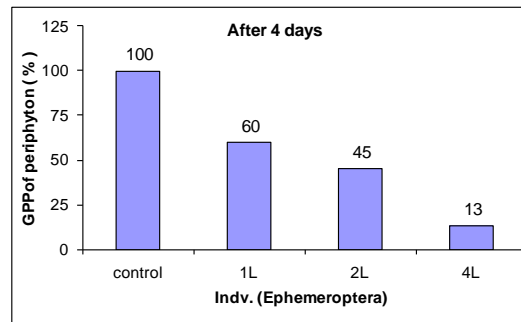
Banyak studi tentang integrasi grazer-perifiton dilakukan hanya terfokus kepada hubungan antara kepadatan dengan penurunan biomasa, namun sangat jarang yang mengamati efektivitas individu dan ukuran tubuh dalam kaitannya dengan laju grazing. Pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa ternyata ukuran tubuh grazer signifikan mempengaruhi aktivitas grazing. Ephemeroptera ukuran kecil sekitar ≤5 milimeter hanya mampu memakan sekitar 1.88 miligram AFDW per hari dan bahkan untuk biomas pigmen tidak teramati penurunannya. Ukuran tubuh sedang sekitar 5-10 milimeter mampu mengkonsumsi sekitar 5 miligram AFDW per hari dan sekitar 4.13 mikrogram klorofil *a*.per hari. Sementara untuk ukuran tubuh paling besar sekitar ≥15 milimeter mampu mengkonsumsi biomas perfiton hingga 6.00 miligram AFDW per hari dan 13.24 mikrogram klorofil *a*.per hari.

Beberapa literatur mengatakan bahwa biomasa alga perifitik selalu berkurang pertumbuhannya dengan kehadiran grazer. Dari 93 studi tentang interaksi alga dengan grazer, 71 diantaranya menunjukkan penurunan biomasa, ini berarti bahwa penurunan biomasa tidak selalu terjadi dengan kehadiran hewan grazer. Sehingga dapat dikatakan efek dari aktivitas grazing bervariasi tergantung komunitas alga dan jenis herbivoranya. Gregory, (1983); Lamberti *et al.*, (1987a); Steinman *et al.*, (1987a) mengatakan bahwa interaksi antara bentuk pertumbuhan alga dan morfologi grazer akan membantu untuk mengetahui seberapa banyak biomasa alga akan berkurang.

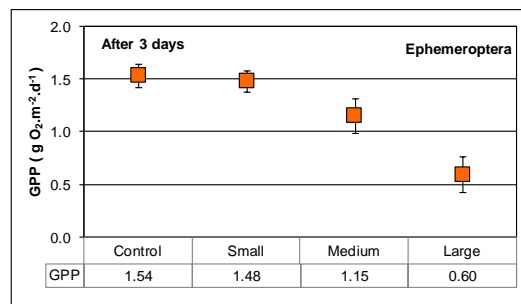


**Gambar 2.** Laju grazing diekspresikan berdasarkan ukuran tubuh hewan grazer.

Gambar 3. dan 4. menunjukkan pengaruh aktivitas grazing terhadap produksi primer dari komunitas perifiton. Ternyata bukan hanya kepadatan dan jenis grazer yang mempengaruhi aktivitas fotosintesis alga perifitik, ternyata ukuran grazer juga berpengaruh terhadap produksi primer kotornya (GPP) perifiton. Rata-rata satu ekor grazer Ephemeroptera dapat menurunkan produksi primer alga perifiton hingga 30 %. Rata-rata GPP alga perifiton pada bak control 1.54 gram oksigen per meter persegi per hari. Untuk perlakuan Ephemeroptera ukuran kecil menurunkan GPPnya menjadi 1.48 gO<sub>2</sub> per meter persegi per hari, ukuran tubuh sedang GPPnya 1.15 gram oksigen per meter persegi per hari, dan ukuran tubuh besar GPPnya menjadi 0.60 gram oksigen per meter persegi per hari.



**Gambar 3.** Pengaruh aktivitas grazing (jumlah individu) terhadap GPP komunitas perifiton.



**Gambar 4.** Pengaruh aktivitas grazing (ukuran tubuh) terhadap laju produksi primer komunitas perifiton.



Banyak pendapat tentang pengaruh grazing ini terhadap aktivitas fotosintetik. Pendapat yang sejalan dengan hasil penelitian ini mengatakan bahwa grazer akan mengakibatkan menurunnya jumlah jaringan fotosintetik yang akan mengikat karbondioksida (Hart *et al.*, 1991; Gelwick and Matthews, 1992; Hill *et al.*, 1992; Steinman, 1992; Rosemond *et al.*, 1993).

Berkaitan dengan laju grazing ini, bentuk mulut dan struktur lainnya dari hewan grazer akan mempengaruhi zona atau daerah yang paling disukai untuk dimakan. Larva dari berbagai jenis serangga biasanya memiliki struktur pemakan yang kompleks (Merritt and Cummins, 1984) dan cenderung untuk memakan lapisan lebih atas atau sering melepaskan bagian biomasa perifiton yang menempel (Hill and Knight, 1988). Larva caddisfly dan siput, dengan tipe mulut menggores dan serak, masing-masing lebih cocok untuk makan di zona dasar, dan pada alga yang tumbuh melekat dengan erat.

Namun menurut beberapa literature, paling tidak ada tiga alasan kenapa biomasa alga tidak berkurang dengan kehadiran herbivora: (1) Kepadatan grazer dan kemampuan menggrazing yang tidak mencukupi untuk menunjukkan perubahan biomas tersebut; (2) Bentuk dan cara makan grazer tidak cocok dengan morfologi alga yang dominan tumbuh; (3) Berkaitan dengan keberadaan sumberdaya atau nutrien sebagai faktor pembatas pertumbuhan alga perifiton.

Berdasarkan data ini dapat dikatakan bahwa struktur dinamika komunitas perifiton sangat dipengaruhi oleh kehadiran hewan grazer. Biomasa dan proses produksi primer komunitas perifiton bukan saja dipengaruhi oleh jumlah dan kepadatan hewan herbivore saja, tetapi juga ditentukan oleh ukuran tubuh setiap individu hewan grazer. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam pemanfaatan mikroorganisme perifiton ini kedepan mesti mempertimbangkan keberadaan hewan herbivora ini pada substrat terutama pada system outdoor.

## PUSTAKA

- Bender J, Phillips P.2004. Microbial mats for multiple applications in aquaculture and bioremediation. *Bioresour Technol* 94:229-238.
- Blanco A, Sanz B, Llama MJ, Serra JL. 1999. Biosorption of heavy metals to immobilised *Phormidium laminosum* biomass. *J Biotechnol* 69:227-240
- Castenholz RW. 2001. a) Phylum BX. Cyanobacteria. Oxygenic photosynthetic bacteria. In: Boone DR, Castenholz RW, Garrity GM (eds) *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Springer, New York, pp 474-487
- Castenholz RW. 2001. b) Class I: Chloroflexi. In: Boone DR, Castenholz RW, Garrity GM (eds) *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Springer, New York, pp 427
- Chaillan F, Gugger M, Saliot A, Coute A, Oudot J. 2006. Role of cyanobacteria in the biodegradation of crude oil by a tropical cyanobacterial mat. *Chemosphere* 62:1574–1582
- Cohen Y. 2002. Bioremediation of oil by marine microbial mats. *Int Microbiol* 5:189–193
- Craig RJ, Adey WH, Jenson KR, St. John MS, Green FB, Oswald J.1996. Phosphorus removal from wastewater using an algal turf scrubber. *Water Sci Technol* 33:191-198
- Flemming, H.C., 1993. Biofilms and environmental-protection. *Water Sci Technol* 27:1-10.
- Gelwick, F. P., and Matthews, W. J. 1992. Effects of an algivorous minnow on temperate stream ecosystem properties. *Ecology* 73, 1630-1645.
- Gregory, S. V. 1983. Plant-herbivore interactions in stream systems. *In "Stream Ecology"* (J. R. Barnes, and G. W. Minshall, eds.), pp. 157-189. Plenum, New York
- Guerrero R, Piqueras M, Berlanga M. 2002. Microbial mats and the search for minimal ecosystems. *Int Microbiol* 5:177-188.
- Hart, D. D., Kohler, S. L., and Carlton, R. G. 1991. Harvesting of benthic algae by territorial grazers: The potential for prudent predation. *Oikos* 60, 329-335.



- Hill, W. R., and Knight, A. W. (1988). Concurrent grazing effects of two stream insects on periphyton. *Limnol. Oceanogr.* 33, 15-26.
- Hill, W. R., Boston, H. L., and Steinman, A. D. 1992. Grazers and nutrients simultaneously limit lotic primary productivity. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 49, 504-512.
- Lamberti, G. A., Ashkenas, L. R., Gregory, S. V., and Steinman, A. D. 1987. Effects of three herbivores on periphyton communities in laboratory streams. *J. North Am. Benthol. Soc.* 6, 92-104.
- Martinez-Alonso M, Van Bleijswijk J, Gaju N, Muyzer G. 2005. Diversity of anoxygenic phototrophic sulfur bacteria in the microbial mats of the Ebro Delta: a combined morphological and molecular approach. *FEMS Microbiol Ecol* 52:339-350
- Merritt, R. W., and Cummins, K. W. 1984. "An Introduction to the Aquatic Insects of North America," 2nd ed. Kendall/Hunt, Dubuque, IA.
- Phillips P, Russell A, Bender J, Muñoz R 1994. Management plan for utilization of a floating microbial mat with its associated detrital gelatinous layer as a complete tilapia *Oreochromis niloticus* feed system. *Bioresour Technol* 47:239-245
- Prince RC, Khesghi HS. 2005. The photobiological production of hydrogen: potential efficiency and effectiveness as a renewable fuel. *Crit Rev Microbiol* 31:19-31
- Roeselers G, Norris T, Castenholz R, Rysgaard S, Glud R, Kuhl M, Muyzer G. 2007. Diversity of phototrophic bacteria in microbial mats from Arctic hot springs (Greenland). *Environ Microbiol* 9:26-38.
- Rosemond, A. D., Mulholland, P. J., and Elwood, J. W. 1993. Top-down and bottom-up control of stream periphyton: Effects of nutrients and herbivores. *Ecology* 74, 1264-1280.
- Ruffroberts AL, Kuenen JG, Ward DM. 1994. Distribution of cultivated and uncultivated cyanobacteria and Chloroflexus-Like bacteria in hot-spring microbial mats. *Appl Environ Microbiol* 60:697-704
- Schumacher G, Sekoulov I. 2002. Polishing of secondary effluent by an algal biofilm process. *Water Sci Technol* 46:83-90
- Stal LJ, Van Gernerden H, Krumbein WE. 1985. Structure and development of a benthic marine microbial mat. *FEMS Microbiol Ecol* 31:111-125
- Steinman, A. D. 1992. Does an increase in irradiance influence periphyton in a heavily-grazed woodland stream? *Oecologia* 91, 163-170.
- Steinman, A. D., McIntire, C. D., Gregory, S. V., Lamberti, G. A., and Ashkenas, L. 1987. Effect of herbivore type and density on taxonomic structure and physiognomy of algal assemblages in laboratory streams. *J. North Am. Benthol. Soc.* 6, 175-188.
- Tsygankov AA, Borodin VB, Rao KK, Hall DO. 1999. H<sub>2</sub> photoproduction by batch culture of *Anabaena variabilis* ATCC 29413 and its mutant PK84 in a photobioreactor. *Biotechnol Bioeng* 64:709-715
- van Dam AA, Beveridge MCM, Azim ME, Verdegem MCJ. 2002. The potential of fish production based on periphyton. *Rev Fish Biol Fish* 12:1-31
- Vymazal J, Sladeczek V, Stach J. 2001. Biota participating in wastewater treatment in a horizontal flow constructed wetland. *Water Sci Technol* 44:211-214
- Ward DM, Ferris MJ, Nold SC, Bateson MM. 1998. A natural view of microbial biodiversity within hot spring cyanobacterial mat communities. *Microbiol Mol Biol Rev* 62:1353-1370
- Wimpenny J, Manz W, Szewzyk U. 2000. Heterogeneity in biofilms. *FEMS Microbiol Rev* 24:661-671.



## AKTIVITAS PEPTIDA ANTIMIKROBA DARI *HEMOCYTE Perna viridis* TERHADAP BAKTERI *Vibrio alginolyticus* DAN *Streptococcus iniae*

Firman Zulpikar<sup>1</sup>, Yohannes Hutabarat<sup>2</sup> dan Ambariyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister Manajemen Sumberdaya Pantai, Universitas Diponegoro Semarang, <sup>2</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Semarang  
Email: firman\_zulfikar@yahoo.co.id

Kemunculan jenis penyakit baru dan peningkatan resistensi bakteri patogen terhadap antibiotik konvensional merupakan masalah yang serius dalam budidaya perairan. Peptida antimikroba dari bivalvia laut menawarkan alternatif baru untuk mencegah penyebaran bakteri patogen di perairan. Peptida antimikroba merupakan komponen sistem imunitas alami suatu organisme terhadap serangan mikroba. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki peptida antimikroba dari *hemocyte Perna viridis*. Tiga jenis pelarut organik dengan tingkat polaritas berbeda yaitu metanol, aseton dan kloroform digunakan sebagai pelarut untuk proses ekstraksi. Pengujian antimikroba dilakukan dengan metode *Kirby-Bauer Disc Diffusion* dan pengukuran nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) terhadap dua jenis bakteri patogen di perairan yaitu *Vibrio alginolyticus* dan *Streptococcus iniae*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antimikroba dari *hemocyte P. viridis* tergantung pada jenis pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi dan tipe bakteri target. Seluruh ekstrak tidak menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap *V. alginolyticus*, sebaliknya bersifat aktif menghambat pertumbuhan *S. iniae*. Ekstrak aseton menunjukkan diameter zona hambat tertinggi (24 mm) jika dibandingkan dengan metanol (16 mm) dan kloroform (11 mm). Daya hambat ketiga ekstrak tersebut secara statistik menunjukkan perbedaan signifikan ( $P < 0,05$ ). Nilai MIC untuk ekstrak metanol, aseton dan kloroform masing-masing adalah 25-50  $\mu\text{g/ml}$ , 6,25-12,5  $\mu\text{g/ml}$  dan 25-50  $\mu\text{g/ml}$ . Seluruh perlakuan secara kualitatif menunjukkan respon kuat terhadap *S. iniae*. Ekstrak *hemocyte* yang menunjukkan aktivitas penghambatan tertinggi dipurifikasi dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT), dilanjutkan dengan SDS-PAGE untuk mengestimasi berat molekul peptida. Setelah proses elektroforesis, terdapat dua band yang berhasil dideteksi dalam gel yang mewakili berat molekul 5,4 kDa dan 9,4 kDa. Penemuan ini mengkonfirmasi adanya kandungan peptida antimikroba dari *P. viridis* yang dapat digunakan sebagai agen terapi baru untuk mengatasi masalah penyakit dalam budidaya perairan.



## DIFERENSIASI KELAMIN PADA IKAN NILA GENOTIPE XX, XY DAN YY

**Didik Ariyanto**

*Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar. Jalan Raya 2 Sukamandi, Subang 41256*

*Email : didik\_ski@yahoo.com*

Determinasi kelamin ikan tilapia menggunakan sistem XX/XY. Genotipe XX mencirikan betina dan XY untuk jantan. Pada perkembangannya, pada tilapia dikenal juga genotype YY yang direkayasa untuk tujuan produksi masal benih berkelamin jantan. Penelitian ini bertujuan mengetahui diferensiasi kelamin pada tiga genotipe ikan nila, yaitu genotype XX, XY dan YY melalui evaluasi nisbah kelamin yang dihasilkan. Genotipe campuran XX-XY digunakan sebagai populasi kontrol Genotipe XX merupakan hasil persilangan antara induk jantan XX dengan betina XX, genotipe XY merupakan hasil persilangan induk jantan YY dengan betina XX sedangkan genotipe YY merupakan hasil persilangan induk jantan YY dengan betina YY. Populasi kontrol diperoleh dengan menyilangkan induk jantan XY dengan betina XX. Larva ikan nila dipelihara selama 1 bulan di dalam *hatchery* dan dilanjutkan pada tahap pendederan di kolam selama 2 bulan. Pada akhir pendederan dilakukan identifikasi jenis kelamin dan penghitungan sintasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan nila genotipe XX mempunyai persentase kelamin jantan sebesar 7,55% sedangkan genotipe XY, YY dan campuran masing-masing sebesar 79,81; 83,01 dan 56,56% dengan sintasan masing-masing sebesar 93,60; 86,65; 76,80 dan 92,40%.

*Key words* : ikan nila, genotype, diferensial kelamin, *sex ratio*

### PENDAHULUAN

Jenis kelamin individu ditentukan oleh faktor genetik dan faktor lingkungan. Secara genetik, jenis kelamin ditentukan oleh kromosom dan sudah ditentukan sejak terjadinya proses pembuahan (Maty 1985). Yamamoto (1969) menyatakan jika faktor jantan lebih dominan daripada faktor betina maka zigot akan tumbuh dan berkembang menjadi jantan, demikian pula sebaliknya. Proses diferensiasi merupakan proses perkembangan gonad menjadi jaringan definitif. Hunter dan Donaldson (1983) menjelaskan bahwa proses ini terdiri dari serangkaian kejadian yang memungkinkan kelamin genotipe terekspresi menjadi kelamin fenotipe. Diferensiasi kelamin merupakan proses yang relatif labil khususnya diferensiasi kelamin pada ikan dibanding vertebrata yang lebih tinggi. Periode labil ini dapat digambarkan melalui studi histologi pada saat diferensiasi kelamin. Beberapa hasil studi yang telah dilakukan menyimpulkan bahwa terdapat 2 kelompok utama proses diferensiasi kelamin yang terjadi pada ikan *teleostei* (bertulang keras). Kelompok pertama adalah spesies yang berdiferensiasi pada saat menetas dan berakhir selama waktu yang relatif pendek, yaitu 10-40 hari. Kelompok kedua adalah spesies yang berdiferensiasi mulai pada tahap akhir juvenil dan berakhir selama periode 150-500 hari (Yamazaki 1983; Shelton & Jensen 1979 dalam Pandian & Sheela 1995). Selain ditentukan secara genetik, proses diferensiasi kelamin menuju kelamin definitif fenotip juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang dominan berpengaruh terhadap proses diferensiasi kelamin fenotip adalah suhu dan interaksi sosial. Interaksi antara genotipe dan lingkungan diduga juga berpengaruh terhadap diferensiasi kelamin baik pada ikan gonochoristik maupun hermaproditik (Baroiller *et al.* 1999).

Secara genetik, ikan nila jantan berkromosom XY dan nila betina berkromosom XX. Perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam ilmu genetika dan manipulasi kromosom, memunculkan genotipe-genotipe baru misalnya genotipe XX dan YY. Tujuan utama pembentukan genotipe YY adalah dalam rangka mendapatkan populasi tunggal kelamin jantan genotipe XY. Hal ini dapat dicapai dengan mengawinkan ikan nila jantan YY dengan betina XX, sehingga didapatkan anakan bergenotipe XY yang secara teori berkelamin jantan. Dalam aplikasinya, penggunaan ikan nila jantan YY ini seringkali menghasilkan anakan yang tidak semuanya berkelamin jantan.



Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui diferensiasi kelamin pada tiga genotipe (XX, XY dan YY) ikan nila melalui nisbah kelamin yang dihasilkan pada ketiga genotipe tersebut.

### **BAHAN DAN METODA**

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap. Faktor uji yang diamati adalah 3 genotipe ikan nila yaitu genotipe XX, XY dan YY. Sebagai pembanding digunakan populasi ikan nila genotipe campuran antara XX dan XY. Masing-masing genotipe dilakukan pengulangan 4 kali.

Larva genotipe XX diperoleh dengan mengawinkan induk ikan nila jantan genotipe XX dengan induk betina normal genotipe XX, larva genotipe XY diperoleh dengan mengawinkan induk ikan nila jantan genotipe YY varietas GESIT dengan induk betina normal genotipe XX, sedangkan larva genotipe YY diperoleh dengan mengawinkan induk ikan nila jantan genotipe YY varietas GESIT dengan induk betina genotipe YY. Populasi pembanding, yaitu larva ikan nila genotipe campuran XX-XY, diperoleh dengan mengawinkan induk jantan normal genotipe XY dengan induk betina normal genotipe XX. Induk jantan dan betina normal yang digunakan dalam semua pemijahan adalah ikan nila varietas NIRWANA.

Sebelum pemijahan, dilakukan pemilihan induk dari masing-masing genotipe dan selanjutnya dipelihara secara terpisah antara jantan dan betina. Selama 2 minggu masa *conditioning*, induk diberi pakan buatan berbentuk pelet dengan kandungan protein kasar 32% sebanyak 3% dari biomasa ikan per hari. Setelah induk jantan dan betina siap dipijahkan, 10 ekor jantan dan 20 ekor betina dimasukkan ke kolam pemijahan ukuran 4x4x0,75 m yang terpisah untuk masing-masing kombinasi pemijahan. Pengecekan telur pada induk betina di masing-masing kolam pemijahan dilakukan 10 hari setelah induk dimasukkan ke kolam. Telur yang terdapat di dalam mulut induk-induk betina yang memijah pada masing-masing kolam pemijahan diambil dan ditampung dalam wadah berisi air yang diaerasi. Telur hasil koleksi dimasukkan ke dalam bak penetasan dengan kepadatan 3.000 butir/bak. Jumlah bak penetasan yang digunakan untuk masing-masing kombinasi pemijahan sebanyak 2 unit. Telur akan menetas menjadi larva setelah 3-4 hari dan selanjutnya ditampung dalam bak fiber volume 500 liter secara terpisah untuk masing-masing genotipe. Pada hari ke 5 setelah menetas, larva ditebar dalam akuarium ukuran 60x40x40 cm yang diisi 75 liter air dan diaerasi. Padat tebar yang digunakan adalah 4 ekor/l atau setara dengan 300 ekor per akuarium. Jumlah akuarium yang digunakan sebanyak 4 perlakuan x 4 ulangan = 16 buah.

Pemberian pakan kepada larva dimulai pada hari 7 setelah menetas dan dilakukan secara ad-satiasi dengan frekuensi 5-6 kali sehari selama 4 minggu. Selama pemeliharaan, dilakukan penyiponan dan penggantian air media pemeliharaan sebanyak 20-25% dari jumlah air dalam akuarium. Pada akhir minggu ke-4, masing-masing populasi benih ikan nila dalam akuarium dipindahkan ke dalam 16 unit hapa pendederan ukuran 2x2x1 m yang ditempatkan di 1 unit kolam tanah ukuran 400 m<sup>2</sup>. Jarak antar masing-masing hapa adalah 0,5 m. Kepadatan benih yang ditebar sebanyak 250 ekor/hapa. Selama 8 minggu masa pendederan, benih diberi pakan komersial dengan kandungan protein 32% secara ad-satiasi dengan frekuensi 3 kali sehari yaitu pagi, siang dan sore.

Parameter yang diamati adalah persentase kelamin jantan dan betina, bobot, sintasan serta kualitas air media pemeliharaan, baik di dalam akuarium maupun di kolam pendederan. Persentase kelamin jantan dan betina, bobot serta sintasan dihitung pada akhir minggu ke-8. Semua ikan pada masing-masing hapa digunakan dalam analisis nisbah kelamin dan sintasan sedangkan untuk analisis bobot digunakan 30 ekor sampel diambil dari masing-masing ulangan pada setiap genotipe. Parameter kualitas air media pemeliharaan di akuarium dan kolam pendederan meliputi suhu, oksigen terlarut, pH, nitrit dan amonia diamati setiap 2 minggu.



Data persentase kelamin jantan dan betina, bobot serta sintasan benih ikan nila dianalisis menggunakan *analysis of variance*. Jika hasilnya berbeda nyata, maka untuk membedakan nilai tengah antar semua genotipe digunakan uji wilayah ganda Duncan (*Duncan's multiple range test*) pada taraf kepercayaan 95%. Tabulasi dan analisis data di komputer dilakukan menggunakan program Excell 2007 dan SPSS versi 12, sedangkan data kualitas air dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan referensi yang ada.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase individu kelamin jantan dan betina serta sintasan pada masing-masing genotipe pada akhir pendederan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Persentase kelamin jantan dan betina, bobot serta sintasan benih ikan nila pada masing-masing genotipe.**

Genotipe	Persentase jantan (%) n=250xsintasan	Persentase betina (%) n=250xsintasan	Bobot (g) n=120	Sintasan (%) n0=250
XX	7,55±2,83 <sup>a</sup>	93,45±2,83 <sup>a</sup>	18,69±2,12 <sup>a</sup>	93,60±2,17 <sup>a</sup>
XY	79,81±1,66 <sup>b</sup>	20,19±1,66 <sup>b</sup>	18,63±2,29 <sup>a</sup>	86,65±5,02 <sup>a</sup>
YY**	83,01 <sup>b</sup>	16,99 <sup>b</sup>	9,21±3,93 <sup>c</sup>	76,80 <sup>b</sup>
XX-XY	56,56±2,30 <sup>c</sup>	43,44±2,30 <sup>c</sup>	14,74±2,46 <sup>b</sup>	92,40±3,12 <sup>a</sup>

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf *superscript* yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata,  $P>0,05$ . \*\* Genotipe YY dilakukan tanpa ulangan karena keterbatasan jumlah larva.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa genotipe berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap persentase kelamin jantan dan betina serta sintasan ikan nila sampai akhir tahap pendederan (umur 12 minggu). Genotipe XX yang merupakan genotipe betina mempunyai nisbah kelamin jantan sebanyak 7,55% jauh lebih sedikit dibandingkan dengan genotipe XY dan YY sebesar masing-masing 79,81 dan 83,01%. Bobot dan sintasan genotipe YY secara nyata lebih rendah ( $P<0,05$ ) dibanding genotipe XX dan XY. Analisis keragaman ukuran yang diperoleh dari hasil bagi antara nilai standar deviasi dengan nilai rata-rata bobot individu sebesar 42,67% menunjukkan bahwa genotipe YY lebih beragam dibanding genotipe lainnya. Genotipe campuran XX-XY mempunyai nisbah kelamin jantan dan betina 1:1 dengan sintasan yang tidak berbeda nyata dengan genotipe lainnya, kecuali genotipe YY.

Sistem determinasi kelamin pada ikan berbeda dengan sistem yang terjadi pada mamalia, burung dan reptil seperti ular, buaya dan beberapa jenis kadal. Pada mamalia dan burung, sistem determinasi kelamin ditentukan sepenuhnya oleh kromosom. Khusus pada mamalia, kelamin jantan ditentukan dengan hadirnya unsur kromosom Y yang secara langsung berkaitan (*linked*) dengan gen *SRY*, yaitu gen yang menginisiasi dalam proses pembentukan testis (Capel, 2000; Swain dan Lovell-Badge, 1999). Pada jenis reptil, determinasi dan diferensiasi kelamin lebih banyak ditentukan oleh lingkungan tempat pengeraman telur, khususnya suhu (Western dan Sinclair, 2001). Sedangkan pada ikan, diferensiasi kelamin ikan dipengaruhi oleh faktor internal (genetik) dan eksternal (lingkungan) maupun interaksi antara keduanya. Faktor genetik yang mempengaruhi arah diferensiasi kelamin antara lain sistem hormonal (endokrin) dan aksi gen pada kromosom maupun autosom. Pengaruh lingkungan yang berpengaruh terhadap proses diferensiasi kelamin adalah kondisi fisiko-kimia media pemeliharaan ikan selama periode labil kelamin (Devlin & Nagahama, 2002). Nisbah kelamin pada genotipe XX menunjukkan bahwa sebagian besar individu berkelamin betina (93,45%), sedangkan pada genotipe XY dan YY mempunyai persentase kelamin jantan lebih banyak dibanding betina (79,81 dan 83,01% dibanding 20,19 dan 16,99%). Pada genotipe campuran XX-XY, nisbah kelamin yang dihasilkan relatif seimbang antara jantan dan betina (56,56 dan 43,44%).



Salah satu faktor eksternal yang mempunyai pengaruh kuat terhadap diferensiasi kelamin ikan nila adalah suhu (Baroiller *et al.*, 1999; Abucay *et al.*, 1999). Pemeliharaan ikan nila selama tahap diferensiasi kelamin pada suhu rendah cenderung akan menghasilkan persentase individu berkelamin betina lebih banyak. Selain suhu rendah, suhu yang berfluktuasi juga cenderung menghasilkan individu berkelamin betina lebih banyak. Dijelaskan oleh Phelps dan Popma (2000) bahwa ikan nila yang dipelihara pada suhu kurang dari 24°C akan menghasilkan populasi dengan persentase kelamin jantan lebih rendah dibanding betina. Penelitian Varadaraj *et al.* (1994) dalam Phelps dan Popma (2000) juga menunjukkan bahwa populasi ikan *O. mossambicus* yang dipelihara pada suhu rendah dan berfluktuasi antara 23-25 °C mempunyai jumlah individu betina lebih banyak dibandingkan dengan yang dipelihara pada suhu lebih tinggi dan konstan. Hasil analisis kualitas air pemeliharaan larva di akuarium selama percobaan relatif rendah dan berfluktuasi antara 24,45-26,60°C (Tabel 2). Rendah dan relatif berfluktuasinya suhu pada media pemeliharaan tersebut diduga menjadi salah satu faktor penyebab tidak tercapainya 100% individu yang berkelamin jantan pada genotipe XY dan YY dalam percobaan ini.

Data kualitas air media pemeliharaan ikan selama percobaan di dalam akuarium dan di kolam pendederan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil analisis kualitas air media pemeliharaan di akuarium dan di kolam pendederan ikan nila.**

Parameter	Akuarium	Kolam pendederan	Referensi
Suhu (°C)	24,45 – 26,60	28,23 – 29,75	25,0 – 32,0
O <sub>2</sub> terlarut (mg/l)	3,64 – 7,34	1,23 – 4,00	> 5
pH	7,91 – 8,22	7,26 – 7,33	6,5 – 9,0
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,03 – 0,13	0,04 – 0,05	< 0,5
NH <sub>3</sub> (mg/l)	0,00 – 0,23	0,13 – 0,29	< 1,0

Keterangan : referensi berdasarkan Boyd (1990).

Secara umum, kondisi kualitas air pada media pemeliharaan di dalam hatchery maupun di kolam pendederan relatif sesuai dengan kebutuhan hidup ikan (Boyd, 1990). Fluktuasi suhu di dalam *hatchery* relatif lebih besar karena volume air di dalam akuarium yang terbatas sehingga stabilitas suhu relatif sulit dicapai. Pada kolam pendederan, badan air yang tersedia relatif besar sehingga kemampuan menyerap dan menyimpan suhu relatif besar. Hal ini menyebabkan fluktuasi suhu yang terjadi di kolam pendederan relatif kecil. Rendahnya kadar oksigen terlarut pada kolam pendederan yang mencapai 1,23 mg/l biasanya terjadi pada dini hari. Namun demikian, kemampuan ikan nila dalam mentolerir rendahnya kadar oksigen terlarut dalam perairan tidak berdampak serius pada pemeliharaan ikan. Kadar oksigen terlarut di dalam akuarium yang relatif tinggi disebabkan adanya penambahan aerasi menggunakan *blower*. Lebih rendahnya nilai sintasan pada genotipe YY dibandingkan dengan genotipe lainnya diduga karena tingginya tingkat *inbreeding* pada populasi tersebut. *Inbreeding* pada populasi genotipe YY dapat terjadi karena keterbatasan jumlah individu terseleksi pada proses pembentukan genotipe tersebut. Dijelaskan oleh Tave (1993), Tave (1996) dan juga oleh Noor (2000) bahwa fenomena *inbreeding* dapat mengakibatkan menurunnya performansi suatu populasi ikan dan ternak antara lain pada karakter pertumbuhan, daya tahan, sintasan dan peningkatan nilai asimetrik. Selain ditunjukkan dengan rendahnya nilai sintasan, indikasi adanya fenomena *inbreeding* pada populasi YY juga ditunjukkan dengan rendahnya nilai bobot individu rata-rata serta tingginya tingkat keragaman ukuran genotipe YY sebesar 42,67%.



## KESIMPULAN DAN SARAN

Pembentukan fenotipe kelamin ikan nila ditentukan oleh faktor genotipe tetapi dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang berpengaruh kuat terhadap diferensiasi kelamin ikan nila adalah suhu. Suhu rendah dan relatif berfluktuasi pada saat diferensiasi kelamin akan mengarahkan terbentuknya kelamin fenotipe betina.

Fenomena ini dapat dimanfaatkan pada kegiatan *sex reversal*, yaitu dengan memelihara larva ikan nila pada saat terjadinya proses diferensiasi kelamin pada suhu tinggi dan konstan sehingga akan mengarahkan pembentukan kelamin fenotipe jantan.

## PUSTAKA

- Abucay, J. S., G. C. Mair, D. O. F. Skibinski and J. A. Beardmore. 1999. Environmental sex determination: the effect of temperature and salinity on sex ratio in *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture* 173:219-234.
- Baroiller, J. F., Y. Guiguen and A. Fostier A. 1999. Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. *Cell. Mol. Life Sci.* 55:910-931.
- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality in Pond for Aquaculture*. Alabama: Auburn University Press.
- Capel, B. 2000. The battle of the sexes. *Mechanisms of Develop.* 92:89-103.
- Devlin, R. H. and Y. Nagahama. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture* 208:191-364.
- Hunter, G. A. and E. M. Donaldson. 1983. Hormonal sex control and its application to fish culture. In: Hoar, W. S. and D. J. Randall. (Eds.) *Fish Physiology*. Volume IXB. New York: Academic Press. 223-291.
- Maty, A. J. 1985. *Fish Endocrinology*. London dan Sidney: Croom Helm.
- Noor, R. R. 2000. *Genetika Ternak*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Phelps, R. P. and T. J. Popma. 2000. Sex reversal of tilapia. Di dalam: Costa-Pierce BA, Rakocy JE, editor. *Tilapia Aquaculture in The Americas*. Volume ke-2. Louisiana: The World Aquaculture Society. hlm 34-59.
- Saputra, A. 2007. Pertumbuhan benih ikan nila hasil *sex reversal*, benih *Genetically Male Tilapia* dan benih YY. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Swain, A. and R. Lovell-Badge. 1999. Mammalian sex determination: a molecular drama. *Genes and Develop.* 13:755-67.
- Tave, D. 1993. *Genetic for Fish Hatchery Managers*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: AVI Book Publishing.
- Tave, D. 1996. *Selective breeding programmes for medium-sized fish farms*. Rome: FAO Fish Tech Paper 352.
- Western, P. S. dan A. H. Sinclair. 2001. Sex, genes, and heat: triggers of diversity. *J. of Experiment. Zool.* 290, 624-31.
- Yamamoto, T. 1969. Sex differentiation. In: Hoar, W. S. and D. J. Randall. (Eds.). *Fish Physiology*. Volume III. New York: Academic Press. 117-157.
- Yamazaki, F. 1983. Sex control and manipulation in fish. *Aquaculture* 33:329-354.



## EFEK PEMUASAAN SECARA PERIODIK TERHADAP RETENSI PROTEIN DAN RETENSI ENERGI IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)

Sri Sukmaningrum<sup>1</sup>, Isdy Sulisty<sup>2</sup>, Petrus HT Sudibya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, <sup>2</sup>Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, <sup>3</sup>Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman

Prinsip utama yang digunakan dalam strategi pemberian pakan adalah dengan pemberian pakan seminimal mungkin tetapi pertumbuhan ikan tidak terhambat. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan pemuasaan secara periodik. Pemuasaan dimaksudkan untuk mengurangi protein terkonsumsi yang berlebih dan akan dibuang tanpa dimanfaatkan oleh tubuh namun tidak menyebabkan penghambatan pertumbuhan. Pemuasaan pada ikan akan mempengaruhi metabolisme tubuh yang pada akhirnya akan mempengaruhi retensi protein dan retensi energi ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemuasaan secara periodik terhadap retensi protein dan retensi energi ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari kontrol K (Ikan uji diberi pakan setiap hari) dan dua perlakuan yaitu: P1 (Ikan uji dipuasakan selama 2 hari dan diberi pakan selama 5 hari), P2 (Ikan uji dipuasakan selama 3 hari dan diberi pakan selama 4 hari). Kontrol dan perlakuan masing-masing diulang lima kali. Variabel yang diamati adalah retensi protein dan retensi ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). Penelitian dilakukan selama 12 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemuasaan secara periodik mempengaruhi retensi energi dan retensi protein ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*).

Kata kunci: ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*), pemuasaan secara periodik, retensi energi dan retensi protein.

### PENDAHULUAN

Strategi pemberian pakan sangat penting dilakukan dengan tujuan meminimalkan biaya pakan. Prinsip utama yang digunakan yaitu dengan pemberian pakan yang seminimal mungkin tetapi pertumbuhan ikan tidak terhambat. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan pemuasaan secara periodik (Goddart, 1996). Pemuasaan secara periodik merupakan pemberian pakan secara diskontinyu pada waktu-waktu tertentu atau siklus pemberian pakan antara diberi pakan dan tidak pada waktu-waktu tertentu (Pirhonen dan Forsman, 1988 dalam Chatakondi dan Yant, 2001). Pemuasaan pada ikan akan mempengaruhi metabolisme tubuh yang pada akhirnya mempengaruhi retensi protein dan retensi energi.

Pertambahan biomassa ikan sangat tergantung kepada energi yang tersedia dan cara pemanfaatannya di dalam tubuh. Linder menyatakan (1992) energi dalam pakan secara fisiologis digunakan untuk pemeliharaan dan metabolisme, apabila terdapat sisa akan dideposisi sebagai jaringan tubuh dalam proses pertumbuhan dan untuk sintesa produk reproduksi. Ditambahkan oleh Lovell (1988) dalam Mokoginta (1995) bahwa kebutuhan energi untuk hidup harus dipenuhi dahulu sebelum energi pakan dapat disediakan untuk pertumbuhan. Selain itu, komponen nutrisi lain yang dibutuhkan untuk pertumbuhan adalah protein (Kompang dan Ilyas, 1998). Jika kadar energi pakan rendah, maka protein yang tersimpan di dalam tubuh akan digunakan sebagai sumber energi untuk keperluan metabolisme. Sebaliknya jika kadar energi pakan terlalu tinggi maka nafsu makan ikan akan berkurang dan penerimaan nutrisi lainnya termasuk protein akan turun. Oleh karena itu perlu keseimbangan antara protein dan energi agar pertumbuhan optimal (National Research Council, 1993).

Philips (1995) dalam Suhenda *et al.* (2003) menyatakan bahwa energi adalah suatu kapasitas untuk melakukan kerja dan diperlukan dalam semua fase metabolisme tubuh. Energi dibutuhkan oleh ikan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Ikan mendapat energi



dari pakan. Jumlah energi yang dibutuhkan dari pakan untuk menghasilkan 1 g berat ikan bervariasi, tergantung spesies, umur, ukuran tubuh, aktivitas, temperatur dan komposisi pakan. Ikan yang berukuran kecil, kecepatan metabolismenya lebih tinggi daripada ikan yang berukuran besar. Dengan demikian kebutuhan energi berhubungan dengan berat tubuh.

Retensi protein menunjukkan besarnya kontribusi protein yang dikonsumsi dalam pakan pada penambahan protein tubuh. Retensi protein perlu mendapat perhatian khusus dalam melihat kontribusi protein yang dikonsumsi dalam pakan pada penambahan tubuh ikan (Ballestrazzi *et al.*, 1994). Nilai retensi protein menunjukkan kualitas protein dalam pakan, semakin tinggi nilai retensi protein maka pakan semakin baik (Halver, 1989).

Retensi energi (RE) menunjukkan besarnya kontribusi energi pakan yang dikonsumsi terhadap penambahan energi tubuh ikan. Pakan yang diberikan untuk pemeliharaan tubuh ikan merupakan sumber energi yang sebagian besar digunakan untuk aktivitas metabolisme, berenang, aktivitas pencernaan dan pertumbuhan (Suhenda *et al.*, 2003). Hasil penelitian Wisnuwardhani (2004) pada ikan kerapu menunjukkan bahwa pemuaan tidak berpengaruh terhadap retensi energi. Hal ini berbeda dengan yang dilaporkan Yuwono *et al.* (2003) bahwa kepiting *Scylla serrata* yang dipuaskan mempunyai retensi energi yang lebih tinggi dari kepiting yang tidak dipuaskan.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) dengan berat  $15,529 \pm 1,367$  g dari petani di Purbalingga. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan kontrol K: Ikan diberi pakan setiap hari sebanyak 3% dari berat tubuh dan dua perlakuan yaitu: P1: Ikan tidak diberi pakan selama 2 hari dan diberi pakan selama 5 hari sebanyak 3% dari berat tubuh. P2: Ikan tidak diberi pakan selama 3 hari dan diberi pakan selama 4 hari sebanyak 3% dari berat tubuh. Kontrol dan perlakuan masing-masing diulang sebanyak lima kali. Pengambilan sampel dilakukan setiap dua minggu sekali untuk pertumbuhan dan penyesuaian pakan. Penelitian dilakukan selama 12 minggu.

Pakan pelet komersial dengan komposisi kadar air 6,98%; BK (Berat Kering) 93,702%; PK (Protein Kering) 30,524%; LK (Lipida total Kering) 13,452%; SK (Serat Kering) 11,452%; Abu 9,189%; BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen) 35,129%. Pakan diberikan 3% dari berat total ikan per bak (Cho, 2005). Frekuensi pemberian pakan dua kali sehari yaitu setiap jam 08.00 dan jam 16.00 (Tian dan Qin, 2003). Pengambilan sisa pakan dilakukan setengah jam setelah pemberian pakan dan dikumpulkan dengan teknik sipon kemudian dipisahkan antara pakan dan feses dengan menggunakan pipet ukur.

Variabel yang diamati adalah efisiensi pakan dan efisiensi protein.

### A. Retensi Protein

Menurut (Watanabe *et al.*, 2001) retensi protein dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Retensi Protein} = (\text{Pertambahan protein tubuh (g)} / \text{Protein yang dikonsumsi (g)}) \times 100\%$$

Pertambahan protein tubuh ikan dicari dengan mengalikan berat kering tubuh ikan akhir percobaan dengan kadar protein tubuh akhir percobaan dikurangi berat kering tubuh awal dikalikan kadar protein tubuh awal percobaan. Protein yang dikonsumsi dicari dengan mengalikan pakan yang dikonsumsi dengan kadar protein pakan.



### B. Retensi energi

Retensi energi (ANER) menunjukkan kontribusi energi pakan yang dikonsumsi terhadap penambahan energi tubuh ikan. Perhitungan energi menggunakan rumus Watanabe *et al.* (2001), yaitu :

$$ANER = [ (Wt \times Et) - (Wo \times Eo) / Ep ] \times 100 \%$$

Keterangan:

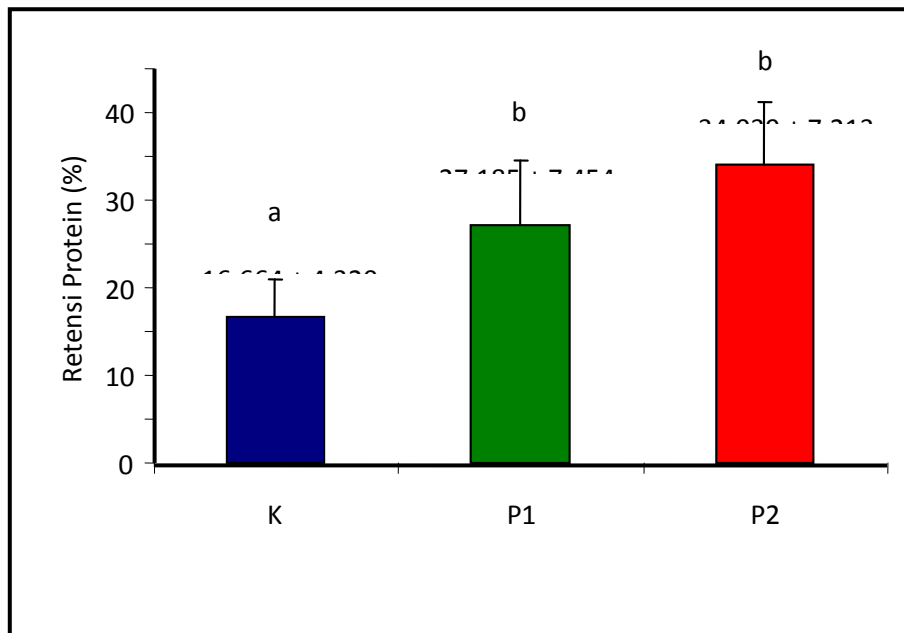
- ANER : *Apparent Net Energy Retention*, Retensi Energi (%)
- Eo : Energi tubuh pada awal penelitian (kkal/g)
- Et : Energi tubuh pada akhir penelitian (kkal/g)
- Ep : Energi pakan (Jumlah pakan yang dikonsumsi x nilai energi (kkal/g))
- Wo : Berat basah awal penelitian (g)
- Wt : Berat basah akhir penelitian (g)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Retensi Protein

Retensi protein ikan bawal air tawar pada K yaitu  $16,664 \pm 4,320 \%$ , perlakuan P1 yaitu  $27,185 \pm 7,454 \%$  dan perlakuan P2 yaitu  $34,039 \pm 7,213 \%$  (Gambar 1.1.). Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa antara K dan ke 2 perlakuan lainnya berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Hasil uji BNT menunjukkan retensi protein pada perlakuan P1 dan perlakuan P2 tidak berbeda nyata dan lebih tinggi dari K.

Tingginya retensi protein pada perlakuan P1 dan perlakuan P2 disebabkan karena ikan-ikan yang dipuasakan menggunakan pakan yang dikonsumsi secara efisien dan memanfaatkan protein sebagai unsur utama dalam pola makanan ikan. Hal ini seperti yang dikatakan oleh Yuwono *et al.* (2006) bahwa tingginya retensi protein pada ikan yang dipuasakan dikarenakan ikan-ikan tersebut menggunakan pakan yang dikonsumsi secara efisien dan protein yang dikonsumsi terutama digunakan untuk pembentukan struktur tubuh.



Gambar 1.1. Retensi protein ( $\bar{x} \pm SD$ ) ikan bawal air tawar (*Colossoma macro pomum*) yang dipuasakan secara periodik



Keterangan: K: ikan diberi pakan setiap hari. P1 : ikan dipuasakan 2 hari dan diberi pakan 5 hari, P2: ikan dipuasakan 3 hari dan diberi pakan 4 hari. Angka yang diikuti huruf yang sama pada bar yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ ).

Hasil ini sama dengan hasil penelitian Yuwono *et al.* (2003) bahwa kepiting *Scylla serrata* yang dipuasakan 2 hari sekali mempunyai retensi protein yang lebih tinggi dari ikan yang dipuasakan setiap hari dan nilai produktivitas protein (NPP) ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis* pada ikan yang dipuasakan tiap 2 hari sekali adalah 34,8 % dan pada ikan yang dipuasakan tiap 3 hari sekali 33,4% lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan setiap hari yaitu 20 %. Cho (2005) juga melaporkan bahwa ikan yang tidak diberi pakan selama 2 minggu kemudian diberi pakan kembali selama 6 minggu menunjukkan peningkatan nilai produktivitas protein, sedangkan rasio konversi pakan menurun. Hal ini menunjukkan bahwa pemuaasan secara periodik dapat meningkatkan efisiensi pakan pada ikan.

### **B. Retensi energi**

Retensi energi menunjukkan besarnya kontribusi energi pakan yang dikonsumsi terhadap penambahan energi ikan. Pakan yang diberikan merupakan sumber energi yang digunakan untuk pemeliharaan ikan, aktivitas metabolisme dan pertumbuhan (Cui *et al.*, 1992). Retensi energi ikan bawal air tawar pada K yaitu  $15,397 \pm 3,609$  %, perlakuan P1 yaitu  $20,815 \pm 9,408$  % dan perlakuan P2 yaitu  $26,340 \pm 3,300$  % (Gambar 1.2). Hasil analisis variansi menunjukkan ketiga perlakuan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Hasil uji BNT menunjukkan retensi energi pada K tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1, perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2, tetapi perlakuan P2 berbeda nyata dengan K.

Hal ini menunjukkan bahwa ikan-ikan pada perlakuan P2 lebih efisien dalam menggunakan energi untuk pertumbuhannya dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan setiap hari. Hasil ini sama dengan hasil penelitian Yuwono *et al.* (2003) yang menyatakan bahwa retensi energi ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis* yang dipuasakan setiap 2 hari dan 3 hari lebih tinggi dari ikan yang diberi pakan setiap hari demikian juga Yuwono *et al.* (2003) melaporkan kepiting *Scylla serrata* yang dipuasakan mempunyai retensi energi yang lebih tinggi dari kepiting yang diberi pakan setiap hari. Hal ini mengindikasikan bahwa kepiting yang dipuasakan lebih efisien dalam menggunakan energi. Iswahyuni (2004) juga melaporkan bahwa ikan bandeng yang dipuasakan setiap 2 dan 3 hari sekali mempunyai retensi energi yang lebih tinggi dari ikan yang diberi pakan setiap hari.

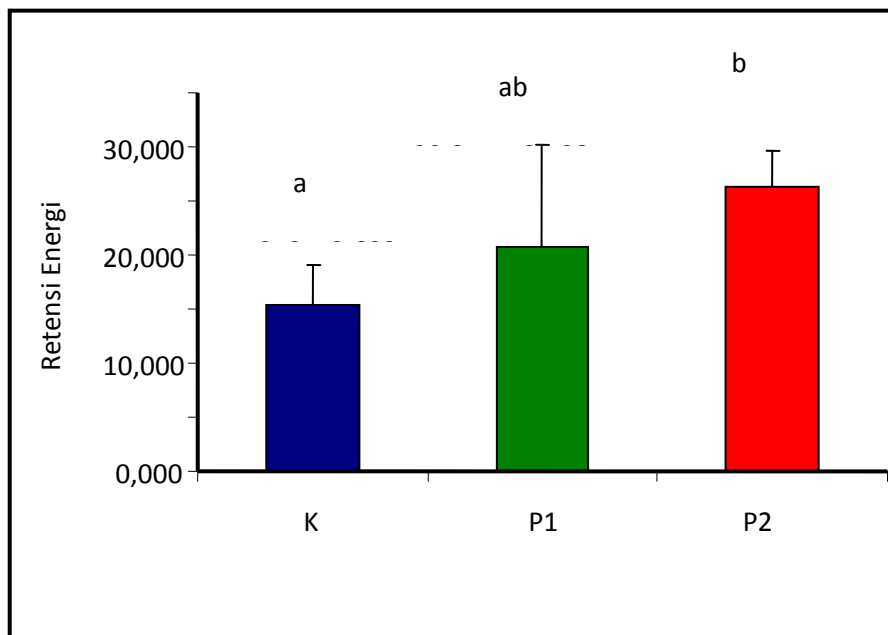
Peningkatan retensi energi tersebut kemungkinan disebabkan ikan-ikan yang dipuasakan, aktivitasnya berkurang sehingga laju metabolisme dasarnya menjadi rendah. Hal ini pernah diamati pada ikan kerapu *Cromileptes altivelis* yang dipuasakan setiap 2 hari sekali mempunyai laju konsumsi oksigen yang lebih rendah dari ikan yang diberi pakan setiap hari tetapi mempunyai berat akhir dan retensi energi yang lebih tinggi dari ikan yang diberi pakan setiap hari (Yuwono *et al.* 2003). Lebih lanjut Yuwono (2008) menyatakan bahwa metabolisme dipengaruhi oleh aktivitas. Aktivitas membutuhkan energi, semakin tinggi aktivitasnya semakin tinggi pula konsumsi oksigennya.

Hayward *et al.* (2000) menyatakan ikan yang dipuasakan mempunyai kemampuan memanfaatkan pakan dengan lebih baik, hal ini disebabkan oleh intensifikasi pemanfaatan energi oleh ikan dan energi lebih dialokasikan untuk pertumbuhan somatik daripada substrat untuk pergerakan (Heilman dan Spieler, 1999). Van Dijk *et al.* (2002) juga menyatakan bahwa aktivitas ikan menurun

selama pakan tidak tersedia (puasa), hal ini merupakan strategi untuk penghematan energi selama puasa. Proses ini dilakukan dengan mempertahankan aktivitas yang memakai energi tetap rendah diantaranya berupa respon perilaku yang terlihat dari menurunnya aktivitas



renang. Lebih lanjut Kaushik dan Medale (1994) melaporkan bahwa tingginya energi untuk aktivitas akan mengurangi anggaran energi untuk pertumbuhan.



**Gambar 1.2. Retensi energi ( $\bar{x} \pm SD$ ) ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) yang dipuasakan secara periodik.**

Keterangan: K : ikan diberi pakan setiap hari. P1 : ikan dipuasakan 2 hari dan diberi pakan 5 hari, P2: ikan dipuasakan 3 hari dan diberi pakan 4 hari. Angka yang diikuti huruf yang sama pada bar yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ( $P > 0,05$ ). Angka yang diperoleh adalah rata-rata dan standar deviasi .

Soedibya (1999) menyatakan bahwa ikan gurami yang diberi pakan daun sente, jarak jelajahnya menurun hal ini merupakan strategi penghematan energi. Lebih lanjut Arafa *et al.* (1983) melaporkan bahwa pembatasan konsumsi energi dengan cara membatasi jumlah pakan yang dikonsumsi setiap hari dapat digunakan dalam menghemat anggaran energi pakan, mengontrol berat badan dan deposit lipida selama pertumbuhan. Lebih lanjut dinyatakan oleh Yuwono *et al.* (2006) pada saat ikan diberi pakan dimungkinkan ikan akan mengakumulasi energi untuk memperoleh pakan sebagai antisipasi terhadap kemungkinan keterbatasan pakan di waktu yang akan datang.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat diperoleh kesimpulan bahwa pemuaan secara periodik berpengaruh terhadap retensi protein dan retensi energi ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) .

### DAFTAR PUSTAKA

- Ballestrazzi, R. D., Lannari E. D'agoro and A. Mion. 1994. The Effect of Dietary Protein Level and Source on Growth and Body Composition, Total Amonia and Relative Phosphate Excretion of Growing Sea Bass (*Dicentrarchuss labrax*). *Aquaculture* 127:197-206.
- Chatakondi, N. G. and R.D. Yant. 2001. Application of Compensatory Growth to Enhance Production in Channel Catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal of The World Aquaculture Society* 32 (3): 278 - 285.
- Cho, S.H. 2005. Compensatory Growth of Juvenile Flounder *Paralichthys olivaceous* L. and Changes in Biochemical Composition and Body Condition Indices during Starvation and after Refeeding in Winter Season. *Journal of The World Aqualculture Society* 36(4) :508 – 514.





- Cui, Y.X., Liu.S. Wang and S. Chen. 1992. Growth and Energy Budget in Young Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) Feed Plant and Animal Diets. *Journal of Fish Biology* 41: 231 – 238.
- Goddart, S. 1996. *Feed Management and Intensive Aquaculture*. Chapman. Canada.
- Halver, J. E. 1989. *Fish Nutrition*. 2nd. Academic Press Inc. San Diego, USA. 713 pp.
- Hayward, R. S., N. Wang and D. B. Noltie. 2000. Group Holding Impedes Compensatory Growth of Hybrid Sunfish. *Aquaculture* 183: 299-305.
- Heilman, M. J. and R. E. Spieler. 1999. The Daily Feeding to Feeders and the Effect of Timed Meal-Feeding on the Growth of Juvenile Florida Pompano, *Trachinotus carolinus*. *Aquaculture* 180: 35 -64.
- Koolman, J. dan K. H. Rohm. 2001. *Atlas Berwarna dan Teks Biokimia*. Hipokrates. Jakarta.
- Kaushik, J. K. and F. Medale. 1994. Energy Requirement, Utilization and Dietary Composition and Energy Content on the Nutritional Energetics of Cod, *Gadus morhua*. *Aquaculture* 92 : 243 – 257.
- Kompiang, I. P. dan S. Ilyas. 1998. Nutrisi Ikan dan Udang Relevansi untuk Larva / Induk. *Prosiding Seminar Pembenihan Ikan dan Udang*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Linder, M. C. 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Penerbit Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Mokoginta, I., M. A. Suprayudi dan Setyawati. 1995. Kebutuhan Optimum Protein dan Energi Pakan Benih Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 1(3): 82-94.
- National Research Council. 1993. *Nutrient Requirement of Warmwater Fishes and Shell-fishes. Revised Edition*. National Academic of Sciences. Washington D.C.
- Soedibya, P. H. T. 1999. Variasi Fisiologis Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) dalam Menghadapi Ketersediaan Sumber Pakan. *Disertasi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung. Tidak Dipublikasikan.
- Suhenda, N., L. Stijaningsih dan Y. Suryanti. 2003. Penentuan Rasio antara Kadar Karbohidrat dan Lemak pada Pakan Benih Ikan Patin jambal (*Pangasius djambal*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 9(1): 21-31.
- Tian, X. and J. Qin. 2003. A Single Phase of Food Deprivation Provoked Compensatory Growth in Barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture* 224: 169-179.
- Wisnuwardhani, P. H. 2004. Laju Konsumsi Pakan dan Retensi Energi pada Ikan Kerapu Bebek, *Cromileptes altivelis* yang Dipuaskan Secara Periodik. *Skripsi*. Fakultas Biologi. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto. Tidak Dipublikasikan.
- Yuwono, E., P. Sukardi and I. Sulisty. 2003. Compensatory Growth Oxygen and Consumption of Tropical Fish for Application in Mariculture. Biology Faculty. Jenderal Soedirman University. Purwokerto.
- Yuwono, E. 2008. Fisiologi Hewan I. Laboratorium Fisiologi Hewan. Fakultas Biologi. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Yuwono, E., P. Sukardi and I. Sulisty. 2006. Compensatory Growth Oxygen and Consumption of Tropical Fish for Application in Mariculture. Biology Faculty. Jenderal Soedirman University. Purwokerto.



## PENGARUH PERBEDAAN KISARAN UKURAN INDUK POKOK TERHADAP KERAGAAN PERTUMBUHAN BENIH DI PEMBESARAN

Imron

*Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar Jl Raya 2 Sukamandi Subang, 41256*

*Email : imronnawawi@yahoo.com*

Efektivitas transfer hasil-hasil peningkatan mutu genetik dari program selektif breeding kepada masyarakat pembudidaya sangat dipengaruhi oleh proses produksi induk pokok, yaitu kelas induk yang digunakan untuk menghasilkan benih sebar untuk tujuan pembesaran. Namun, hingga saat ini tidak ada kriteria kuantitatif yang dapat digunakan sebagai panduan dalam produksi atau perbanyakkan induk pokok. Makalah ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perbedaan kisaran ukuran induk pokok terhadap keragaan benih di pembesaran. Kajian didasarkan atas prinsip-prinsip pewarisan karakter kuantitatif dan diketahuinya asumsi-asumsi parameter genetik. Hasil analisis menunjukkan bahwa keragaan benih di pembesaran berkorelasi positif dengan kisaran ukuran induk pokok yang digunakan untuk menghasil benih tersebut. Keragaan terbaik diperoleh dari induk pokok dengan kisaran ukuran tertinggi, demikian sebaliknya. Agar keragaan benih di pembesaran minimum sama dengan keragaan rata-rata populasi induk pokok, maka ukuran induk pokok minimum yang harus digunakan adalah individu-individu yang merupakan 50 persen terbaik dari populasi induk pokok. Hasil ini berimplikasi bahwa tidak semua individu hasil perbanyakkan (dari induk penjenis atau induk dasar) dapat digunakan sebagai induk pokok. Dalam perbanyakkan induk pokok, proses seleksi tetap diperlukan sehingga peningkatan mutu genetik yang didapatkan pada program selektif breeding dapat dirasakan oleh masyarakat pembudidaya.

*Key words : induk pokok, benih sebar, transfer mutu genetik*

### PENDAHULUAN

Manfaat dari program perbaikan genetik dalam rangka peningkatan produktivitas, baru dapat diwujudkan ketika benih yang merupakan turunan dari strain atau varitas hasil perbaikan genetik sampai kepada petani atau pelaku industri budidaya dan menunjukkan peningkatan performa dalam budidaya. Agar peningkatan mutu genetik (*genetic gain*) yang telah dicapai oleh pemulia, dalam bentuk induk-induk terseleksi sampai kepada pihak-pihak yang membutuhkan, diperlukan mekanisme transfer *genetik gain* yang efisien.

Mekanisme transfer *genetic gain* dari pemulia kepada petani/industri umumnya dilakukan melalui salah satu atau kombinasi dari dua cara, yaitu transfer langsung dari pemulia atau transfer melalui lembaga perbanyakkan induk (*broodstock multiplier*) (Gjedrem and Baranski, 2009). Cara pertama umumnya cocok diterapkan untuk industri budidaya skala kecil – menengah, dimana jumlah kebutuhan induk hasil seleksi tidak terlalu besar (Tave, 1986; Tave, 1995). Contoh dari metoda transfer genetic gain secara langsung dilakukan oleh project *Genetically improved farmed tilapia (GIFT)*. Karena jumlah hatchery berlisensi yang merupakan partisipan dari project tersebut relative terbatas, maka proses perbanyakkan induk hasil seleksi dilakukan sendiri oleh pemulia. Hatchery berlisensi hanya menerima calon-calon induk yang siap digunakan untuk produksi benih (Rodriguez Jr, 2006).

Program pemuliaan berskala nasional umumnya membutuhkan induk terseleksi dalam jumlah yang besar. Karena itu, breeding program yang berskala nasional umumnya mengadopsi metoda transfer genetic gain melalui lembaga-lembaga perbanyakkan induk.

Menyadari pentingnya faktor kualitas benih dan induk dalam rangka peningkatan produktivitas budidaya, Direktorat Perbenihan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya telah menetapkan kelas-kelas dan kriteria induk yang digunakan dalam budidaya ke dalam tiga kelompok, yaitu induk penjenis, induk dasar dan induk pokok. Secara spesifik, kriteria yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No 07/2004 tersebut



menyebutkan bahwa induk penjenis adalah induk ikan yang dihasilkan oleh dan dibawah pengawasan pemulia, induk dasar adalah induk ikan keturunan pertama dari induk penjenis yang memenuhi standar mutu kelas induk dasar, dan induk pokok adalah induk keturunan pertama dari induk dasar atau induk penjenis yang memenuhi standar mutu kelas induk pokok (Kemeterian Kelautan dan Perikanan, 2004).

Diantara ketiga kelompok induk tersebut, induk kelas induk pokok merupakan tetua langsung dari benih-benih yang digunakan oleh pembudidaya. Proses produksi induk pokok, khususnya menyangkut aspek genetik, akan sangat menentukan keragaan benih dalam proses budidaya (pembesaran). Karena itu, idealnya ada panduan atau protokol teknis yang bersifat kuantitatif dalam rangka produksi atau perbanyakkan induk pokok sehingga *genetic gain* yang telah dicapai oleh pemulia dapat sampai kepada pembudidaya. Namun, protokol tersebut sampai saat ini belum ada. Aturan yang ada seperti Kepmen No 07/2004 lebih bersifat kualitatif. Akibatnya, proses produksi atau perbanyakkan induk pokok antara satu institusi dengan institusi lain dapat bervariasi, yang pada akhirnya juga dapat berpengaruh terhadap kualitas benih yang dihasilkan.

Makalah ini memaparkan kajian singkat tentang bagaimana sebaiknya induk pokok diproduksi sehingga *genetic gain* dari *breeding program* sampai dan dapat dinikmati oleh petani pembudidaya. Kajian dilakukan dengan menggunakan pendekatan genetika kuantitatif dan karakter pertumbuhan sebagai contoh kasus.

Keragaan pertumbuhan merupakan karakter penting dalam budidaya. Proses budidaya yang menggunakan benih unggul akan menjadikan proses produksi lebih efisien dan menguntungkan. Oleh karena itu, karakter ini menjadi karakter utama dalam banyak program perbaikan genetik.

Menurut sudut pandang genetik, dengan asumsi bahwa faktor lingkungan relatif homogen, keragaan karakter kuantitatif (termasuk pertumbuhan) pada populasi-populasi yang merupakan turunan dari induk terseleksi merupakan fungsi dari dua parameter genetik utama pada populasi induknya, yaitu heritabilitas dan diferensial seleksi (Falconer, 1989). Demikian pula, distribusi karakter kuantitatif pada populasi induk pokok merupakan fungsi dari heritabilitas dan differensial seleksi pada induk dasar yang menjadi tetuanya. Distribusi karakter kuantitatif pada suatu populasi akan mengikuti pola yang berbentuk sebaran normal, dimana 68%, 27%, 2.5% nilai-nilai individu berada pada rata-rata  $\pm 1$ , 2 dan 3 standar deviasi (Gjedrem, 2005)

*Genetic gain* suatu karakter pada populasi turunan induk hasil seleksi hanya mungkin terjadi apabila induk yang digunakan memiliki nilai diferensial seleksi dan heritabilitas yang positif pada karakter tersebut. Karena itu, informasi tentang kisaran ukuran dari induk pokok yang digunakan untuk memproduksi benih, disertai dengan informasi diferensial seleksi dan heritabilitas, dapat digunakan untuk mengestimasi keragaan benih di pembesaran.

Secara spesifik, makalah ini bertujuan untuk 1) mendeskripsikan beberapa parameter genetika kuantitatif pada populasi yang disimulasikan sebagai induk pokok dan, 2) menggunakan estimasi dari nilai-nilai parameter tersebut untuk mengkaji efek dari pengaruh perbedaan kisaran ukuran induk pokok terhadap keragaan benih di pembesaran.

## BAHAN DAN METODA

Efek perbedaan kisaran ukuran induk pokok terhadap keragaan benih di pembesaran dievaluasi melalui studi simulasi. Keragaan benih di pembesaran diestimasi melalui penerapan kaidah-kaidah genetika untuk pewarisan karakter kuantitatif. Namun, agar hasil simulasi dapat mencerminkan kondisi yang sesungguhnya, maka data dasar yang diperlukan untuk melakukan



simulasi ini merupakan data asli. Data yang digunakan merupakan hasil pengukuran panjang standar (mm) dari 200 sampel udang galah pada saat panen.

Berdasarkan data tersebut, selanjutnya dilakukan penentuan kisaran ukuran dalam bentuk interval atau selang, dilanjutkan dengan estimasi terhadap beberapa karakteristik lain yang relevan seperti nilai rata-rata dan diferensial seleksi. Penentuan kisaran (*range*) ukuran induk pokok dilakukan dengan menggunakan informasi nilai dari standar deviasi populasi. Mempertimbangkan data empiris dimana pada populasi yang cukup besar distribusi karakter kuantitatif umumnya berada pada kisaran nilai rata-rata  $\pm 3$  standar deviasi, maka penentuan kisaran ukuran juga menggunakan standar deviasi sebagai satuan pengelompokan. Enam kisaran ukuran induk pokok ditetapkan dengan menggunakan nilai rata-rata + SD sebagai batas atas dan batas bawah masing-masing kisaran ukuran (Tabel 1). Untuk menghindari pengelompokan suatu nilai yang sama ke dalam kelas ukuran berbeda akibat dari nilai batas atas suatu kelas menjadi nilai batas bawah bagi kelas ukuran lainnya, maka dilakukan pembulatan sesuai keperluan.

**Tabel 1. Kisaran ukuran populasi induk pokok berdasarkan standar deviasi dan proporsi harapan (%) masing-masing kisaran ukuran. X adalah nilai tengah populasi dan SD adalah standar deviasi.**

Kisaran ukuran	Batas atas	Batas bawah	Proporsi (%)
1	x + 3 SD	x + 2 SD	2.5
2	x + 2 SD	x + 1 SD	13.5
3	x + 1 SD	x + 0 SD	34.0
4	x + 0 SD	x - 1 SD	34.0
5	x - 1 SD	x - 2 SD	13.5
6	x - 2 SD	x - 3 SD	2.5
		Total	100.0

Nilai rata-rata pada masing-masing kisaran ukuran diperoleh dengan persamaan:

$$X_i = \sum X_i / N_i \quad (1)$$

Dimana:

$X_i$  = Nilai rata-rata pada kisaran ukuran ke- $i$ ;  $i=1-6$  dan

$N_i$  = Jumlah individu pada kisaran ukuran ke- $i$ .

$i$  = kisaran ukuran (1-6)

Nilai diferensial seleksi pada masing-masing kisaran ukuran ( $D_i$ ) adalah selisih antara nilai rata-rata pada kisaran ukuran yang bersangkutan ( $X_i$ ) dengan rata-rata seluruh populasi ( $X_o$ ) (rata-rata umum). Secara matematis, nilai diferensial seleksi diestimasi melalui:

$$D_i = X_i - X_o \quad (2)$$

Proyeksi keragaan turunan dari masing-masing kisaran ukuran induk pokok diestimasi melalui persamaan berikut:

$$P_i = X_o + (D_i * h) \quad (3)$$

dimana

$P_i$  = Keragaan benih dari kelompok induk kisaran ukuran ke- $i$ , ( $i=1-6$ )

$X_o$  = rata-rata umum dari populasi induk pokok

$R_i$  = Respon seleksi dari kelompok induk kisaran ukuran ke- $i$ , ( $i=1-6$ )

$h$  = heritabilitas untuk karakter pertumbuhan. Nilai heritabilitas kategori sedang (0.3) digunakan untuk melakukan estimasi keragaan benih di pembesaran.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Karakteristik genetik populasi induk pokok*

Ringkasan beberapa parameter genetik populasi induk udang galah yang disimulasikan sebagai induk pokok disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Ringkasan beberapa parameter sampel induk galah yang disimulasikan sebagai induk pokok**

KU	Xo	Xi	D	E (%)	O (%)
1	63.11	98.00	34.89	2.50	0.50
2	63.11	83.69	20.58	13.50	21.00
3	63.11	71.32	8.21	34.00	31.50
4	63.11	54.31	-8.80	34.00	26.00
5	63.11	40.29	-22.82	13.50	21.00
6				2.50	0.00

Keterangan: KU= Kelompok ukuran, Xo=Rata-rata umum populasi, Xi=rata-rata selang; D=diferensial seleksi, h= heritabilitas dan E= proporsi harapan O=proporsi teramati.

Terdapat dua hal menarik yang terlihat pada Tabel 2, yaitu adanya selang ukuran harapan (teoritis) yang tidak terwakili pada sampel yang diukur dan penyimpangan antara proporsi harapan dengan proporsi teramati. Kelompok ukuran terendah (KU6), yang nilai-nilainya berada pada kisaran  $Xo-3 SD$  sampai dengan  $Xo-2 SD$  dan secara teoritis merupakan 2.5% dari populasi, tidak terwakili pada sampel yang diukur. Sebagai akibat dari ketidakterwakilan ini, terjadi sedikit deviasi antara proporsi harapan dan proporsi teramati pada masing-masing selang ukuran. Karena tidak terwakili pada sampel yang diukur, KU6 tidak ditampilkan pada tabel selanjutnya.

Selain deviasi antara proporsi harapan dan proporsi teramati pada masing-masing kelompok ukuran, deviasi proporsi juga terlihat pada kombinasi antara selang-selang ukuran. Secara teoritis, 95% nilai-nilai pengamatan berada pada kisaran  $X \pm 2 SD$ . Data menunjukkan bahwa 99% nilai-nilai pengamatan jatuh pada kisaran ini. Data ini menunjukkan bahwa variasi fenotipik (panjang standar) pada sampel yang diukur lebih kecil dari variasi fenotipik yang diharapkan terjadi apabila variasi fenotipik menyebar secara normal. Adanya sedikit penyimpangan ini mungkin merefleksikan kondisi yang sebenarnya, yaitu keragaman fenotipik pada populasi memang kecil. Namun, kemungkinan lain berupa kesalahan sampling juga tidak dapat diabaikan. Jumlah sampel yang terbatas dan cara pengambilan sampel yang kurang acak juga potensial mendapatkan sampel dengan distribusi variasi fenotipik yang sedikit berbeda dengan distribusi normal.

### *Keragaan benih dan kisaran ukuran induk*

Proyeksi keragaan benih dari masing-masing kelompok ukuran induk pokok (Tabel 3) menunjukkan adanya korelasi positif antara kelompok ukuran induk pokok dengan keragaan benihnya di pembesaran. Keragaan benih terbaik diperoleh dari induk yang berasal dari kelompok ukuran tertinggi (KU1). Keragaan benih dari kelompok ini sekitar 17% lebih tinggi dari keragaan pada populasi induk yang menjadi tetuanya. Demikian pula, keragaan benih terendah diperoleh dari induk yang berasal dari kelompok ukuran terendah (KU6). Pada kelompok ini, keragaan benih lebih rendah sekitar 11% dari rata-rata pada populasi induk.

Keragaan benih di pembesaran yang masih menunjukkan keunggulan dibandingkan dengan nilai rata-rata pada populasi induk terdapat pada benih yang dihasilkan dari kelompok induk yang berasal dari 50% terbaik (KU1 – KU3). Keragaan benih yang berasal dari induk dengan kelompok ukuran yang lebih kecil (KU4 - KU6) cenderung lebih rendah 4-11% dari nilai rata-rata pada populasi induk (Tabel3).



**Tabel 3. Proyeksi keragaan benih di pembesaran dari induk dengan kelompok ukuran yang berbeda**

KU	D	h	Pi	Pi-Po	Pi-Po (%)
1	34.89	0.3	73.58	10.47	16.6
2	20.58	0.3	69.28	6.17	9.8
3	8.21	0.3	65.57	2.46	3.9
4	-8.80	0.3	60.47	-2.64	-4.2
5	-22.82	0.3	56.26	-6.85	-10.8

Keterangan: KU= Kelompok ukuran,  $X_o$ = rata-rata umum populasi induk,  $X_i$ = rata-rata selang; D=diferensial seleksi, h= heritabilitas,  $P_i$ =proyeksi keragaan benih pada masing-masing kelompok ukuran, dan  $P_i-P_o$ = Perbedaan keragaan benih pada masing-masing kelompok ukuran dibandingkan nilai rata-rata pada populasi induk

Program perbaikan genetik yang sukses harus melibatkan sedikitnya dua proses utama, yaitu 1) proses mendapatkan peningkatan kualitas genetik, dalam bentuk genetic gain pada induk-induk terseleksi, dan 2) proses mentransfer genetic gain tersebut kepada masyarakat pembudidaya. Mendapatkan induk strain ikan unggul merupakan satu capaian penting dari suatu breeding program pada spesies budidaya. Namun, capaian ini akan menjadi tidak berarti ketika *genetic gain* yang diperoleh gagal ditransfer kepada masyarakat pembudidaya. Dalam konteks ini, proses diseminasi atau transfer *genetic gain* merupakan proses yang sama pentingnya dengan proses mendapatkan genetic gain itu sendiri.

Meskipun diseminasi *genetic gain* merupakan bagian integral dari suatu breeding program, sangat sedikit kajian ilmiah yang mengupas dan melaporkan tentang bagaimana metoda diseminasi *genetic gain* yang efektif. Kajian-kajian ilmiah pada breeding program lebih banyak diarahkan pada bagaimana mendapatkan dan meningkatkan genetic gain, khususnya pada karakter-karakter dan spesies yang penting secara komersial. Skagemo et al. (2010) Rodriguez Jr (2006) dan (Tayamen et al., 2006) merupakan beberapa contoh dari sedikit laporan tentang diseminasi *genetic gain* pada species budidaya.

Hasil-hasil utama yang muncul dari studi simulasi ini, yaitu adanya korelasi positif antara kisaran ukuran induk pokok dan keragaan benih di pembesaran, secara prinsip sejalan dengan rekomendasi yang disampaikan oleh pakar dan peneliti breeding program spesies budidaya (lihat Gjedrem, 2005; Gjedrem and Baranski, 2009; Tave, 1986; Tave, 1995). Secara umum mereka merekomendasikan untuk tetap dilakukan seleksi ketika seseorang memproduksi atau melakukan perbanyakkan induk yang selanjutnya akan digunakan untuk benih untuk pembesaran. Namun, kriteria intensitas seleksi yang diterapkan tidak seketat seperti kriteria yang digunakan untuk memilih induk penjenis. Misalnya, apabila proporsi penyisihan (*culling level*) untuk memilih induk penjenis sekitar 90-95%, maka proporsi penyisihan untuk produksi atau perbanyakkan induk pokok dapat mencapai angka yang lebih besar.

Hasil simulasi seperti yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa individu yang dipilih sebagai induk pokok sebaiknya merupakan bagian dari 50% terbaik dalam populasi. Dengan menerapkan kriteria ini, keragaan benih di pembesaran sekurang-kurangnya akan sama dengan rata-rata populasi dari induk pokok. Sebaliknya, penggunaan sebagai induk pokok individu-individu diluar dari 50% terbaik, akan berpotensi menghasilkan benih dengan keragaan yang lebih rendah dari rata-rata pada populasi induk pokok. Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa genetic gain hasil breeding program terakumulasi pada sebagian saja dari populasi induk pokok (50% terbaik). Apabila genetic gain ini ingin ditransfer kepada pembudidaya, maka induk-induk yang mengakumulasi genetic gain inilah yang seharusnya digunakan untuk memproduksi benih bagi pembudidaya. Namun demikian, dalam pelaksanaannya, penetapan angka penyisihan ini bersifat fleksibel dan merupakan kompromi. Faktor yang sering menjadi pertimbangan umumnya adalah kebutuhan aktual jumlah induk.



Karena itu, untuk mengakomodasi kebutuhan jumlah induk, penggunaan induk pokok dengan kriteria penyisihan 40% masih dimungkinkan.

Salah satu kelemahan dari studi simulasi yang disajikan ini adalah tidak adanya informasi proyeksi keragaan benih di pembesaran ketika induk pokok yang digunakan untuk memproduksi benih tersebut diambil secara acak dari populasi. Namun, sebagai informasi pembanding, studi yang dilakukan oleh Skagemo et al. (2010) yang melakukan studi simulasi secara stokastik mendapatkan bahwa produktivitas budidaya yang lebih tinggi diperoleh pada budidaya yang menggunakan benih dari induk pokok yang terseleksi dibandingkan dengan benih yang diperoleh dari induk pokok yang diambil secara acak dari populasi.

### KESIMPULAN

1. Kisaran ukuran induk pokok berkorelasi dengan proyeksi keragaan benih di pembesaran.
2. Dalam proses perbanyakkan induk pokok, proses seleksi tetap diperlukan namun dengan menerapkan intensitas seleksi yang lebih longgar.
3. Induk pokok yang digunakan untuk memproduksi benih sebar, yang selanjutnya digunakan oleh pengguna akhir untuk pembesaran, sebaiknya merupakan kelompok 50% terbaik dari populasi induk pokok. Penggunaan induk pokok dari kelompok diluar dari 50% terbaik berpotensi menghasilkan turunan (benih) dengan keragaan yang lebih rendah

### PUSTAKA

- Falconer, D.S. 1989. Introduction to quantitative genetics Halsted Press.
- Gjedrem, T. 2005. Selection and Breeding Programs in Aquaculture Springer, Dodrecht Heidelberg London New York.
- Gjedrem, T., and M. Baranski. 2009. Selective Breeding in Aquaculture: An Introduction Springer, Dordrecht Heidelberg London New York.
- Kemeterian Kelautan dan Perikanan. 2004. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No: Kep 07/Men/2004 tentang Pengadaan dan Peredaran Benih Ikan.
- Rodriguez Jr, B.M. 2006. Disseminating genetically improved tilapia fingerling through the GIFT licensing program, p. 21-23 Public and private partnerships in aquaculture: a case study on tilapia research and development. World Fish Center Conf. Proc 72, 72 p.
- Skagemo, V., A.K. Sonesson, T.H.E. Meuwissen, and M. Rye. 2010. Increased profits in aquaculture through optimised dissemination schemes. Aquaculture 300:65-72.
- Tave, D. 1986. Genetic for fish hatchery managers. 2 ed. The AVI Publishing Company, New York.
- Tave, D. 1995. Selective breeding for medium sized farms FAO Fisheries Technical Paper. No. 352., Rome.
- Tayamen, M., T.A. abella, and R.C. Sevilleja. 2006. The role of public sector in dissemination of tilapia genetic research outputs and links with private sectors, p. 16-20 Public and private partnerships in aquaculture: a case study in tilapia reseqrch and development. WorldFish Center Conf. Proc 72, 72p.



## PENGARUH POLA PEMIJAHAN TERHADAP KERAGAAN REPRODUKSI DAN MORTALITAS INDUK UDANG GALAH

**Ikhsan Khasani**

*Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar*

*Email : ikhsankhasani@yahoo.com*

Mortalitas induk yang tinggi dan tingkat pemijahan yang rendah masih menjadi kendala dalam program pemuliaan udang galah. Studi pengaruh pola pemijahan induk udang galah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pola pemijahan induk yang optimal, khususnya rasio jantan-betina, terhadap keragaan reproduksi dan mortalitas induk udang galah guna mendukung program pemuliaan. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap, terdiri atas 4 perlakuan dan 3 ulangan pada masing-masing perlakuan. Sebagai perlakuan adalah rasio jantan-betina, yang terdiri atas A) 1 Jantan (J) : 1 betina (B); B) 1 J : 2 B; C) 2J : 2 B; dan D) 2 J : 4 B. Wadah pemijahan berupa bak tembok yang disekat dengan luasan 0,25 m<sup>2</sup>/ekor induk, dengan sistem resirkulasi. Pada masing-masing sekat ditempatkan *shelter* plastik dan eceng gondok sebagai sarana berlindung udang yang ganti kulit. Pakan yang diberikan berupa kombinasi pelet dengan kandungan protein 30% sebanyak 3% bobot per hari dan udang rucah sebanyak 2% per hari, diberikan pada pagi dan sore. Monitoring jumlah induk yang memijah dan kematian induk dilakukan setiap 2 minggu, dengan lama pengujian 8 minggu. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata ( $P < 0.05$ ) baik terhadap jumlah induk betina bertelur maupun mortalitas induk. Jumlah induk bertelur tertinggi didapat pada perlakuan C, mencapai 46%, diikuti perlakuan D, A dan B, berturut-turut 27%, 25% dan 13%. Kematian induk pada perlakuan A dan B relatif rendah, yaitu 0%, 11%, sedangkan pada perlakuan C dan D mencapai 25%, dan 33%. Parameter kualitas air selama pengujian masih dalam kondisi optimal bagi kehidupan induk udang galah.

Kata Kunci: mortalitas, pemijahan, rasio kelamin, reproduksi, udang galah

### PENDAHULUAN

Udang galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) merupakan salah satu komoditas air tawar yang prospektif dikembangkan sebagai komoditas budidaya, dan merupakan udang tawar dengan capaian ukuran terbesar (New and Valenti, 2000) sehingga berpotensi sebagai komoditas ekspor. Dalam rangka mendukung perkembangan usaha pembesaran udang galah maka ketersediaan induk dan benih unggul menjadi prasarat mutlak demi terciptanya sistem budidaya yang produktif dan kompetitif (Budiman, 2004). Salah satu keunggulan yang selalu dinanti pembudidaya adalah udang dengan pertumbuhan cepat dan tahan dengan tekanan kualitas air sehingga dapat dibudidayakan secara intensif. Dalam rangka penyediaan induk unggul tersebut, maka serangkaian program riset pemuliaan, baik melalui jalur seleksi maupun hibridisasi inter spesies telah dan sedang dilaksanakan, khususnya di Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar.

Seiring program seleksi guna mendapatkan biologis unggul, salah satu parameter yang hendak diketahui dan merupakan penentu indikator efektivitas seleksi adalah nilai heritabilitas. Nilai tersebut menurut Hardjosubroto (1994) paling sering dicari berdasarkan analisis variansi dengan menggunakan data saudara tiri sebapak (*paternal halfsib correlation*). Guna mendapatkan data tersebut maka diterapkan pola pemijahan half-sib, yaitu pemijahan dengan rasio 1 jantan : 2 betina. Pada serangkaian kegiatan pemijahan udang galah menggunakan sistem half-sib yang dilakukan secara serentak di bak masih dihadapkan pada kendala kematian induk jantan dalam jumlah besar sehingga jumlah induk memijah relatif sedikit dan famili yang diharapkan sering tidak terpenuhi (Khasani *et al.*, 2004; Khasani *et al.*, 2009). Di sisi lain, pada sistem produksi massal benih dengan menggunakan sistem pemijahan komunal di kolam, tingkat kematian induk relatif rendah dengan jumlah induk bertelur (*gravid female*) cukup tinggi, dengan kisaran normal 25-60% dari populasi betina yang dipijahkan





(Mohanta, 2000; Ali, 2006). Kontradiksi fenomena tersebut memunculkan pertanyaan apakah pola pemijahan half-sib sesuai dilakukan pada udang galah, dan bagaimana upaya menekan kematian induk serta langkah untuk meningkatkan derajat pembuahan (*fertilization rate*).

Pada pemijahan normal, pemijahan udang galah dilakukan secara komunal di kolam dengan mencampurkan beberapa induk jantan dengan betina, dengan proporsi 2-3 jantan untuk 10 ekor betina (D'Abramo, *et al.*, 1995). Dinyatakan pula bahwa proporsi induk jantan capit biru, capit oranye, dan udang galah ukuran kecil harus dilakukan dengan rasio yang tepat, yaitu untuk setiap jantan capit biru (*Blue Claw, BC*) harus ditempatkan 3-4 jantan capit oranye (*Orange Claw, OC*). Hal tersebut karena adanya potensi reproduksi yang berbeda antar jenis pejantan tersebut. Dijelaskan pula bahwa dari struktur populasi udang jantan, jantan tipe BC dan OC ukuran kecil diketahui lebih berperan aktif dalam reproduksi dan memiliki tingkat keberhasilan lebih tinggi ketika membuahi. Fenomena lain yang perlu diketahui adalah bahwa pada umur tertentu kapasitas reproduksi jantan BC sangat berkurang, dan baru akan aktif kembali setelah mengalami ganti kulit.

Berdasarkan uraian tersebut, telah dilakukan penelitian mengenai pola pemijahan induk udang galah secara resirkulasi, yang bertujuan untuk mendapatkan jumlah dan rasio induk yang tepat pada pemijahan udang galah yang efektif guna mendukung program pemuliaan.

#### BAHAN DAN METODA

Penelitian dilaksanakan di Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar Sukamandi. Induk yang digunakan adalah stok induk udang galah GIMacro umur 6 bulan pasca menetas, dengan ukuran bobot jantan 21–40 g; induk betina 19–25 g.

Pemijahan dilakukan di bak tembok dengan luas 4 m x 1 m x 0,5 m (panjang x lebar x kedalaman), yang disekat dengan luasan berbeda sesuai jumlah induk, sehingga proporsinya 0,25 m<sup>2</sup>/ekor induk (Soeyanto (1974) dalam Satyani, *dkk.*, 1990). Pemeliharaan dilakukan dalam sistem resirkulasi sehingga kualitas air dapat dipertahankan.

Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap dengan perlakuan jumlah dan proporsi kelamin induk udang, meliputi:

- A. 1 ekor jantan : 1 ekor betina
- B. 1 ekor jantan : 2 ekor betina
- C. 2 ekor jantan : 2 ekor betina
- D. 2 ekor jantan : 4 ekor betina

Masing-masing perlakuan diulang 3 kali.

Pakan yang digunakan adalah pelet udang galah dengan kandungan protein kasar 30% sebanyak 3% biomasa udang dan udang kali rucak sebanyak 2% biomas, diberikan 2 kali sehari pada pagi dan sore. Naungan plastik dan eceng gondok ditempatkan di tiap perlakuan sebagai tempat berlindung udang yang ganti kulit, untuk menghindari kanibalisme udang. Penambahan air dilakukan untuk mengganti air yang menguap dan air yang terbuang saat siphon dasar bak.

Monitoring tingkat pemijahan, jumlah induk yang bertelur, kematian (mortalitas) dan pertumbuhan udang dilakukan setiap 2 minggu, sebanyak 4 kali. Induk betina yang bertelur diaborsi dengan cara dikerok untuk sehingga induk tersebut dapat melakukan pemijahan kembali. Setelah pengamatan 2 mingguan dilakukan penggantian terhadap induk yang mati dengan ukuran dan tingkat kematangan gonad yang sama. Pengukuran kualitas air yang meliputi pH, kadar amonia, kadar nitrit, dan alkalinitas dilakukan setiap minggu, dengan menggunakan test kit, demikian pula kadar oksigen terlarut diukur dalam waktu sama



menggunakan water quality cheker HORIBA, sedangkan parameter suhu diukur dengan menempatkan thermometer maksimum-minimum.

Data utama berupa jumlah induk betina bertelur dan angka kematian induk dianalisis ANOVA dengan program SPSS ver. 16, dan uji LSD. Data parameter fisika-kimia air dipaparkan secara deskriptif.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemijahan induk udang galah dengan sistem resirkulasi dan modifikasi jenis naungan dengan *bio-shelter* menggunakan eceng gondok memberikan keragaan yang cukup baik, baik terhadap tingkat pemijahan maupun sintasan induk. Data jumlah induk betina bertelur dan jumlah induk yang mati disajikan dalam Tabel 1 dan tabel 2.

#### Jumlah udang bertelur

Data jumlah induk betina bertelur pada setiap pengamatan (2 mingguan) dan prosentase induk bertelur ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data jumlah induk udang galah bertelur

Perlakuan	Jumlah induk betina bertelur (ekor)				Total	Rata-rata	Jumlah betina Female number (ekor) ( <i>prawns</i> )	Prosentase Induk bertelur <i>Gravide percentage</i> (%)
	Minggu							
	2	4	6	8				
A	0	2	0	1	3	0,8	3	25
B	0	0	2	1	3	0,8	6	13
C	3	2	2	4	11	2,8	6	46
D	2	3	4	4	13	3,3	12	27

Pada Tabel 1. terlihat bahwa perlakuan C, melalui pola pemijahan 2 jantan dengan 2 betina diperoleh rata-rata jumlah induk betina bertelur ( *gravid female*) tertinggi, mencapai 46%, disusul perlakuan D, A, dan B, dengan prosentase betina terbuahi berturut-turut 27%, 25% dan 13%. Tingkat pemijahan atau pembuahan yang cukup tinggi pada perlakuan C diprediksi karena udang galah jantan dan betina dapat memilih pasangannya yang sesuai, demikian pula seharusnya pada pola pemijahan D. Pada pengamatan pertama (minggu ke-2) sudah teramati 3 ekor betina bertelur, atau 50% induk betina, 2 ekor induk (25%) pada perlakuan D. Sementara itu, pada pola pemijahan 1J : 1 B dan 1 jantan 2 betina belum ditemukan udang bertelur. Pada perlakuan A dan B ada kemungkinan bahwa antara udang galah jantan dan betina belum saling cocok sehingga salah satu betina tidak menemukan pasangan yang tepat.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan pola pemijahan memberikan pengaruh nyata ( $P < 0.05$ ) terhadap jumlah induk bertelur. Perlakuan C berbeda nyata baik terhadap perlakuan A, B, maupun D. Sementara itu, jumlah induk bertelur antara perlakuan A dan D secara statistik tidak berbeda nyata. Tingkat pemijahan pada perlakuan C, 2 jantan : 2 betina, relatif tinggi dibandingkan hasil yang dicapai pada pemijahan dengan pola 1 jantan : 2 betina dengan sistem ganti air, tanpa penempatan eceng gondok sebagai shelter. Menurut Khasani *et al.*, (2004) dan Khasani *et al.*, (2009) pada serangkaian kegiatan pemijahan udang galah menggunakan sistem half-sib yang dilakukan secara terkontrol di bak masih dihadapkan pada kendala kematian induk jantan dalam jumlah besar dan prosentase betina yang terbuahi secara bersamaan rendah, sekitar 5-10%. Namun demikian, hasil yang diperoleh masih lebih rendah dibandingkan pada sistem produksi massal benih dengan menggunakan sistem pemijahan komunal di kolam. Pada sistem tersebut, tingkat kematian induk relatif rendah dengan jumlah induk bertelur ( *gravid female*) cukup tinggi dengan kisaran normal 25-60% populasi betina yang dipijahkan (Mohanta, 2000; Ali, 2006). Kontradiksi fenomena tersebut



dapat disebabkan karena ketidak sesuaian pasangan, jantan-betina, udang yang dipijahkan pada sistem pemijahan full-sib dan half-sib, lingkungan pemijahan yang kurang mendukung, dan ketercukupan sumber nutrisi induk yang kurang memadai. Pada pemijahan komunal di kolam, populasi pakan alami seperti cacing dan siput cukup tinggi sehingga kebutuhan nutrisi berimbang untuk mendukung proses pematangan gonad relatif terpenuhi.

Pada pemijahan normal, bukan dalam konteks program pemuliaan, pemijahan udang galah sebaiknya dilakukan secara komunal di kolam dengan mencampurkan beberapa induk jantan dengan betina, dengan proporai 2-3 jantan untuk 10 ekor betina. Hal tersebut sebagaimana dijelaskan oleh D'Abramo, *et al.*, (1995) bahwa penempatan Induk udang galah dalam bak pemijahan dilakukan dengan rasio 10 betina untuk 2-3 jantan, dan untuk setiap jantan capit biru (*Blue Claw, BC*) harus ditempatkan 3-4 jantan capit oranye (*Orange Claw, OC*). Dijelaskan pula bahwa dari struktur populasi udang jantan, jantan tipe BC dan OC ukuran kecil diketahui lebih berperan aktif dalam reproduksi dan memiliki tingkat keberhasilan lebih tinggi ketika membuahi. Fenomena lain yang perlu diketahui adalah bahwa pada umur tertentu kapasitas reproduksi jantan BC sangat berkurang, dan baru akan aktif kembali setelah mengalami ganti kulit. Dimungkinkan kondisi tersebut yang merupakan salah satu faktor penghambat keberhasilan program perbaikan pemuliaan udang galah, baik melalui mekanisme seleksi maupun kawin silang (*cross breeding* dan hibridisasi).

**Mortalitas induk**

Kematian induk masih terjadi pada beberapa perlakuan yang diterapkan. Data kematian induk jantan dan induk betina pada setiap 2 minggu pengamatan, serta prosentase induk yang mati berdasarkan jumlah induk yang dipijahkan ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data kematian induk udang galah**

Perlakuan		Jumlah induk mati (ekor)						Jumlah Induk (ekor)	Prosentase mati (%)
		minggu				Total	Rata-rata		
		2	4	6	8				
A	Jantan	0	0	0	0	0	0,0	3	0
	Betina	0	0	0	0	0	0,0	3	0
B	Jantan	0	0	0	0	0	0,0	3	0
	Betina	0	0	0	1	1	0,25	6	17
C	Jantan	0	1	0	2	3	0,75	6	
	Betina	0	0	0	0	0	0,0	6	0
D	Jantan	1	0	1	1	3	0,75	6	50
	Betina	0	1	0	2	3	0,75	12	25

Kematian merupakan salah satu fenomena yang sering terjadi pada induk udang galah yang dipijahkan, baik disebabkan karena adanya proses ganti kulit sehingga udang rentan terhadap perubahan parameter kualitas air, maupun karena adanya sifat kanibalisme pada udang galah. Menurut Ling (1969) dalam Cavallo *et al.* (2001) Udang galah betina akan mengalami ganti kulit menjelang pemijahan (*pre-matting moult*). Pada pengamatan pertama (minggu ke-2), kematian induk belum terjadi pada perlakuan A, B, dan C, dan hanya 1 ekor induk jantan pada perlakuan D. Hal tersebut menunjukkan bahwa bahwa sistem pemijahan dan pola pengelolaan lingkungan pemijahan yang diberikan sangat mendukung kehidupan induk udang galah.

Tingkat kematian ternyata berbanding lurus dengan jumlah induk yang dipijahkan. Pada bak pemijahan dengan jumlah pasangan induk lebih banyak, resiko terjadinya kematian akibat kanibalisme lebih tinggi, karena betina yang tidak moulting cenderung mengganggu betina lain yang sedang *moulting*, bahkan tidak jarang memakan betina *moulting* tersebut (Satyani, *dkk.*



1990). Pada tabel 2. di atas, angka kematian tertinggi selama 8 minggu pemijahan terjadi pada bak pemijahan dengan pola (D) 2 jantan 4 betina, yaitu 50% jantan, 25% betina atau rata-rata 33,3% jumlah induk; diikuti perlakuan C, yaitu 50% jantan, 0% betina atau 25% populasi induk; perlakuan B, yaitu 0% jantan 17 betina atau 11,1% populasi induk; dan perlakuan A, tanpa kematian. Prosentase kematian induk jantan relatif lebih tinggi dibandingkan induk betina, fenomena tersebut memang sering terjadi pada pemijahan udang galah. Menurut Cavallo *et al.* (2001) pada pemijahan udang dari alam terjadi kematian induk jantan dalam jumlah sangat tinggi, khususnya udang kelompok capit biru besar (*blue claw*). Angka kematian pada perlakuan A, B, tidak berbeda nyata, demikian pula perlakuan C dan D. Sedangkan mortalitas pada perlakuan A dan B berbeda nyata dengan perlakuan C dan D.

Berdasarkan capaian yang diperoleh, ternyata tingkat kematian induk udang pada perlakuan A dan B dapat ditekan melalui penempatan eceng gondok sebagai *bio-shelter* sekaligus tempat penempelan organisme penempel (*perifiton*) yang berpotensi sebagai pakan alami bagi induk udang. Berdasarkan pengamatan harian, terlihat udang galah banyak yang cenderung berada di sela-sela batang eceng gondok dan mengkonsumsi batang eceng gondok. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa eceng gondok mampu memberikan ruang sebagai tempat perlindungan udang dan sebagai sumber nutrisi sehingga tingkat kanibalisme dapat ditekan, serta jumlah induk yang terbuahi cukup tinggi. Penggunaan sistem resirkulasi juga disinyalir memberikan dukungan terhadap ketersediaan lingkungan yang kondusif bagi kehidupan udang, sehingga kegagalan udang untuk pulih saat moulting (*recovery*) dapat ditekan.

### Kualitas air

Kehidupan organisme akuatik, termasuk udang galah, sangat ditentukan oleh daya dukung lingkungan, yang salah satunya adalah parameter kualitas air pemeliharaan. Udang galah betina menjelang memijah akan melakukan ganti kulit (*prematting moult*), sehingga memerlukan ketersediaan kualitas air yang bagus agar proses pemulihan (*recovery*) berjalan cepat serta mortalitas dapat ditekan. Secara ringkas parameter kualitas air selama penelitian ditampilkan dalam Tabel 3.

**Tabel 3. Parameter-parameter kualitas air selama kegiatan pemijahan udang galah**

Perlakuan	Parameter ( <i>parameters</i> )					
	DO (mg/L)	Suhu (°C)	pH	Alkalinitas Alkalinity (mg/L)	NH <sub>3</sub> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)
1 J : 1 B	5,5 – 6,8	27,5 - 31	7,9 – 8,5	130 - 170	0	0 – 0,1
1 J : 2 B	5,5 – 6,8	27,5 - 31	7,9 – 8,5	130 - 170	0	0 – 0,1
2 J : 2 B	5,5 – 6,8	27,5 - 31	7,9 – 8,5	130 - 170	0	0 – 0,1
2 J : 4 B	5,5 – 6,8	27,5 - 31	7,9 – 8,5	130 - 170	0	0 – 0,1

Keterangan: J (jantan), B (betina)

Secara umum, parameter kualitas air selama kegiatan penelitian masih dapat dikendalikan sesuai kebutuhan bagi udang galah dewasa, yaitu suhu air antara 26–32 °C, oksigen terlarut 3 – 7 mg/l; kesadahan 30 – 150 mg/l; pH 7,0 – 8,5, kecerahan 25-40 cm, alkalinitas (CaCO<sub>3</sub>) 20-60 mg/L, amonia (NH<sub>3</sub>) 0,1-0,3 mg/L (New, 1995; D’Abramo *et al.*, 1995; Boyd and Zimmerman 2000; Wynne, 2000; Mallasen & Valenti, 2006).

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pola pemijahan berpengaruh nyata terhadap jumlah induk bertelur dan kematian induk. Jumlah induk betina bertelur tertinggi diperoleh pada pola pemijahan 2 jantan : 4 betina, dengan prosentase induk bertelur



mencapai 46%. Tingkat kematian terendah didapatkan pada perlakuan 1 jantan : 1 betina, yaitu 0%. Pemijahan dalam bak sistem resirkulasi dan penempatan eceng gondok sebagai *bio-shelter* merupakan sistem yang efektif dalam sistem pemijahan udang galah.

Berdasarkan capaian tersebut maka disarankan agar pada kegiatan pemuliaan udang galah jumlah pasangan induk yang dipijahkan diperbanyak hingga 4 kali jumlah famili yang akan dibentuk.

## PUSTAKA

- Ali, F. 2006. Tingkat Produktivitas Induk Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) Pada Budidaya Dengan Sistem Resirkulasi. *Limnotek* 13(1): 56-63
- Boyd, C and S. Zimmermann. 2000. Grow-out systems-water quality and soil management dalam New, M.B. & W.C. Valenti. 2000. *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science, Oxford: xix + 435 hlm.
- Budiman A.A., 2004. Perkembangan udang GIMacro di Indonesia. *Prosiding Temu Nasional Udang Galah GIMacro*, Yogyakarta, 22–23 Juni 2004: 11 hal.
- Cavalli, R.O., P. Lavens and P. Sorgeloos. 2001. Reproductive Performance of *Macrobrachium rosenbergii* females in captivity. *Journal of The World Aquaculture Society* 32(1): 61-67.
- D’Abramo, L.R., W.H. Daniels, M.W. Fondren and M.W. Brunson. 1995. Management Practices for culture of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in temperate climates. *MAFES bulletin* 1030: 12 p.
- Hardjosubroto, W. 1994. Aplikasi pemuliaan ternak di lapangan. Grasindo, Jakarta: 283 hal.
- Khasani, I., R.R.S.S. Dewi, dan W.P. Sungkawati. 2004. Pembentukan populasi dasar dalam rangka merakit udang galah GIMacro II. Laporan Teknis Kegiatan Riset 2004. Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar, 12 hal.
- Khasani, I., Imron, R. Suprpto dan Y. Himawan. 2009. Evaluasi keragaman udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) dari beberapa sumber populasi dan persilangannya. Laporan Teknis Kegiatan Riset 2009. Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar, 18 hal.
- Mallasen M., & W.C. Valenti. 2006. Effect of nitrite on larval development of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* 261: 1292 –1298.
- Mohanta, K.N. 2000. Development of Giant Freshwater Prawn broodstock. *Naga*, 23(3): 8 – 20.
- New, M.B. & W.C. Valenti. 2000. *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science, Oxford: xix + 435 hlm.
- Satyani, S. Sensusy dan S. Wirjoatmodjo. 1990. Pengaruh rasio seks terhadap fekunditas dan perilaku perkawinan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Bull. Penel. Perik. Darat* 9(1): 56-62.
- Wynne F., 2000. Grow-out culture of freshwater prawn in Kentucky. Kentucky State University Cooperative Extension Program, Graves Country Cooperative Extension Service. 9 p.



## PERANAN TEKNOLOGI IPAT-BO DALAM KONSERVASI AIR IRIGASI DAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS LAHAN SAWAH

Tien Turmuktini<sup>1</sup> dan Tualar Simarmata<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Program Studi Agrotek, Universitas Winaya Mukti, <sup>2</sup>Fakultas Pertanian, Program Studi Agrotek, Universitas Padjadjaran  
Email: tien\_tur@yahoo.com

Teknik budidaya tanaman padi di lahan sawah melalui sistem Intensifikasi Padi *Aerob* Terkendali-Berbasis Organik (IPAT-BO) telah diujicoba dan diadopsi diberbagai tempat di Indonesia untuk mendapatkan pertumbuhan dan produktivitas padi secara optimal. Teknologi ini selain hemat air, juga hemat bibit dan pupuk anorganik. Teknologi IPAT-BO bertumpu pada pengelolaan kekuatan biologis tanah (*soil biological power*), tanaman dan pengelolaan air irigasi secara terencana (*by design*). Prinsip dasar manajemen irigasi adalah mempertahankan tanah dalam kondisi aerob. Secara garis besar adalah sebagai berikut: (a) sejak awal tanam hingga masa pertumbuhan tanaman, tanah dipertahankan aerob (tidak tergenang tetapi lembab/ *becek*) (macak-macak); (b) penggenangan hingga kedalaman 1- 2 cm dilakukan 1- 2 hari sebelum penyiangan gulma (c) selanjutnya lahan dipertahankan dalam kondisi macak-macak sampai fase pemasakan, menjelang panen sistem pemberian air diberhentikan dan dibiarkan mengering secara alami. Teknologi ini selain mampu meningkatkan hasil tanaman padi juga meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi dengan signifikan (kebutuhan air irigasi hanya sekitar 30 – 40 % dibanding sawah tergenang (*anaerob*) . Hasil penerapan teknologi IPAT-BO pada beberapa wilayah di Indonesia dengan tingkat kesuburan lahan dan varietas padi yang berbeda, diperoleh hasil padi 8 – 12 ton gabah /ha atau meningkatkan produktivitas 50-100% dibandingkan produktivitas padi secara nasional, yakni 6 – 8 ton/ha. Kenaikkan hasil tersebut berkaitan erat dengan meningkatnya volume akar, jumlah anakan produktif, jumlah bulir per malai dan bobot gabah per hektar serta kelimpahan organisme tanah (*biodiversitas*) yang berperan sebagai pabrik pupuk alami.

*Key words* : IPAT-BO, konservasi air irigasi, padi sawah

### PENDAHULUAN

Keberlanjutan ketahanan pangan sangat bergantung pada peningkatan produktivitas dan kualitas sumber daya lahan (kualitas dan kesehatan tanah), karena lahan pertanian yang semakin terbatas dan jumlah penduduk yang terus meningkat. Pengelolaan sumber daya air, terutama irigasi merupakan salah satu faktor penting dalam produksi bahan pangan. Kontribusi sarana dan prasarana irigasi terhadap ketahanan pangan selama ini cukup besar, yaitu 84% produksi beras nasional bersumber dari daerah irigasi (Hasan, 2005), namun persoalan utama yang terjadi adalah semakin langkanya ketersediaan air (*water scarcity*) pada waktu-waktu tertentu karena: 1. kompetisi pemanfaatan air antar sektor (pertanian, industri dan domestik), 2. terjadi penurunan daya dukung daerah tangkapan air serta penurunan daya dukung irigasi. 3. kompleksitasnya pengelolaan sumberdaya air, oleh karenanya perlu mewujudkan pengelolaan sumberdaya air terpadu dengan 3 kriteria, yaitu : efisiensi ekonomi, keadilan air dan keberlanjutan lingkungan dan ekologi. ( Helmi, 2003).

Teknik IPAT-BO telah dikembangkan oleh peneliti dari Fakultas Pertanian Unpad (Prof. Dr. Tualar Simarmata), sejak tahun 2006. Teknik budidaya padi sawah yang menggunakan sistem pakar (*expert system*) di lahan petani.

Tujuan tinjauan penelitian ini ialah (1) untuk menunjukkan peranan teknik budidaya IPAT-BO dalam konservasi sumberdaya air irigasi di lahan sawah dan (2) untuk menyampaikan data, bahwa dengan menggunakan teknik budidaya IPAT-BO dapat meningkatkan hasil secara signifikan.



## BAHAN DAN METODE

Penelitian teknik budidaya IPAT-BO, dilakukan sejak 2007 sampai dengan 2009, pada beberapa provinsi di Indonesia, metode demonstrasi plot, dengan teknik pemberian air yakni: (1) sistem budidaya IPAT-BO kondisi lahan aerob/*macak-macak* dan (2) sistem konvensional, tergenang (kondisi *anaerob*). Menggunakan varietas padi dan luasan lahan yang berbeda. Data dianalisis dengan analisis deskriptif terhadap produksi padi gabah kering panen (GKP).

Tahapan teknik budidaya IPAT-BO adalah :

- (a) Seleksi benih , dalam larutan garam.
- (b) Persemaian benih umur 7 – 14 HSS,
- (c) Pemupukan: (1) pupuk organik : sebelum persemaian diberi 500 g kompos + 50 g pupuk bio per m<sup>3</sup>, sebelum tanam diberi kompos jerami/pupuk kandang, 300- 500 kg/ha dan pupuk biostimulan : untuk daun pada umur 15,25,35 HST dan untuk bunga pada umur 45,55,dan 65 HST dengan dosis sesuai anjuran.  
(2). Pupuk anorganik : N,P,K diberikan 1-2 hari sebelum tanam, Pupuk susulan diberikan setelah melihat bagan warna daun saat umur 21 – 28 HST, 35-42 HST, 48 -50 HST dengan dosis sesuai anjuran.
- (d) Pengaturan jarak tanam, pola bujur sangkar (30x30, 35x35, 40x40, 50x50 cm) 1 benih per lubang tanam, sistem tanam bibit kembar (IPAT- *TS/Twin Seedling*) (Gambar 1) dan Legowo (IPAT-LG)
- (e) Teknik pemberian air adalah: (1) sejak tanam hingga masa pertumbuhan tanaman, lahan *macak-macak* (2) Saat pengendalian gulma, dilakukan penggenangan hingga ketinggian air 1- 2 cm, dilakukan 1- 2 hari sebelum penyiangan gulma (3) Selanjutnya lahan dalam kondisi *macak-macak*, hingga fase pemasakan (4) 15 hari menjelang panen pemberian air dihentikan dan dibiarkan mengering secara alami/Gambar 2. (Simarmata dan Yuwariah. 2008

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Hasil kegiatan teknik budidaya sistem*

#### *IPAT-BO*

Pada prinsipnya, teknik budidaya IPAT-BO bertumpu pada 4 pilar yaitu : (1) Perubahan ekosistem lahan sawah dari tergenang (*anaerob*) menjadi tidak tergenang (*aerob*) sehingga merangsang pertumbuhan akar dan berfungsinya proses biologis tanah; (2) Pemanfaatan jerami/ kompos jerami sebagai sumber pupuk organik utama untuk meningkatkan kesehatan tanah (*soil health*) dan unsur hara; (3) Pemanfaatan kekuatan biologis tanah (*soil biological power*) dan pabrik pupuk alami untuk mengoptimalkan pertumbuhan maupun perkembangan perakaran tanaman, kelimpahan organisme tanah (*soil biodiversity*) yang berperan dalam meningkatkan kesehatan tanah dan ketersediaan hara; (4) Rancang bangun manajemen penyiapan tanaman, pengolahan lahan, pemupukan, pengairan dan manajemen pemeliharaan tanaman didasarkan atas target produksi, pada Gambar 3 (Simarmata, 2008).

Dari Tabel 1 dan 2, tampak bahwa hasil padi, teknik IPAT –BO ternyata diperoleh hasil yang beragam, sekitar 8 – 12 ton/ha (GKP), terjadi peningkatan hasil 50 – 150% dibanding secara konvensional. Pada daerah yang relatif subur, produksi padi sekitar 6-8 ton/ha, meningkat sebesar 50 – 100 %, pada daerah yang kurang subur, diperoleh hasil 3 – 5 ton/ha, naik sebesar 50 – 200 %. Kenaikkan hasil ini berkaitan dengan bertambahnya volume akar lebih dari 4 kali lipat , jumlah anakan produksif lebih dari 60 buah per rumpun, panjang malai lebih dari 25 cm dan jumlah bulir lebih dari 150 butir per malai. (Simarmata, 2008 dan 2009).

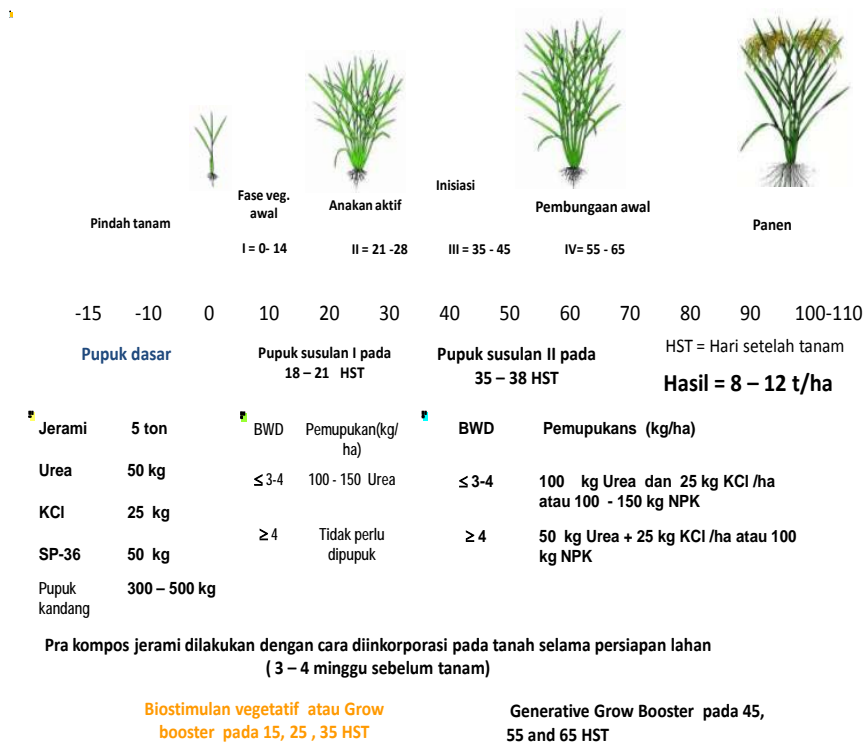


**Gambar 1. Sistem Tanam IPAT-TS (Twin Seedling)**



**Gambar 2. Kondisi lahan macak-macak (fase generatif)**

Foto dokumentasi T. Turmuktini (2009)



**Gambar 3. Rancang bangun manajemen pemupukan terpadu berorientasi hasil untuk mencapai target hasil 8 – 12 t/ha gabah pada sawah dengan teknologi IPAT-BO (Simarmata, 2009)**

Hal ini di dukung oleh Sumardi , dkk. 2007, bahwa budidaya padi aerob berbeda nyata dengan anaerob. Pada sawah yang aerob dapat meningkatkan persentase anakan produktif (6,65%), menambah jumlah anakan produktif, tinggi tanaman, berat kering akar dan berat jerami per rumpun dibanding dengan anaerob.





**Tabel 1. Hasil padi Metode IPAT- BO dan Konvensional di Beberapa Provinsi di Indonesia, tahun 2007 - 2009**

Lokasi Luas Demplot	Waktu	Konvensional	IPAT - BO
		Hasil GKP (t/ha)	Hasil GKP (t/ha)
Jawa Barat dan Banten (300-500Ha) Bandung, Garut, Bogor, Subang dan Sumedang. Bogor. Sukamandi.	2006	4 – 7	6 – 12
	2007	4 - 7	7 – 10,75
	2008	4 – 7	8 – 10
Banten Serang	2007	4 - 6	6 - 10
Jawa Timur (300-500Ha) Mojokerto, Tulung Agung, Blitar, Jombang, Madiun	2007	4 – 6	6 – 10
Jawa Tengah(300 – 500 Ha) Sragen, Sukoharjo, Wonogiri, Karang Anyar, Purworejo, Magelang Semarang	2007	4 – 6	6 – 10
	2008	4 – 6	6 – 10
	2009	4 - 6	8 – 9,5
Sumatra Utara: (2 Ha) Sergei, Tebing Tinggi, Tapanuli	2007 2008	3 – 7	5 - 10
Sulawesi Selatan:(336 Ha) Gowa, Luwu, Rawang Loe, Bili-bili	2008	3 - 6	6 – 10
	2009	3 - 6	9,3 – 10,2
Sulawesi Utara : (2,4 Ha) Minahasa Selatan dan Utara	2007	3 - 6	6 - 10
	2008		
NTT Kupang, Ende, Bajawa, Nagiku, Rote, Ende	2007	2 - 6	6 - 10
	2008	2 - 6	7 - 10
	2009		

Simarmata ( 2008, 2009)

**Tabel 2. Hasil padi metode IPAT-BO di Kabupaten Gowa-Prov. Sulawesi Selatan pada musim tanam 2008 - 2009**

No	Kecamatan	Luas (Ha)	HASIL PANEN Ton/Ha		
			rendah	tinggi	Rerata
1	Sombaopu	22	7,12	10	8,27
2	Parangloe	12	6,7	8,5	7,7
3	Manuju	12	4,5	6,2	5,25
4	Bungaya	12	6,2	8	6,9
5	Botolempangan	16	4,9	7,09	5,99
6	Bontomaranu	22	8,4	18,96	15,03
7	Pattalassang	4,5	7,36	8,8	8
8	Tinggi Moncong	10	6,4	11,2	7,54
9	Tombolo Pao	10,5	8	11,84	9,55
10	Parigi	7,5	7,02	9	7,81
11	Pallanga	24	5,92	8,8	7,51
12	Barombong	18	7,48	9,58	8,31
13	Bajeng	28	6,08	12	8,91
14	Bajeng Barat	20	6,9	10,8	8,6
15	Tompobulu	16	5,21	11,36	7,8
16	Biring Bulu	22	7,36	8,16	7,77
17	Bontonompo	36	6,72	10,72	8,2
18	Bontonompo Selatan	13,5	5,98	9,76	8,19

Sumber : Dinas Pertanian Kab. Gowa dan Simarmata (2009)



Dilaporkan oleh Mao Zhi, 2002, bahwa di China model WEI (*Water Efficiency Irrigation*) Ternyata dapat meningkatkan hasil padi, jumlah akar, akar berwarna putih dan rata-rata diameter akar, namun akar yang berwarna kuning dan hitam jumlahnya menurun. Dibandingkan model TRI (*Traditional Rice Irrigation = continuous submergence*), nampak bahwa dengan lahan tergenang, maka produktivitas akar menurun.

Menurut Setiobudi, D (1987) dalam Juliardi dan A. Ruskandar (2010), menyatakan bahwa teknik pemberian air macak-macam tidak menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan dengan tipe digenang terus menerus dan tipe bergilir antara di genang dan macak-macam, namun jika dilihat dari segi efisiensi air irigasi memperlihatkan efisiensi air irigasi yang cukup berarti.

### ***Efisiensi pemanfaatan air irigasi pada***

#### ***Sistem IPAT-BO***

Efisiensi penggunaan air adalah semua tindakan yang bertujuan untuk mengurangi jumlah air yang digunakan per unit kegiatan budidaya pertanian baik dipandang dari segi teknis, sosial dan ekonomi masyarakat untuk pembangunan berkelanjutan sesuai dengan kebutuhan air tanaman (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

Carruthers, *dkk* (1997) dalam Koehuan (2003), menggolongkan penggunaan air dalam tiga sektor utama yaitu untuk pertanian, industri dan domestik. Penggunaan air untuk pertanian di dunia rata-rata 70% dan pada negara-negara berkembang sekitar 80 - 90 %

Menurut Palacois dalam Polioptro (1991), mengatakan bahwa kehilangan air irigasi terbagi 3, yaitu (1) saat di tempat penyimpanan (waduk), (2) saat di saluran angkut (3) saat pengguna / petani. Kehilangan air terbesar adalah saat di tingkat pengguna (60%), yaitu air hilang saat berada di petakan, sedangkan 40% hilang disebabkan karena (a) penguapan disaluran irigasi dan sungai (5%), (b) karena rembesan disaluran angkut (30%) (c) Kobocoran dan struktur dalam kondisi buruk (30%) dan terbuang karena limbas atau kesalahan operasi (35%). Kehilangan air irigasi saat dipengguna (petani) sebesar 60% antara lain disebabkan oleh evapotranspirasi, perkolasi, perembesan dan kebocoran atau in-efisiensi pemakainnya.

Tanaman padi merupakan tanaman yang membutuhkan kelembaban tanah yang cukup. Tahap awal vegetatif tanaman memerlukan air yang sedikit, untuk perkembangan akar-akar baru padi. Tahap kedua membantu pertumbuhan anakan dan perkembangan akar untuk penetrasi ke lapisan tanah bagian bawah. Kekurangan air sampai periode pematangan bulir padi tidak mempengaruhi hasil secara nyata asalkan tanaman sudah pulih dan sistem perakarannya sudah mapan. (Dastane, 1974).

Kebutuhan air selama masa pertumbuhan padi adalah 0,74 –1,2 l/det/ha, atau 6,39 – 10,37 mm/hari/ha. Terbanyak sekitar 20% pada saat pengolahan lahan sampai tanam, selama 30 hari dan 35% memasuki fase bunting sampai pengisian bulir padi, selama 15 hari. Berdasar data tersebut ternyata sejak tanam sampai memasuki fase bunting tidak membutuhkan air banyak, demikian pula setelah pengisian bulir. Lima belas hari sebelum panen, pemberian air memang tidak perlu lagi. (Juliardi dan A. Ruskandar 2010)

Dengan teknik IPAT-BO air irigasi dapat di hemat 30 – 40% dibanding teknik konvensional (Simarmata, 2009). Hal ini didukung Setiobudi,D.(1987) dalam Juliardi dan A. Ruskandar (2010) konsumsi air macak-macam pada musim hujan 2457 mm/m<sup>3</sup> dan musim kemarau 4355, mm/m<sup>3</sup> lebih sedikit dibanding yang tergenang, masing-masing 6758 mm/m<sup>3</sup> dan 7358 mm/m<sup>3</sup>. Konsumsi air tanaman mengalami efisiensi 20 -30%.



Menurut Mao Zhi, 2002, bahwa Konsumsi air tanaman yang dihitung berdasarkan ET + F (evapotranspirasi + perkolasi) Konsumsi air pemberian air model WEI (*Water Efficiency Irrigation*) lebih efisien sekitar 15 – 35% dibanding model TRI, *Traditional Rice Irrigation = continuous submergence/tergenang*), sehingga tampak bahwa lahan anaerob/digenang lebih boros air irigasi.

Persentase efisiensi penggunaan air (EPA), total air per plot dan produktivitas air pada sawah yang aerob (masing-masing 19,58%, 72,38L dan 589,11  $\lambda$ /kg gabah ), berbeda nyata dan lebih efisien dibanding sawah yang anaerob (masing-masing 10,91%, 80.11 L dan 825,38  $\lambda$ /kg gabah (Sumardi, dkk, 2007).

Tanaman padi yang mengalami genangan, maka akar dan bagian atas tanaman akan merespon secara berbeda, seperti pada akar terbentuk *aerenchym* . Penurunan tingkat respirasi akar bergantung pada toleran dan tidak tolerannya species tanaman. Penyediaan mineral yang sedikit berpengaruh terhadap *shoot* sistem. Penutupan stomata dan perubahan metabolik non-stomata bertanggung jawab atas pengurangan CO<sub>2</sub> di daun. Banyak hormon tanaman yang terlibat dalam regulasi adaptasi fisiologis (Liao and Lin . 2001)

Sistem perakaran yang tergenang akan kekurangan oksigen dan mencapai nol dalam waktu kurang dari 24 jam (Sanches, 1993), sehingga akan memiliki akar yang lebih pendek, karena oksigen esensial dalam pembelahan dan pembesaran sel pada ujung akar tanaman padi (Yoshida, 1981).

Dampak positif dari lahan *aerob* adalah berfungsinya kekuatan biologis tanah (*soil biological power*), meningkatkan keragaman mikroba tanah (*soil biodiversity*), seperti makro, mikro fauna dan flora, mikroba aerob dan fakultatif anaerob, meningkatnya proses biologis, reaksi biokimia dan aliran energi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan serta akumulasi fotosintat tanaman menjadi bertambah (Harjowigendo, 2001)

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pada berbagai wilayah Provinsi di Indonesia, teknik IPAT-BO (Intensifikasi Padi Aerob Terkendali Berbasis Organik) terbukti selain mampu meningkatkan hasil padi sebesar 50 – 100% juga dapat menghemat penggunaan air irigasi total sebesar 30% - 40 %, dan meningkatkan produktivitas tanah dibanding teknik budidaya secara konvensional. Untuk aplikasi lebih luas, teknik budidaya ini masih diperlukan penelitian lebih lanjut berkaitan dengan volume air irigasi sesuai variabilitas sumberdaya alam di Indonesia, seperti: biodiversitas padi, mikroba tanah, karakteristik agro-klimat (terutama curah hujan), serta sosial budaya masyarakat petani sebagai pengguna teknologi.

## PUSTAKA

- Dastane, N.G. 1974. Effective rainfall in irrigated agriculture. Roma: FAO, Irrigation and Drainage Paper No 25.
- Direktorat Jenderal Pengairan. 1986. Standar Perencanaan Irigasi (KP. 01-05). Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, CV. Galang Persada.
- Harjowigendo, S. 2001. Tanah Sawah. Institut Pertanian Bogor.
- Hasan, M. 2005. Bangun irigasi dukung ketahanan pangan. Jakarta: Majalah Air, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum.
- Helmi, 2003. Aspek pengelolaan terpadu sumberdaya air (Intergrated Water Resources Manageman - IWRM) dalam pembaharuan kebijakan menuju pengelolaan sumberdaya air yang berkelanjutan di Indonesia. Makalah Seminar Nasional tentang " Menuju Pengelolaan Sumberdaya Air Berkelanjutan". PSI-SDALP. Univ. Andalas, BAPPENAS, FAO. Padang 23 Mei 2003



- Juliardi, I dan A. Ruskandar , 2009. Teknik Mengairi Padi Kalau macak-macak cukup, mengapa harus digenang? BB Penelitian. Penelitian dan Pengembangan. Departemen Pertanian. (<http://www.litbang.deptan.go.id/artikel/one/133/pdf/Teknik%20> . Diakses 1 juni 2010
- Koehuan, J.E. 2003. Analisis pemanfaatan dan pengelolaan air di sistem irigasi Kalibawang Kabupaten Kulon Progo. Padang: Jurnal Ilmiah VISI, PSI- SDALP Universitas Andalas.
- Liao CT , CH Lin . 2001 Physiological adaptation of crop plants to flooding stress (Invited Review Paper). Taichung District Agricultural Improvement Station Changhua, Taiwan, R.O.C. and Department of Botany National Chung-Hsing University Taichung, Taiwan, R.O.C. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(B)Vol. 25, No. 3, 2001. pp. 148-157 <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache%3A4RhUh3EbcyIJ%3A>. diakses 7 juni 2010.
- Mao zhi, 2002. Water efficiency irrigation and environmentally sustainable irrigated rice production in China. Department of Irrigation and Drainage. Wuhan University Wuhan.China p : 1 -15 [http://docs.google.com/gview?url=http://www.icid.org/wat\\_mao.pdf](http://docs.google.com/gview?url=http://www.icid.org/wat_mao.pdf) Diakses 1 juni 2010
- Poliopro Martínez (1991), Efficient use of irrigation water. International Seminar on Efficient Water Use, which took place in Mexico D.F., in October 21-25, 1991. Part one Chapter 4 [http://www.unesco.org/uy/phi/libros/Efficient water/wcap4.html](http://www.unesco.org/uy/phi/libros/Efficient%20water/wcap4.html). Diakses 1 juni 2010
- Sanches, 1993. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. Institut Teknologi Bandung.
- Simarmata.T .2008. Teknnologi Intensifikasi Padi Aerob Terkendali Berbasis Organik (IPAT-BO) untuk melipat gandakan produksi padi dan mempercepat pencapaian kedaulatan pangan di Indonesia. Paper Pengukuran Jabatan Gurubesar Ilmu Tanah pada Fakultas Pertanian Universitas Padjadaran. Tanggal 2 Mei 2008
- Simarmata.T dan Y. Yuwariah 2008/ Terobosan teknologi untuk meningkatkan produksi padi dengan system intensifikasi padi aerob terkendali berbasis organik (IPAT-BO). Paper pelatihan IPAT-BO Dinas Pertanian dan Kehutanan Kabupaten Bogor, 27 – 28 Maret 2008.
- Simarmata. T. 2009 Water saving and reducing inorganic fertilizers technology for increasing the soil biological activity and rice productivity in SYSTEM OF ORGANIC BASED AEROBIC RICE INTENSIFICATION (SOBARI).Paper. Internatinal Conference on The Agriculture at The Crossroad. Unpad. Bandung.Indonesia. Nov 25 – 26, 2009. P 1-27.
- Sumardi, Kasli, M. Kasim, A. Syarif dan Nasrez Akhir. 2007. Response of rice filed paddy to aerobic cultivation and organic manure application. Jurnal Akta Vol. 10 No 1 hlm 65 – 71.
- Yoshida, S.,1981. Fundamental of Rice Crops Science. The International Rice Reserch Institute.Los Banos, Laguna, Philippines.



## THE CONTAINS ESSENTIAL MINERALS (N, P, K) AND EFFECTIVENESS OF *Sargassum* AS ORGANIC FERTILIZER

Titi Soedjiarti dan Ardi Suryo Anggoro

Department of Biology, Faculty of Mathematic and Natural Sciences University of Indonesia

Email : titi.soedjiarti@ui.ac.id

Seaweed from group Phaeophyta or also known as brown macroalgae contains *phycolloid* in the form of *polysaccharide*, for instance alginat, protein, fat, and essential minerals (K, N, P, S, Fe, Mg, Na). The nutrients and minerals contained have significant potential in industry as raw material for organic fertilizer. However, this potential of native seaweed from Indonesia, *Sargassum*, is still poorly known. Therefore, the objective of this research is to investigate the potential and effectiveness of *Sargassum* as organic fertilizer on growth of bean sprout (*Vigna mungo*). Experimental approaches were used with several treatments of remainder organic fertilizer (*Sargassum*) and control. Each treatment done in 3 replications and ANOVA was employed for data analysis. The results showed that bean sprout did not significantly affect the growth of the plant ( $F = 4,07, P > 0.05$ ) and number of leaves ( $F = 4,07, P > 0.05$ ) on the 4 th week measurement period. Therefore, we conclude that bean sprout did not provide physiological contribution on the growth of bean sprout.

Key words: essential minerals (N, P, K), organic fertilizer, Phaeophyta, *Sargassum*, *Vigna mungo*

### PENDAHULUAN

Rumput laut ("*seaweed*") Phaeophyta atau makroalga coklat diketahui selain mengandung *phycolloid* berupa senyawa polisakarida yaitu alginat, juga mengandung protein, lemak, dan abu yang sebagian besar merupakan senyawa garam natrium dan kalium. Makroalga coklat mengandung berbagai mineral penting seperti K, N, P, S, Fe, Mg, Na yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan makroalga lainnya (Dharmananda 2002). Makroalga pada umumnya dapat ditemukan di perairan pantai yang mempunyai paparan terumbu, tersebar di mintakat litoral sampai sublitoral pada substrat pasir, batu karang, dan kombinasi dari substrat yang ada (Dawes 1981; Levinton 2001). Makroalga coklat, terutama familia Sargassaceae terdapat melimpah di perairan Indonesia, tetapi pengembangan potensinya masih sangat terbatas. Berbagai penelitian yang ada tentang makroalga sebagian besar masih terfokus pada *penelitian ekologi*.

Pertanian di Indonesia sampai saat ini masih sangat tergantung pada penggunaan pupuk buatan. Dilain pihak harga pupuk buatan tergolong mahal dan sering terjadi isue kelangkaan pupuk di tingkat petani. Demikian pula sampai saat ini masyarakat pulau-pulau kecil masih sangat mengandalkan pasokan hasil pertanian dari daratan, dan tidak memanfaatkan makroalga coklat seperti misalnya *Sargassum* untuk bahan kompos.

Makroalga sudah banyak digunakan pada berbagai pertanian sayuran, buah-buahan, dan bunga di beberapa negara seperti RRC, Jepang, Inggris, Perancis, dan Kanada (Suriawiria 2003). Sebagai bahan pupuk (Chaney *dkk.*1992), makroalga merupakan sumber mikronutrien ("*trace elements*") yang baik, serta mengandung sejumlah zat pengatur pertumbuhan seperti *cytokinin*. Selain itu makroalga juga mengandung *mannitol*, senyawa yang berperan dalam absorpsi nutrisi dalam tanah. Karbohidrat yang terkandung dalam makroalga dapat terurai lebih cepat, dan merupakan sumber makanan bagi bakteri yang memfiksasi nitrogen dalam tanah, sehingga membuat nitrogen selalu tersedia untuk akar tanaman. Koloid (gel dan alginat) yang terkandung dalam makroalga dilaporkan dapat meningkatkan pengumpulan tanah sehingga menyebabkan struktur tanah menjadi lebih gembur.

Pemberian pupuk organik ke dalam tanah sangat baik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Pemberian pupuk organik sangat penting untuk menyangga air dan



ketersediaan hara bagi tanaman (Hilman dan Suwandi, 1989 dalam Subhan, dan Sumarja, 2002), meningkatkan kapasitas produksi dan produktivitas tanaman, juga memperbaiki dan meningkatkan kapasitas infiltrasi dan drainase tanah.

Upaya untuk memperlancar perombakan atau penguraian pupuk organik, dapat dilakukan dengan cara, yaitu melalui pemberian *Effective Microorganism-4* (EM4). EM4 merupakan kultur campuran mikroorganisme yang menguntungkan tanah secara alamiah dan meningkatkan keragaman dan populasi organisme dalam tanah (Wididana dan Higa, 1993). Hasil penelitian Hardianto (1999) yang menunjukkan bahwa EM-4 dapat digunakan untuk mempercepat proses pengomposan serta berpengaruh pada kualitas kompos yang dihasilkan. Menurut Ambarwati *dkk.* (2004), penambahan EM-4 menjadikan kompos memiliki kecepatan pencapaian suhu tinggi yang lebih cepat pada bahan kompos yang diberi tambahan

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan unsur mineral N, P, dan K dan pada makroalga cokelat : *Sargassum* dan efektifitasnya sebagai bahan pupuk organik (kompos). Selain itu hasil penelitian ini juga dapat dijadikan dasar untuk penelitian berbagai jenis makroalga cokelat lainnya yang belum diketahui nilai ekonomisnya, dan dalam rangka pengembangan industri rumput laut nasional yang berkelanjutan, hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan produk pertanian organik.

Bagi masyarakat pulau-pulau kecil yang jauh dari kota dimana lingkungan perairannya banyak terdapat makroalga dapat membuat kompos dengan teknologi tepat guna yang mudah dan dapat memanfaatkannya secara langsung untuk kebun keluarga disekitar rumah, selain itu juga mengurangi ketergantungan pasokan hasil pertanian kebutuhan sehari-hari dari daratan terutama pada saat musim paceklik atau cuaca buruk di laut.

## METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel dilakukan di perairan pantai Pameungpeuk, Kabupaten Garut – Jawa Barat dengan metode sampling bebas. Sampel makroalga cokelat *Sargassum* (Gambar 1) yang diperoleh kemudian disortir dan dicuci dengan air tawar, kemudian dikering anginkan. Pembuatan kompos makroalga dilakukan dengan menambahkan agen fermentasi *Effective Microorganism-4* (EM-4).. Proses pengomposan dikatakan selesai apabila ditandai dengan : warna kompos coklat kehitaman, tidak berbau dan bentuk sudah seperti tanah.

Pada penelitian ini, perlakuan dicobakan terhadap biji kacang hijau (*Vigna mungo*) yang sudah dikedambahkan terlebih dahulu. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan sebagai berikut:

Perlakuan kontrol	(Po) : pasir tanpa kompos	( 1 : 0 )
Perlakuan 1	(P1) : pasir + kompos makroalga	( 4 : 1 )
Perlakuan 2	(P2) : pasir + kompos makroalga	( 3 : 2 )
Perlakuan 3	(P3) : pasir + kompos makroalga	( 2 : 3 )

Jumlah takaran media yang digunakan dalam riset ini adalah dalam 1000 gram media tanam (campuran pasir dan kompos makroalga / *polybag* ). Setiap *polybag* ditanam 10 kecambah untuk setiap perlakuan. Parameter yang diamati pada percobaan ini adalah tinggi tanaman , jumlah daun, Pertambahan tinggi tanaman dan jumlah daun diamati 1 minggu sekali selama 4 minggu. Data yang diperoleh dari pertumbuhan tanaman dianalisis dengan Analisis Sidik Ragam. Apabila terdapat perbedaan pengaruh yang nyata antar perlakuan maka akan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda (LSD). Analisis unsur N, P, K dari kompos makroalga dianalisis dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), dan *Kjeldahl* (Clark, & Switzer. 1977).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Analisis Kompos*

Berdasarkan data hasil pengamatan, pembuatan pupuk kompos dengan bahan dasar makroalga cokelat *Sargassum* dengan tambahan EM-4 membutuhkan waktu 12 hari. selama proses pengomposan terjadi peningkatan suhu dari hari kehari hingga mencapai suhu 50 °C (Tabel 1). Kondisi tersebut masih dalam kisaran suhu yang ideal dalam pembuatan kompos. Suhu ideal dalam pembuatan kompos adalah 45-50°C (Murbandono 2000), namun setelah proses fermentasi selesai suhu menurun hingga mencapai suhu ruang 37 °C, hal tersebut berarti kompos sudah jadi dan siap pakai. kelembapan pada pengomposan makroalga relatif stabil, kemungkinan hal tersebut disebabkan kompos disimpan dalam wadah tertutup sehingga tidak secara langsung terpapar matahari dan hujan. Menurut Hardianto (1999) penambahan EM-4 dapat mempercepat proses pengomposan serta berpengaruh pada kualitas kompos yang dihasilkan. Demikian pula menurut Ambarwati *dkk.* (2004), penambahan EM-4 menjadikan kompos memiliki kecepatan pencapaian suhu tinggi yang lebih cepat.

Berdasarkan hasil analisis Laboratorium Balai Besar Pascapanen Pertanian menunjukkan bahwa kompos dari makroalga cokelat *Sargassum* mengandung unsur hara sebesar N (0,53 %), P (0,95-0,96 %), K (1,47-1,49%). Dari hasil pengujian tersebut dapat diasumsikan bahwa kompos dari makroalga cokelat *Sargassum* dapat digunakan sebagai bahan pupuk organik. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Chaney *dkk.* (1992), bahwa makroalga mengandung mikronutrien yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pupuk organik.

**Tabel 1. Parameter lingkungan selama proses pengomposan**

Parameter	Nilai terukur
Suhu	30 - 50 °C
Kelembapan	31,5 - 43 %

### *Pengamatan Pertumbuhan Tanaman*

Dari hasil pengamatan secara **visual** terlihat bahwa tanaman kacang hijau yang tumbuh paling baik sampai kurang baik berturut-turut adalah tanaman P2 (pasir : kompos makroalga = 3 : 2 ), P1 (pasir : kompos makroalga = 4 : 1), P3 (pasir : kompos makroalga = 2 : 3), dan Po kontrol (tanpa campuran kompos makroalga 1 : 0 ).

Data Tabel.2 sampai **minggu ke 4** memperlihatkan bahwa tanaman dengan perlakuan P2 pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan dengan tanaman Po, P1, dan P3 . Hal tersebut dapat diasumsikan bahwa tanaman dengan perlakuan P2 merupakan perlakuan yang optimum. Sedangkan tanaman P1 kemungkinan adalah campuran kompos yang diberikan terlalu sedikit sehingga belum memperlihatkan pertumbuhan yang optimal, dan untuk tanaman P3 adalah sebaliknya campuran kompos makroalga yang diberikan terlalu banyak sehingga pada perlakuan P3 terlihat adanya tanaman yang mulai layu atau mati. Momuat *dkk.*, (1998 dalam Mustari, 2004), pemberian kompos dalam jumlah yang banyak akan dapat menimbulkan gangguan keseimbangan hara di dalam tanah. Pada tanaman Po pertumbuhan terlihat tidak terjadi peningkatan dan tanaman juga mulai banyak yang mati, hal tersebut dapat diasumsikan bahwa media pasir tanpa pemupukan sangat miskin unsur hara sehingga akan berpengaruh terhadap metabolisme pertumbuhan karena tidak memperoleh nutrisi. Kemungkinan lain penyebab layu atau matinya tanaman adalah kurang terkontrolnya pemeliharaan, misalnya waktu penyiraman tanaman.

Rerata pertumbuhan tinggi setiap perlakuan pada minggu ke 4 memperlihatkan penurunan angka (Tabel.3), yang berarti terdapat tanaman yang layu atau mati. Hasil uji Analisis Sidik Ragam (Tabel.5) menunjukkan F-hitung (= 0,435) < F0,05 (3,8) = 4,07, dengan



demikian berarti bahwa pemberian kompos makroalga tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap pertambahan tinggi tanaman sampai pada minggu ke 4 pengamatan. Hal tersebut diduga menyebabkan hasil analisis data menunjukkan perbedaan yang tidak nyata antar perlakuan.

**Tabel 2. Data pengamatan rerata tinggi tanaman (Cm) selama 4 minggu pengamatan**

Perlakuan	Pengamatan minggu ke			
	1	2	3	4
P0	0,33	10,42	14,38	15,50
P1	3	9,92	13	11,75
P2	10,25	20,33	21,42	14,34
P3	0	2,75	4,83	6,50

**Keterangan:**

- P0 Pasir : kompos makroalga *Sargassum* ( 1 : 0 )
- P1 Pasir : kompos makroalga *Sargassum* ( 4 : 1 )
- P2 Pasir : kompos makroalga *Sargassum* ( 3 : 2 )
- P3 Pasir : kompos makroalga *Sargassum* ( 2 : 3 )

**Tabel 3. Data pengamatan rerata pertambahan tinggi (Cm) tanaman selama 4 minggu pengamatan**

Ulangan	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
1	0	9,50	6,50	0
2	24,50	6,25	24,50	0
3	22	19,50	12	19,50

**Tabel 4. Data pengamatan rerata jumlah daun selama 4 minggu pengamatan**

Perlakuan	Pengamatan minggu ke			
	1	2	3	4
P0	0	1,34	2	1,34
P1	1	0,67	1	1,34
P2	1	2	2	1,67
P3	0	0,34	0,67	0,34

**Tabel 5. Uji-Anava terhadap pertambahan tinggi tanaman**

Sumber Ragam	DK	JK	KT	Fhitung	Ftabel (0,05)
Rerata	1	1734	1734		
Antar kelompok	3	144,025	48	0,435	4,07
Dalam kelompok	8	882,805	110,35		
Total	12	2060,830			

Keterangan:

Dk = derajat kebebasan, JK= Jumlah kuadrat, KT = Kuadrat tengah

Kesimpulan: Fhitung < Ftabel berarti tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan

**Tabel 6. Uji-Anava terhadap pertambahan jumlah daun**

Sumber Ragam	DK	JK	KT	Fhitung	Ftabel (0,05)
Rerata	1	12	12		
Antar kelompok	3	1,36	0,45	0,42	
Dalam kelompok	8	8,64	1,08		
Total	12	22			

Keterangan:

Dk = derajat kebebasan, JK= Jumlah kuadrat, KT = Kuadrat tengah

Kesimpulan: Fhitung < Ftabel berarti tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan





## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan selama penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Secara visual pertumbuhan tanaman kacang hijau pada perlakuan P2 (pasir : kompos makroalga = 3:2) menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan pada perlakuan Po, P1, dan P3.
2. Rerata jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan P2, dan jumlah daun paling sedikit terdapat pada perlakuan P1 (pasir : kompos makroalga = 4 : 1 ).
3. Hasil uji Anava terhadap pertumbuhan dan jumlah daun menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian penelitian lebih lanjut dengan waktu pengamatan yang lebih lama dan ragam perlakuan dengan kisaran yang lebih banyak sehingga dapat diketahui efektifitas yang paling optimum yang memberikan hasil yang nyata, dan perlu dilakukan analisis C/N, serta analisis ekonominya.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan FMIPA-UI yang telah berkenan memberikan bantuan dana penelitian melalui Hibah SETILA FMIPA-UI tahun anggaran 2008/2009 sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, Y. Kusumawati, D.L. Suswardany. 2004. *Peran effective Microorganism-4 (EM-4) dalam meningkatkan kualitas fisik dan biologis kompos ampas tahu*. Infokes Vol 8 No 1 Maret – September 2004.
- Bold, H.C. & M.J. Wynne. 1985. *Introduction to the algae: structure and reproduction*. Prentice Hall of India, New Delhi: xiv + 706 hlm.
- Chaney, D.E.; L.E.Drinkwater, & G.S. Pettygrove. 1992. *Organic soil amandements and fertilizers*. University of California, Division of agriculture and Natural Resources.
- Clark, J.M. & R.L. Switzer. 1977. *Experimental biochemistry*. W.H. Freeman and Company. SanFransisco: xii + 335 hlm.
- Dawes, C.J. 1981. *Marine botany*. John Wiley & Sons. Inc., New York: x + 628 hlm.
- Dharmananda, S. 2002. The nutritional and medicinal value of seaweeds used in Chinese medicine, 9 hlm. [http://www. Itmonline. Org/arts/seaweed.htm](http://www.Itmonline.Org/arts/seaweed.htm). 17 Pebruari 2007, pk. 17.09. WIB.
- Hardianto R, 1999. *Pemanfaatan Mikroorganisme efektif dan bokashi untuk Pemulihan Kesuburan Tanah dan Peningkatan Produktivitas Usahatani di Lahan Kering*. Infokes Vol 8 No 1 Maret – September 2004
- Levinton. J.S. 2001. *Marine biology: function, biodiversity, ecology*. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford University Press, New York:xi + 515 hlm.
- Murbandono L, 2000. *Membuat Kompos*. Ed. Rev. Penebar Swadaya, Jakarta
- Subhan, N. N. dan A. Sumarja, 2002. Perbaikan kelembaban tanah lahan marginal untuk meningkatkan serapan hara tanaman tomat. *JurnalAgrivigor* 2 (3): 203 -216.
- Wididana, G.N. dan T. Higa, 1993. *Penuntun Bercocok Tanam Padi dengan Teknologi EM4*. Songgolangit Persada, Jakarta



# KONSERVASI



# PERSEPSI MASYARAKAT PULAU PARI TENTANG KONDISI EKOSISTEM DAN SUMBERDAYA HAYATI DI PERAIRAN PULAU PARI, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA

**Triyono**

*UPT Loka Pengembangan Kompetensi Sumberdaya Manusia Oseanografi, Pulau Pari,  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta  
Email : nevo\_dcsea@yahoo.com.au*

Gugusan Pulau Pari merupakan gugusan pulau di Kepulauan Seribu yang memiliki tiga ekosistem lengkap seperti mangrove, padang lamun, dan karang, termasuk keanekaragaman hayatinya. Hingga awal tahun 1980-an ekosistem dan keanekaragaman hayati di Pulau Pari masih cukup melimpah, namun dengan adanya tekanan dan ancaman dari luar seperti pencemaran dan pemanfaatan sumberdaya hayati yang melebihi potensi lestari dan tidak ramah lingkungan oleh masyarakat membuat kondisi ekosistem dan sumberdaya hayati berkurang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persepsi masyarakat Pulau Pari tentang kondisi ekosistem dan sumberdaya hayati di perairan Pulau Pari. Dengan menggunakan metode kuantitatif melalui wawancara menggunakan kuisioner kepada 32 responden yang diambil dengan metode *purposive sampling* menunjukkan bahwa bentuk perubahan yang paling dirasakan oleh masyarakat adalah bertambahnya jumlah penduduk dan penyebab perubahan tersebut adalah bertambahnya jumlah anak maupun pendatang. Kurangnya pengolahan limbah dan banyaknya sampah merupakan penyebab yang berpengaruh menghasilkan perubahan negatif terhadap lingkungan. Hal-hal yang diinginkan oleh masyarakat di Pulau Pari adalah ketenangan, sedangkan hal yang tidak diinginkan adalah pembangunan (gedung tinggi). Pengembangan yang diharapkan oleh masyarakat di Pulau Pari adalah pembangunan instalasi listrik, sekolah, jalan, dan MCK umum di tiap RT.

Key words : Persepsi Masyarakat, Ekosistem, Sumberdaya Hayati, Pulau Pari

## PENDAHULUAN

Gugus Pulau Pari adalah salah satu pulau terbesar dari pulau-pulau yang berada di Kepulauan Seribu bagian selatan. Terletak pada lintang  $5^{\circ}50'00''$ - $5^{\circ}52'25''$  LS dan bujur  $106^{\circ}34'30''$ - $106^{\circ}38'20''$  BT, Gugus Pulau Pari ini merupakan kelompok pulau karang yang terdiri dari lima pulau dan goba serta dikelilingi oleh rata-rata terumbu karang. Kelima pulau tersebut adalah Pulau Pari itu sendiri, Pulau Tikus, Pulau Tengah, Pulau Burung, dan Pulau Kongsu. Keadaan yang spesifik ini, menyebabkan gugus Pulau Pari mempunyai sifat-sifat ekologi dan hidrologis yang khas dan bentuk yang unik (Birowo, 1977 dalam Ruyitno & Djoko, H.K., 1999). Pada rata-rata terumbu karangnya dijumpai tiga ekosistem tropis yang lengkap seperti mangrove, padang lamun, dan karang (*coral*). Dengan keunikan tersebut menjadikan Pulau Pari sering dijadikan lokasi untuk penelitian baik oleh mahasiswa maupun instansi/lembaga. Selain itu juga sering menjadi lokasi pendidikan dan pelatihan bidang kelautan, dan wisata bahari.

Sesuai dengan Keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 1986 Tahun 2000 tentang Wilayah Kepulauan Seribu, secara administratif Pulau Pari merupakan sebuah kelurahan yang termasuk dalam Kecamatan Kepulauan Seribu Bagian Selatan (Noor, A., 2003). Selain sebagai tempat tinggal bagi masyarakat, gugusan Pulau Pari juga merupakan tempat mata pencaharian penting bagi hampir seluruh masyarakat Pulau Pari dengan melakukan budidaya rumput laut dan usaha tangkap ikan.

Dewasa ini dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk, dan beralihnya profesi nelayan ikan menjadi petani rumput laut serta berkembangnya kegiatan pembangunan di Pulau Pari, menyebabkan perairan tersebut menjadi sasaran pembuangan limbah rumah tangga, pemanfaatan sumberdaya hayati yang tidak ramah lingkungan dan melebihi potensi



lestari. Keadaan ini dapat mengganggu kehidupan biota serta mengancam kelestarian sumberdaya hayati di wilayah perairan Pulau Pari (Thoah, H. & Basukriadi, A., 2001).

Menurut Whouytouzen *et al* (2008) hingga awal tahun 1980-an ekosistem dan keanekaragaman hayati (ikan, krustasea, moluska, ekinodermata, dan rumput laut) di Pulau Pari masih cukup melimpah. Penelitian yang dilakukan oleh Sianipar *et al* (1988) pada rata-rata terumbu karang di Pulau Pari ditemukan kimah jenis *Tridacna squamosa* dan *Tridacna maxima*, namun sekarang langka dijumpai (Ruyitno & Djoko, H.K., 1999). Penelitian yang dilakukan oleh S.I., Hadi *et al* (2002) menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan kondisi air tawar di Pulau Pari. Perhitungan menunjukkan bahwa volume massa batuan yang mengandung air tawar pada tahun 1998 adalah 1.599.105 m<sup>3</sup> dan pada tahun 2002 sebesar 1.318.105 m<sup>3</sup>. Disinyalir faktor utama yang menyebabkan terjadinya penyusutan volume air sebesar ± 17,5 persen adalah penambahan jumlah penduduk dan usaha pariwisata.

Lokasinya yang dekat dengan teluk Jakarta menyebabkan Pulau Pari mendapat tekanan dan ancaman dari luar berupa pencemaran berat seperti sampah, tumpahan minyak, bakteri, dan lainnya. Data menunjukkan bahwa tidak kurang dari 14 ribu meter kubik sampah masuk di DKI Jakarta, dan dari keseluruhan sampah tersebut, 90 persennya langsung dibuang di 13 aliran sungai yang nantinya bermuara di Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu. Setidaknya 83 persen dari 13 daerah anak sungai dan 9 kawasan muara sungai kini masuk dalam kategori tercemar berat. Adapun zat pencemar berupa silikat yang mencapai 52.156 ton, fosfat 6.741 ton, dan nitrogen 21.260 ton (Republika, 2009).

Terdegradasinya ekosistem di perairan Pulau Pari selanjutnya mengancam perekonomian dan potensi pengembangan pariwisata di Pulau Pari. Dampak pencemaran sampah di Teluk Jakarta saja sudah mulai dirasakan oleh 20 ribu warga di Kepulauan Seribu yang selama ini menggantungkan hidupnya dari laut, bakau, dan terumbu karang. Bahkan, sejak 2002, produksi ikan nelayan mengalami penurunan hingga 38 persen (Republika, 2009). Oleh karena itu upaya penyelamatan dan pemanfaatan ekosistem dan sumberdaya hayati perlu segera dilakukan. Namun upaya ini biasanya sulit dilakukan karena masyarakat khususnya di Pulau Pari belum mengetahui dan merasakan adanya perubahan pada ekosistem, sumberdaya hayati dan lingkungan di perairan Pulau Pari. Oleh karena itu kajian persepsi masyarakat Pulau Pari tentang kondisi ekosistem dan sumberdaya hayati di perairan Pulau Pari perlu dilakukan. Diharapkan diperoleh informasi untuk pengelolaan berkelanjutan di pulau ini.

## BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilakukan di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta pada tahun 2008. Wawancara menggunakan kuisioner dilakukan kepada 32 sampel responden yang diambil dengan metode teknik sampel nonprobabilita. Wawancara secara sengaja dilakukan kepada masyarakat yang ditemui dengan menyesuaikan kriteria dan tujuan penelitian (*purposive sampling*) (Emory, C.Wiliam & R. Copper, Donald, 1996). Wawancara mencakup kondisi umum masyarakat, persepsi masyarakat terhadap perubahan yang terjadi di Pulau Pari, penyebab, dan pengaruhnya, serta persepsi masyarakat tentang pengembangan yang mereka inginkan dan yang tidak. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase dan ranking yang disajikan dalam tabel maupun diagram.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis 32 responden menunjukkan bahwa sebaran umur responden terbanyak berada pada usia antara 30-39 dengan persentase 11,34 persen, sedangkan usia terendah berada pada usia antara 20-29 dengan persentase sebanyak 5,16 persen. Jika dilihat dari jenis kelamin, persentase responden terbanyak berjenis kelamin wanita (53 persen) dan sisanya



laki-laki (47 persen) dimana status sudah menikah sebanyak 94 persen dan sisanya 6 persen belum menikah. Dari responden yang sudah menikah sebanyak 56 persen memiliki anak  $\geq 3$  orang. Berdasarkan lama tinggal, kebanyakan responden sudah lama menetap sekitar 25 tahun dengan persentase sebanyak 63 persen responden.

Dilihat dari tingkat pendidikan, menunjukkan bahwa pendidikan masyarakat Pulau Pari masih tergolong rendah. Mayoritas responden berpendidikan sekolah dasar yakni sebanyak 76 persen. Hanya 9 persen berpendidikan setingkat SMP dan SMA. Dari jenis pekerjaan, mayoritas responden berpekerjaan sebagai petani rumput laut yakni sebanyak 42 persen. Jenis pekerjaan lainnya antara lain sebagai guru, PNS, dan wiraswasta. Dari pekerjaan tersebut kebanyakan responden (56 persen) berpenghasilan dibawah 1 juta. Karakteristik sosial ekonomi responden secara lengkap terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Karakteristik Sosial Ekonomi Responden**

Kategori	Persentase (%)
USIA	
20-29	5,16
30-39	11,34
40-49	8,25
>50	8,25
JENIS KELAMIN	
Wanita	53
Laki-Laki	47
STATUS PERKAWINAN	
Menikah	94
Lajang	6
JUMLAH ANAK	
0	9
1	6
2	29
$\geq 3$	56
LAMA TINGGAL	
5-10	22
10-15	9
20-25	6
>25	63
PENDIDIKAN	
SD	76
SMP	9
SMA	9
S1	6
PEKERJAAN	
Petani rumput laut	42
Guru	6
PNS	3
Wiraswasta	3
Lainnya	46
PENGHASILAN	
Dibawah 1 jt	56
1-2 jt	41
Diatas 3 jt	3



Persepsi masyarakat Pulau Pari tentang kondisi ekosistem, sumberdaya hayati dan lingkungan di perairan Pulau Pari terlihat dari bentuk perubahan yang dirasakan oleh masyarakat Pulau Pari. Bentuk perubahan yang dirasakan oleh masyarakat Pulau Pari terlihat pada Tabel 2.

Bentuk perubahan yang sangat dirasakan oleh masyarakat adalah bertambahnya jumlah penduduk. Bertambahnya jumlah penduduk oleh responden menyebabkan berkembangnya daerah pemukiman. Bentuk perubahan yang berhubungan langsung dengan ekosistem dan sumberdaya hayati seperti berkurangnya vegetasi darat termasuk mangrove, tumbuhan air (lamun dan rumput laut), hasil tangkapan dan hewan yang dilindungi hanya menempati urutan rangking di bawah 5. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat belum/tidak merasakan telah terjadinya perubahan pada ekosistem maupun sumberdaya hayati di Pulau Pari.

Penyebab perubahan yang paling dirasakan oleh masyarakat disebabkan oleh bertambahnya jumlah penduduk. Penyebab perubahan selanjutnya berturut-turut karena adanya sampah/bahan pencemar dan kurangnya pendidikan dan kesadaran lingkungan. Penyebab perubahan yang dirasakan masyarakat terlihat pada Tabel 3.

**Tabel 2. Bentuk perubahan yang dirasakan oleh masyarakat di Pulau Pari**

BENTUK PERUBAHAN	PERSENTASE* (%)	RANGKING
JUMLAH PENDUDUK BERTAMBAH	87,50	1
DAERAH PEMUKIMAN BERKEMBANG	81,25	2
KERUSAKAN/PENCEMARAN LINGKUNGAN	78,13	3
SEDIMENTASI/EROSI PANTAI	75,00	4
BENTUK & UKURAN PANTAI	71,88	5
BERKURANGNYA VEGETASI DARAT (TERMASUK MANGROVE)	62,50	6
TUMBUHAN AIR (LAMUN&RUMPUT LAUT) BERKURANG	59,38	7
HASIL TANGKAPAN BERKURANG	50,00	8
PERUBAHAN POLA DASAR PERAIRAN	34,38	9
TURIS/PELANCONG BERTAMBAH	21,88	10

*\*) banyaknya responden yang memilih jawaban 1=paling dirasakan*

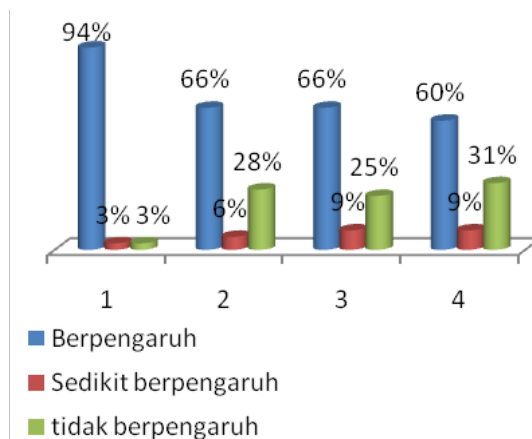
**Tabel 3. Penyebab perubahan yang dirasakan oleh masyarakat di Pulau Pari**

PENYEBAB PERUBAHAN	PERSENTASE* (%)	RANGKING
JUMLAH PENDUDUK BERTAMBAH	90,63	1
SAMPAH/BAHAN PENCEMAR	90,63	2
KURANG PENDIDIKAN DAN KESADARAN LINGKUNGAN	75,00	3
EROSI PANTAI	71,88	4
GEJALA ALAM	62,50	5
PENDATANG	56,25	6
PEMBANGUNAN GEDUNG DSB	53,13	7
TERLALU BANYAK NELAYAN	43,75	8
HAMA & PENYAKIT TUMBUHAN	40,63	9
PENANGKAPAN/PEMANFAATAN SDH BERLEBIHAN	34,38	10

*\*) banyaknya responden yang memilih jawaban 1=paling dirasakan*

Jawaban tentang terlalu banyak nelayan/petani rumput laut dan penangkapan/pemanfaatan sumberdaya hayati laut yang melebihi potensinya menempati ranking terendah sebagai salah satu penyebab perubahan. Hal ini sekali lagi menunjukkan bahwa masyarakat belum/tidak merasakan bahwa banyaknya nelayan/petani rumput laut dan penangkapan/pemanfaatan yang melebihi potensi lestari sebagai suatu hal penyebab perubahan. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa sampah di Pulau Pari terdapat dimana-mana (berserakan) terutama di pinggir pantai. Sampah tersebut mayoritas bersumber dari sampah daratan yang terbawa arus menuju Pulau Pari. Kondisi ini diperparah oleh rendahnya kesadaran lingkungan masyarakat Pulau Pari yang membuang limbah rumah tangga langsung ke laut. Di sisi lain, kondisi ini sedikit terbantuan oleh adanya masyarakat yang mencoba mengumpulkan sampah plastik yang bisa di daur ulang untuk selanjutnya dijual kepada pengumpul.

Banyaknya sampah dan kurangnya pengelolaan limbah di Pulau Pari merupakan penyebab yang sangat berpengaruh membawa perubahan negatif pada lingkungan di Pulau Pari. Tanggapan ini dijawab oleh 94 persen responden. Banyaknya sampah yang berasal dari limbah rumah tangga merupakan efek dari kurangnya tangki septik dan belum adanya pengolahan air limbah. Hal ini membuat masyarakat membuang limbahnya langsung ke laut. Kondisi ini terus berlangsung karena kurangnya peraturan yang mengikat dan tidak adanya penerapan peraturan yang telah ada sehingga semakin memperburuk kondisi lingkungan di Pulau Pari. Kedua faktor ini, yakni kurangnya peraturan yang menjaga kualitas air dan tidak adanya penerapan peraturan yang telah ada dianggap oleh 66 persen responden sebagai faktor yang berpengaruh membawa perubahan negatif pada lingkungan di Pulau Pari.



**Gambar 1. Persepsi responden tentang hal-hal yang berpengaruh menghasilkan perubahan negatif di Pulau Pari**

Keterangan gambar :

- 1.Sampah yang tinggi dan kurangnya pengelolaan limbah
- 2.Kurangnya peraturan menjaga kualitas air
- 3.Tidak adanya penerapan peraturan yang telah ada
- 4.Kurangnya tangki septik dan pengolahan air limbah

Selanjutnya untuk mengetahui persepsi masyarakat tentang hal-hal yang berpengaruh menghasilkan perubahan negatif di Pulau Pari, responden diberikan pertanyaan mengenai seberapa besar suatu hal berpengaruh menghasilkan perubahan negatif. Persepsi masyarakat tentang hal ini terlihat pada Gambar. 1. Berkaitan dengan kondisi yang sekarang ada di Pulau Pari, kepada responden ditanyakan mengenai persepsi mereka tentang hal-hal yang diinginkan dan yang tidak diinginkan terjadi di Pulau Pari. Hal-hal yang diinginkan terlihat pada Tabel 4.



Tabel 4 memperlihatkan urutan rangking lima besar dari jawaban responden mengenai hal-hal yang diinginkan di Pulau Pari. Dari Tabel 4 terlihat bahwa ketenangan dan perilaku berbudi pekerti masyarakat terutama dalam menjaga lingkungan merupakan hal yang paling diinginkan oleh masyarakat. Hal lainnya yang paling diinginkan oleh masyarakat adalah kebersihan, keamanan dan pendidikan lingkungan. Pilihan tersebut berturut-turut menduduki rangking 3,4, dan 5. Hal-hal yang tidak diinginkan oleh masyarakat di Pulau Pari terlihat pada Tabel 5.

**Tabel 4. Persepsi masyarakat tentang hal-hal yang diinginkan di Pulau Pari**

HAL YANG DIINGINKAN	PERSENTASE* (%)	RANGKING
KETENANGAN	100,00	1
PERILAKU BERBUDI PEKERTI	100,00	2
KEBERSIHAN	96,88	3
KEAMANAN	84,38	4
PENDIDIKAN LINGKUNGAN	81,25	5

*\*) banyaknya responden yang memilih jawaban 1=paling diinginkan*

Dari Tabel 5 terlihat bahwa pembangunan seperti gedung bertingkat/hotel merupakan hal yang tidak diinginkan oleh responden. Kondisi ini beralasan karena saat ini berkembang wacana akan dilakukan pembangunan gedung di Pulau Pari untuk pengembangan wisata oleh pihak swasta. Masyarakat khawatir akan terjadinya alih fungsi lahan yang berlebihan di Pulau Pari. Masih berhubungan dengan hal ini, hal lainnya yang tidak diinginkan di Pulau Pari menurut responden adalah kegiatan pariwisata dan turis, yang menduduki rangking 2 dan 4. Di satu sisi kegiatan pariwisata akan berdampak positif bagi peningkatan perekonomian masyarakat, namun di sisi yang lain masyarakat mengkhawatirkan adanya dampak negatif pada lingkungan.

**Tabel 5. Persepsi masyarakat tentang hal-hal yang tidak diinginkan di Pulau Pari**

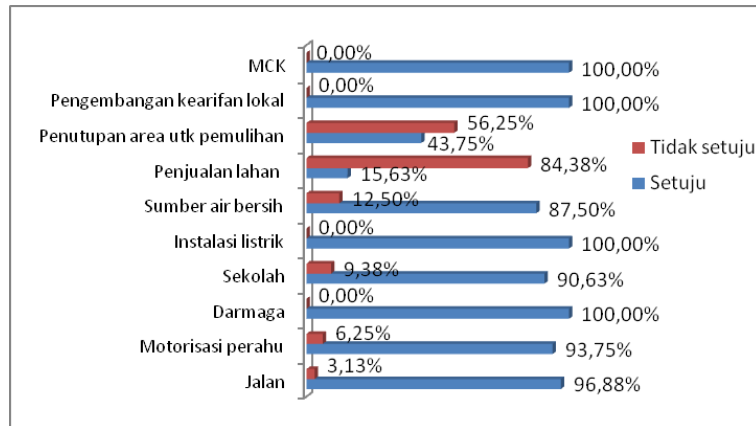
HAL-HAL YANG TIDAK DIINGINKAN	PERSENTASE* (%)	RANGKING
PEMBANGUNAN GEDUNG/HOTEL TINGGI	59,38	1
PARIWISATA	56,25	2
LOKASI DENGAN KONDISI SEKARANG	37,50	3
TURIS	31,25	4
PENDATANG	18,75	5

*\*) banyaknya responden yang memilih jawaban 1=paling tidak diinginkan*

Hal lainnya yang tidak diinginkan oleh masyarakat adalah berkaitan dengan kondisi lingkungan sekarang dan pendatang. Pilihan ini menduduki rangking 3 dan 5. Meskipun responden belum/tidak merasakan telah terjadinya perubahan pada ekosistem dan sumberdaya hayati di Pulau Pari (lihat penjelasan sebelumnya), responden berharap ada perbaikan yang segera dilakukan untuk menyelamatkan kondisi lingkungan di Pulau Pari. Pendatang juga menjadi suatu hal yang tidak diinginkan. Masyarakat melihat kondisi saat ini di Pulau Pari sudah semakin banyak jumlah penduduk sehingga akan berdampak pada pengembangan daerah pemukiman.

Sebagai salah satu kelurahan yang masuk dalam Kecamatan Kepulauan Seribu bagian selatan, beberapa pembangunan telah nampak di Pulau Pari, diantaranya telah beroperasinya aliran listrik menggunakan kabel bawah laut. Dengan adanya aliran listrik ini, masyarakat Pulau Pari dapat menikmati listrik 24 jam nonstop menggunakan sistem voucher. Tingkat penerimaan sehubungan dengan pengembangan di Pulau Pari terlihat pada gambar 2.





**Gambar 2. Tingkat penerimaan responden tentang pengembangan di Pulau Pari**

Dari gambar 2 menunjukkan bahwa semua responden menyatakan setuju terhadap pembangunan MCK, pengembangan kearifan lokal, instalasi listrik, dan pembangunan darmaga yang lebih layak dari sekarang.

Kebutuhan MCK umum memang disadari oleh masyarakat sebagai hal yang penting dan sangat dibutuhkan. Mengingat selama ini masyarakat kesulitan air bersih dan terbatasnya jumlah MCK yang dimiliki oleh setiap kepala rumah tangga. Implikasinya terdapat sebagian masyarakat yang melakukan kegiatan kakus di laut. Jika hal ini terus berlangsung tentunya akan mempengaruhi kondisi perairan di Pulau Pari. Sarana MCK umum ini diharapkan lengkap dengan pengolahan limbahnya, sehingga diharapkan tidak ada lagi pembuangan limbah ke laut.

Pada saat penelitian ini dilakukan, instalasi listrik di Pulau Pari masih menggunakan genzet berbahan bakar besin/solar. Dengan genzet ini, masyarakat bagian barat dan bagian timur bergiliran mendapatkan aliran listrik. Oleh karena itu, masyarakat sangat menginginkan adanya aliran listrik dari kabel bawah laut untuk menyuplai listrik selama 24 jam. Sejak tahun 2009, dengan terpasangnya aliran listrik melalui kabel bawah laut, masyarakat sudah bisa menikmati listrik nonstop 24 jam.

Pengembangan lainnya yang diinginkan oleh masyarakat adalah pembangunan darmaga dan membudayanya kearifan lokal dalam pengelolaan sumberdaya hayati di perairan Pulau Pari. Melihat kondisi saat ini, dimana mulai banyaknya orang luar mengunjungi Pulau Pari yang melakukan wisata, masyarakat setuju adanya pembangunan darmaga yang lebih representatif. Darmaga yang selama ini dimiliki oleh Pulau Pari sulit disandari kapal apabila surut.

Dalam rangka pengelolaan yang berkelanjutan, pemanfaatan ekosistem dan sumberdaya hayati secara berbudaya di perairan Pulau Pari menjadi suatu hal yang disetujui oleh responden. Pemanfaatan tersebut diharapkan mempertimbangkan kearifan lokal. Berdasarkan pengamatan, kearifan lokal dalam hal pemanfaatan ekosistem dan sumberdaya hayati secara khusus memang belum ada di Pulau Pari, namun di pulau ini telah terbentuk kelompok pengawas (pokmas). Kelompok ini bertugas mengawasi orang luar maupun dalam yang melakukan penangkapan ikan/karang tidak ramah lingkungan (seperti menggunakan bahan peledak). Sedangkan pengembangan yang tidak disetujui oleh responden adalah penjualan lahan dan penutupan suatu area untuk memulihkan kembali fungsi ekosistem dan sumberdaya hayati yang menurun/rusak. Penjualan lahan besar-besaran tidak disetujui oleh 84,38 persen responden. Ketidaksetujuan ini berhubungan dengan permasalahan yang sedang dihadapi oleh hampir semua masyarakat Pulau Pari yakni mengenai status lahan/tanah yang



mereka tinggal. Sampai dengan penelitian ini dilakukan, sengketa status lahan/tanah masih terjadi dengan salah satu PT pengembang wisata.

Penutupan suatu area untuk memulihkan kembali fungsi ekosistem dan sumberdaya hayati yang menurun/rusak tidak disetujui oleh 56,25 persen responden. Dikhawatirkan hal tersebut akan mempengaruhi hasil tangkapan laut dan perekonomian rumah tangga nelayan/petani rumput laut. Dari hasil dan pembahasan di atas, penelitian ini menyimpulkan bahwa masyarakat belum/tidak merasakan/menyadari perubahan yang berkaitan dengan ekosistem dan sumberdaya hayati di perairan Pulau Pari. Perubahan yang paling dirasakan oleh masyarakat adalah bertambahnya jumlah penduduk dan penyebab perubahan tersebut adalah bertambahnya jumlah anak maupun pendatang. Oleh karena itu sosialisasi program keluarga berencana perlu digalakkan kembali.

Banyaknya sampah dan kurangnya pengolahan limbah merupakan penyebab yang berpengaruh menghasilkan perubahan negatif terhadap lingkungan. Hal-hal yang diinginkan oleh masyarakat di Pulau Pari adalah ketenangan, sedangkan hal yang tidak diinginkan adalah pembangunan (gedung bertingkat/hotel). Pengembangan yang diharapkan oleh masyarakat di Pulau Pari adalah pembangunan darmaga, instalasi listrik, MCK, dan pengembangan kearifan lokal.

## PUSTAKA

- Emory, C. William and R. Cooper, Donald. 1996. *Metode Penelitian Bisnis* : alih bahasa oleh Ellen Gunawan, Imam Nurmawan; Editor, Damos Sihombing, Yati Sumiharti, Edisi 5 Jilid 1. Erlangga, Jakarta.
- Noor, A. 2003. *Analisis Kebijakan Pengembangan Marikultur di Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu Propinsi DKI Jakarta*. Tesis : Program Pasca Sarjana Insititut Pertanian Bogor. Bogor.
- Republika. 2009. *Bom Waktu Pencemaran Teluk Jakarta dan Pulau Seribu*. [http://koran.republika.co.id/koran/128/61311/Bom\\_Waktu\\_Pencemaran\\_Teluk\\_Jakarta\\_dan\\_Pulau\\_Seribu](http://koran.republika.co.id/koran/128/61311/Bom_Waktu_Pencemaran_Teluk_Jakarta_dan_Pulau_Seribu). Diakses pada tanggal 27 April 2010.
- Ruyitno dan Djoko, H.K. 1999. *Sumbangan Karbon Bakteri dalam Perairan Terumbu Karang Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu-DKI Jakarta*. *Prosiding Lokakarya Pengelolaan & Iptek Terumbu Karang Indonesia*. Jakarta 22-23 November 1999 : 98-104.
- S.I., Hadi, Heru Santoso, Hilda Lestiana, M. Djuwansah, Hendra Bakti, Tjiptaasmara, Wahyoe S. Hantoro. 2002. *Evaluasi Perubahan Tubuh Air Tawar Pulau Kecil : Studi Kasus Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. *Simposium Interaksi Daratan dan Lautan : Pengaruhnya terhadap Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 25-26 September 2002. Jakarta.
- Thoha, H. dan Basukriadi, A. 2001. *Komunitas Diatom di Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. Makalah Dipresentasikan di *Pertemuan Ilmiah Nasional, Ikatan Sarjana Oseanologi, Seminar Laut Nasional III, Pameran IPTEK Kelautan, Lokakarya Gedung BPPT*. Jakarta : 29-31 Maret 2001.
- Whoutouyzen, S. *et al.* 2008. *Evaluasi Status Ekosistem dan Sumberdaya Hayati Laut di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. *Laporan Tahunan UPT Loka Pengembangan Kompetensi Sumberdaya Manusia Oseanografi Pulau Pari-LIPI*. Jakarta.



# OKSIGEN TERLARUT DAN APPARENT OXYGEN UTILIZATION (AOU) KAITANNYA DENGAN BIOTA LAUT DI PERAIRAN KAWASAN TIMUR INDONESIA

**Marojahan Simanjuntak**

*Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta  
E mail: ojak\_sm.@.yahoo.com*

Pengamatan kadar oksigen terlarut dan Apparent Oxygen Utilization (AOU) di perairan Kawasan Timur Indonesia telah dilakukan pada September 2005. Contoh air laut diambil dari 25 stasiun penelitian dengan menggunakan Rosette Sampler di Kapal Riset Baruna Jaya VII pada berbagai kedalaman yaitu pada lapisan permukaan (0 meter), 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250 dan 300m. Contoh air yang sudah diambil segera diawetkan dengan larutan  $MnCl_2$  dan azida (NaOH-KJ). Kadar oksigen terlarut di analisis dengan metode Winkler. Kelarutan oksigen, derajat kejenuhan dan AOU (Apparent Oxygen Utilization) dihitung berdasarkan pendekatan empiris Alekin. Hasil pengamatan oksigen terlarut menunjukkan kadar oksigen terlarut pada lapisan permukaan (0m), 100m dan 300m masing-masing berkisar antara 6,53 – 6,92 mg/l dengan rata-rata 6,72 mg/l; 4,29 – 5,30 mg/l dengan rata-rata 4,96 mg/l dan 3,59 - 4,00 mg/l dengan rata-rata 3,77 mg/l. Kadar ini terus menurun dengan bertambahnya kedalaman. Pada umumnya kadar oksigen terlarut di lapisan permukaan menunjukkan kadar oksigen terlarut yang lebih rendah di lokasi yang berdekatan dengan muara sungai, sedangkan nilai yang tinggi ditemukan di lepas pantai. Variasi kedalaman air laut terhadap kadar oksigen terlarut menunjukkan perbedaan yang mencolok namun masih dalam batas ambang kehidupan biota laut. Berdasarkan nilai suhu dan salinitas yang diperoleh dari penelitian ini, telah dihitung daya larut "Apparent Oxygen Utilization" (AOU) dan derajat kejenuhan oksigen pada lapisan permukaan. Di lapisan permukaan nilai AOU yang positif diperoleh 92% dan AOU-negatif 8 %. Pada kedalaman dekat dasar, tidak ditemukan lagi lokasi yang AOU-nya positif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan kondisi lingkungan ekologi perairan dan distribusi oksigen terlarut serta Apparent Oxygen Utilization (AOU) perairan Kawasan Timur Indonesia. Dari hasil penelitian, diperoleh konsentrasi oksigen terlarut yang belum menunjukkan dampak negatif terhadap lingkungan perairan.

Kata kunci: oksigen terlarut, biota laut, metode Winkler,AOU, Kawasan Timur Indonesia.

## PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin berkembangnya kegiatan pembangunan dalam dekade terakhir ini maka beberapa daerah di perairan Indonesia diantaranya perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI) terdiri dari perairan Pulau Muna, Kabaena dan Buton, di rencanakan akan membangun berbagai industri diantaranya industri pengolahan kayu, perikanan, pelabuhan bertaraf nasional serta pemukiman di sepanjang pantai.

Perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI), terletak di sebelah utara Nusa Tenggara Timur dan sebelah selatan Sulawesi. Kondisi oseanografi perairan ini di pengaruhi massa air perairan Nusa Tenggara Timur yang bercampur dengan Arlindo (Arus Lintas Indonesia) dan sungai-sungai dari daratan Sulawesi, Muna, Kabaena dan Buton yang bermuara ke perairan ini. Kedalaman perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI) yang diteliti sampai pada kedalaman 300m sangat tergantung dari kondisi musim yang berkembang yang mengaduk seluruh perairan tersebut sehingga memiliki sifat fisik dan kimia yang hampir sama serta proses upwelling yang terjadi terutama pada musim timur (Wyrtki 1961). Dengan adanya berbagai kegiatan-kegiatan tersebut, maka limbah industri maupun aktivitas manusia lainnya yang dibawa oleh sungai-sungai yang berasal dari daratan sekitar perairan ini dapat mempengaruhi ekosistem perairan tersebut dan mengakibatkan semakin berkurangnya populasi biota. Limbah-limbah yang dibuang melalui aliran sungai dalam proses degradasinya akan menurunkan kadar oksigen terlarut sehingga menyebabkan terganggunya suatu ekosistem perairan yang dapat diketahui dari tingkat kesuburannya yang semakin rendah di perairan ini. Salah satu indikator kesuburan



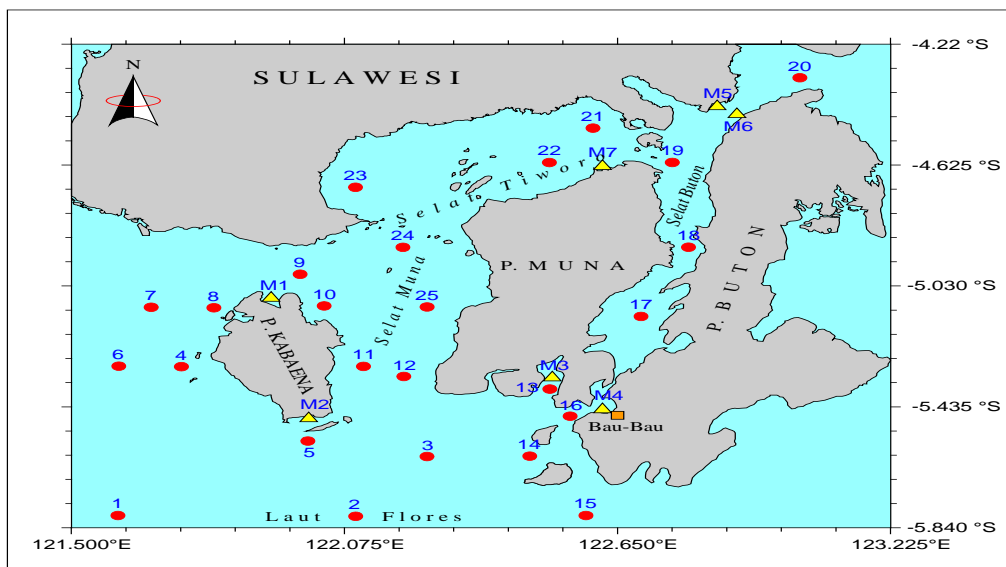
perairan adalah oksigen terlarut. Kadar oksigen terlarut semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya limbah organik di perairan tersebut. Hal ini disebabkan oksigen yang ada semakin banyak dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik.

Oksigen terlarut merupakan salah satu penunjang utama kehidupan di laut. Sumber utama oksigen dalam air laut adalah udara melalui proses difusi dan dari proses fotosintesis fitoplankton. Oksigen terlarut dalam laut dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikro-organisme. Banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikroorganisme dinyatakan dengan Apparent Oxygen Utilization (AOU). Dalam suatu perairan yang masih alami, nilai AOU umumnya positif. Namun untuk perairan yang banyak mengandung zat-zat organik, nilai AOU menjadi negatif yang berarti jumlah oksigen yang dibutuhkan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah oksigen yang tersedia. Zat-zat organik biasanya banyak terdapat dalam limbah domestik dan pertambangan minyak dan gas. Hasil penelitian di Teluk Jakarta menunjukkan tidak ditemukan adanya nilai AOU yang negatif di lapisan permukaan (Legowo dkk, 1980), sedangkan di perairan Teluk Ambon menunjukkan pemakaian oksigen seimbang dengan produksi oksigen (Sapulete & Birowo, 1989).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan kondisi lingkungan dan distribusi oksigen terlarut serta Apparent Oxygen Utilization (AOU) kaitannya dengan biota laut perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI).

### BAHAN DAN METODA

Contoh air laut diambil dengan menggunakan Rosett Sampler di Kapal Riset Baruna Jaya VII dari 25 stasiun penelitian pada bulan April 2006. Pengambilan sample air laut diambil dari 5 lokasi penelitian yaitu dari Selatan (St 1, 2, 3, 5, 14, 15); Barat (St 4, 6, 7, 8); Selat Kabaena (St 9, 10, 11, 12, 13, 24, 25); Selat Buton (St 16, 17, 18, 19) dan Selat Tioro (St 20, 21, 22, 23), pada kedalaman 0 meter (lapisan permukaan), 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 dan 300m di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI) (Gambar 1).



Gambar 1. Stasiun Penelitian Perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI), April 2006.



Contoh air laut yang sudah diambil segera diawetkan dengan larutan  $MnCl_2$  dan azida (NaOH-KJ). Kadar oksigen terlarut di analisis dengan metode Winkler (U.S. Hydrography Office, 1959). Kelarutan oksigen, derajat kejenuhan dan AOU (Apparent Oxygen Utilization) dihitung berdasarkan pendekatan empiris Alekin (*dalam* Sapulete & Birowo, 1989):

$$O_2 = 14.161 - 0.3943 t + 0.00714 t^2 - 0.0000646 t^3 - (0.0841 - 0.00256 t + 0.0000374 t^2) S$$

Keterangan : t = temperatur ( $^{\circ}C$ ), S = salinitas ( $^{\circ}/_{oo}$ ),  $O_2$  = oksigen terlarut, derajat kejenuhan dan AOU

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 1. Pembahasan mengenai kadar oksigen terlarut di lokasi pengamatan yang dibagi atas 5 (lima) bagian yaitu: Selatan, Barat, Selat Kabaena, Selat Buton dan Selat Tioro sebagai berikut.. Kisaran dan rata-rata kadar oksigen terlarut dalam air permukaan (0m) sampai kedalaman 300m yaitu 3,51-6,78 mg/l dengan rata-rata  $4,70 \text{ mg/l} \pm 0,19 \text{ mg/l}$  ditunjukkan dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Kisaran, rerata, Standar Deviasi (SD) dan CV (%) kadar oksigen terlarut (mg/l) pada kedalaman 0 sampai 300m di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI), April 2006.**

No	Kedalaman (m)	Kisaran	Rerata	SD	CV (%)
1	0	6,40 – 6,78	6,58	0,07	1,50
2	10	6,10 – 6,57	6,37	0,06	1,42
3	25	5,74 – 6,66	6,31	0,16	3,63
4	50	4,87 – 6,48	6,03	0,28	6,44
5	75	4,83 – 5,95	5,53	0,31	7,77
6	100	4,20 – 5,19	4,86	0,20	93,53
7	150	4,37 – 6,01	4,93	0,48	82,06
8	200	4,14 – 4,44	4,28	0,07	96,46
9	300	3,51 – 3,92	3,70	0,12	4,72

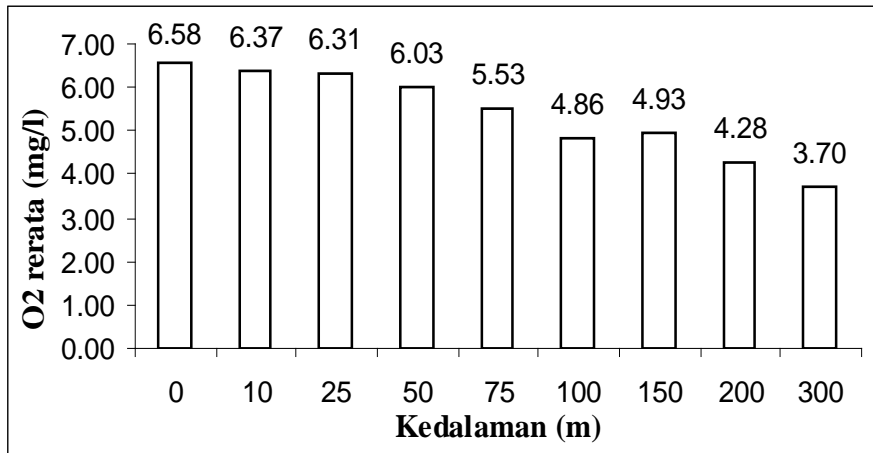
#### a. Sebaran horisontal

Dari Tabel 1 terlihat bahwa sebaran oksigen terlarut dalam air permukaan (0m) sampai 75m mulai dari dekat pantai sampai lepas pantai hampir merata dengan nilai koefisien variasi (CV = 1,50 % - 7,77 %) namun pada kedalaman 200m terlihat semakin bervariasi dengan nilai koefisien variasi yang tertinggi (CV = 96,46 %). Secara keseluruhan kadar oksigen terlarut berkisar antara 3,51-6,78 mg/l dengan rata-rata  $4,70 \text{ mg/l} \pm 0,19 \text{ mg/l}$  (Tabel 1). Kadar oksigen terlarut yang tertinggi diperoleh pada lapisan permukaan 6,40 - 6,78 mg/l;  $6,58 \text{ mg/l} \pm 0,07 \text{ mg/l}$ . Kadar oksigen terlarut yang tertinggi (6,78 mg/l) yang diperoleh di Stasiun 25 (Selat Muna) menunjukkan kondisi lokasi tersebut masih alami dan belum terganggu aktivitas manusia sedangkan kadar yang rendah (6,40 mg/l) diperoleh di Stasiun 8 (sebelah barat perairan Pulau Kabaena) yang mungkin dipengaruhi tingginya kekeruhan air laut di dekat pantai. Pada kedalaman 10m diperoleh kadar oksigen terlarut yang berkisar antara (6,10 – 6,57 mg/l;  $6,37 \pm 0,06 \text{ mg/l}$ ). Pada kedalaman 300m diperoleh kadar oksigen terlarut yang berkisar antara (3,51 – 3,92 mg/l;  $3,70 \pm 0,12 \text{ mg/l}$ ) (Tabel 1). Secara umum, pola sebaran menunjukkan kadar oksigen yang tinggi pada lapisan permukaan (0m) diperoleh disebelah utara dan timur lepas pantai dan yang rendah terlihat dekat pantai. Gambar 2 menunjukkan kadar rata-rata oksigen terlarut semakin menurun seiring dengan kedalaman laut.

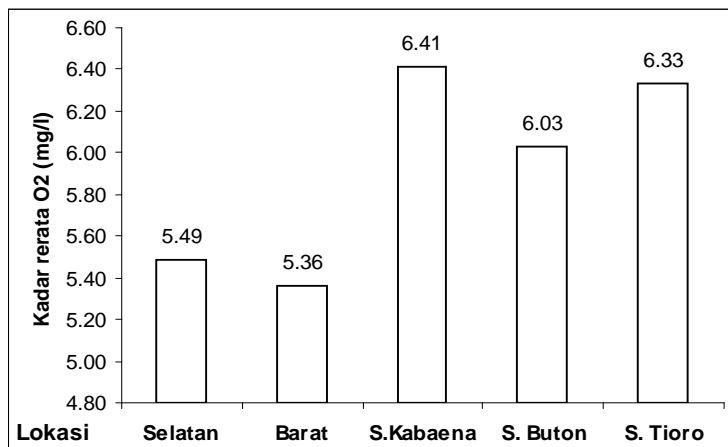
Kondisi kadar oksigen terlarut di perairan ini dijelaskan secara keseluruhan di lokasi pengamatan yang dibagi atas 5 (lima) bagian yaitu: Selatan, Barat, Selat Kabaena, Selat Buton dan Selat Tioro sebagai berikut. Kadar oksigen terlarut di lapisan permukaan yang tertinggi (6,78 mg/l) diperoleh pada Stasiun 12 dan terendah (6,40 mg/l) diperoleh pada Stasiun 8. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan kadar oksigen terlarut di Selat Kabaena berkisar antara



5,74-6,78 mg/l dengan rata-rata 6,41 mg/l lebih tinggi dibandingkan dengan di perairan lainnya dan terendah di sebelah Barat lokasi penelitian yang berkisar antara 3,70-6,50 ml/l dengan rata-rata 5,36 mg/l (Gambar 3).



**Gambar 2.** Rerata kadar oksigen terlarut (mg/l) pada beberapa kedalaman di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI), April 2006.



**Gambar 3.** Kadar rata-rata oksigen terlarut (mg/l) di Selatan, Barat, Selat Kabaena, Selat Buton dan Selat Tioro, April 2006.

Bila dibandingkan dengan di perairan lainnya di Indonesia, maka kadar rata-rata oksigen terlarut pada lapisan permukaan yang diperoleh di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI) (6,40-6,78 mg/l) ( $x = 6,58$  mg/l), lebih tinggi bila dibandingkan dengan perairan Mamberamo, Papua (4,76-6,24 mg/l) ( $x = 5,81$  mg/l) (Simanjuntak, 2008), perairan Teluk Jakarta (4,48-7,84 mg/l) ( $x = 6,13$  mg/l) (Ilahude dan Liasaputra, 1980); perairan Teluk Waworada, Sumbawa (5,87 - 6,23 mg/l) ( $x = 6,01$  mg/l) (Simanjuntak, 1995) serta perairan Utara Irian Jaya (5,67-6,31 mg/l;  $x = 6,13$  mg/l) (Anonimus, 1992). Juga lebih tinggi dibandingkan dengan perairan Suralaya, Banten (4,98-6,86 mg/l;  $x = 5,74$  mg/l) (Susana, 1990), perairan Teluk Lampung (4,89-6,08 mg/l) ( $x = 5,71$  mg/l) dan perairan Segara Anakan, Cilacap (3,29-7,38 mg/l;  $x = 5,38$  mg/l) (Susana & Ilahude, 1989) (Tabel 2 dan Gambar 4).

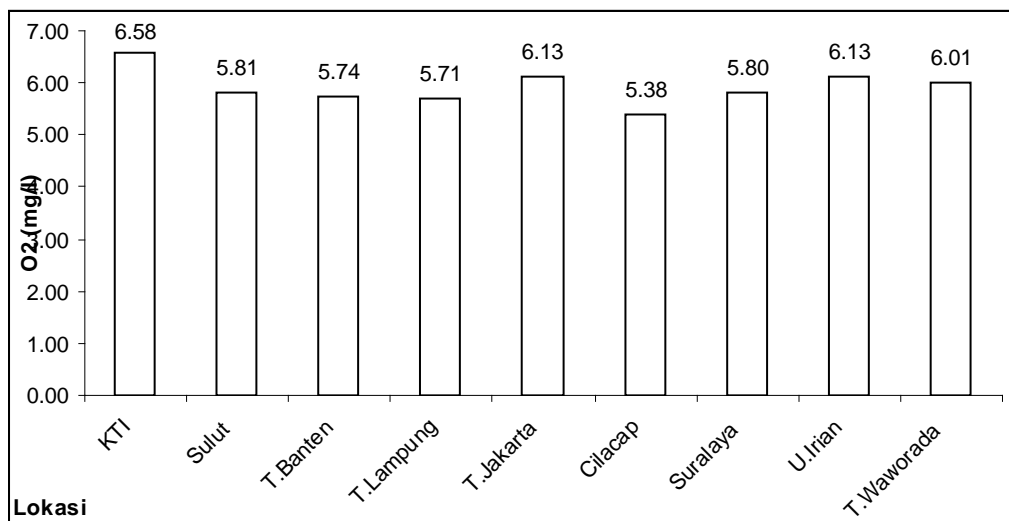
Rendahnya kadar oksigen terlarut di Stasiun 2 berkaitan erat dengan tingginya kekeruhan air di lokasi tersebut dan mungkin disebabkan semakin meningkatnya aktivitas mikro-organisme untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik. Sebaran kadar oksigen yang rendah umumnya ditemukan pada lokasi-lokasi dekat pantai, sedangkan kisaran kadar

yang tinggi ditemukan di lokasi-lokasi yang jauh dari pantai. Hal ini menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut pada lokasi-lokasi dekat pantai dipengaruhi oleh kekeruhan air yang tinggi disebabkan oleh pengaruh sungai-sungai yang bermuara ke perairan pengadukan masa air pada saat itu. Sedangkan pada lokasi-lokasi yang jauh dari pantai, juga dipengaruhi oleh massa air Arlindo. Hal ini mengindikasikan bahwa kadar oksigen terlarut akan semakin rendah kadarnya seiring dengan semakin dekatnya arah muara sungai atau pantai dan sebaliknya. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada umumnya kadar oksigen terlarut yang lebih rendah diperoleh di muara dan lebih tinggi di laut (lepas muara).

Tabel 2. Kisaran dan rata-rata kadar oksigen terlarut pada lapisan permukaan di berbagai perairan lainnya di Indonesia.

Lokasi	Kisaran (mg/l)	RataAN (mg/l)
Perairan Kawasan Timur Indonesia (April 2006)	6,40 – 6,78	6,58
Perairan Sulawesi Utara (Nopember 2000)	5,47 – 6,24	5,81
Perairan Teluk Banten (April, Agustus, Oktober 2001)	4,42 – 6,15	5,74
Perairan Teluk Lampung (Mei 2002)	4,89 – 6,08	5,71
Perairan Teluk Jakarta (Ilahude & Liasaputra, 1980)	4,48 – 7,84	6,13
Perairan Cilacap, Segara Anakan (Susana, 1989)	4,61 – 7,38	5,38
Perairan Suralaya, Banten (Susana, 1990)	4,98 – 6,86	5,80
Perairan Utara Irian Jaya (Anonimus, 1992)	5,67 – 6,31	6,13
Perairan Teluk Waworada (Simanjuntak, 1995)	5,87 – 6,27	6,01

Kondisi yang sama juga ditemukan di perairan Muara Sungai Cirarab dan Sungai Mati, Teluk Jakarta (Simanjuntak 1999). Hal ini erat kaitannya dengan kekeruhan air di muara dan juga mungkin disebabkan semakin bertambahnya aktivitas mikro-organisme untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik yang menggunakan oksigen terlarut di aliran sungai sampai di lepas muara. Tingginya nilai koefisien variasi oksigen terlarut rata-rata (CV = 96,46 %) pada kedalaman 200m di perairan ini, dipengaruhi berbagai faktor diantaranya pergerakan massa air (arus) dan rendahnya populasi zooplankton yang menggunakan oksigen terlarut untuk pernafasan. Dari hasil penelitian pada beberapa perairan di Indonesia, ditemukan nilai rata-rata kadar oksigen terlarut di lapisan permukaan yang lebih tinggi dengan hasil yang diperoleh dari perairan Kawasan Timur Indonesia.



Gambar 4. Rata-rata kadar oksigen terlarut (mg/l) pada lapisan permukaan di Perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI) dan perairan lainnya.



**b. Sebaran vertikal**

Hasil penelitian Tijssen (1990) di Laut Banda menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut semakin rendah dengan bertambahnya kedalaman. Hasil yang hampir sama juga ditemukan di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI). Kadar oksigen terlarut rata-rata yang tertinggi ( $6,58 \pm 0,07$  mg/l) ditemukan dalam air permukaan (0m). Pada kedalaman 100m diperoleh kadar oksigen terlarut rata-rata  $4,86 \pm 0,20$  mg/l. Pada kedalaman 300 meter diperoleh kadar oksigen terlarut rata-rata  $3,70 \pm 0,12$  mg/l. Kadar oksigen terlarut yang semakin rendah di dasar perairan ini terlihat dari lapisan permukaan (0 meter) sampai 300m dengan selisih penurunan oksigen terlarut 2,98 mg/l. Selisih penurunan kadar oksigen terlarut rata-rata yang tertinggi (0,77 mg/l) diperoleh pada kedalaman 75 sampai 100m dan yang terendah (0,06 mg/l) diperoleh pada kedalaman 10 sampai 25m (Tabel 3).

**Tabel 3. Penurunan kadar oksigen terlarut rata-rata (mg/l) pada berbagai kedalaman di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI), April 2006.**

Kedalaman (m)	Rata-rata (mg/l)	Penurunan kadar O <sub>2</sub> (mg/l)
0 – 10	6,58 – 6,37	0,21
10 – 25	6,37 – 6,31	0,06
25 – 50	6,31 – 6,03	0,28
50 – 75	6,03 – 5,53	0,50
75 – 100	5,53 – 4,86	0,77
100 – 150	4,86 – 4,93	0,13
150 – 200	4,93 – 4,28	0,65
200 – 300	4,28 – 3,70	0,58

Kondisi ini diduga disebabkan aktivitas mikroorganisme yang tidak optimum pada kedalaman dekat dasar untuk memanfaatkan oksigen terlarut dalam proses respirasi serta penurunan kadar oksigen terlarut yang tidak signifikan dibandingkan dengan kedalaman yang lebih besar pada kedalaman dekat dasar. Pengaruh yang terbesar yang mempengaruhi fluktuasi oksigen terlarut dalam suatu perairan adalah banyaknya biota laut (plankton) yang menggunakan oksigen terlarut untuk respirasi, kurang lancarnya proses difusi dari atmosfer dan proses fotosintesis. Proses fotosintesis ini erat kaitannya dengan klorofil yang di indikasikan sebagai jumlah fitoplankton. Populasi fitoplankton ini biasanya terakumulasi dalam jumlah besar pada kedalaman sekitar 50m. Nontji (1974) menemukan kadar klorofil yang tinggi di Laut Banda dan Laut Seram pada kedalaman antara 25 sampai 50m. Kondisi oksigen terlarut secara keseluruhan di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI), April 2006 ( $3,51 - 6,78$  mg/l) dengan kadar oksigen yang terendah ( $3,51$  mg/l) pada Stasiun 3 dan tertinggi  $6,78$  ml/l pada Stasiun 25. Tabel 5 dibawah ini menunjukkan kadar oksigen terlarut yang diperoleh di perairan ini, dibandingkan dengan kriteria pencemaran kadar oksigen terlarut dalam suatu perairan.

**Tabel 4. Klasifikasi Tingkat Pencemaran berdasarkan Kadar Oksigen Terlarut rata-rata secara keseluruhan di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI), April 2006.**

No	Kadar Oksigen terlarut mg/l	Kriteria	Kadar Oksigen terlarut rata-rata di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI) pada kedalaman	
			0 – 10m	10 – 300m
1	> 6,5	Belum tercemar	6,10 – 6,78 (mg/l)	
2	4,5 – 6,5	Tercemar ringan	-	3,51 – 6,10 (mg/l)
3	2,4 – 4,4	Tercemar sedang	-	-
4	< 2	Tercemar berat	-	-

Sumber: Sutamihardja (1978)



Kisaran kadar oksigen terlarut yang diperoleh di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI) April 2006 ini bila dibandingkan dengan kriteria diatas termasuk pada kategori tidak tercemar dan tercemar ringan. Kriteria ini sama dengan kriteria yang dinyatakan oleh Sutamihardja (1978), bahwa kadar oksigen di perairan ini relatif normal dan tidak termasuk kategori tercemar (Tabel 4).

### ***AOU (Apparent Oxygen Utilization)***

AOU (Apparent Oxygen Utilization) ialah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikro-organisme. Dalam air permukaan (0m) nilai AOU pada bulan April berkisar antara 0,01 sampai dengan 0,51 ml/l dengan rata-rata 0,38 mg/l. Nilai AOU yang tertinggi (0,51 ml/l) ditemukan pada lokasi yang kadar oksigen terlarutnya tertinggi (6,78 mg/l) yaitu di Stasiun 25 (Selat Kabaena), sedangkan nilai AOU terendah ( 0,01 ml/l) ditemukan pada lokasi yang kadar oksigen terlarutnya terendah (6,40 mg/l) yaitu di dekat pantai sebelah barat Pulau Kabaena (St. 8). Hal ini menunjukkan bahwa di Stasiun 8, jumlah oksigen terlarut untuk keperluan respirasi dan aktivitas mikroorganisme cukup banyak, sedangkan di Stasiun 25 terjadi hal sebaliknya. Dari 25 stasiun pengamatan terdapat 14 stasiun (91,00 %) yang mempunyai nilai positif dan 4 stasiun yang nilainya negatif (9,00 %). Ini berarti di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI) ada 14 stasiun yang kebutuhan oksigennya lebih besar daripada produksi oksigen yaitu produksi  $O_2$  berasal dari udara dan proses fotosintesis. Pada kedalaman 10m diperoleh nilai AOU yang berkisar antara  $-0,03 - (-0,11$  mg/l) dengan rata-rata  $-0,07$  mg/l. Pada kedalaman 300m diperoleh nilai AOU yang berkisar antara  $-0,89 - (-1,16$  mg/l) dengan rata-rata  $-1,03$  mg/l (Tabel 5).

**Tabel 5. Kadar oksigen terlarut (mg/l) dan AOU pada beberapa kedalaman (m) di perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI), April 2006.**

No	Kedalaman (m)	$O_2$ (mg/l)			AOU (%)		
		Kisaran		Rerata	Kisaran		Rerata
1	0	6,40	6,78	6,58	0,01	0,51	0,38
2	10	6,10	6,57	6,37	- 0,03	- 0,11	- 0,07
3	300	3,51	3,92	3,70	- 0,89	- 1,16	- 1,03

Pada umumnya Nilai AOU yang negatif diperoleh pada kedalaman 10m sampai kedalaman 300m. Hal ini mengindikasikan pada kedalaman tersebut proses fotosintesis lebih kecil dibandingkan dengan proses respirasi yang disebabkan tingginya kekeruhan perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI), sehingga dan tidak ada lagi nilai AOU-yang positif. Dengan demikian jumlah oksigen yang dibutuhkan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah oksigen yang tersedia. Kondisi ini mengindikasikan bahwa produksi oksigen terlarut dari proses fotosintesis tidak berjalan lancar sehingga kebutuhan oksigennya lebih besar daripada produksi oksigen yaitu produksi  $O_2$  berasal dari udara dan proses fotosintesis dan konsumen  $O_2$  adalah bakteri (proses degradasi zat organik).

### **KESIMPULAN**

1. Kadar oksigen terlarut yang tertinggi ditemukan pada lapisan permukaan. Kadarnya terus menurun dengan bertambahnya kedalaman. Penurunan kadar oksigen terlarut yang terendah diperoleh pada lapisan 10-25m (0,06 mg/l) dan tertinggi pada lapisan 75-100m (0,77 mg/l).
2. Variasi penyebaran oksigen terlarut pada lapisan permukaan (0 meter) sampai kedalaman 75m, terlihat kecil pada semua stasiun penelitian (CV = 5,77 % - 7,77 %) dan yang tertinggi pada kedalaman 100-200m (CV = 82,06 % - 96,46 %).



3. Pada lapisan permukaan, jumlah lokasi yang nilai AOU (Apparent Oxygen Utilization) nya positif (91,00 %) lebih banyak dibandingkan dengan yang negatif (9,00 %). Pada kedalaman dekat dasar, tidak ada lagi lokasi yang nilai AOU (Apparent Oxygen Utilization) nya positif. Kondisi ini mengindikasikan produksi oksigen terlarut yang berasal dari udara dan proses fotosintesis lebih besar dari penggunaan (pemakaian) biota laut.
4. Perairan Kawasan Timur Indonesia (KTI) diperkirakan memperoleh suplai oksigen terlarut dari pencampuran masa air Nusa Tenggara Timur dan Arlindo (Arus Lintas Indonesia) sehingga nilai AOU (Apparent Oxygen Utilization). Nilai AOU (Apparent Oxygen Utilization) yang diperoleh menunjukkan kondisi kadar oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan biota laut di perairan tersebut.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih yang sedalam-dalamnya disampaikan kepada Drs. Muswerry Muchtar M.Sc (Koordinator), Nakhoda dan ABK K.R.Baruna Jaya VII, redaksi serta rekan-rekan peneliti dan teknisi, atas bantuan dan dukungannya yang telah diberikan kepada penulis dalam mempersiapkan makalah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus 1992. Laporan akhir penelitian potensi pelagis dan karakteristik lingkungan perairan utara Irian Jaya. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dan Puslitbang Oseanologi –LIPI, Jakarta.
- Ilahude A. G dan S. Liasaputra 1980. Sebaran normal parameter hidrologi di Teluk Jakarta. *Dalam*: "Teluk Jakarta, Pengkajian fisika, kimia, biologi dan geologi tahun 1975 - 1979 " (A. Nontji dan A. Djamali, eds). LON - LIPI: 10-41.
- Legowo, E., M. Muchtar dan D. Arief 1980. Oksigen di lapisan permukaan perairan Teluk Jakarta pada Musim Barat dan Musim Timur tahun 1976, 1977 dan 1978. *Dalam*: "Teluk Jakarta, Pengkajian fisika, kimia, biologi dan geologi " (A. Nontji dan A. Djamali, eds). Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI : 49 – 58.
- Nontji, A 1974. Kandungan klorofil pada fitoplankton di Laut Banda dan Laut Seram. *Oseanologi di Indonesia*, 2: 1 – 16.
- Sapulete, D dan S. Birowo 1989. Kandungan oksigen di Teluk Ambon. *Dalam* : "Perairan Maluku dan sekitarnya". (D. P. Praseno, W. S. Atmaja, I. Supangat, Ruyitno dan B. S. Sudibjo, eds). Balitbang Sumberdaya Laut P3O-LIPI, Ambon : 199 – 204.
- Simanjuntak. M 1995. Kandungan fosfat, nitrat, oksigen terlarut, suhu dan salinitas di perairan Teluk Waworada, Sumbawa. *Prosiding Seminar Kelautan Nasional*, Jakarta, Nopember 1995 : 123-129
- Simanjuntak, M 1999. Kondisi oksigen terlarut di Muara Sungai Cirarab dan Sungai Mati, Teluk Jakarta. *Dalam* : "Pesisir dan Pantai Indonesia I". (D. P. Praseno, W. S. Atmaja, I. Supangat, Ruyitno dan B. S. Sudibjo, eds). Puslitbang Oseanologi-LIPI : 17-25.
- Simanjuntak, M. 2008. Kandungan oksigen terlarut pada waktu pasang dan surut di perairan Mamberamo, Papua. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*. Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar, Edisi Maret 2008 Volume 18 No. 1: 52-63.
- Susana, T dan A.G. Ilahude 1989. Kandungan oksigen terlarut di perairan Cilacap (Segara Anakan) dan sekitarnya. *Dalam* : "Penelitian oseanologi perairan Indonesia Buku I, biologi, geologi, lingkungan dan oseanografi". (D. P. Praseno, W. S. Atmaja, O.H. Arinardi, Ruyitno dan I. Supangat, eds). Puslitbang Oseanologi-LIPI : 147-153.
- Susana, T 1990. Telaah suhu, oksigen dan fauna ikan di perairan PLTU Suralaya. *Oseanologi di Indonesia* 23 : 41 – 51.
- Sutamihardja, R. T. M. 1978. Kualitas dan Pencemaran Lingkungan. Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 92 hal
- Tijssen, S.B., M. Mulder and F.J. Wetsteyn 1990. Production and consumption rates of oxygen, and vertical oxygen structure in the upper 300 m in the eastern Banda Sea during and after the



upwelling season, August 1984 and February/March 1985. –Proc. Snellius-II Symp., Neth. J. Sea Res. 25: 485-499.

U.S. Navy Hydrographic Office 1959. Instruction manual for oceanography observation. H. O. Publ. 607, Washington, D.C.

Wyrski, K 1961. Physical oceanography of the Southeast Asian Waters. Naga Report 2, University of California : 1-195 .



## KUALITAS AIR LAUT DITINJAU DARI ASPEK ZAT HARA DI PERAIRAN HALMAHERA, MALUKU UTARA

**Marojahan Simanjuntak**

*Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta*

*E mail: ojak\_sm.@.yahoo.com*

Zat hara merupakan sumber bahan makanan bagi mikro-organisme laut dan salah satu indikator kesuburan perairan. Pengamatan kualitas perairan Halmahera, Maluku Utara ditinjau dari kadar zat hara telah dilakukan pada bulan April 2006. Zat hara yang diteliti terdiri dari fosfat, nitrat dan silikat. Contoh air laut diambil dari 25 stasiun penelitian di 5 lokasi penelitian yaitu perairan bagian selatan (6 stasiun), bagian barat (4 stasiun), Selat Kabaena (6 stasiun), Selat Buton (4 stasiun) dan Selat Tioro (5 stasiun) dengan menggunakan Rosette Sampler di Kapal Penelitian Baruna Jaya VIII pada lapisan permukaan (0 meter), 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250 dan 300m. Metode penelitian zat hara dilakukan dengan mengacu pada metode Strickland dan Parsons. Secara keseluruhan hasil pengamatan kadar fosfat, nitrat dan silikat masing-masing berkisar antara 0,001-0,059 mg/l dengan rata-rata 0,018 mg/l ; 0,006-0,070 mg/l dengan rata-rata 0,030 mg/l dan 0,063 – 2,130 mg/l dengan rata-rata 0,5376 mg/l. Kadar zat hara yang lebih tinggi diperoleh pada lapisan dekat dasar di sebelah timur dan selatan lokasi penelitian ini terutama yang berdekatan dengan muara sungai. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kualitas perairan ini masih layak untuk menunjang kegiatan usaha perikanan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kualitas perairan ditinjau dari kondisi zat hara di perairan ini masih sesuai dengan kepentingan budidaya perikanan yang ditetapkan oleh Baku Mutu Air Laut Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup (KLH).

Kata kunci: kualitas air, metode Strickland dan Parson, kesuburan perairan, zat hara, Halmahera.

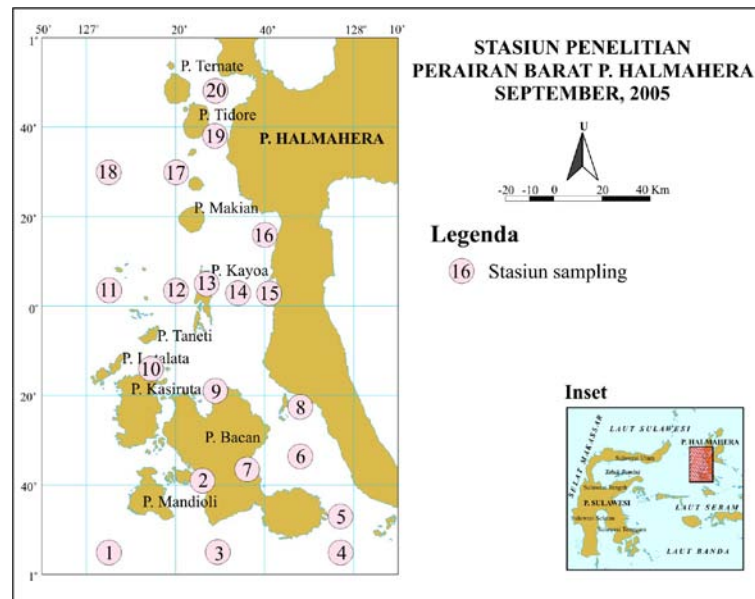
### PENDAHULUAN

Perairan Kawasan Pengelolaan Perairan Laut (KAPPEL) Maluku Utara khususnya perairan sebelah barat perairan Maluku Utara merupakan salah satu perairan yang sangat penting karena dari letak geografisnya dipengaruhi Samudera Pasifik, memungkinkan daerah tersebut sangat baik untuk kehidupan berbagai biota laut terutama bidang perikanan. Dari data sementara yang diperoleh dari Pemerintah Daerah setempat (komunikasi langsung) telah diperoleh informasi tentang pemanfaatan sumber daya laut di perairan tersebut, misalnya bidang sumber daya perikanan merupakan sumber devisa daerah yang utama sedangkan bidang pertambangan yaitu emas (masih banyak dikelola masyarakat), minyak dan gas bumi maupun sumber daya laut lainnya belum begitu menonjol. Di sepanjang perairan pantai sebelah barat dari sebelah utara sampai selatan perairan tersebut telah direncanakan Pemda setempat untuk mengelola daerah tersebut dalam bidang industri, pelabuhan domestik dan pariwisata dan perikanan terutama di sekitar Pulau Bacan. Sebelum industri-industri tersebut diberdayakan perlu dilakukan penelitian pendahuluan mengenai kondisi kualitas perairan. Untuk menunjang penelitian tersebut laboratorium kimia hara telah meneliti dan mengkaji kualitas air laut ditinjau dari kadar zat hara (nutrien) yang merupakan salah satu indikator kesuburan perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji kualitas perairan ini masih layak untuk menunjang kegiatan usaha perikanan ditinjau dari kadar zat hara yang merupakan indikator kesuburan sehingga data yang diperoleh dapat memberikan informasi tentang pengelolaan perairan ke instansi terkait.

### BAHAN DAN METODE

Penelitian zat hara di perairan Kawasan Pengelolaan Perairan Laut (KAPPEL) Maluku Utara telah dilakukan pada bulan September 2005 (Gambar 1). Parameter kimia hara yang diteliti dari sampel air laut yaitu fosfat, nitrat, nitrit, silikat, derajat keasaman dan oksigen terlarut, Contoh air laut untuk parameter fosfat, nitrat, nitrit, silikat, derajat keasaman (pH)

dan oksigen terlarut diambil dengan menggunakan Rosette Sampler di KR Baruna Jaya VIII pada kedalaman baku dari lapisan permukaan (0 meter), 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250 dan 300 meter pada 14 stasiun penelitian. Kemudian setelah sampel di saring dengan kertas saring GFC 0.45  $\mu\text{m}$ , lalu dianalisis menurut metode Strickland & Parson (1968) dengan menggunakan Spektrofotometer masing-masing pada panjang gelombang 885, 543 dan 810 nm dalam satuan  $\mu\text{g A/l}$ . Derajat keasaman (pH) diukur dengan menggunakan alat pH meter merk Cyberscan, Untuk penentuan kadar oksigen terlarut digunakan botol sampel dari gelas yang sudah ditentukan volumenya dan dianalisis menurut metode Winkler (U.S. Hydrographic Office, 1955) yaitu berdasarkan titrasi yodometri dan kadarnya dinyatakan dalam ml/l.



Gambar 1. Stasiun Penelitian perairan KAPPEL Halmahera, Maluku Utara, September 2005

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 1. Kisaran kadar fosfat yang minimum di lapisan permukaan (0 meter) dan 300 meter masing-masing berkisar 0,04 – 0,43  $\mu\text{g A/l}$  dengan rata-rata 0,12  $\mu\text{g A/l}$  dan 1,48 – 2,35  $\mu\text{g A/l}$  dengan rata-rata 1,77  $\mu\text{g A/l}$ . Kadar fosfat yang tertinggi (2,35  $\mu\text{g A/l}$ ) diperoleh di lapisan dekat dasar pada Stasiun 18 dan terendah (0,04  $\mu\text{g A/l}$ ) diperoleh di lapisan permukaan pada Stasiun 1. Kisaran dan rata-rata kadar fosfat pada setiap kedalaman sampai 300 meter disajikan dalam Tabel 1. Secara keseluruhan kadar fosfat yang tertinggi (2,35  $\mu\text{g A/l}$ ) diperoleh pada kedalaman 300 meter pada Stasiun 18 dan terendah (0,04  $\mu\text{g A/l}$ ) diperoleh di lapisan permukaan pada Stasiun 1 (Tabel 2. Dari distribusi kadar fosfat yang diperoleh menunjukkan kecenderungan kadar fosfat yang semakin tinggi ke arah dekat pantai menunjukkan pengaruh daratan yang lebih menonjol dibandingkan dengan pengaruh laut. Pada umumnya, pengaruh daratan terutama bila curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan tingginya kadar silikat di stasiun-stasiun penelitian dekat pantai.

Pada umumnya kadar fosfat di lapisan dekat dasar lebih tinggi dari pada di lapisan permukaan. Hal ini disebabkan senyawa fosfat akan tenggelam ke arah dasar perairan akibat perbedaan beratnya dengan air laut, Kadar fosfat di perairan ini terlihat beragam pada hampir semua stasiun penelitian dan pengaruh daratan terhadap kadar fosfat terlihat dari kadarnya yang relatif lebih tinggi di stasiun-stasiun penelitian dekat pantai daripada di lepas pantai namun secara keseluruhan, kadar fosfat di perairan ini yang berfungsi sebagai rantai makanan bagi biota dan salah satu faktor kesuburan, kondisinya masih baik (Tabel 1). Dari pola sebaran



terlihat kadar fosfat yang rendah pada lapisan permukaan dan kedalaman 25 m di sebelah timur perairan ini, yang tertinggi diperoleh di dekat pantai dan lepas pantai (Gambar 2 dan 3).

**Tabel 1. Kisaran dan Rata-rata kimia hara di perairan Kawasan Pengelolaan Perairan Laut (KAPPEL) Maluku Utara, September 2005.**

Kedalaman (m)	Parameter					
	PO <sub>4</sub>		NO <sub>3</sub>		SiO <sub>3</sub>	
	(ug A/l)					
	Kisaran	Rerata	Kisaran	Rerata	Kisaran	Rerata
0	0,04-0,43	0,12	0,13-0,98	0,51	1,52-6,61	3,34
25	0,04-0,52	0,17	0,16-3,43	0,90	1,73-7,91	3,73
50	0,04-1,52	0,39	0,25-4,42	1,85	2,06-7,69	4,28
75	0,04-1,04	0,47	0,31-8,60	3,54	2,38-15,82	6,71
100	0,52-1,83	0,91	1,91-4,72	3,12	3,36-24,05	9,91
150	0,39-2,09	1,15	2,53-6,80	4,25	8,88-30,66	15,20
200	1,13-1,48	1,33	4,66-8,47	6,12	11,27-30,22	18,62
250	1,43-1,74	1,54	6,16-8,86	7,42	17,16-28,60	22,03
300	1,48-2,35	1,77	6,22-8,90	7,95	10,73-32,93	22,84
Keseluruhan	0,04-2,35	0,68	0,13-8,90	3,21	1,52-32,93	9,39

Rendahnya kadar fosfat di lapisan permukaan dan kedalaman 25 m pada Stasiun 19 dipengaruhi pencampuran massa air laut yang masuk dari lepas pantai dengan kadar fosfat yang lebih rendah dengan kadar fosfat yang berada di dekat pantai. Sedangkan tingginya kadar fosfat di lokasi dekat dan lepas pantai sebelah barat, kemungkinan disebabkan arus dan pengadukan (turbulence) massa air yang mengakibatkan terangkatnya kandungan fosfat yang tinggi dari dasar ke lapisan permukaan. Kadar fosfat yang baik untuk budidaya kerang hijau dan kerang bulu berkisar antara 0,5–1,0 µg A/l. Untuk budidaya tiram berkisar antara 0,5–3,0 µg A/l sedangkan untuk budidaya beronang, kakap dan kerapu berkisar antara 0,2–0,5 µg A/l (Baku Mutu Air Laut Departemen Pertanian *dalam* KLH, 1984).

Informasi tingkat kesuburan perairan ditinjau dari kandungan zat hara di perairan dangkal belum diperoleh angka yang baku karena dipengaruhi kondisi perairan dan bervariasi dalam dimensi ruang dan waktu (ANONIMUS 1985). Namun JOSHIMURA dalam LIAW (1969) mengklasifikasikan tingkat kesuburan perairan dalam Tabel 2 di bawah ini:

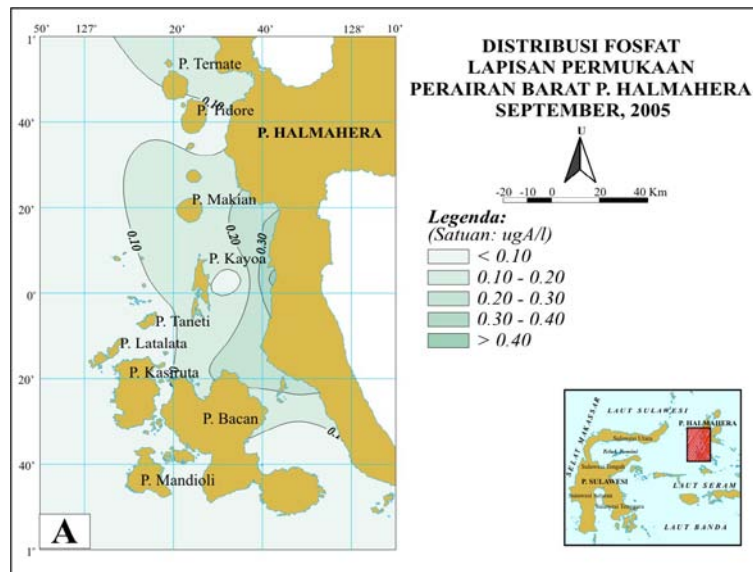
**Tabel 2. Tingkat kesuburan menurut JOSHIMURA dalam LIAW (1969)**

Fosfat (µg A/l)	Tingkat Kesuburan
0 – 0,06	Kurang subur
0,07 – 1,61	Cukup subur
1,62 – 3,23	Subur
> 3,23	Sangat subur

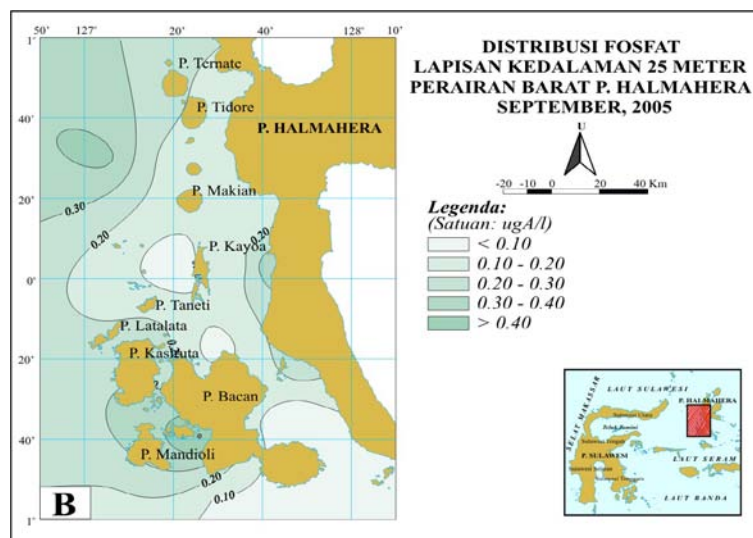
### 3. Fosfat

Ditinjau dari kadar zat hara fosfat di perairan ini, dapat dikatakan bahwa perairan ini relatif subur karena masih berada pada kisaran zat hara fosfat di perairan laut yang normal yaitu 0,10 – 1,68 µg A/l (SUTAMIHARDJA, 1978). Menurut JOSHIMURA (*dalam* LIAW, 1969) tingkat kesuburan perairan dapat ditinjau dari kadar fosfat dalam suatu perairan dengan kisaran 0,07 – 1,61 µg A/l adalah kategori perairan cukup subur, sedangkan pada beberapa perairan seperti di perairan Teluk Penghu dan Selat Taiwan, merupakan daerah budidaya (oyster) dengan kadar fosfat yang berkisar antara 0,08 – 1,20 µg A/l (LIU & FANG, 1986), sehingga bila ditinjau dari kadar fosfat yang merupakan salah satu indikator kesuburan, maka perairan Teluk Klabat masih baik untuk peruntukan budidaya perikanan. Kadar fosfat yang baik

untuk budidaya kerang hijau dan kerang bulu berkisar antara 0,5 – 1,0  $\mu\text{g A/l}$ . Untuk budidaya tiram berkisar antara 0,5 – 3,0  $\mu\text{g A/l}$  sedangkan untuk budidaya beronang, kakap dan kerapu berkisar antara 0,2 – 0,5  $\mu\text{g A/l}$  (BAKU MUTU AIR LAUT, KLH, 2004).



Gambar 2. Distribusi fosfat ( $\mu\text{g A/l}$ ) di lapisan permukaan (0 m) perairan Halmahera, Maluku Utara, September 2005.



Gambar 3. Distribusi fosfat ( $\mu\text{g A/l}$ ) di kedalaman 25 m, perairan Halmahera, Maluku Utara, September 2005.

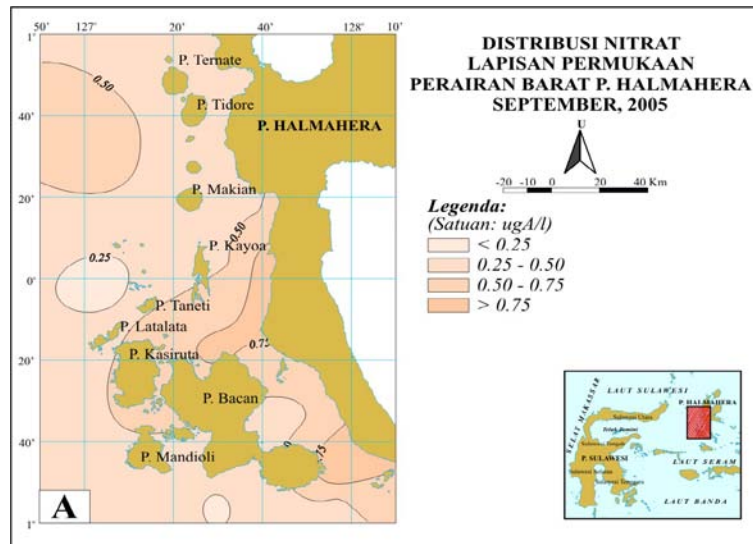
#### 4. Nitrat

Pengamatan kadar nitrat di perairan ini menunjukkan variasi kadarnya yang beragam hampir pada semua stasiun penelitian di dekat pantai maupun dilepas pantai (Tabel 1). Dari distribusi kadar nitrat, diperoleh kadar nitrat yang lebih tinggi di lapisan dekat dasar dan yang lebih rendah di lapisan permukaan. Hal ini disebabkan senyawa nitrat akan tenggelam dan terakumulasi ke dasar perairan akibat perbedaannya dengan air laut sebagaimana nampak pada Tabel 1.

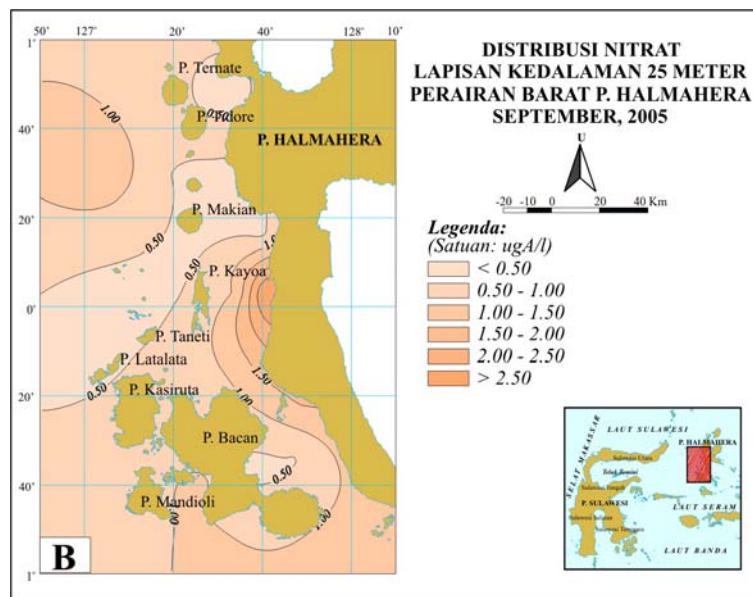
Kadar nitrat di lapisan permukaan (0 meter) dan 300 meter masing-masing berkisar antara 0,13 – 0,98  $\mu\text{g A/l}$  dengan rata-rata 0,51  $\mu\text{g A/l}$  dan 6,22 – 8,80  $\mu\text{g A/l}$  dengan rata-rata



7,95  $\mu\text{g A/l}$ . Kisaran dan rata-rata kadar nitrat pada setiap kedalaman sampai 300 meter disajikan dalam Tabel 1. Secara keseluruhan kadar nitrat yang tertinggi (8,90  $\mu\text{g A/l}$ ) diperoleh pada kedalaman 300 meter pada Stasiun 3 dan terendah 0,13  $\mu\text{g A/l}$  diperoleh di lapisan permukaan pada Stasiun 11 (Tabel 2). Kadar nitrat di perairan ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan perairan Teluk Kuta Lombok yang konsentrasi nitratnya berkisar antara 0,11 - 0,39  $\mu\text{g A/l}$  (Muchtart, M 1994).



Gambar 4. Distribusi nitrat ( $\mu\text{g A/l}$ ) di lapisan permukaan (0 m) perairan Halmahera, Maluku Utara, September 2005.



Gambar 5. Distribusi nitrat ( $\mu\text{g A/l}$ ) di kedalaman 25 m, perairan Halmahera, Maluku Utara, September 2005.

Dari distribusi kadar nitrat yang diperoleh menunjukkan kecenderungan kadar nitrat yang semakin tinggi ke arah dekat pantai menunjukkan pengaruh daratan yang lebih menonjol dibandingkan dengan pengaruh laut. Pada umumnya kadar nitrat di lapisan dekat dasar lebih tinggi dari pada di lapisan permukaan. Kadar nitrat di perairan ini terlihat beragam pada hampir semua stasiun penelitian dan pengaruh daratan terhadap kadar fosfat terlihat dari kadarnya yang relatif lebih tinggi di stasiun-stasiun penelitian dekat pantai daripada dilepas pantai





namun secara keseluruhan, kadar nitrat di perairan ini yang berfungsi sebagai rantai makanan bagi biota dan salah satu faktor kesuburan, kondisinya masih baik. Kadar nitrat yang baik untuk budidaya kerang hijau dan kerang bulu berkisar antara 2,5–3,0  $\mu\text{g A/l}$ . Untuk budidaya tiram berkisar antara 1,5–3,0  $\mu\text{g A/l}$  sedangkan untuk budidaya beronang, kakap dan kerapu berkisar antara 0,9–3,2  $\mu\text{g A/l}$  (Baku Mutu Air Laut Departemen Pertanian *dalam* KLH, 1984).

Dari pola sebaran menunjukkan kadar nitrat yang rendah pada lapisan permukaan dan kedalaman 25m di sebelah barat perairan ini dan yang tertinggi diperoleh di dekat pantai dan lepas pantai sebelah utara. Rendahnya kadar nitrat di lapisan permukaan pada Stasiun 11 yang terletak di lepas pantai mengindikasikan massa air laut tersebut mengandung kadar fosfat yang rendah yang berasal dari massa air Samudera Pasifik. Sedangkan kadar nitrat yang tinggi pada kedalaman 25m diperoleh di Stasiun 17 yaitu di lokasi dekat pantai sebelah utara perairan ini. (Gambar 4 dan 5).

LIU & FANG, 1986, menyatakan perairan Teluk Penghu dan Selat Taiwan, merupakan daerah budidaya (oyster) dengan kadar nitrat berkisar antara 0,08 – 1,80  $\mu\text{g A/l}$ , sehingga bila ditinjau dari kadar nitrat yang merupakan salah satu indikator kesuburan, maka perairan Teluk Klabat masih baik untuk peruntukan budidaya perikanan. Kadar nitrat yang baik untuk budidaya kerang hijau dan kerang bulu berkisar antara 2,5 – 3,0  $\mu\text{g A/l}$ . Untuk budidaya tiram berkisar antara 1,5 – 3,0  $\mu\text{g A/l}$  sedangkan untuk budidaya beronang, kakap dan kerapu berkisar antara 0,9 – 3,2  $\mu\text{g A/l}$  (Baku Mutu Air Laut Departemen Pertanian *dalam* KLH, 1984).

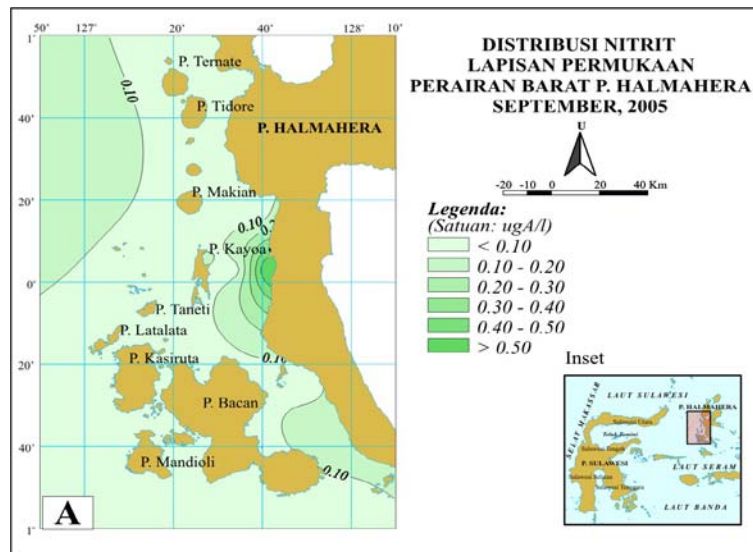
Namun dari data yang diperoleh, ternyata hanya kadar fosfat yang cocok untuk budidaya tiram sedangkan kadar nitrat tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh Baku Mutu tersebut. Hal ini mungkin disebabkan kadar nitrat sangat dipengaruhi kondisi perairan dan bervariasi dalam dimensi ruang dan waktu, namun telah diperoleh kondisi luwes untuk kadar fosfat dan nitrat dalam suatu peruntukan budidaya perikanan dalam suatu perairan (KMN-LH, 2004).

### 5. Silikat

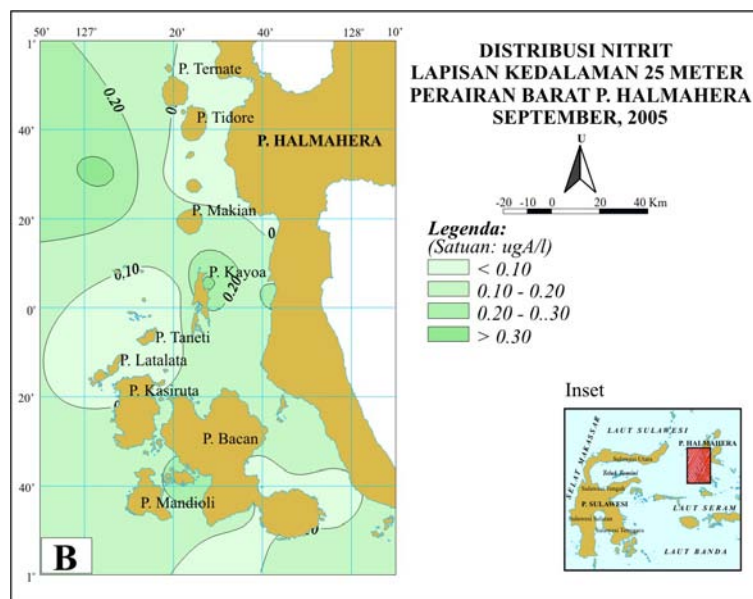
Kadar silikat diperairan ini terlihat beragam pada hampir semua stasiun penelitian pada kedalaman yang sama (Tabel 1). Dari hasil penelitian diperoleh kadar silikat dilapisan dekat dasar lebih tinggi dari pada dilapisan permukaan di semua stasiun penelitian. Hal ini disebabkan senyawa silikat akan tenggelam kearah dasar perairan akibat perbedaan beratnya dengan air laut. Secara keseluruhan kadar silikat diperairan ini masih normal untuk wilayah perairan pantai. Kisaran kadar silikat yang minimum di lapisan permukaan (0 meter) dan 300 meter masing-masing berkisar 1,52 – 6,61 $\mu\text{g A/l}$  dengan rata-rata 3,34  $\mu\text{g A/l}$  dan 10,73 – 32,93  $\mu\text{g A/l}$  dengan rata-rata 22,84  $\mu\text{g A/l}$ . Kadar silikat yang tertinggi (32,93  $\mu\text{g A/l}$ ) diperoleh di kedalaman 300 meter pada Stasiun 17 dan terendah (1,52  $\mu\text{g A/l}$ ) diperoleh di lapisan permukaan pada Stasiun 2. Kisaran dan rata-rata kadar silikat pada setiap kedalaman sampai 300 meter disajikan dalam Tabel 1. Secara keseluruhan kadar silikat yang tertinggi (32,93  $\mu\text{g A/l}$ ) diperoleh pada kedalaman 300 meter pada Stasiun 17 dan terendah (1,52  $\mu\text{g A/l}$ ) diperoleh di lapisan permukaan pada Stasiun 2 (Tabel 2). Kadar silikat di perairan ini sedikit lebih rendah bila dibandingkan dengan kadar silikat di Teluk Jakarta. Kadar silikat di perairan Teluk Jakarta di lapisan permukaan dan dasar masing-masing berkisar antara 0,19 – 78,67  $\mu\text{g A/l}$  dengan rata-rata 18,17  $\mu\text{g A/l}$  dan 6,00 – 92,17  $\mu\text{g A/l}$  dengan rata-rata 25,48  $\mu\text{g A/l}$  (Muchtar, 1980). Kecenderungan kadar silikat yang semakin tinggi kearah dekat pantai menunjukkan pengaruh daratan yang lebih menonjol dibandingkan dengan pengaruh laut. Pada umumnya, pengaruh daratan terutama bila curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan tingginya kadar silikat di stasiun-stasiun penelitian dekat pantai namun secara keseluruhan, kadar silikat yang merupakan salah satu faktor kesuburan dan pembentuk kerangka dinding sel



diatom (fitoplankton), masih baik di perairan ini. Kadar silikat yang baik untuk budidaya biota laut masih terbatas pada kisaran nilai yang luwes secara alami (Baku Mutu Air Laut Departemen Pertanian dalam KLH, 2004).



**Gambar 6.** Distribusi silikat ( $\mu\text{g A/l}$ ) di lapisan permukaan (0 meter), perairan Halmahera, Maluku Utara, September 2005.



**Gambar 7.** Distribusi silikat ( $\mu\text{g A/l}$ ) di kedalaman 25 m, perairan Halmahera, Maluku Utara, September 2005.

Dari pola sebaran terlihat kadar silikat yang rendah pada lapisan permukaan di lepas pantai dan yang tinggi pada kedalaman 5 m pada Stasiun 7 di lokasi tengah Teluk Klabat (Gambar 6 dan 7). Rendahnya kadar silikat di lapisan permukaan pada Stasiun 2 massa air laut tersebut mengandung kadar fosfat yang rendah yang berasal dari massa air laut Samudera Pasifik. Sedangkan tingginya kadar silikat di dekat pantai sebelah timur perairan ini kemungkinan disebabkan pengaruh daratan yang lebih dominan menyumbang kandungan silikat ke perairan ini.



Kadar zat hara fosfat, nitrat dan silikat di perairan ini lebih besar bila dibandingkan dengan perairan Kuta-Lombok Selatan dengan kisaran 0,42 - 1,11 dan 0,11 - 0,39  $\mu\text{g A/l}$  (MUCHTAR, 1994). Perbedaan ini disebabkan karena perairan Kuta-Lombok Selatan tidak dipengaruhi oleh sungai-sungai yang banyak membawa zat hara ke perairan tersebut. Namun kadar zat hara di perairan ini lebih rendah bila dibandingkan dengan perairan Teluk Jakarta masing-masing dengan kisaran 0,20 - 0,90 dan 0,02 - 2,68  $\mu\text{g A/l}$  (ILAHUDE & SAPUTRA, 1980) dan di perairan Cilacap dengan kisaran 0,08 - 4,82 dan 0,08 - 5,66  $\mu\text{g A/l}$  (WINATA & MUCHTAR, 1984). Kondisi ini mungkin disebabkan banyaknya limbah organik yang dibuang ke Teluk Jakarta dan serasah mangrove yang diuraikan oleh bakteri menjadi zat hara. Dari pola sebaran terlihat kadar silikat yang rendah pada lapisan permukaan di lepas pantai dan yang tinggi pada kedalaman 25m pada Stasiun 7 di dekat pantai (Gambar 6 dan 7). Rendahnya kadar silikat di lapisan permukaan pada Stasiun 2 massa air laut tersebut mengandung kadar fosfat yang rendah yang berasal dari massa air laut Samudera Pasifik. Sedangkan tingginya kadar silikat di perairan ini kemungkinan disebabkan pengaruh daratan yang lebih dominan menyumbang kandungan silikat ke perairan ini.

### KESIMPULAN

1. Sungai-sungai yang bermuara di perairan Kawasan Pengelolaan Perairan Laut (KAPPEL) Maluku Utara tidak begitu banyak dan tidak ada yang besar sehingga pasokan zat-zat anorganik (fosfat, nitrat, dan silikat) tidak begitu banyak pula ke perairan tersebut sehingga fluktuasi kandungan zat hara lebih banyak di pengaruhi musim, arus, pengadukan massa air laut oleh ombak serta fitoplankton.
2. Pengaruh daratan Maluku Utara lebih besar peranannya dibandingkan dengan peranan Arlindo yang melalui perairan Maluku Utara untuk menyumbang kandungan zat hara.
3. Kondisi zat hara di perairan ini masih baik untuk kehidupan biota laut bila mengacu kepada Nilai Batas Ambang (NAD) yang ditetapkan Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini disusun dari Program penelitian dan pengembangan Iptek Riset Kompetitif LIPI: Sub. Program Halmahera, Maluku Utara, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Deputy Ilmu Pengetahuan Kebumian LIPI Prof. Dr. Ir. Jan Sophaheluwakan, M.Sc. selaku Koordinator Sub. Program dan Bapak Dr. Rudi Subagja selaku koordinator harian dan Dra Yetty Darmayati M.Sc sebagai Koordinator lapangan serta redaksi, rekan peneliti dan teknisi dan nakhoda beserta ABK Kapal Riset Baruna Jaya VIII sampai tersusunnya makalah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Environmental Protection Agency, 1973. *Water Quality Criteria*. Ecological Research Series Washington: 595 p.
- Ilahude, A. G. dan S. Lia Saputra 1980. Sebaran normal parameter hidrologi di Teluk Jakarta. *Dalam* : "Teluk Jakarta, Pengkajian Fisika, Kimia, Biologi dan Geologi tahun 1975 - 1979" ( A, Nontji & A, Djamali, eds), LON - LIPI : 1-48.
- KMNLH 2004. Keputusan Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Tentang Baku Mutu Air Laut. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, Jakarta
- Liaw, W. K, 1969. *Chemical and Biological Studies of fish Pond and Reservoir in Taiwan*. Chinese America Joint Comission on Rural. Recontruction Fish, Series 7: 1-43
- Liu Kon- Kee and Lee-Shing Fang, 1986. Nutrient Cycling in the Penghu Bay: A Study on Nutrient regeneration in sediments in an oyster farm. *A eanographica Taiwanica*. 17: 45-60.
- Muchtar, M 1980. Kandungan silikon-silikat di Teluk Jakarta. *Dalam*: "Teluk Jakarta, pengkajian fisika, kimia, biologi dan geologi tahun 1975 - 1979" (A, Nontji dan A, Djamali, eds). Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI : 59-67.



- Muchtar, M 1994. Struktur Komunitas Biologi Padang Lamun di Pantai Selatan Lombok dan Kondisi lingkungannya, Proyek Pengembangan Kelautan MREP 1993 – 1994. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi - LIPI, Jakarta : 1 – 14.
- Nybakken, J. W 1988. *Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologi*. Alih bahasa oleh M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo. Gramedia Jakarta : 459 hal.
- Salim, E, 1986. *Baku Mutu Lingkungan*. KLH, Jakarta: 25 hal.
- Strickland, J. D. H and T. R. Parsons 1968. A Practical handbook of seawater analysis. *Fish, Res, Board, Canada, Bull*, 167 : 1 – 311
- Sutamihardja, R. T. M, 1978. *Kualitas dan Pencemaran Lingkungan Sekolah*. Pasca Sarjana Jurusan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan IPB : 41 hal.
- Winata, I dan M. Muchtar 1984. Zat hara fosfat, nitrat dan nitrit di perairan hutan mangrove Cilacap. *Prosiding Seminar II Ekosistem Mangrove*, LIPI : 308-312.



## MEMPERKENALKAN IKAN BESENG (*Marosatherina ladigesii*) DAN USULAN PENGEMBANGAN RESERVATNYA

Lukman

*Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta*

*E-mail : lukman\_limnol@yahoo.com*

Ancaman terhadap komunitas ikan di alam merupakan fenomena yang banyak terjadi terkait tangkap lebih (*over fishing*), kerusakan habitat dan pencemaran atau sebab lain yang tidak diketahui, yang ditandai dengan adanya penurunan populasi maupun berkurangnya spesies. Ikan beseng (*Marosatherina ladigesii*) merupakan satu jenis ikan endemik Sulawesi Selatan, yang populasinya di alam juga telah terancam. Upaya menjaga kelestarian di habitat aslinya (*in situ conservation*) diperlukan, yaitu dengan menetapkan wilayah reservat (suaka perikanan). Pada makalah ini akan dikemukakan kondisi sungai-sungai di wilayah Sulawesi Selatan yang menjadi habitat ikan beseng, dan sungai yang dapat menjadi calon potensial wilayah reservatnya. Ikan beseng merupakan ikan hias yang memiliki warna tubuh yang indah dan pada beberapa dekade lalu menjadi komoditas ekspor. Ikan beseng tersebar pada suatu kawasan yang luas, yang meliputi wilayah Maros, Pangkep, Gowa, dan Bone. Beberapa faktor yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan kelayakan dari sungai yang menjadi calon reservat adalah: i) Stabilitas fisik lingkungan; ii) Kondisi kualitas air; iii) Struktur populasi ikan; iv) Ketersediaan pakan; dan v) Faktor penunjang lainnya. Berdasarkan evaluasi faktor-faktor yang dijadikan pertimbangan kelayakannya tersebut, maka sungai yang dapat menjadi alternatif reservat yang paling layak adalah Sungai Padae, di Kabupaten Pangkep. Namun demikian diperlukan pengkajian mendalam untuk mengamati situs yang paling layak di sepanjang sungai sebagai wilayah reservat ikan beseng tersebut di aliran Sungai Padae.

Kata Kunci: Sulawesi Selatan, Ikan beseng (*Marosatherina ladigesii*), reservat

### PENDAHULUAN

Ancaman terhadap komunitas ikan di alam merupakan fenomena yang banyak terjadi terkait tangkap lebih (*over fishing*), kerusakan habitat dan pencemaran, atau sebab lain yang tidak diketahui, yang ditandai dengan adanya penurunan populasi maupun berkurangnya spesies. Penurunan produksi ikan hasil tangkapan tercatat dari perairan darat di wilayah Kota Bangun-Kalimantan Timur (Lukman, 1998), perairan Danau Lindu (Lukman, 2005), Danau Teluk Jambi (Krismono *et al.*, 2007), dan hasil tangkapan ikan sidat di Danau Poso (Lukman *et al.*, 2007). Sementara itu, menurunnya komunitas ikan dan menghilangnya jenis-jenis ikan tertentu telah pula dilaporkan, seperti sulit ditemukannya ikan *Xenopoecilus sarasinorum* dari Danau Lindu (Lukman, 2005), ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) yang tergolong hampir punah dari Danau Singkarak (Syandri *et al.*, 2002), tercatat 25 jenis ikan yang masuk kondisi langka di perairan Jawa Barat (Husen, 1999), dan menurunnya jumlah spesies ikan-ikan dari famili Cyprinidae, Siluridae dan Bagridae di Sungai Musi akibat terjadinya perubahan bentang alam di daerah tangkapan airnya (Husnah & Suryati, 2008).

Ikan beseng (*Marosatherina ladigesii*) merupakan satu jenis ikan endemik Sulawesi Selatan, yang populasinya di alam juga telah terancam terutama karena usaha penangkapannya (Adriani, 2000), sehingga pada saat ini ikan beseng telah terdapat dalam IUCN dengan kategori spesies terancam punah (Wargasmita, 2004). Untuk menyikapi kondisi tersebut, usaha-usaha konservasi perlu dilakukan, baik melalui penyelamatan dan perlindungan habitatnya (*in situ conservation*) maupun melalui usaha domestikasi (*ex situ conservation*). Langkah percobaan upaya menjaga kelestarian *M ladigesii* telah dilakukan, diantaranya melalui pengembangan habitat buatan (Lukman *et al.*, 2006) serta upaya domestikasinya di lingkungan terkontrol (Said *et al.*, 2005). Upaya menjaga kelestarian di habitat aslinya (*in situ conservation*) tetap diperlukan, diantaranya menetapkan wilayah



reservat (suaka perikanan) yang mana secara komprehensif selain menjaga populasinya, menjaga keragaman genetiknya juga menyediakan stok di alam secara mencukupi.

Pada makalah ini akan dikemukakan kondisi lokasi sungai-sungai di wilayah Sulawesi Selatan yang menjadi habitat ikan beseng, dan sungai yang dapat menjadi calon potensial wilayah reservat ikan tersebut. Pada saat ini beberapa sungai diketahui memiliki kondisi yang memungkinkan untuk dijadikan sebagai lokasi-lokasi perlindungan, didasarkan pada kondisi ekologisnya dan tingkat keamanannya dari aktivitas manusia yang mengganggu.

### **RESERVAT DAN KARAKTERISTIK HABITAT OPTIMAL**

Reservat atau suaka perikanan adalah kawasan perairan, baik wilayah bahari maupun air tawar, yang mempunyai bagian-bagian yang ikannya tidak boleh ditangkap oleh siapapun, kapanpun dengan cara apapun. Keberadaan suaka perikanan di dalam sistem hukum Indonesia dijamin oleh Pasal 8 ayat 1 dan ayat 2, Undang-undang RI No 9 Tahun 1985 tentang Perikanan (Hartoto, 2002). Berdasarkan undang-undang ini, suaka perikanan darat adalah suatu perangkat pengelolaan perikanan penangkapan yang diharapkan dapat menjalankan tiga fungsi utama, yaitu: i) Melestarikan atau meningkatkan produksi perikanan penangkapan yang didasarkan atas keberadaan populasi ikan alami di perairan sekitarnya; ii) Untuk melestarikan keanekaragaman hayati sumberdaya perikanan; iii) Melindungi habitat penting dan kritis bagi ikan. Di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 60 Tahun 2007 tentang Konservasi Sumber Daya Ikan, telah diuraikan secara komprehensif sistem perlindungan ikan dan habitatnya, diantaranya menyangkut suaka perikanan.

Untuk menetapkan suatu lokasi dapat dijadikan reservat, perlu memperhatikan kondisi biologis dari biota yang akan dilindungi serta faktor kelayakan habitat yang menunjang kehidupannya. Menurut Hartoto *et al* (1998) keberhasilan suatu reservat dapat ditinjau dari "integritas ekologis"-nya, yaitu dapat mewakili ekosistem sejenis yang terdapat di dalam wilayah geologis yang sama. Kondisi tersebut mampu secara alamiah menjamin transfer informasi genetik ikan dari waktu sekarang ke kurun waktu mendatang. Dalam kalimat sederhananya sumberdaya ikan yang ada di reservat mampu bereproduksi dalam kualitas dan kuantitas yang menjamin kelestarian populasinya. Dengan demikian "integritas ekologis" tersebut dapat juga menjadi suatu karakteristik kelayakan dari perairan yang akan dicalonkan menjadi reservat.

Beberapa faktor yang dapat menjadi pertimbangan untuk menetapkan suatu lokasi dapat dijadikan reservat, tersebut adalah: i) Adanya biota yang akan dilindungi, dengan berbagai ukuran umurnya; ii) Potensi sumberdaya pendukung, seperti sumber pakannya yang cukup tersedia; iii) Tersedianya variasi mikrohabitat untuk berbagai kebutuhan dalam perkembangan hidup dan reproduksi ikan; iv) Kondisi kualitas lingkungan yang baik dan terjaga; dan v) Faktor-faktor lain yang mendukung, terutama dari aktivitas masyarakat sekitarnya.

Dikemukakan pula oleh Hartoto *et al* (1998) terdapat lima tapak limnologis penting yang menyediakan sumberdaya habitat untuk ikan dapat menjalankan fungsi fisiologisnya, yaitu: i) Tapak pemijahan (*spawning site*); ii) Tapak pengasuhan (*nursery site*) iii) Tapak pergerakan bebas (*roaming site*); iv) Tapak mencari makan (*feeding site*), dan v) Tapak lindung (*refuge site*).

### **MENGENAL IKAN BESENG**

Ikan beseng merupakan komoditas ikan hias yang memiliki warna tubuh yang indah, meskipun kalau dilihat dari arah atas/punggung keindahannya tidak tampak. Warna badannya

sendiri cenderung transparan, namun sepanjang garis tengah linealateralis berwarna hijau kebiruan dengan selapis warna ungu, sedangkan ekor dan sirip berwarna kuning (Gambar 1).

Di dalam dunia perikanhisan, ikan beseng dikenal sebagai *Celebes Rainbow Fish* atau dalam nama Jermannya *Sonnenstrahlenfisch*, adalah komoditas ikan hias yang cukup populer yang diekspor ke negara-negara Eropa pada tahun 1976. Ikan yang diminati terutama jenis kelamin jantan karena memiliki warna dan penampilan yang menawan. Perhimpunan Ikan Hias Indonesia (PIHI) atau *Aquarist Society of Indonesia* telah menggunakan “Bonti-Bonti” atau ikan beseng sebagai LOGO-nya (Gambar 2) (Anonim, 1994).



**Gambar 1.** Keindahan warna menjadikan ikan beseng disukai pecinta ikan hias

Ikan beseng pertama kali didekskripsikan oleh Ahl (1936) sebagai satu jenis dari genus *Telmatherina*, yaitu *T. ladigesii*. Namun demikian Aarn *et al* (1998) berdasarkan kajian filogenetiknya telah menetapkan jenis ini sebagai genus yang lain, yaitu *Marosatherina ladigesii*.



**Gambar 2.** Keindahan ikan beseng memberi inspirasi pecinta ikan hias untuk menjadikannya logo perhimpunan mereka

Panjang total dan berat maksimum ikan beseng yang terukur, tertangkap di Bantimurung, masing-masing 66,2 mm dan 3,05 gram (Said *et al*, 2005). Berdasarkan penelitian Andriani (2000) pada ukuran minimal 15 mm, ternyata ikan beseng sudah dewasa yang dicirikan dengan telah berkembangnya gonad, sementara fekunditas yang telah diketahui berkisar antara 101 – 224 butir, dengan waktu pemijahan terjadi antara Juli sampai Oktober.

### KONDISI POPULASI DAN HABITAT IKAN BESENG

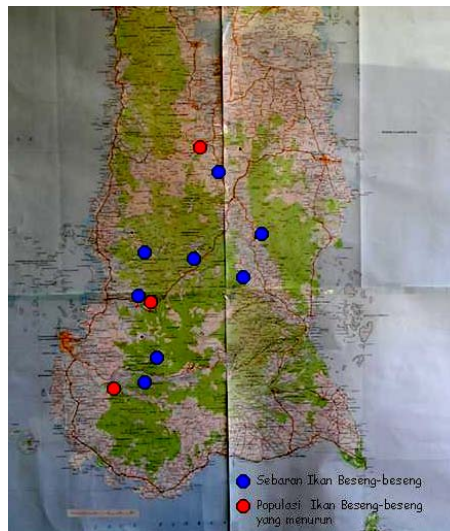
Ikan beseng tersebar pada suatu kawasan yang luas di Sulawesi Selatan, yang meliputi sungai-sungai Matoang, Patunuang, Bantumurung, Batangase hingga Abalu di Kabupaten Maros, Sungai Padae di Kabupaten Pangkep, Sungai Jenalata dan Rakikang Kabupaten Gowa, serta Sanrego dan Lamuru di Kabupaten Bone (Gambar 3) (Said *et al.*, 2005).

Sungai-sungai Bantimurung, Makatoang dan Patunuang di Kabupaten Maros telah cukup lama dikenal sebagai daerah penangkapan ikan ini. Namun kondisi terakhir menunjukkan bahwa kondisi populasi ikan beseng di beberapa sungai, seperti Sungai Jenalata dan Patunuang



telah mengalami penurunan, berdasarkan sudah sangat sulitnya ditemukan ditemukan ikan tersebut.

Selain penangkapan yang intensif yang diduga penyebab terjadinya penurunan populasinya di alam, faktor lain yang juga dapat mengakibatkan penurunan populasi ikan tersebut adalah kerusakan habitat sebagai akibat dari pengambilan pasir dan batu sebagaimana terjadi di sungai Jenelata, serta adanya penggunaan racun ikan oleh masyarakat yang digunakan untuk menangkap ikan konsumsi pada sungai-sungai yang menjadi habitat ikan beseng.



**Gambar 3. Wilayah sebaran ikan beseng dan beberapa lokasi yang mengalami penurunan populasi (bintik merah) (Sumber data: Said *et al*, 2005).**

Habitat ikan beseng, umumnya berada pada sungai-sungai yang berada di kawasan karst, yang merupakan suatu bentang alam yang khas, terutama dibentuk karena proses pelarutan batuan karbonat (batu gamping/batu kapur) oleh aliran air yang menghasilkan morfologi spesifik. Di wilayah Sulawesi Selatan, kawasan karst terbentang cukup luas, yang dikenal sebagai Formasi Tonasa yang berumur antara 10 – 40 juta tahun (Samodra, 2006).

Sebagai sungai-sungai kawasan karst, kondisi alami dan parameter kualitas air yang sangat khas adalah pH yang cenderung alkalin (pH antara 7,5 – 8,5), tingkat konduktivitas pada kisaran rendah ( $0,056 \text{ mS.cm}^{-1}$ ) hingga tinggi ( $0,386 \text{ mS.cm}^{-1}$ ), dan tingkat kesadahan berada pada kisaran perairan lunak (*soft wáter*) ( $30,8 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CaCO}_3\text{eq.}$ ) hingga perairan sadah (*hard water*) ( $181,2 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CaCO}_3\text{eq.}$ ), sedangkan kondisi suhu perairan berkisar antara 25 - 33°C (Lukman *et al*, 2007).

Keberadaan ikan beseng pada sungai-sungai yang menjadi habitatnya pada umumnya sering bersamaan dengan ikan *Orizias* sp., yang juga merupakan ikan endemik ikan Sulawesi Selatan. Di beberapa lokasi seperti Bantimurung, Tambolo, Rakikang, Padae ikan beseng seringkali mendominasi komunitas ikan yang ada. Pada pengamatan yang dilakukan Said *et al* (2005) menunjukkan bahwa ikan-ikan beseng lebih banyak tertangkap di wilayah perairan yang dalam yang berupa lubang (*pool*).

Berdasarkan informasi Lukman *et al* (2010), pada wilayah berarus dan berbatu (*riffle zone*) di sungai-sungai yang menjadi habitat ikan beseng, memiliki komunitas makroinvertebrata yang didominasi kelas serangga (insekta), umumnya dari kelompok Ephemeroptera. Tingkat kelimpahan makroinvertebrata tersebut berkisar antara 64 – 466 ind/m<sup>2</sup>. Sebagaimana diketahui, di dalam ekosistem perairan, komunitas makroinvertebrata





memiliki nilai penting yaitu sebagai mata rantai jaring makanan, yang menjadi sumber pakan bagi ikan-ikan karnivora. Sebagaimana diketahui beberapa jenis ikan diketahui memanfaatkan hewan bentik sebagai sumber pakannya, dan sebagaimana dikemukakan Andriani (2000) bahwa ikan beseng-beseng pakan utamanya adalah makroinvertebrata, terutama dari kelompok serangga.

Dari informasi-informasi di atas menunjukkan bahwa wilayah berarus dan berbatu merupakan mikrohabitat yang menyediakan sumber pakan, sehingga dapat diduga wilayah itu sebagai tempat ikan beseng mencari makan, sementara wilayah lubuk dapat menjadi tempat berlindung.

### USULAN PENGEMBANGAN ALTERNATIF RESERVAT IKAN BESENG

Berdasarkan informasi kondisi populasi ikan beseng dan habitatnya, sudah saatnya diwacanakan pengembangan reservatnya. Beberapa faktor yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan kelayakan dari sungai yang menjadi calon reservat adalah: i) Stabilitas Fisik Lingkungan; ii) Kondisi kualitas air; iii) Struktur populasi ikan; iv) Ketersediaan pakan; dan v) Faktor penunjang lainnya.

#### *Stabilitas Fisik Lingkungan*

Stabilitas fisik lingkungan ini menjadi pertimbangan utama karena adanya fluktuasi debit aliran sungai di kawasan karst yang ekstrim, yaitu memiliki air yang sangat rendah pada saat musim kemarau (Tabel 1).

Tabel 1. Debit yang terukur pada sungai-sungai habitat ikan beseng

No.	Nama Sungai	Debit (m <sup>3</sup> .dt <sup>-1</sup> )	
		Juni 2005	Oktober 2005
1.	Jenelata	4,141	0,104
2.	Padae	3,470	0,327
3.	Bantimurung	1,576	0,523
4.	Abalu	1,229	0,454
5.	Rakikang	0,622	0,046
6.	Patunuang	0,404	0,051

Sumber: Lukman et al (2007)

Debit aliran yang rendah pada musim kemarau (Oktober 2005) di sungai-sungai kecil seperti Patunuang dan Rakikang, sangat rawan bagi kehidupan biota-biota perairan, termasuk diantaranya ikan beseng, hal ini karena lingkungan sungai menjadi sangat kering, dan hanya tersisa pada beberapa lubuk yang masih dalam. Sungai-sungai yang memiliki debit yang masih cukup pada musim kemarau adalah Padae, Bantimurung dan Abalu.

Koel & Peterka (2003) mengemukakan bahwa kondisi aliran air yang rendah dapat menurunkan keberhasilan proses reproduksi ikan tertentu, diantaranya karena semakin sempitnya habitat pemijahan dan mengurangi akses ikan pada habitat-habitat kritis, serta rendahnya kelangsungan hidup pasca penetasan telur.

#### *Kondisi Kualitas Air*

Kondisi kualitas air ini terutama memperhatikan pengaruh antropogenik, yang terkait dengan aktivitas manusia, diantaranya merupakan pencemar. Ibarra *et al* (2005) mengemukakan beberapa parameter pencemaran, sebagai indikasi pengaruh antropogenik, yang dikelompokkan sebagai NSP (*Non-point Source Pollution*; pencemar sumber tersebar), yaitu natrium, klor, kalium, orthofosfat, nitrit dan COD (*Chemical Oxygen Demand*; kebutuhan oksigen kimia).



Pada penelitian Lukman *et al* (2007), beberapa parameter kualitas air penciri pengaruh antropogenik yang diamati pada sungai yang menjadi habitat ikan beseng, yaitu padatan total tersuspensi (TSS; *Total Suspended Solid*), bahan organik total (BOT), total fosfat (TP) dan total (Total Nitrogen) (Tabel 2).

**Tabel 2. Kadar beberapa parameter kualitas air dari pengaruh antropogenik pada habitat ikan beseng, tahun 2005.**

No.	Parameter Lokasi/Bulan	TSS (mg.l <sup>-1</sup> )		BOT (mg.l <sup>-1</sup> )		TP (mg.l <sup>-1</sup> )		TN (mg.l <sup>-1</sup> )	
		Juni	Oktober	Juni	Oktober	Juni	Oktober	Juni	Oktober
1.	Bantimurung	0,005 0,002	0,013	4,424	37,82	0,142	0,046	0,262	0,165
2.	Patunuang	0,001	0,005	3,160	10,81	0,069	0,026	0,257	0,699
3.	Padae	0,004 0,004	0,011	3,792	28,22	0,059	0,019	0,063	0,247
4.	Abalu	0,006	0,008	0,632	33,62	0,019	0,104	1,939	0,532
5.	Rakikang		0,012	5,056	29,42	0,054	0,039	0,262	0,413
6.	Jenelata		0,024	5,056	32,42	0,054	0,076	0,109	0,675

Sumber: Lukman et al (2007)

Kadar TSS yang teramati di seluruh sungai cukup rendah, maksimum 6,4 mg.l<sup>-1</sup>, karena menurut baku mutu air di Perancis bahwa kadar TSS ≤ 30 mg.l<sup>-1</sup> mencirikan kondisi yang sangat baik (*excellent*) (Ibarra *et al.*, 2005). Sementara itu kadar bahan organik (BOT) cenderung lebih tinggi pada pengukuran bulan Oktober dibanding Juni, yang mana diduga ada kaitannya dengan debit aliran sungai yang menurun. Kadar organik pada bulan Oktober berada di atas kadar sungai alami. Menurut Einsele *dalam* Hynes (1972), perairan sungai alami memiliki kadar BOT antara 0 – 10 mg.l<sup>-1</sup>. Kadar TP dan TN yang mencirikan tingkat trofik dari suatu perairan, umumnya sudah cukup tinggi. Kadar TP mengindikasikan kondisi eutrofik (≥ 0,03 mg.l<sup>-1</sup>), kecuali Patunuang, Padae dan Rakikang pada bulan Oktober kondisinya oligotrofik. Kadar TN pada Juni 2005 umumnya oligotrofik kecuali di Abalu eutrofik, namun pada bulan Oktober, selain Bantimurung dan Padae yang oligotrofik, sebagian besar menunjukkan kondisi eutrofik (≥ 0,39 mg.l<sup>-1</sup>) (*lihat* Vollenweider & Karekes, 1980).

### **Struktur Populasi Ikan**

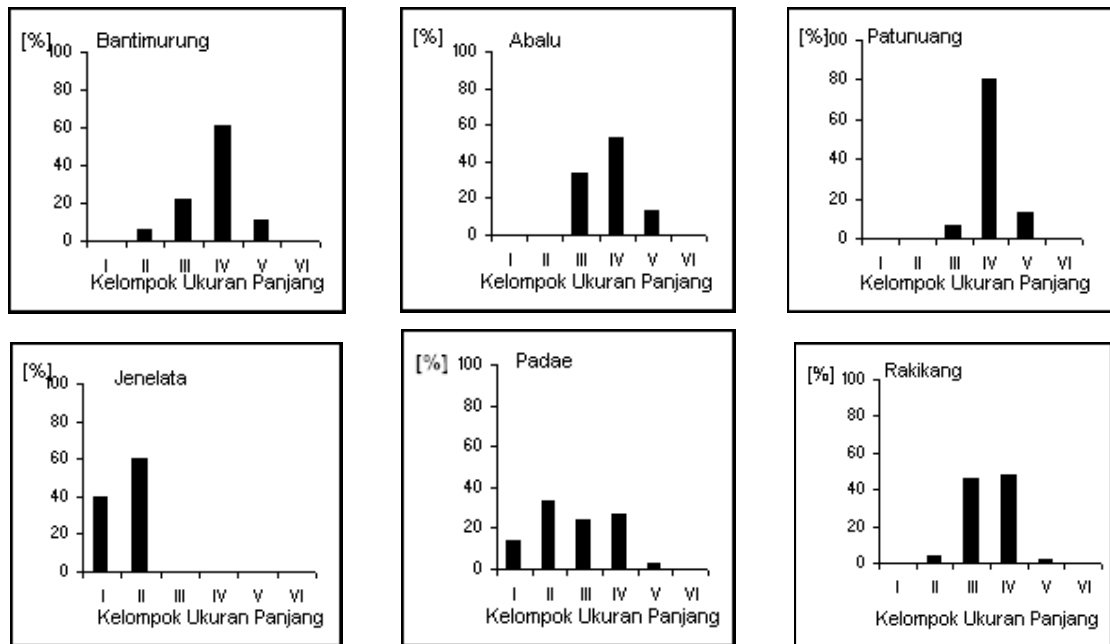
Struktur populasi ikan dapat ditunjukkan oleh sebaran atau komposisi kelompok ukuran panjang. Pola distribusi ukuran panjang ini dapat menunjukkan kelengkapan dari berbagai ukuran umur ikan tersebut yang ada di suatu habitat. Pengelompokan ukuran panjang ini berdasarkan data ikan terpendek (14,7 mm ≈ 15,0 mm) dan terpanjang (66,2 mm) yang diperoleh pada periode Agustus 2005 di Bantimurung (Said *et al*, 2005), yang tidak dijadikan perhitungan disini. Berdasarkan data distribusi ukuran panjang ikan beseng dari berbagai lokasi ternyata pada pengukuran Juni 2005 wilayah Padae memiliki kelompok ukuran panjang panjang yang paling banyak (5 kelompok) dan diikuti Bantimurung (4 kelompok) (Gambar 4).

Sementara itu pada pengukuran bulan Oktober 2005, wilayah memiliki kelompok ukuran panjang panjang yang paling banyak adalah Abalu (5 kelompok ukuran), yang diikuti oleh Padae (4 kelompok) (Gambar 5). Pada pengelompokan kelas ukuran ini tidak ditemukan ikan-ikan ukuran kecil (<15 mm), diduga terkait adanya segregasi wilayah dari kelompok kecil ini. Menurut penelitian Andriani (2000), ikan-ikan berukuran kecil banyak ditemukan di bagian tepi dan mulut gua.

### **Ketersediaan Sumber Pakan**

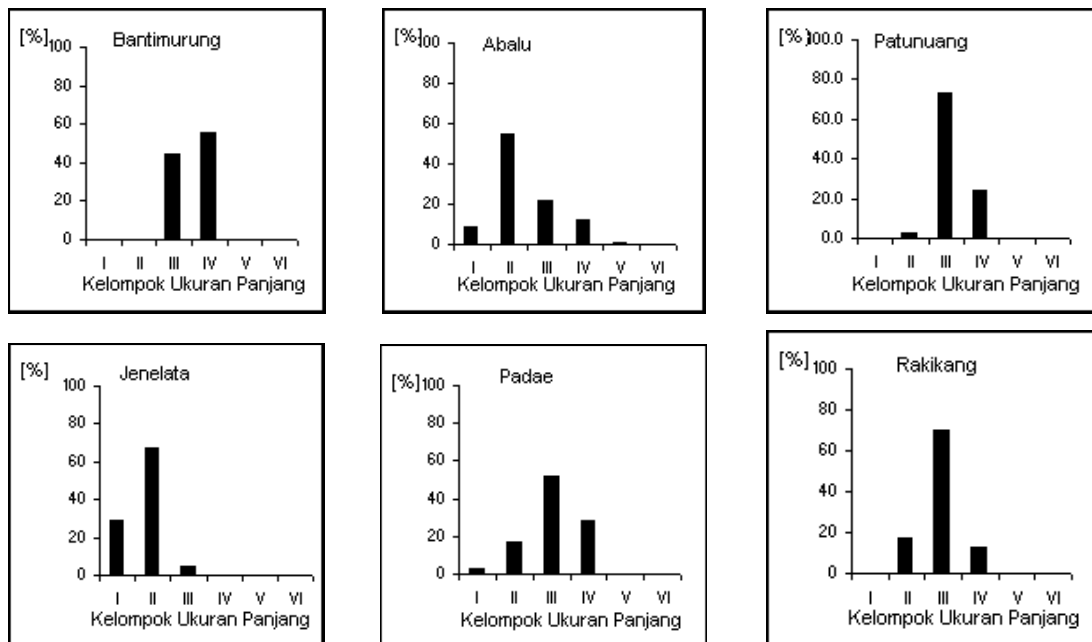
Pakan utama ikan beseng adalah serangga, yang merupakan komunitas makroinvertebrata. Kelimpahan serangga yang terukur berkisar antara 64 – 466 ind/m<sup>2</sup>. Pada pengamatan Juni 2005 kelimpahannya cukup merata merata, sedangkan pada Oktober 2005 di

Sungai Padae menunjukkan kelimpahan paling tinggi (Gambar 6). Ketersediaan dan kestabilan komunitas dari makroinvertebrata ini sangat penting, karena menunjukkan ketersediaan yang kontinyu dari sumber pakan ikan beseng.



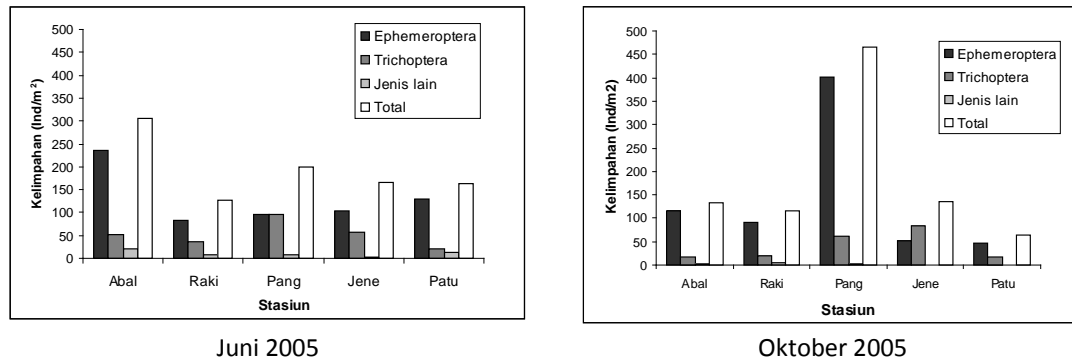
**Gambar 4. Distribusi kelompok ukuran panjang ikan beseng dari berbagai lokasi pada pengukuran bulan Juni 2005 (Sumber data : Said *et al*, 2005)**

Keterangan: I) 15,0 – 24,9 mm; II) 25,0 – 34,9 mm; III) 35,0 – 44,9 mm; IV) 45,0 – 54,9 mm; V) 55,0 – 64,9 mm; VI) 65,0 – 74,9 mm



**Gambar 5. Distribusi kelompok ukuran panjang ikan beseng dari berbagai lokasi pada pengukuran bulan Oktober 2005 (Sumber data : Said *et al*, 2005)**

Keterangan: I) 15,0 – 24,9 mm; II) 25,0 – 34,9 mm; III) 35,0 – 44,9 mm; IV) 45,0 – 54,9 mm; V) 55,0 – 64,9 mm; VI) 65,0 – 74,9 mm



**Gambar 6.** Distribusi kelimpahan kelompok makroinvertebrata pada sungai yang habitat ikan beseng (Sumber: Lukman *et al*, 2010).

### ***Pertimbangan Faktor Lainnya***

Faktor-faktor lain yang perlu dipertimbangkan di dalam menetapkan suatu wilayah perairan sebagai calon reservat adalah hal-hal yang dapat mengganggu atau mendukung dari perkembangan komunitas ikan yang akan dilindungi. Pada uraian berikut ini hanya dikemukakan kondisi wilayah sungai yang menjadi fokus kajian.

Sungai Bantimurung bagian hulu merupakan kawasan konservasi, yang berada di dalam Taman Wisata Alam (TWA) Bantimurung, yang merupakan bagian dari Taman Nasional Bantimurung-Bulusaraung. Taman Wisata Alam Bantimurung ditetapkan berdasarkan surat keputusan Menteri Pertanian No. 237/Kpts/Um/03/1981, tanggal 30 Maret 1981. Bagian tengah dari Sungai Bantimurung berada di kawasan wisata Bantimurung yang merupakan kawasan eks Taman Wisata Alam, dan saat ini dikelola oleh Pemerintah Daerah Tk. II Maros.

Kondisi wilayah ini akan sangat terlindungi dari kegiatan yang dapat merusak ekosistem perairan sungai secara fisik, namun demikian kondisi perkembangan wisata air dan aktivitas kegiatan penunjang wisatanya seperti rumah makan ternyata telah memberikan dampak buruk, ditandai kondisi sungai yang kotor dengan berbagai sampah dari kegiatan tersebut.

Sungai Padae di Kabupaten Pangkep memiliki kondisi ekologis yang cukup baik dan terjaga. Berdasarkan informasi dari masyarakat, pemerintah Kabupaten Pangkep melarang kegiatan-kegiatan yang merusak lingkungan di sungai ini, karena merupakan salah satu sumber air bagi kota Pangkajene.

Sungai Jenelata yang berloksi di Kabupaten Gowa, pada saat penelitian dilakukan yaitu tahun 2005, merupakan areal tempat pengambilan batu kali dan pasir sebagai bahan bangunan. Kerusakan habitat secara fisik sangat terlihat, selain akibat penggalian pasir dan batu juga aktivitas dari pengangkutan bahan bangunan tersebut. Sementara itu wilayah pengamatan ikan di Sungai Abalu, ternyata merupakan aktivitas mandi dan cuci dari masyarakat sekitar. Diperkirakan aktivitas tersebut pada waktu panjang akan berdampak terhadap ikan beseng.

### **USULAN ALTERNATIF LOKASI RESERVAT**

Berdasarkan kondisi populasi ikan beseng yang ada perlu segera dipertimbangkan untuk mengkaji alternatif wilayah reservatnya. Mengkaji faktor-faktor yang dijadikan pertimbangan kelayakannya maka sungai yang dapat menjadi alternative reservat yang paling layak adalah Sungai Padae, di Kabupaten Pangkep. Namun demikian diperlukan pengkajian mendalam untuk mengamati situs yang paling layak di sepanjang sungai sebagai wilayah reservat ikan beseng tersebut di aliran Sungai Padae.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Aarn, A.W. Ivanstoffs & M. Kootelat. 1988. Phylogenetic analysis of Thelmatherinidae (Telesotei: Atherinomorphia) with description of Marosatherina, a new genus from Sulawesi. *Ichtyol. Explor. Freshwater*, 9(3), 311- 323
- Ahl, E. 1936. Beschreibung eines neuen Fisches der Familie Atherinidae aus Celebes. *Zool. Anz.* 114(7/8), 175 – 177
- Andriani, I. 2000. Bioekologi, Morfologi, Karyotipe, dan Reproduksi Ikan Hias Rainbow Sulawesi (*Telmatherina ladigesii*) di Sungai Maros, Sulawesi Selatan. *Thesis*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Anonim, 1994. Indonesia dan Dunia Air Tawar. Taman Akuarium Air Tawar TMII. 50 hal..
- Hartoto, D. I., A. Sarnita, D. S. Safei, A. Satya, Y. Syawal, Sulastrri, M.M. Kamal, & Y. Siddik. 1998. Kriteria Evaluasi Suaka Perikanan Perairan Darat. *Puslit Limnologi – LIPI*. 51 hal.
- Hartoto, D. I., 2002. Peran pengembangan system reservat dalam pengelolaan berkelanjutan perikanan darat. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi 2002*. *Puslit Limnologi-LIPI*. Hal. 273-296
- Husen, M. 1999. Status dan Perencanaan Pengembangan Perikanan Perairan Umum di Jawa Barat: Suatu Konsepsi. *Prosiding Semiloka Nasional Pengelolaan dan Pemanfaatan Waduk*. Ditjen Bangda-Depdagri, Ditjen Pengairan, Kantor Menteri Negara LH, PPLH-IPB. XVI: 1 – 5
- Husnah & N. K. Suryati, 2008. Pattern of Change of Fish Species in Musi River, South Sumatera, Indonesia. *Proceeding International Conference on Indonesian Inland Waters*. Book 2: General Papers. BPKP-DKP, MSP-IPB, RC for Limnology Indonesian Inst. Of Sci., FMIPA-UNSRI, Pemprop Sumsel. A: 105 – 112
- Hynes, H. B. N 1970. *The Ecology of Running Water*. Univ. Toronto. Toronto. p 555.
- Ibarra, A. A., F. Dauba, & Pay lim, 2005. Influence of Non-Point Source Pollution on Riverine Fish Assemblages in South West France. *Exotoxicology* (14): 573 - 588
- Koel, T. M., & J. J. Peterka, 2003. Stream fish community and environmental correlated in the Red River of the North Minnesota and North Dakota. *Environmental Biology of Fishes* 67: 137 – 155
- Krismono, A. S. N., A. Nurfiarini, & A. Warsa, 2007. Penyediaan Calon Suaka Perikanan dalam Rangka Rekrutmen Benih Ikan di Danau Teluk, Jambi. *Prosiding Konferensi Sains Kelautan dan Perikanan Indonesia I*. Masyarakat Sains Kelautan & Perikanan Indonesia. MSP. 12- 26
- Lukman, 1998. Status Perikanan Perairan Darat di Wilayah Kota Bangun, Kabupaten Kutai Kalimantan Timur. Dalam: Lukman & D. I. Hartoto (Editor), *Rehabilitasi Lingkungan Danau Semayang*. PEP – LIPI. Hal. 69 – 84
- Lukman, 2005. Kondisi Perikanan Danau Lindu, Sulawesi Tengah. *Limnotek*. Vol. XII (1): 1 – 9
- Lukman, D. S. Said & Supranoto, 2006. Pengembangan Habitat Buatan semi *eks situ* Ikan *Telmatherina ladigesii* untuk Menunjang Domestikasi. *Buku Ikan Hias Nusantara 2006*. Pusat Riset Perikanan Budidaya, Badan Riset Kelautan dan Perikanan. DKP. Hal. 51 – 58
- Lukman, Triyanto, & I. Yuniarti, 2007. Potensi Perairan Danau Poso, Sulawesi Tengah untuk Perikanan Sidat di Indonesia. *Prosiding Konferensi Sains Kelautan dan Perikanan Indonesia I*. Masyarakat Sains Kelautan & Perikanan Indonesia. MSP. 137 – 147
- Lukman, D. S. Said & Triyanto, 2007. Kondisi Lingkungan Sungai-sungai Habitat Ikan Beseng-beseng (*Telmatherina ladigesii*) di Sulawesi Selatan. *Limnotek*. Vol. XIV (2): 55 – 65
- L u k m a n, D. S. Said, Triyanto, & H. Solihah. 2010. Variasi Komunitas Makroinvertebrata pada Wilayah Berbatu di Sungai Karst, Sulawesi Selatan (*Dalam proses penerbitan*)
- Said, D. S., Lukman, Triyanto, S. H. Nasution, & Sulaeman, 2005. Domestikasi Ikan Pelangi Sulawesi *Telmatherina ladigesii* melalui Aplikasi Habitat Buatan. *Laporan Akhir*. Program Penelitian Pengembangan Iptek (Riset Kompetitif) Tahun Anggaran 2005. Pusat Penelitian Limnologi – LIPI. 66 hal.
- Samodra, H., 2006. Geologi Batuan Karbonat dan Bentang Alam Karst. *Dalam: Manajemen Bioregional: Karst, Masalah dan Pemecahannya*, Dilengkapi Kasus Jabodetabek. Editor: I. Maryanto, M. Noerdjito, & R. Ubaidillah. Pusat Penelitian Biologi - LIPI. Hal. 1 - 34
- Syandri, H., M. Wira & Azrita, 2002. Kebijakan Pengelolaan Plasma Nutfah Ikan Bilih (*Mystacoleucus padangensis*) *Prosiding Seminar Nasional Limnologi 2002*. *Puslit Limnologi-LIPI*. Hal. 325 -343.



- Vollenweider, R. A., & J. Kerekes, 1980. The Loading Concepts as Basis for Controlling Eutrophication Phylosophy and Preliminary Result of the OECD Programme in Eutrophication, Progress in Water Technology, Vol 12: 55- 38, IAWPR/Pergamon Press Ltd., Oxford.
- Wargasmita, S. 2004. Ancaman Invasi Ikan Asing terhadap Keanekaragaman Ikan Asli. *Makalah* disampaikan pada Seminar Nasional Ikan ke III. Darmaga - Bogor, 7 September 2004



## HIDRODINAMIKA STRUKTUR ANAKAN MANGROVE DALAM MENGURANGI ARUS AIR UNTUK MITIGASI TSUNAMI

**Andrio Adiwibowo**

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*

*Email : eskap09@yahoo.com*

Salah satu peran penting mangrove pada ekosistem akuatik adalah untuk mengurangi gelombang air. Peran itu berhubungan dengan struktur dari perakaran mangrove yang kompleks. Hal itu telah menjadi fokus penelitian akhir – akhir ini, namun hanya sebatas pada individu dewasa. Sedangkan riset yang menitikberatkan pada hidrodinamika anakan mangrove masih sangat terbatas. Padahal kemampuan mangrove dalam menahan arus air sangat tergantung dan ditentukan dari adaptasi anakan. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan anakan mangrove *Bruguiera* sp. dalam mengurangi tinggi dan kecepatan gelombang air. Data diperoleh dengan membandingkan perlakuan tanpa mangrove dan dengan mangrove melalui variasi kepadatan akar. Terlihat pengaruh yang nyata dari adanya mangrove ( $P < 0.05$ ), yaitu keberadaan mangrove dapat mengurangi tinggi gelombang air sampai 50% dibandingkan tanpa mangrove. Sedangkan peningkatan kepadatan akar sebanyak 50% dapat mengurangi tinggi gelombang sebesar 12.5%. Selain tinggi gelombang, kecepatan air juga dapat dikurangi ( $F = 441, P < 0.05$ ). Keberadaan mangrove dapat mengurangi kecepatan air sebesar 20%. Sedangkan peningkatan kepadatan akar sebanyak 50% dapat mengurangi kecepatan air sebesar 10%. Maka dapat disimpulkan bahwa mangrove memiliki potensi untuk mitigasi tsunami dengan mengurangi tinggi dan kecepatan gelombang air. Untuk meningkatkan efektivitasnya memang perlu diikuti dengan peningkatan kepadatan mangrove. Misalnya, melalui penambahan baris penanaman.



## AKTIVITAS DIURNAL INDUK LUMBA-LUMBA HIDUNG BOTOL (*Tursiops aduncus*, Ehrenberg 1832) DI GELANGGANG SAMUDERA ANCOL

Giri Sindu Nala, Luthfirda Sjahfirdi, Yasman

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Jakarta

Email: gsn\_260287@yahoo.co.id

Telah dilakukan penelitian mengenai aktivitas diurnal induk (21 tahun) dan anak (5 bulan) lumba-lumba hidung botol (*Tursiops aduncus*, Ehrenberg 1832) pada bulan Juni–Agustus 2009 di Gelanggang Samudera Ancol, Jakarta. Lumba-lumba hidung botol (*Tursiops aduncus*) merupakan salah satu anggota Delphinidae yang hidup di perairan Indonesia. Penelitian bertujuan untuk mengetahui aktivitas diurnal induk lumba-lumba hidung botol di penangkaran. Hasil penelitian berupa gambaran mengenai pemanfaatan waktu diurnal beraktivitas induk lumba-lumba hidung botol dengan anaknya di penangkaran. Pencatatan data difokuskan pada aktivitas istirahat, bergerak menjelajah, makan, dan sosialisasi. Pencatatan data menggunakan *focal animal sampling* dan *ad libitum sampling* yang dilakukan pukul 08.30–14.30 dengan interval waktu lima menit dalam periode dua bulan. Hasil menunjukkan aktivitas tertinggi adalah istirahat ( $82,83\% \pm 2,94$ ), diikuti dengan bergerak menjelajah ( $8,12\% \pm 2,78$ ), sosialisasi ( $4,77\%$ ), dan makan ( $4,28\% \pm 1,88$ ). Aktivitas tertinggi pada sosialisasi adalah bermain ( $2,25\% \pm 1,90$ ), diikuti dengan menyentuh tubuh selain daerah genital dengan rostrum ( $1,21\% \pm 1,04$ ), kontak tubuh ringan ( $0,56\% \pm 0,56$ ), menelisik ( $0,53\% \pm 0,60$ ), dan inspeksi daerah genital ( $0,22\% \pm 0,37$ ). Tingginya aktivitas istirahat disebabkan induk masih dalam tahap menyusui anaknya. Pada saat induk melakukan aktivitas istirahat dengan berenang lambat, anak dapat melakukan aktivitas menyusui.

Key words : menyusui, istirahat, penangkaran, proporsi waktu

### PENDAHULUAN

Berbagai macam mamalia laut dapat dijumpai di perairan Indonesia, antara lain paus, pesut, dan lumba-lumba (Priyono 2001). Menurut Maryanto *dkk.* (2008), terdapat sedikitnya 14 anggota dari Family Delphinidae yang hidup di perairan Indonesia yang membentang dari Selat Malaka hingga Laut Banda serta Laut Arafura. Salah satu anggota dari Family Delphinidae yang hidup di perairan Indonesia tersebut adalah lumba-lumba hidung botol (*Tursiops aduncus*, Ehrenberg 1832) (Ridgway 1972).

Di Indonesia, lumba-lumba hidung botol yang merupakan salah satu koleksi GSA telah berhasil melahirkan keturunan. Keturunan yang lahir di penangkaran memiliki wilayah yang terbatas untuk bermain dan mengembangkan kemampuan motoriknya. Kondisi di penangkaran juga memperlihatkan kondisi yang berbeda dengan habitat alaminya, seperti adanya keterlibatan manusia secara langsung, tidak perlu mencari pakan, serta tidak adanya predator. Adanya perbedaan kondisi penangkaran dengan habitat alaminya memerlukan informasi mengenai perilaku lumba-lumba hidung botol untuk melihat apakah spesies tersebut tetap mempertahankan perilaku alaminya di penangkaran.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi apakah lumba-lumba hidung botol yang lahir di penangkaran masih mempertahankan sifat-sifat alaminya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas diurnal dan gambaran pemanfaatan waktu (*time budget*) beraktivitas induk lumba-lumba hidung botol (*Tursiops aduncus*) yang lahir di penangkaran (*captive born*) Gelanggang Samudera Ancol.

### BAHAN DAN METODE

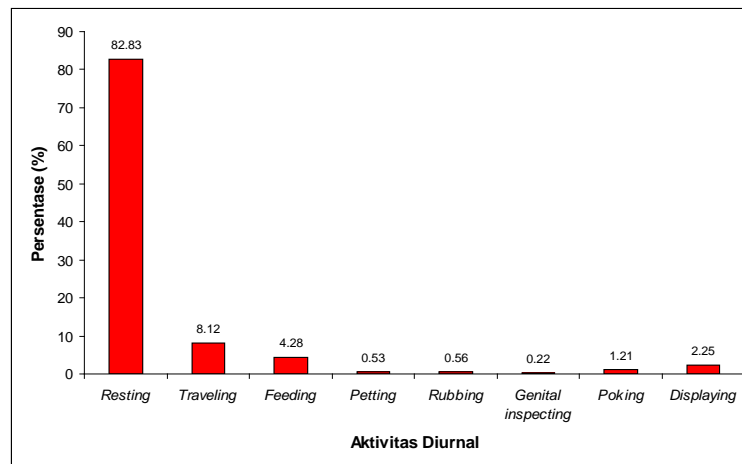
Penelitian dilakukan di Gelanggang Samudera Ancol (GSA), Taman Impian Jaya Ancol, Jakarta. Penelitian berlangsung sejak bulan Juni hingga Agustus 2009. Penelitian difokuskan pada induk lumba-lumba hidung botol (*Tursiops aduncus*) yang tidak digunakan untuk pentas berjenis kelamin betina bernama Lilik berusia 21 tahun.



Pengambilan data dilakukan pada pukul 08.30-14.30 WIB. Lama waktu pengamatan disesuaikan dengan prosedur kerja GSA. Pengamatan dilakukan menggunakan kombinasi dari metode *focal animal* dan *ad libitum sampling* (Altmann 1974; Mann & Smuts 1999). Aktivitas induk yang diamati, yaitu istirahat (*resting*), bergerak menjelajah (*traveling*), makan (*feeding*), sosial (*socializing*) yang terdiri atas *petting*, *rubbing*, *genital inspecting*, *poking*, serta *displaying*. Data yang diperoleh selama periode pengamatan disusun dalam bentuk tabel dan dihitung dalam bentuk persentase. Data tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram dan dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas diurnal induk *Tursiops aduncus* selama pengamatan menunjukkan bahwa aktivitas istirahat/*resting* merupakan aktivitas tertinggi ( $82,83\% \pm 2,94$ ), diikuti dengan aktivitas bergerak menjelajah/*traveling* ( $8,12\% \pm 2,78$ ), sosialisasi/*socializing* ( $4,77\%$ ), dan makan/*feeding* ( $4,28\% \pm 1,88$ ). Aktivitas tertinggi yang terjadi pada aktivitas sosialisasi adalah bermain/*displaying* ( $2,25\% \pm 1,90$ ), diikuti dengan kontak rostrum dengan tubuh selain daerah genital/*poking* ( $1,21\% \pm 1,04$ ), kontak tubuh ringan/*rubbing* ( $0,56\% \pm 0,56$ ), menelisik/*petting* ( $0,53\% \pm 0,60$ ), dan kontak rostrum dengan daerah genital/*genital inspecting* (GI) ( $0,22\% \pm 0,37$ ) (Gambar 1).



**Gambar 1.** Diagram persentase aktivitas diurnal induk *Tursiops aduncus* di penangkaran.

*Tursiops aduncus* yang lahir di penangkaran (*captive born*) terlihat masih mempertahankan sifat alaminya, yaitu aktivitas menyusui. Hal tersebut dapat disebabkan induk *Tursiops aduncus* merasa aman dengan kondisi akuarium penangkaran, yaitu ketidakberadaan induk jantan dan predator, sehingga induk dengan leluasa melakukan aktivitas istirahat dengan berenang lambat untuk memfasilitasi anaknya melakukan aktivitas menyusui.

Aktivitas istirahat induk terdiri dari aktivitas istirahat murni ( $32,23\%$ ) dan istirahat dengan berenang lambat ( $50,60\%$ ). Aktivitas istirahat murni merupakan aktivitas istirahat di permukaan air dengan posisi stasioner. Aktivitas istirahat dengan posisi stasioner dapat terlihat ketika posisi tubuh dekat dengan permukaan air serta tubuh bagian posterior melekok ke arah dasar akuarium dan membentuk sudut  $45^\circ$ . Prinsip utama perilaku tersebut adalah posisi *blowhole* selalu berada di atas permukaan air, sehingga *Tursiops aduncus* tidak perlu melakukan gerakan lain untuk mengatur nafas (Rizkika 2006). Aktivitas istirahat lain yang teramati yaitu berenang lambat dekat dasar akuarium. Posisi tubuh *Tursiops aduncus* berada di tengah ataupun dekat dasar akuarium, jarang dekat dengan permukaan air kecuali saat bernafas. Mann & Smuts (1999) menyatakan perilaku istirahat *Tursiops* sp. yaitu berenang



dengan kecepatan sangat rendah ( $<2$  m/jam), sering mengapung di permukaan, serta sering berganti arah ketika mengapung. Tingginya aktivitas istirahat induk dengan berenang lambat (50,60%) disebabkan induk masih dalam masa menyusui anaknya. Aktivitas istirahat induk dengan berenang lambat memfasilitasi anak untuk melakukan aktivitas menyusui.

*Tursiops aduncus* dapat berenang dengan menutup salah satu kelopak matanya. Aktivitas tersebut merupakan keunikan *Tursiops aduncus* dalam perilaku istirahatnya, yaitu menidurkan salah satu sisi otaknya, sedangkan satu sisi yang lain masih dalam keadaan sadar. Hal tersebut dikenal dengan *unihemispheric sleep*, yang secara visual dapat teramati dari menutupnya salah satu kelopak matanya ketika tertidur. Kelopak mata akan membuka dan menutup secara bergantian dalam selang waktu rata-rata satu jam (Afiyanti 2006; Rizkika 2006).

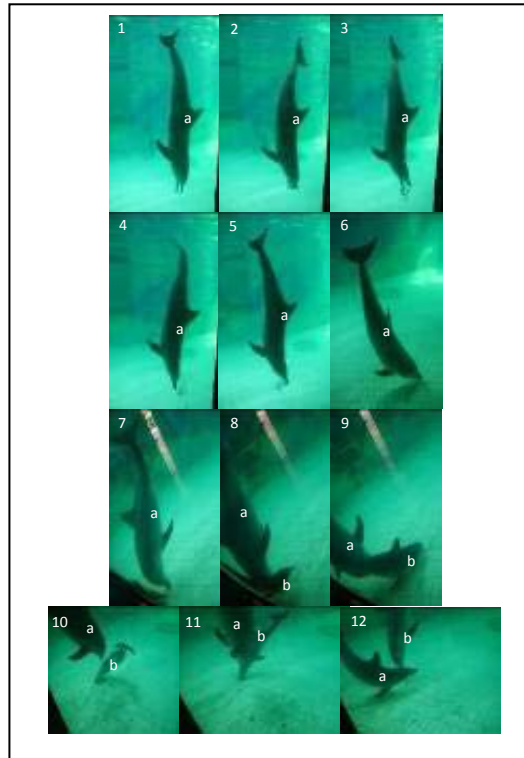
Hasil pengamatan menunjukkan pergerakan menjelajah induk *Tursiops aduncus* sebesar  $8,12\% \pm 2,78$ . Mann & Smuts (1999) menyatakan bahwa aktivitas bergerak menjelajah adalah berenang lurus dengan kecepatan lebih dari 2 m/jam.

Pengamatan yang dilakukan Bender *dkk.* (2009) di perairan utara Kep. Grand Bahama, Amerika Tengah menunjukkan aktivitas makan pada *Stenella frontalis* sebesar  $2,74 \pm 1,47$ . Hasil pengamatan terhadap aktivitas makan *Tursiops aduncus* di GSA menunjukkan data yang beragam dengan persentase akhir sebesar  $4,28\% \pm 1,88$ . Hal tersebut disebabkan oleh faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal yang membuat nilai aktivitas makan *Tursiops aduncus* kecil adalah ketersediaan pakan. Pada beberapa hari pengamatan hanya mendapatkan pakan pada pagi hari, sedangkan pada siang hingga malam hari sengaja dipuaskan. Hal tersebut disebabkan pakan yang tersedia tidak mencukupi. Faktor internal yang menyebabkan nilai aktivitas makan pada *Tursiops aduncus* beragam adalah dikeluarkannya kembali pakan yang telah dimakan. Pada hari pengamatan ke-1-22, induk terlihat memuntahkan kembali pakan yang telah diberikan kemudian dimakan kembali (Gambar 2). Induk terlihat mengamati pakan tersebut dengan menyentuh bagian rostrum dan kepalanya pada makanan yang telah dimuntahkan sebelum memakan kembali pakan tersebut. Pihak GSA menyatakan bahwa pakan yang dimuntahkan kembali oleh *Tursiops aduncus* dapat disebabkan oleh kondisi pencernaannya yang sedang terganggu. Akan tetapi, pakan yang telah dimuntahkan tersebut tidak pernah dimakan kembali oleh *Tursiops aduncus*. Pengamatan yang dilakukan Bender *dkk.* (2009) terhadap *Stenella frontalis* di perairan utara Kep. Grand Bahama, Amerika Tengah menunjukkan urutan memakan makanan benthik pada *Stenella frontalis* adalah mengamati, menggali pasir, mengejar objek, kemudian memakannya dalam keadaan utuh dan tidak dikeluarkan kembali. Induk *Tursiops aduncus* tidak memuntahkan makanannya kembali pada hari pengamatan ke-23-30.

Spinelli *dkk.* (2006) menyatakan telah terjadi pemindahan makanan dari induk *Sotalia fluviatilis* ke anaknya. Pemindahan makanan tersebut dilakukan dengan cara induk menjaga makanan yang telah didapatkannya di mulutnya, lalu induk dan anak berenang berdampingan, kemudian induk memindahkan makanan tersebut ke mulut anaknya. Berdasarkan pengamatan di GSA, induk *Tursiops aduncus* melakukan pemuntahan kembali pakan yang telah diberikan dan anaknya mulai terlihat bermain dengan pakan tersebut kemudian memakannya sampai habis.

Induk *Tursiops aduncus* melakukan pemuntahan kembali pakan yang telah diberikan mungkin bertujuan untuk memperlihatkan kepada anaknya bagaimana mengenal makanan dan cara memakannya. Hal tersebut terlihat ketika anak mulai memakan makanan yang telah dimuntahkan induk pada hari pengamatan ke-13, 15, 17, 18, 19, dan 20. Usia anak *Tursiops*

*aduncus* pada hari pengamatan ke-13 adalah 5 bulan 24 hari. MarineBio (2009) menyatakan anak *Tursiops aduncus* mulai dapat memakan makanan padat pada usia lebih kurang 6 bulan.



**Gambar 2. Urutan aktivitas makan induk *Tursiops aduncus*.**

**Keterangan: a. Induk; b. Anak; 1-5: Setelah induk diberi makan, induk terlihat memuntahkannya kembali; 6-12: Setelah dimuntahkan, makanan tersebut dimakan kembali oleh induk; 8-12: Anak menghampiri induknya untuk mengambil makanan yang telah dimuntahkan tersebut.**

Anak *Tursiops aduncus* mencoba mengamati makanan yang telah dimuntahkan induk dengan cara menggigit, memakan, kemudian mengeluarkannya kembali. Hal tersebut dilakukannya berulang kali hingga makanan tersebut dimakan habis. Anak *Tursiops aduncus* terlihat memakan secara utuh pakan yang diberikan oleh perawat satwa, meskipun tidak langsung melalui tangan (handfeed) pada hari pengamatan ke-24-26. Bersamaan dengan hal tersebut, induk *Tursiops aduncus* tidak terlihat memuntahkan makanannya kembali setelah anaknya sudah terlihat dapat memakan makanannya sendiri pada hari pengamatan ke-23-30.

Perilaku memuntahkan makanan yang bertujuan untuk memperlihatkan kepada anaknya bagaimana mengenal makanan dan cara memakannya diasumsikan sebagai *stereotypic behavior*. Perilaku tersebut mungkin tidak terjadi di habitat alaminya namun terjadi melalui cara yang berbeda. Hal tersebut disebabkan kondisi habitat penangkaran yang berbeda dengan habitat alaminya. Kondisi penangkaran induk *Tursiops aduncus* di GSA yang memungkinkan untuk melakukan pemuntahan makanan antara lain arus air yang tidak deras sehingga makanan tidak akan hilang terbawa arus, ketidakterdapatnya individu lain sehingga makanan tidak akan dimakan oleh individu lain, dan tidak adanya predator sehingga anak leluasa memainkan makanan dan memakannya. Sebaliknya, kondisi di habitat alaminya tidak memungkinkan untuk induk memuntahkan makanannya karena arus yang deras dapat menghilangkan makanan yang dimuntahkan, makanan yang dimuntahkan tidak dimakan oleh anaknya melainkan dimakan oleh individu lain, dan pemuntahan makanan akan menarik perhatian predator sehingga membuat keberadaan anaknya akan terancam.



Interaksi yang dilakukan oleh kedua individu *Tursiops aduncus*, dalam hal ini induk dan anak, termasuk ke dalam perilaku sosial yang bersifat afiliatif. Walters & Seyfarth (1987) menyatakan perilaku sosial yang bersifat afiliatif merupakan interaksi yang menunjukkan perilaku mendekatkan jarak dengan individu lain untuk memperkuat ikatan dalam kelompok. Kedua individu *Tursiops aduncus* berusaha untuk mempererat ikatan dengan cara saling melakukan kontak fisik. Mann & Smuts (1999) menyebutkan kontak fisik yang terjadi antara induk dengan anak *Tursiops* sp. adalah *rubbing*, *petting*, *genital inspecting*, serta *poking*.

Aktivitas *rubbing* merupakan bentuk aktivitas sosialisasi yang umum dari *Tursiops aduncus* yang baru lahir, dimulai sejak hari pertama dilahirkan oleh induknya. Hasil pengamatan menunjukkan induk *Tursiops aduncus* melakukan aktivitas *rubbing* sebesar  $0,56\% \pm 0,56$ . Aktivitas *rubbing* dapat terlihat ketika individu *Tursiops aduncus* mengelilingi individu lainnya disertai gerakan menggosok bagian tubuhnya dan mendorong tubuh individu tersebut. Selain itu, salah satu bentuk aktivitas *rubbing* yang terlihat adalah *sociosexual rubbing*. Aktivitas tersebut sangat mudah terdeteksi pada individu jantan, yaitu ereksi. Anak *Tursiops aduncus* terlihat menggesekkan penisnya pada bagian sirip dorsal dan ekor induknya.

Aktivitas *petting* merupakan bentuk dari aktivitas menelisik, yaitu individu *Tursiops aduncus* menggesek-gesekkan salah satu bagian tubuhnya ke salah satu bagian tubuh individu lain. Hasil pengamatan menunjukkan induk *Tursiops aduncus* melakukan aktivitas *petting* sebesar  $0,53\% \pm 0,60$ . Aktivitas *petting* dapat diasumsikan sebagai aktivitas *autogrooming* pada Primata karena hanya menghasilkan keuntungan bagi individu yang melakukannya.

Aktivitas *genital inspecting* (GI) dapat diasumsikan sebagai aktivitas untuk mengetahui letak area genital yang berperan dalam perkembangan reproduksi *Tursiops aduncus*. Hasil pengamatan menunjukkan induk *Tursiops aduncus* melakukan aktivitas GI sebesar  $0,22\% \pm 0,37$ .

Aktivitas *poking* dapat terlihat ketika rostrum individu *Tursiops aduncus* melakukan kontak langsung ke bagian tubuh individu lain selain daerah genital. Hasil pengamatan menunjukkan induk *Tursiops aduncus* melakukan aktivitas *poking* sebesar  $1,21\% \pm 1,04$ . Aktivitas *poking* mungkin bertujuan untuk mengenali tubuh masing-masing pasangan, baik antara induk dengan anak maupun antara individu jantan dengan individu betina.

Salah satu bentuk aktivitas sosialisasi yang sering terjadi selain yang telah disebutkan adalah aktivitas *displaying*. Hasil pengamatan menunjukkan induk *Tursiops aduncus* melakukan aktivitas *displaying* sebesar  $2,25\% \pm 1,90$ . Aktivitas *displaying* merupakan aktivitas bermain yang berguna bagi *Tursiops aduncus* dalam mendorong perkembangan perilaku dan kematangan koordinasi motorik. Aktivitas bermain yang terlihat selama pengamatan antara lain bermain dengan obyek, memukul-mukul bagian tubuh ke permukaan, dan melompat ke permukaan.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini mengindikasikan induk *Tursiops aduncus* yang lahir di penangkaran lebih banyak melakukan aktivitas diurnalnya berupa istirahat (*resting*) disebabkan masih dalam tahap menyusui anaknya.

*Tursiops aduncus* yang lahir di penangkaran masih mempertahankan aktivitas di habitat alaminya yaitu aktivitas menyusui dan makan. Aktivitas makan bertujuan untuk memperlihatkan kepada anaknya bagaimana cara mengenal makanan dan memakannya, walaupun terjadi dengan cara yang berbeda di penangkaran dengan habitat alaminya.



## PUSTAKA

- Afiyanti, I.M. 2006. Kecepatan respirasi lumba-lumba hidung botol (*Tursiops* sp.) sebelum dan setelah pentas di Gelanggang Samudera, Taman Impian Jaya Ancol. Skripsi Sarjana S1, Departemen Biologi, FMIPA UI, Depok: viii + 58 hlm.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behaviour: Sampling methods. *Behaviour* **49**: 227-265.
- Bender, C.E., D.L. Herzog & D.F. Bjorklund. 2009. Evidence of teaching in atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) by mother dolphins foraging in the presence of their calves. *Animal Cognition* **12**: 43-53.
- MarineBio. 2009. *Tursiops truncatus*, bottlenose dolphin. 10 hlm. <http://www.marinebio.com/species.asp?id=33>.
- Maryanto, I., A.S. Achmadi & A.P. Kartono. 2008. *Mamalia dilindungi perundang-undangan Indonesia*. LIPI Press, Jakarta: xvi + 240 hlm.
- Mann, J. & B. Smuts. 1999. Behavioral development in wild bottlenose dolphin newborns (*Tursiops* sp.). *Behaviour* **136**: 529-566.
- Priyono, A. 2001. *Lumba-lumba di Indonesia*. Jurusan Sumber Daya Hutan, Fakultas Kehutanan IPB & The Gibbon Foundation Indonesia, Bogor: vii + 27 hlm.
- Rizkika, N. 2006. Pola perilaku istirahat lumba-lumba hidung botol (*Tursiops* sp.) saat siang hari di kolam fisioterapi Gelanggang Samudera Jaya Ancol, Jakarta. Skripsi Sarjana S1, Departemen Biologi, FMIPA UI, Depok: vii + 51 hlm.
- Ridgway, S.H. 1972. *Mammals of the sea: Biology and medicine*. Charles C. Thomas Publisher: xiii + 812 hlm.
- Spinelli, L.H.P., de Jesus A.H., do Nascimento L.F. & Yamamoto M.E. 2006. Prey-transfer in the marine tuxuci dolphin, *Sotalia fluviatilis*, on the Brazilian coast. JMBA2, Biodiversity Records (published online).
- Walters, J.R. & R.M. Seyfarth. 1987. Conflict and cooperation. *Dalam*: Smuts, B.B., D.L. Cheney, R.M. Seyfarth, R.W. Wrangham & T.T. Struhsaker (eds.). 1987. Primate societies. The University of Chicago Press, Chicago: 306-317.



## PREFERENSI SPAT TIRAM MUTIARA *Pinctada maxima* (JAMESON) PADA BERBAGAI TINGKAT KEKASARAN BAHAN KOLEKTOR

Tjahjo Winanto

Fakultas sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

E-mail : tjwinanto@yahoo.com

Fase kritis spat terjadi pada masa transisi antara kehidupan planktonis larva menjadi spat yang sesil bentic, jika spat tidak menemukan substrat yang cocok maka akan menunda fase planktonisnya, menempel di sembarang tempat atau bahkan mati. Tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat kekasaran bahan kolektor terhadap preferensi penempelan spat tiram mutiara. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap, dengan perlakuan (3 kali ulangan) tingkat kekasaran bahan kolektor yaitu halus, tidak di amplas (A); sedang, kolektor digosok dengan amplas no. 1000 (B); dan kasar, kolektor digosok dengan amplas no. 500 (C). Berdasarkan data akhir densitas spat yang menempel pada kolektor, sintasan dan uji daya lekat, maka spat lebih menyukai bahan kolektor yang kasar (C).

Kata kunci: Preferensi; spat; *Pinctada maxima*; tingkat kekasaran, kolektor

### PENDAHULUAN

Perkembangan budidaya mutiara ternyata juga menjadi pemicu meningkatnya permintaan spat dan tiram ukuran implan. Sedangkan sumberdaya alam yang tersedia jumlahnya terbatas, sangat fluktuatif dan dipengaruhi musim. Penyediaan spat secara terkendali melalui *hatchery* merupakan alternatif yang tepat untuk menanggulangi terbatasnya spat alam. *Hatchery* mampu menyediakan spat secara massal, tepat waktu dan jumlah yang cukup, disamping ukurannya seragam serta berkualitas tinggi. Menurut Jeffrey *et al.* (1990) tujuan utama dari kegiatan pembenihan adalah memproduksi jutaan juvenil (spat) dengan cara memelihara larva pada tingkat kepadatan yang lebih tinggi dari kondisi di alam. Produksi melalui *hatchery* merupakan pendekatan yang paling menguntungkan dalam penyediaan spat (Rupp *et al.* 2005).

Ketersediaan spat merupakan kendala utama dalam pengembangan budidaya tiram mutiara. Suplai spat merupakan bagian yang krusial dari industri ini, jika semata-mata hanya menggantungkan pengumpulan spat dari alam (Le Blanc *et al.*, 2005). Untuk memproduksi larva dan spat baik secara kualitas maupun kuantitas diperlukan kondisi pemeliharaan yang optimal dan terkontrol, seperti untuk perkembangan, pertumbuhan dan aktivitas proses fisiologis organisme (Gricourth *et al.*, 2006). Termasuk fase kritis dalam kehidupan akhir stadia planktonis larva, yaitu menjadi spat yang hidupnya sesil bentic atau menetap-menempel pada substrat di dasar. Apabila pada stadia tersebut tidak menemukan substrat yang cocok, maka larva cenderung menunda masa planktonisnya atau turun ke dasar menempel disembarang tempat dan akhirnya mati.

Penelitian tentang jenis bahan kolektor sebagai substrat telah dilakukan Alagarwami *et al.* (1983) menggunakan bahan fiberglas, lempeng semen dengan permukaan kasar, dan kaca. Hasilnya lebih banyak spat *P. fucata* yang menempel pada kolektor bahan fiberglas dan lempeng semen dibandingkan kaca. Namun masih banyak spat yang menempel pada dinding bak utamanya di bagian sudut, sehingga jenis bahan yang digunakan dianggap kurang efektif. Taylor *et al.* (1998) meneliti bahan kolektor dari pipa PVC dibelah, tali polypropelene (PP), kombinasi tali PP dengan belahan pipa PVC dan tali nilon. Hasilnya, kolektor yang paling banyak ditemplei spat *P. maxima* adalah dari bahan tali dengan belahan pipa PVC, dengan posisi dipasang horisontal.



Penelitian tentang spat kolektor di Indonesia khususnya lebih banyak dilakukan di laut. Suharyanto *et al.* (1992) menggunakan kolektor ban bekas, tempurung kelapa dan cangkang tiram bakau (terbaik) untuk mengetahui musim penempelan dan pertumbuhan tiram *Crassostrea* sp. Penelitian Suharyanto *et al.* (1993) yang lain yaitu mengamati musim penempelan spat japing-japing *P. margaritifera* dengan menggunakan kolektor kasa nyamuk berwarna biru. Menurut Danakusumah (1979); Quayle (1980) jenis substrat yang disukai spat adalah benda-benda keras yang mempunyai permukaan kasar.

Penelitian tentang jenis bahan kolektor untuk substrat spat *P. maxima* di hatchery khususnya perlu terus dilakukan, mengingat nilai strategisnya untuk meningkatkan sintasan serta mengatasi masa kritis setelah metamorfose yang membutuhkan substrat untuk menempel dan tinggal menetap. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan tingkat kekasaran bahan kolektor yang disukai spat tiram mutiara *P. maxima*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan selama tiga bulan di laboratorium pembenihan tiram mutiara Balai Besar Budidaya Laut Lampung. Hewan uji yang digunakan adalah larva tiram mutiara *Pinctada maxima* (Jameson) stadia pediveliger atau umur 18 hari. Penyediaan hewan uji dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu kultur pakan alami, penyediaan dan seleksi induk, pemijahan dan pemeliharaan larva.

### *Kultur pakan alami*

Kultur pakan alami dilakukan sebulan sebelum penelitian dimulai. Jenis pakan alami (fitoplankton) yang digunakan adalah *Isochrysis galbana*, *Pavlova lutheri* dan *Chaetoceros* sp., dengan kepadatan 8–10 juta sel/ml. Kultur fitoplankton dilakukan di dalam lab dengan suhu ruangan antara 21–23 °C dan intensitas cahaya 5000–7000 lux. Media pupuk untuk kultur menggunakan formula Walne dan Hirata (CMFRI, 1991; Winanto, 2004).

### *Penyediaan Hewan Uji*

Hewan uji berasal dari hasil pemijahan induk *P. maxima* yang di ambil dari Lombok Nusa Tenggara Barat. Pemijahan dilakukan di dalam aquarium (100 liter) dengan menggunakan kombinasi metodekejut suhu dan ekspose (Alagarswami *et al.*, 1983a; CMFRI 1991; Winanto, 2004).

Pemeliharaan larva dilakukan di dalam bak fiberglass ukuran 2 ton. Padat penebaran larva disesuaikan dengan stadia perkembangannya, yaitu stadia bentuk-D sampai umbo awal (D6) dengan kepadatan 5 ekor/ml; stadia umbo awal (D7) sampai umbo akhir (D14), kepadatan 3 ekor/ml dan stadia umbo akhir (D15) sampai stadia plantigrade (D20), kepadatan 2 ekor/ml (Alagarswami *et al.*, 1983b; BBL, 2001; Winanto, 2004).

### *Rancangan Percobaan*

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), dengan tiga kali ulangan. Perlakuan yang diaplikasikan adalah tingkat kekasaran bahan kolektor yaitu halus, tidak di amplas (A); sedang, kolektor digosok dengan amplas no. 1000 (B); dan kasar, kolektor digosok dengan amplas no. 500 (C).

### *Prosedur Percobaan*

Hewan uji disiapkan di dalam wadah percobaan berupa bak fiberglass ukuran 2 ton. Media air laut yang digunakan untuk pemeliharaan telah melalui beberapa tahapan proses penyaringan seperti *sand filter*, *catrache* (15, 10, 5 µm), *cotton filter* dan sterilisasi ultra violet.



Setiap 2–3 hari dilakukan penggantian air sebanyak 50–100 % (BBL, 2001). Suhu air berkisar antara 27–29 °C dan salinitas sekitar 32 ‰ (Winanto, 2004).

Pada saat larva pediveliger mencapai umur 18 hari, di dalam bak dipasang kolektor (sebagai perlakuan), digantungkan pada kayu yang diletakkan di atas bak dan ditempatkan secara acak. Kolektor terbuat dari bahan monoplastik (senar) berwarna biru dengan diameter 1500 µm, dililitkan pada kerangka kawat galvanisir (30 x 40 cm) yang dilapis plastik. Selama pemeliharaan, larva diberi pakan campuran *I. galbana* dan *P. lutheri* (perbandingan 50% : 50%), dengan kepadatan 6000–8000 sel/ml/hari. Setelah mencapai spat jumlah pakan ditingkatkan menjadi 10000–15.000 sel/ml/hari, jenis yang diberikan adalah *I. galbana* dan *P. lutheri* dengan *Chaetoceros* sp (perbandingan 50% : 50%).

Untuk mengetahui sintasan dan laju pertumbuhan, dilakukan pengambilan sampel larva sebanyak 10 ml dan sampel spat 20 ekor, selanjutnya dilakukan pengamatan di bawah mikroskop dengan perbesaran 40–60 kali. Jumlah larva dihitung dengan menggunakan *sadgewick rafter cell*. Pengukuran panjang antero-posterior (AP) dan tinggi dorso-ventral (DV) (Taylor *et al.*, 1997) dilakukan dengan mikrometer okuler.

### **Parameter yang diamati**

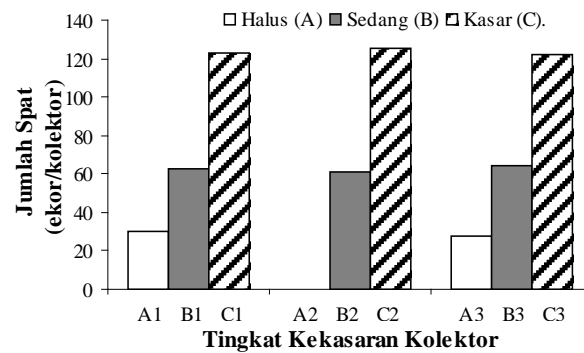
1. Densitas spat; diketahui dengan menghitung jumlah spat yang menempel pada kolektor di akhir pengamatan, penghitungan dilakukan dengan bantuan alat kaca pembesar dan hand-counter.
2. Pertumbuhan dorsoventral (DV) dan anteroposterior (AP) diukur dengan menggunakan mikrometer setiap minggu, dimulai sejak kolektor dipasang atau hari ke 10 setelah spat menempel. Laju pertumbuhan harian diketahui berdasarkan metode Worthy (1979) dan Busacker *et al.* (1990).
3. Sintasan
4. Sintasan (SR) dihitung berdasarkan dua fase pemeliharaan, pertama dihitung berdasarkan periode pemeliharaan larva stadia pediveliger (umur 18–20 hari) sampai spat umur 110 hari atau 90 hari sejak pemasangan kolektor. Kedua, sintasan dihitung 10 hari setelah spat menempel sampai umur 90 hari sejak pemasangan kolektor.
5. Uji daya lekat; merupakan uji ketahanan spat terhadap guncangan akibat gerakan air, yang disimulasikan dengan mengalirkan air (2–3 liter/detik) ke dalam tempat pengujian berupa akuarium ukuran 80 liter dan diberi aerasi besar, serta dinyatakan secara numerik. Hasil pengujian dinyatakan dalam persen dari jumlah spat yang melekat pada kolektor di akhir pengujian (ekor) dibandingkan dengan jumlah spat awal yang melekat pada kolektor (ekor).
6. Kualitas air, data yang diliput adalah suhu, salinitas, oksigen terlarut, pH, nitrat, nitrit, fosfat dan amonia.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Densitas Spat**

Densitas spat yang menempel pada setiap perlakuan jumlahnya bervariasi. Di akhir pengamatan (90 hari) diidentifikasi ternyata tidak semua kolektor ditemplei spat, utamanya pada perlakuan kolektor halus (D2). Densitas spat tertinggi terdapat pada perlakuan kasar (123,333±1,527 spat/kolektor) dan terendah pada perlakuan kolektor halus (29±1,414 spat/kolektor) (Gambar 1).





**Gambar 1. Jumlah spat yang menempel pada kolektor (150 mikron) hari ke 90**

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada perlakuan kolektor kasar (C) spat menempel bergerombol dan saling melekat antara satu dengan yang lain dan juga banyak menempel di sela-sela serabut kolektor.

Selama pengamatan ditemukan sebanyak 10–20 % ukuran panjang spat yang memanjang atau dorsoventral (DV) lebih panjang dari anteroposterior (AP) utamanya pada perlakuan C dan sekitar 10 % pada perlakuan sedang (B). Sedangkan pada perlakuan kolektor halus ukuran cangkang spat normal.

Variabilitas densitas spat yang menempel pada setiap perlakuan mengindikasikan bahwa larva menyebar merata di dalam wadah penelitian. Menurut Friedman and Bell (1996); Maximovich *et al.* (1996) perbedaan densitas penempelan spat dipengaruhi oleh tipe kolektor. Hasil analisis varian dan uji nilai tengah Tukey menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) antar perlakuan, semakin kasar permukaan bahan kolektor, maka semakin banyak jumlah spat yang menempel. Menurut Danakusumah (1979); Quayle (1980) dan Imai (1982), spat cenderung memilih permukaan substrat yang keras dan kasar untuk menempel.

Densitas spat pada perlakuan jenis kolektor kasar ( $F: 0,26 \text{ ekor/cm}^2$ ), tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Alagarwami *et al.* (1983) yaitu pada kolektor fiberglass densitas spat sekitar  $0,24 \text{ ekor/cm}^2$ , dan kolektor kaca  $0,23 \text{ ekor/cm}^2$ . Menurut Taylor *et al.* (1998) densitas spat tergantung pada jenis bahan kolektor yang digunakan, kolektor tali dapat ditempeli spat rata-rata  $1,112 \text{ ekor/cm}^2$ , kolektor tali dengan pipa PVC dan tali dengan belahan pipa PVC jumlah densitasnya sama yaitu  $1,20 \text{ ekor/cm}^2$ .

## 2. Laju Pertumbuhan

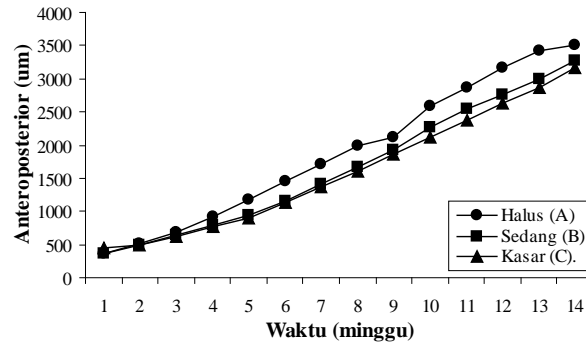
Di akhir pengamatan (hari ke 90) ukuran panjang rata-rata tertinggi terjadi pada perlakuan dengan tingkat kepadatan spat terendah, yaitu perlakuan A ( $109,3606 \mu\text{m DV}$ ;  $109,3644 \mu\text{m AP}$ ), diikuti perlakuan B ( $109,2668 \mu\text{m DV}$ ;  $109,2668 \mu\text{m AP}$ ) dan C ( $109,1821 \mu\text{m DV}$ ;  $109,1810 \mu\text{m AP}$ ).

Pertumbuhan panjang spat relatif lambat terjadi pada minggu pertama sampai ke tiga ( $128,472\text{--}151,436 \mu\text{m AP/minggu}$ ;  $127,591\text{--}150,098 \mu\text{m DV/minggu}$ ). Pertumbuhan relatif cepat setelah minggu ke 4 (hari ke 50) sampai pengamatan berakhir minggu ke 14 (hari ke 110), dengan penambahan panjang mencapai  $272,208\text{--}399,223 \mu\text{m AP/minggu}$  dan  $272,273\text{--}397,591 \mu\text{m DV/minggu}$  (Gambar 2ab).

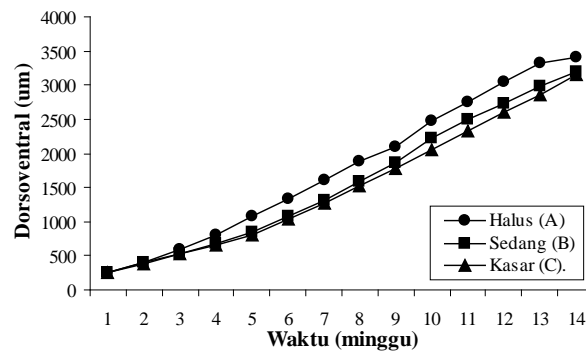
Makin tinggi tingkat kepadatan spat (per  $\text{cm}^2$ ) maka pertumbuhan menjadi semakin lambat, karena terjadi kompetisi terhadap ruang. Pernyataan ini diperkuat oleh data tingkat pertumbuhan tertinggi dicapai oleh perlakuan dengan tingkat kepadatan terendah (A).



Menurut Hilbish *et al* (1993) dan Collet *et al* (1999), tingkat pertumbuhan larva dan spat sangat bervariasi tergantung pada faktor internal dan eksternal dimana individu tersebut berada.



Gambar 2a. Laju pertumbuhan panjang rata-rata anteroposterior (AP) selama pengamatan



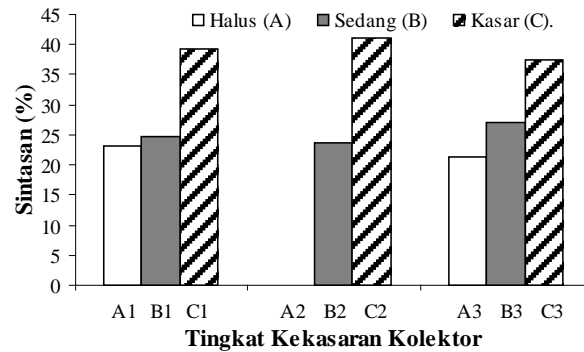
Gambar 2b. Laju pertumbuhan panjang rata-rata dorsoventral (DV) selama pengamatan

Hasil analisis varian terhadap laju pertumbuhan ( $\alpha$ ) yang dihitung menurut metode Busacker *et al.* (1990) menunjukkan bahwa antar perlakuan (A, B, C) tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ), jadi tidak ada satupun perlakuan tingkat kekasaran bahan kolektor yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan harian spat *P. maxima*. Hal ini dimungkinkan karena setelah spat menemukan substrat yang cocok dan mensekresikan benang-benang bisus untuk menempel, maka substrat tidak lagi berpengaruh terhadap pertumbuhan, sebab pada saat fase awal hampir semua materi dan energi diarahkan untuk pembentukan benang-benang bisus. Menurut Collet *et al.* (1999) pertumbuhan awal spat tergantung pada waktu pertamakali menempel. Apabila spat terlambat menempel maka pertumbuhannya cenderung lambat. Setelah menempel, spat akan berkonsentrasi untuk bertahan pada substrat yang disukai dengan cara mengeluarkan benang-benang bisus.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa laju pertumbuhan relatif lambat terjadi pada minggu pertama sampai ketiga. Hal ini diduga karena spat masih berada pada masa beraklimatisasi dengan lingkungan pemeliharaan, utamanya dalam upaya mempertahankan diri untuk menetap pada substrat baru dengan cara mensekresikan kelenjar bisus untuk melekat. Energi banyak dialokasikan dalam proses metamorfose dari stadia pediveliger atau plantigrade yang hidup sebagai planktonis, berubah menjadi spat yang hidup menetap (sesil) sebagai bentik. Beberapa perubahan fisiologis penting terjadi selama masa metamorfose, larva tumbuh dengan melibatkan mekanisme yang sangat berbeda dengan spat. (Baker and Mann, 1994; Collet *et al.*, 1999). Hasil studinya juga menunjukkan terjadi penundaan masa metamorfose pada stadia larva dan pertumbuhan awal spat.

### 3. Sintasan

Hasil pengamatan terhadap spat yang dipelihara selama 90 hari menunjukkan bahwa sintasan tertinggi terdapat pada perlakuan kolektor kasar atau C (39,273%±1,723) dan terendah pada perlakuan kolektor halus atau A (22,305 %±1,280) (Gambar 3). Hasil analisis varian dan uji nilai tengah Tukey terhadap sintasan spat juga menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) antar perlakuan.



**Gambar 4. Sintasan spat (%) selama masa pemeliharaan 90 hari (spat hari ke 40–110)**

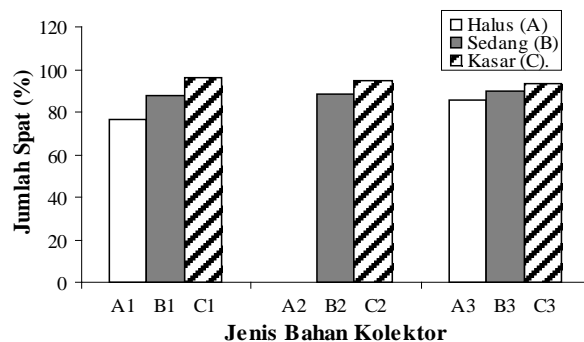
Hasil pengamatan terhadap beberapa parameter kualitas air, menunjukkan pada kisaran yang masih memenuhi syarat untuk pertumbuhan dan sintasan spat, sehingga jika terdapat mortalitas diduga karena spat tidak menemukan substrat yang cocok. Bivalvia laut umumnya hidup pasif sehingga kelangsungan hidupnya sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan (Jeong and Cho, 2007). Studi tentang outekologi bivalvia (termasuk tiram mutiara) telah dilakukan dan jelas menunjukkan bahwa beberapa parameter fisik perairan berpengaruh terhadap perkembangan, pertumbuhan dan sintasan (Alagarwami and Victor, 1976; Marsden, 2004; Yukihira *et al.*, 2006).

Kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan selama penelitian ini, diduga cukup efektif sebagai penyedia bahan baku yang dapat dirubah menjadi cadangan energi atau energi untuk perkembangan larva dan pertumbuhan spat. Disampaikan Laing (1995) tipe dan nilai nutrisi yang terkandung dalam makanan (alga) merupakan faktor yang signifikan mempengaruhi laju pertumbuhan dan sintasan. Diduga, jenis dan jumlah cadangan material biokimia yang terakumulasi selama perkembangan larva, serta perbedaan jenis makanan yang diberikan dapat mempengaruhi kompetensi larva untuk menempel pada substrat (Haws *et al.*, 1993; Baker, 1994).

### 4. Uji Daya Lekat

Pengujian daya lekat spat pada kolektor merupakan jastifikasi dari perlakuan yang diberikan, sehingga dapat memberikan kelengkapan informasi tentang preferensi spat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata daya lekat tertinggi (94,589 %) terdapat pada perlakuan bahan kolektor kasar (C) (Gambar 5). Diduga, permukaan bahan kolektor yang kasar dapat menambah daya cengkeram plaque yang terdapat pada ujung benang bisus.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa daya tahan penempelan spat selama uji berkaitan erat dengan jumlah benang bisus yang diproduksi spat. Pengamatan jumlah, panjang benang bisus baru dapat dilakukan setelah hari ke 28 (minggu ke 4) dari pemasangan kolektor. Jumlah benang bisus spat berukuran 708–780  $\mu\text{m}$  (perlakuan C) antara 4–7 helai, sedangkan pada perlakuan A jumlah benang bisus paling sedikit atau rata-rata 3 helai (Tabel 1). Panjang benang bisus tergantung pada jarak antara takik bisus (lubang bisus) dengan permukaan substrat. Panjang benang bisus selama 10 minggu pengamatan berkisar antara 2,5–3 mm.



**Gambar 5.** Jumlah spat *P. maxima* (%) yang masih menempel pada kolektor pasca uji daya lekat.

Benang bisus mempunyai fungsi seperti akar pada tanaman, setiap helai benang bisus dapat melekat kuat seperti jangkar pada batu karang atau obyek lain yang dikehendaki (Dharmaraj *et al.*, 1987; Velayudhan and Gandhi, 1987). Pengamatan mereka yang lain adalah pengaruh waktu (siang dan malam) terhadap produksi benang-benang bisus. Sampel yang diamati diambil dari alam, dengan ukuran antara 20,0–54,2 mm (DV), selanjutnya sampel ditempatkan di dalam wadah penelitian berdasarkan waktu perlakuan dan diamati. Hasilnya, spat yang berukuran 20,0–25,3 mm, selama 5 jam (siang hari) dapat melekat pada substrat sebanyak 30,0–36,7 % dan istirahat di malam. Sedangkan spat yang berukuran 33,5–54,2 mm tidak ada yang melekat di siang hari dan sekitar 78,8–93,8 % melekat pada waktu malam hari.

**Tabel 1.** Rerata jumlah benang bisus spat *Pinctada maxima* selama pengamatan minggu ke 1–14.

Perlakuan	Minggu ke-				
	4	6	8	11	14
Kolektor Halus (A)	3	5	6	8	10
Kolektor Sedang (B)	5	7	8	10	13
Kolektor Kasar (C)	7	10	12	15	18

Fenomena yang diamati selama penelitian adalah semakin bertambah besar ukuran spat, maka jumlah benang bisus yang diproduksi makin banyak. Hal ini diduga sebagai upaya mempertahankan diri menetap ditempat yang disukai dan sebagai penopang pertambahan berat atau ukurannya. Peningkatan jumlah benang bisus pada penelitian ini relatif lambat, jika dibandingkan hasil penelitian Eckroat *et al.* (1992) pada zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) yaitu antara 2–5 benang bisus per minggu, dengan jumlah rata-rata berkisar antara 17–27 helai selama 4 minggu. Sedangkan menurut Dharmaraj *et al.* (1987), jumlah benang bisus tiram mutiara *P. fucata* yang berukuran 33,5–54,2 µm antara 10–28. Perbedaan hasil penelitian diduga karena penelitian ini dilakukan di dalam laboratorium, dengan hewan uji terbatas dan pengambilan sampel pada individu yang sama, sehingga hewan uji stres dan produksi benang bisus menjadi tidak normal. Sedangkan penelitian Eckroat *et al.* (1992) dan Dharmaraj *et al.* (1987) dilakukan di lapangan dengan hewan uji baru yang berbeda pada setiap pengambilan sampel.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis jumlah akhir penempelan spat (densitas spat), laju pertumbuhan, sintasan dan uji daya lekat, maka dapat disimpulkan bahwa spat tiram mutiara *Pinctada maxima* lebih menyukai jenis bahan kolektor kasar (C).

### DAFTAR PUSTAKA

Alagarwami K and Victor ACC. 1976. Salinity Tolerance and Rate Of Filtration of The Pearl Oyster, *Pinctada fucata*. *J Mar. Biol. Ass. India*, 18 (1): 149-158.



- Alagarswami K, Dharmaraj S, Velayudhan TS, Chellam A, Victor ACC, Gandhi AD. 1983. Larva Rearing and Production of Spat of Pearl Oyster *Pinctada fucata* (Gould). Elsevier Science Publisher. B.V. Amsterdam. *Aquaculture* 3: 287-301.
- Alagarswami K, Dharmaraj S, Velayudhan TS, Chellam A, Victor ACC. 1983a. On Controlled Spawning of Indian Pearl Oyster *Pinctada fucata* (Gold). *Proc. Symp. Coastal Aquaculture, Mar. Biol. Ass. India. Pt. 2*: 590-597.
- \_\_\_\_\_. 1983b. Embryonic and Larva Development of Pearl Oyster *Pinctada fucata* (Gold). *Proc. Symp. Coastal Aquaculture, Mar. Biol. Ass. India. Pt. 2*: 598-603.
- BBL. 2001. Pembenuhan Tiram Mutiara (*Pinctada maxima*). Balai Budidaya Laut Lampung. Seri Budidaya Laut 6: 61 hal.
- Baker P. 1994. Competency to Settle in Oyster Larvae, *Crassostrea virginica*. Wild versus hatchery-reared larvae. *Aquaculture* 122: 161-169.
- Baker SM and Mann R. 1994. Discription of Metamorphic Phase in The Oyster *Crassostrea virginica* and Effect of Hypoxa on Metamorphosis. *Marine Ecology Progress Series* 104: 91-99.
- Busacker GP, Adelman LR, Goodlish EM. 1990. Growth. In: Schrer C.B, and Moyle P.B (Eds) 32. Methods for Fish Biology. American Fisheries Soc. Maryland. USA. Pp. 363-387.
- CMFRI. 1991. Pearl Oyster Farming and Pearl Culture. Training Manual No. 8. Regional Seafarming Development and Demonstration Project. RAS/90/002. Bangkok, Thailand. 103 p.
- Collet B, Boudry P, Thebault A, Heurebise S, Morand B, Gerard A. 1999. Relationship Between Pre- and Post- Metamorphic Growth in The Pacific Oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture* 17: 21-226.
- Danakusumah E. 1979. Suatu Studi Mengenai "Spatfall" Tiram Daging (*Crassostrea cuculata*) di Perairan Segara Menyan Kab. Subang Jawa Barat. Laporan Penelitian Perikanan Laut 17: 55-68.
- Dharmaraj S, Kandasami D, Alagarswami K. 1987. Some Aspects of Physiology of Pearl Oyster. In: Pearl Culture. CMFRI India Bull 29(2): 21-226.
- Friedman KJ and Bell JD. 1996. Effects of Different Substrata and Prospective Mesh Bags on Collection of Spat of The Pearl Oysters, *Pinctada margaritifera* (Linnaeus, 1758) and *Pinctada maculata* (Gould, 1850). *J Shellfish Res.* 15 (3): 535-541.
- Gricourt L, Mathieu M, Kellner K. 2006. An Insulin-Like System Involved in The Control of Pacific Oyster *Crassostrea gigas* Reproduction: hrlGF-1 Effect on Germinal Cell Proliferation and Maturation Associated with Expression Of an Homologous Insulin Receptor-related Receptor. *Aquaculture* 251: 85-98.
- Haws McC, DiMichele I, Hand SC. 1993. Biochemical Changes and Mortality During Metamorphosis of The Eastern Oyster, *Crassostrea virginica* and Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*. *Mol Mar Biol Biotechnology* 2: 207-217.
- Hilbish TJ, Winn EP, Rawson PD. 1993. Genetic Variation and Covariation During Larva and Juvenil Growth in *Marcenaria marcenaria*. *Marine Biology* 115: 97-104.
- Imai T. 1982. Aquaculture in Shallow Seas. Progress in Shallow Seas Culture. A. Balkema/Rotterdam. 615p.
- Jeffrey SW, Gerland CD, Brown MR. 1990. Microalgae in Australian Mariculture. In: Biology of Marine Plants. Longman-Chesher. 18: 400-414.
- Jeong W-G and Cho S-M. 2007. Long-term Effect of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon on Physiological Metabolism of The Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*. *Aquaculture* 265: 343-350.
- Laing I. 1995. Effect of food Supply on Oyster Spatfall. *Aquaculture* 131:315-324
- Le Blanc N, Landry T, Stryhn H, Tremblay R, McNiven M, Davidson J. 2005. The Effect of High air and Water Temperature on Juvenile *Mytilus edulis* in Price Edward Island, Canada. *Aquaculture* 243: 185-194.
- Marsden ID. 2004. Effects of Reduced Salinity and Seston Availability on Growth of The New Zealand Little-neck Clam *Austrovenus Stutchburyi*. *Marine Ecology Progress Series* 266: 157-171.
- Maximovich NH, Sukhotin AA, Minichev YS. 1996. Long-term Dynamic of Blue Mussel (*Mytilus edulis* L.) Culture Settlements (The White Sea). *Aquaculture* 147: 191-204.
- Quayle. 1980. Tropical Oyster Culture and Methods. IDRC Ottawa Canada. 80p.



- Rupp GS, Parsons GJ, Thompson RJ, de Bem MM. 2005. Influence of Environmental Factors, Season and Size at Development on Growth and Retrieval of Postlarval Lion's Paw Scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) From A Subtropical Environment. *Aquaculture* 243: 195-216.
- Suharyanto, Atmomarsono M, Sudradjat A. 1993. Musim Penempelan Benih Japing-japing, *Pinctada margaritifera* Di Perairan Pasarwajo, Kabupaten buton, Sulawesi Tenggara. *Jur. Pen. Budidaya Pantai* 9(4): 85-90.
- Taylor JJ, Rose RA, Southgate PC, Taylor CE. 1997. Effects of Stocking Density on Growth and Survival of Early Juvenile Silver-lip Pearl Oyster *Pinctada maxima* (Jameson) Held in Suspended Nursery Culture. *Aquaculture* 153: 31-40.
- \_\_\_\_\_. 1998. Assessment of Artificial Substrates for Collection of Hatchery-reared Silver-lip Pearl Oyster (*Pinctada maxima* Jameson) Spat. *Aquaculture* 162: 219-230.
- Vellayudhan TS and Gandhi AD. 1987. Morphology and Anatomy of Indian Pearl Oyster. In. Alagarwami K (ed.). *CMFRI Bull* 39 (2): 4-12.
- Winanto T. 2004 *Memproduksi Benih Tiram Mutiara*. P.T. Panebar Swadaya, Jakarta. Seri Agribisnis. 95 hal.
- Yukihira H, Lucas JS, Klumpp DW. 2006. The pearl oyster, *Pinctada maxima* and *P. Margaritifera*, respon in different ways to culture in similar environments. *Aquaculture* 252: 208-224.



## PRODUKSI BENIH KIMA DI HATCHERY UNTUK MENDUKUNG BUDIDAYANYA SECARA BERKELANJUTAN

**Rasidi<sup>1</sup>, Rusmaedi<sup>1</sup> dan Aspari Rachman<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> *Peneliti Pusat Riset Perikanan Budidaya,* <sup>2)</sup> *Dosen Universitas Hasanuddin, Makassar*

*Email : rasidi@cria.indosat.net.id*

Kima merupakan komoditas yang dilindungi tapi terus diperdagangkan secara ilegal karena permintaan akan daging, terutama ototnya, tetap tinggi. Upaya budidaya kima belum berkembang karena pertumbuhannya sangat lambat. Keberadaan kima di alam masih tersedia yang dapat diambil walaupun secara ilegal, sehingga minat untuk budidaya masih rendah. Dalam rangka upaya konservasi kima tanpa harus mengorbankan perdagangan kima yang terbukti menguntungkan nelayan maka dilakukan penelitian produksi massal benih di hatchery. Penelitian dimulai dengan mengumpulkan induk matang kelamin dari alam yang kemudian dipijahkan di hatchery. Telur yang telah dibuahi induk lain ditetaskan dan larvanya dipelihara sampai ukuran siap tebar di laut. Dari 4 spesies kima yang diperoleh, 3 spesies yaitu *Tridacna maxima*, *Tridacna squamosa* dan *Hypophus hypophus* memijah dan menghasilkan 30.000 yuwana berukuran 6-30 mm. Sintasan juwana yang diperoleh dari ketiga spesies yang memijah berkisar 0,10-0,12 %. Pertumbuhan benih di hatchery tidak berbeda antar spesies. Rasio berat daging terhadap berat total meningkat dengan membesarnya ukuran cangkang. Dengan memproduksi benih kima di hatchery, diharapkan penyediaan benih untuk budidaya kima dapat dirintis untuk produksi daging untuk konsumsi maupun kima hidup untuk konservasi dapat dilakukan melalui budidaya secara berkelanjutan. Sehingga keberadaan species yang dilindungi tetap terjaga dan tidak mengandalkan penangkapan dari alam.

Kata kunci : *Tridacna* sp., pemijahan, produksi benih dan budidaya

### PENDAHULUAN

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 1999 tentang Pemanfaatan Jenis Tumbuhan dan Satwa Liar memutuskan kima sebagai satwa yang dilindungi. Namun dilapangan penangkapan dan perdagangan kima secara liar terus berlangsung karena memang permintaan akan kima di pasar baik domestik maupun regional tetap ada (Braley dan Rachman 1996). Kenyataan ini tidak dapat disangkal keberadaannya dan tidak dapat dicegah, termasuk dampaknya terhadap populasi kima dan bioma terumbu karang (Crawford *et al.* 1987; Wells 1994), namun mungkin dapat disalurkan secara baik melalui upaya budidaya. Upaya perdagangan keturunan kima melalui budidaya meningkat. Perdagangan internasional kima non penangkapan meningkat pada tahun 1993 - 2001 dari 30.000 menjadi 100.000 spesimen. (Wabnitz 2003 *dalam* Nuryanto, 2009). Produksi benih secara massal merupakan langkah awal yang sangat menentukan keberhasilan upaya budidaya.

Beberapa teknik produksi benih kima telah tersedia namun masih perlu dikaji lebih lanjut untuk menopang upaya produksi benih secara massal, menguntungkan dan mudah diterapkan. Keberhasilan upaya budidaya dapat mengurangi tekanan penangkapan karena diharapkan perdagangan kima dapat ditopang penuh oleh kima hasil budidaya. Selain itu budidaya juga dapat menopang upaya pelestarian populasi kima di alam melalui pemacuan stock/*restocking*. Lebih jauh upaya budidaya kima sangat erat berkaitan dengan upaya pelestarian dan rehabilitasi terumbu karang yang dilaporkan telah banyak mengalami kerusakan.

Usaha restocking dan budidaya tidak lepas dari kegiatan pembenihan sampai sekarang kegiatan pembenihan masih menjadi faktor pembatas dalam usaha pelestarian biota laut yang mendekati kepunahan (Isnansetyo dan Kurniastuti *dalam* Rahmadi, 2007). Kegiatan ini merupakan riset pengembangan produksi massal benih kima sebagai langkah awal untuk memperoleh teknik produksi massal benih secara menguntungkan dan sederhana. Upaya



budidaya dilakukan untuk mengurangi tekanan penangkapan dan menjaga kelestarian populasi kima di alam serta mengarahkan upaya perdagangan kima pada upaya legal sebagai salah satu sumber devisa dari sektor kelautan dan perikanan. Penelitian ini bertujuan memperoleh cara pemijahan induk dan pemeliharaan benih di hatchery dalam rangka menunjang perkembangan upaya budidaya komoditas yang dilindungi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan selama 6 bulan di Bali. Penelitian dimulai dari pengumpulan induk, pemijahan dan pemeliharaan larva di hatchery berukuran 10 x 3 m dengan kedalaman air 30 cm. Pemeliharaan benih/juwana sampai berumur 6 bulan di hatchery. Jumlah benih yang hidup dan pertumbuhannya di hatchery merupakan peubah yang diamati setiap 2 bulan.

Induk yang digunakan berasal dari alam diangkut dari lokasi penangkapan ke lokasi hatchery menggunakan alat transportasi air, udara dan darat. Cara pengangkutan disesuaikan dengan pedoman yang diterbitkan CITES. Di hatchery, induk diaklimatisasi selama 1 bulan untuk kemudian dirangsang memijah dengan kejutan suhu, pemberian ekstrak gonad, hidrogen peroksida, atau injeksi hormon serotonin 2 mM pada dosis 0,5 – 4,0 mL, tergantung ukuran induk.

Telur yang dihasilkan di kumpulkan dalam kantong plastik untuk dibuahi dengan sperma dari induk lain sebagai upaya pencegahan pembuahan sendiri dan *polyspermy* (Braley 1992). Selanjutnya larva yang ditetaskan dipelihara sampai mencapai juwana umur 6 bulan (Rachman dan Mudhita 2001) dalam bak beton berukuran 10 x 3 m dengan kedalaman air 30 cm. Pakan untuk larva dipasok dari air laut yang dialirkan kedalam bak setiap pagi selama 3 jam. Derajat pembuahan dan penetasan serta sintasan juwana merupakan peubah yang diamati dari tiap pemijahan yang berhasil.

Induk yang telah dipijahkan ditempatkan kembali di laut pada kedalaman 3 meter pada waktu pasang surut bersama dengan induk yang belum dipijahkan karena fasilitas pemeliharaan induk di hatchery tidak mencukupi. Bahan organik yang berasal dari sisa pakan ikan dalam karamba yang dipasang berdekatan merupakan pakan induk tersebut.

## HASIL DAN BAHASAN

### *Pengumpulan Induk kima*

Pengumpulan induk sebanyak 20 individu, berat individu berkisar 5-30 kg, berhasil dilakukan di perairan Sulawesi Selatan dan Selat Bali sesuai Surat Keputusan Direktur Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam Nomor: 134/Kpts/DJ-IV/2003. Species yang diperoleh adalah *Tridacna squamosa*, *T. maxima*, *T. crocea*, dan *Hypophus hypophus* (Table 1). Sebagian induk (*gambar 1*) diangkut, sesuai ketentuan CITES, ke hatchery di Bali untuk dipijahkan dan kemudian dikembalikan lagi ke laut di Teluk Pegametan setelah pemijahan. Tidak terjadi kematian induk baik saat transportasi, pemijahan maupun pasca pemijahan.

### *Produksi benih di hatchery*

Tingkat keberhasilan pemijahan, terjadi pada waktu sore beberapa hari setelah bulan baru. Dari 6 induk *T. maxima* 2 berhasil dipijahkan, sedangkan *T. squamosa*, *T. crocea*, dan *Hypophus hypophus* masing-masing 1 induk berhasil dipijahkan.

Telur yang dihasilkan berkisar 6.000 – 10.000 butir/induk dan derajat penetasaan (hatching rate/HR) berkisar 60 – 70 % (Table 2). Nilai HR pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Rahmadi 2007, sebesar untuk *H. Hippopus*, *T. Maxima*, *T. Squomasa* 59,32 -73,33% Keberhasilan pemijahan terutama didukung oleh rangsangan suhu



yang berlangsung secara perlahan dengan bantuan cahaya matahari. Dengan rangsangan suhu melalui penjemuran dibawah sinar matahari langsung selama 30-50 menit bahkan menurunkan peluang terjadinya pembuahan sendiri.

**Tabel 1. Data kima yang diperoleh dari berbagai perairan di Indonesia ada tahun 2003**

Spesies	Perairan asal	Jumlah	RBI (Kg)
<i>Tridacna squamosa</i>	South Sulawesi+Bali Strait	6	20
<i>T. maxima</i>	Bali Strait+South Sulawesi	6	20
<i>T. crocea</i>	South Sulawesi+Bali Strait	4	10
<i>T. derasa</i>	South Sulawesi	2	20

RBI=Rataan berat individu; AIW=Average individual weight



**Gambar 1. Kima matang kelamin yang dikumpulkan untuk pemijahan di hatchery. *T. derasa* (kiri), *T. crocea* (tengah), dan *T. maxima* (kanan)**

Pertumbuhan benih di hatchery (*Figure 3*) cukup baik, mencapai ukuran panjang cangkang sampai 30 mm selama penelitian. Tidak ada perbedaan kecepatan pertumbuhan antar species, kecuali *H. hypophus* yang pertumbuhannya lebih cepat, teramati selama pemeliharaan benih di hatchery. Laju pertumbuhan bulanan berkisar 2.5 – 2.7 mm pada temperatur air sekitar 30 °C. Diduga jumlah pakan yang kurang memadai merupakan penyebab pertumbuhan kima pada penelitian ini lebih lambat dari pertumbuhan kima pada penelitian Solis *et al.* (1988) yang berkisar 2.9 -3.6 mm/bulan. Rata-rata sintasan larva di hatchery sampai mencapai ukuran benih juga tidak berbeda nyata yaitu sekitar 0,1 %. Pengadaan alga sebagai pakan larva merupakan masalah utama selain serangan alga penempel dan bakteri terutama *Vibrio sp.* dan *Aeromonas sp.* Masalah tersebut mengakibatkan kematian total pada yuwana *T. crocea*. Pembersihan dasar tangki secara teratur serta pengurangan stress akibat perubahan suhu dan salinitas yang biasa terjadi pada waktu pergantian air ternyata dapat mempertinggi sintasan seperti pada kima kuku (Tabel 2).

**Tabel 2. Juwana berumur 6 bulan hasil pemijahan rangsang suhu 3 spesies kima di hatchery**

Nama ilmiah	Nama lokal	Telur (butir)	Larva (ind.)	Juwana	
				Jumlah	Ukuran (mm)
<i>T. squamosa</i>	Kima sisik	10.275.000	7.192.000	8.630	6 -20
<i>T. maxima</i>	Kima besar	9.138.000	6.396.000	7.676	5 - 17
<i>T. crocea</i>	Kima lobang	10.100.000	7.070.000	ns	
<i>T. maxima</i>	Kima besar	10.400.000	7.280.000	7.280	5 - 17
<i>H. hypophus</i>	Kima kuku	ur	ur	10	17 - 30

ns=no survivor; ur=un recorded

Keberhasilan pemijahan pada penelitian ini yang terjadi beberapa hari setelah bulan baru memperkuat laporan Trinidad-Roa (1988) dan Braley (1984) yang menyatakan bahwa keberhasilan pemijahan kima sangat dipengaruhi phase bulan. Trinidad-Roa (1988)



melaporkan pemijahan alami *T. squamosa* terjadi antara bulan seperempat sampai bulan purnama sedang Braley (1984) mendapatkan *T. derasa* memijah secara alami pada hari ke 8 dan ke 11 setelah bulan purnama. Menurut Heslinga *et al.* (1984) aktivitas kima memijah paling mudah diamati pada waktu sore sampai sesaat sebelum matahari terbenam.



**Gambar 2. Juwana berumur 6 bulan hasil pemijahan di hatchery**

Berdasarkan analisis yang dilakukan, pertumbuhan panjang cangkang berkorelasi dengan tingginya. Panjang dan tinggi cangkang benih *H. hypophus* berkorelasi lebih erat dari benih *T. squamosa* dan *T. maxima* (Tabel 3). Dikaji dari nilai slope regresi panjang dan tinggi cangkang, *T. squamosa* pertumbuhannya lebih cepat ke arah horisontal daripada ke arah vertikal.

**Tabel 3. Regresi hubungan panjang dan tinggi cangkang benih kima hasil pemijahan di hatchery**

Spesies	Intersep	Slope	Koefisien korelasi
<i>H. hypophus</i>	-1,2357	1,5358	0,8322
<i>T. maxima</i>	1,4721	1,6492	0,7413

Pertambahan berat daging benih kima di hatchery lebih cepat dibanding pertambahan berat cangkang dikaji dari rasio berat basah daging dengan berat total (Tabel 4). Rasio berat daging terhadap berat total meningkat seiring peningkatan panjang cangkang, terutama pada *T. maxima*.

**Tabel 4. Rasio berat basah daging terhadap berat total kima hasil pemijahan di hatchery**

Spesies	Kisaran panjang cangkang (mm)	Berat Daging : berat total (%)
<i>H. hypophus</i>	17.0 - 19.0	34,08
	22.0 - 29.0	55,59
<i>T. maxima</i>	6.0 - 9.0	41,87
	11.0 - 12.0	48,72
<i>T. squamosa</i>	8.0 - 10.0	33,66
	11.0 - 14.9	44,88

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Kima dengan kejut suhu/bantuan penjemuran di bawah terik matahari dapat membantu proses pemijahan.
2. Tidak ada perbedaan kecepatan pertumbuhan antar species, kecuali *H. hypophus* yang bertumbuh lebih cepat, teramati selama pemeliharaan benih di hatchery. Laju pertumbuhan bulanan berkisar 2.5 – 2.7 mm pada temperatur air sekitar 30 °C.



3. Rata-rata sintasan benih di hatchery sampai mencapai ukuran benih tidak berbeda nyata yaitu sekitar 0,1 %. Pengadaan alga sebagai pakan larva merupakan masalah utama selain serangan alga penempel dan bakteri terutama *Vibrio sp.* dan *Aeromonas sp.*
4. Hubungan pertumbuhan panjang cangkang berkorelasi dengan tingginya. Panjang dan tinggi cangkang benih *H. hypophus* berkorelasi lebih erat dari benih *T. squamosa* dan *T. maxima*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan sebesar-besarnya untuk Prof. Riset Taufik Achmad (almarhum) atas dedikasi dan pengabdianya dalam dunia perikanan semoga jasa-jasa beliau diterima di sisi-Nya. Penelitian ini dibiayai Bagian Proyek Riset Perikanan Budidaya, Pusat Riset Perikanan Budidaya, Badan Riset Kelautan dan Perikanan Tahun Anggaran 2003 dan dapat terlaksana dengan baik atas bantuan pemberian ijin penangkapan induk kima dari Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, Departemen Kehutanan serta pengadaan fasilitas hatchery dari C. V. Dinar, Bali.

### DAFTAR PUSTAKA

- Braley, R. D. 1999. Aquaculture giant clams, *Tridacna gigas* and *Hippopus hippopus*, used as the main biofilter in saltwater aquarium recirculation system. AQUASEARCH. Nelly Bay, Magnetic Island, Queensland, Australia.
- . 1992. The giant clam: hatchery and nursery culture manual. ACIAR, Canberra, Australia. 144 pp.
- . 1984. Reproduction in the giant clams *Tridacna gigas* and *T. derasa* in situ on the North-Central Great Barrier Reef and Papua New Guinea. Coral Reefs, 3: 221-227.
- Braley, R. D. and A. Rachman. 1996. A successful protocol for the hatchery and land nursery culture of giant clam (Fam. Tridacnidae). Jurnal Perairan Maluku dan Sekitarnya. LP3O-LIPI, Ambon. Vol. 10:81-85
- Crawford, C. M., J. S. Lucas, and J. L. Munro. 1987. The mariculture of giant clams. Interdisciplinary Science Review. Vol 12, No. 4:333-340.
- Fletcher, D. and A. Rachman. 1992. The ocean nursery and growout site for giant clams. A Paper presented at Marine Research Education Project (MSEP). Hasanuddin University, Makassar, Indonesia.
- Heslinga, G. A. 1988. The MMDC Bulletin. Newsletter of Micronesian Mariculture Demonstration Centre. March, 1988, V.3.1
- Nuryanto, A and M. Kochzius. 2009. Highly Restricted Gene Flow And Deep Evolutionary Lineages in The Giant Clam *Tridacna maxima*. www. Springer.com. Journal Coral reef (2009) 28 : 607 – 619.
- Rahmadi, P, et al. 2007. Teknik Pembenihan Kima (*T. Squomasa*, *T. Maxima*, *H. Hippopus*) untuk persiapan dalam upaya penebaran di Perairan Sambangan, Jepara Jateng. Prosiding Seminar Nasional Moluska dalam Penelitian, Konservasi dan Ekonomi. 13 pp.
- Rahman, A. and M. Mudhita. 2001. The Mariculture of giant clams as a model for sustainable management of seafarming. C. V. Dinar, Denpasar, Bali, Indonesia. 8 pp.
- Solis, E. P., J. A. Oñate and M. R. A. Naguit. 1988. Growth of laboratory-reared giant clams under natural and laboratory conditions. In J. W. Copland and J. S. Lucas (eds): Giant clams in Asia and the Pacific. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra: 201-206.
- Trinidad-Roa, M. J. 1988. Spawning and larval rearing of giant clams in Pangasinan, Philippines. In J. W. Copland and J. S. Lucas (eds): Giant clams in Asia and the Pacific. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra: 120-124
- Wells, S. M. 1994. Giant clams: Status, trade and Mariculture, with special reference to role of CITES management. IUCN/SSC, Mollusc Special Group, Review copy, 20.4. 59 pp.



## PENGARUH PAKAN YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN GONAD GONGGONG (*Strombus canarium*)

Manja Meyky Bond<sup>1</sup>, Johannes Hutabarat<sup>2</sup>, dan Ita Widowati<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Beasiswa Unggulan Double Degree Pascasarjana UNDIP-Semarang/Perekayasa Muda pada Balai Budidaya Laut Batam-DKP <sup>2)</sup> Staff Pengajar FPIK UNDIP-Semarang  
Email : meyky78@yahoo.com

Gonggong (*Strombus canarium*) merupakan salah satu jenis siput atau gastropoda laut yang sangat terkenal sebagai hidangan laut di wilayah Kepulauan Riau dan sekitarnya. Penelitian ini dilakukan guna mendapatkan informasi mengenai pengaruh pakan yang berbeda seperti *Gracilaria* sp, *Sargassum* sp, pelet dan Cumi-cumi (*Loligo* sp) terhadap laju pertumbuhan (panjang dan berat) dan tingkat perkembangan gonad induk Gonggong melalui nilai indeks kematangan gonad (IKG) serta mengetahui nilai kandungan protein dan lemak yang dihasilkan. Hewan uji yang digunakan adalah siput Gonggong dengan ukuran panjang berkisar  $69,97 \pm 0,83$  mm yang diperoleh dari wilayah P. Setoko, Provinsi Kepri dan sekitarnya. Penelitian ini terdiri dari 2 tahap penelitian, yaitu penelitian pendahuluan untuk mendapatkan dosis pakan uji yang terbaik dan penelitian utama. Analisis data menggunakan ANOVA dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor perlakuan pakan dan 3 ulangan. Uji lanjut menggunakan uji BNT. Dosis pakan terbaik untuk tiap jenis pakan dari penelitian pendahuluan adalah 2 gram. Pakan dipotong kecil-kecil hingga halus dan diberikan setiap 2 hari sekali. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa laju pertumbuhan panjang Gonggong tidak mengalami perbedaan yang nyata ( $F_{hit} < F_{0,05}$ ) pada semua perlakuan pakan, sedangkan laju pertumbuhan berat Gonggong mengalami perbedaan yang nyata/signifikan ( $F_{hit} > F_{0,05}$ ) dengan laju berat rata-rata sebesar 3,97 gram untuk pakan Cumi-cumi. Indeks Kematangan Gonad (IKG) induk Gonggong menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $F_{hit} > F_{0,01}$ ), dengan rata-rata IKG tertinggi sebesar 12,53% yang diberi pakan Cumi-cumi sedangkan IKG terendah sebesar 8,74% yang diberi pakan *Sargassum* sp. Hasil analisis kandungan protein dan lemak menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $F_{hit} > F_{0,01}$ ) dengan kandungan rata-rata protein dan lemak tertinggi sebesar 17,97% dan 1,33% untuk pakan Cumi-cumi dan terendah sebesar 15,14% dan 0,47% untuk pakan *Gracilaria* sp. Jenis pakan terbaik yang dapat memberikan pengaruh pada pertumbuhan berat dan tingkat kematangan gonad Gonggong serta kandungan protein dan lemak adalah jenis pakan Cumi-cumi dengan dosis 2 gram.

Key words : Gonggong, *Gracilaria* sp, *Sargassum* sp, Pelet, Cumi-cumi, IKG

### PENDAHULUAN

Gonggong, *Strombus canarium*, adalah jenis siput laut yang telah lama dikenal oleh masyarakat Kepulauan Riau, merupakan sumber pangan yang dipasarkan sebagai hidangan laut yang banyak dijumpai di restoran Pulau Batam ataupun Tanjung Pinang (Rusmaedi *et al.*, 2007). Siput Gonggong memiliki kandungan kadar air 85,92%, protein 9,34%, lemak 0,67%, abu 2,03%, serat kasar 0,3% dan karbohidrat 1,16%, dengan ukuran panjang cangkang yang umum dipasaran berkisar 5,1–6,3 cm (Rusmaedi *et al.*, 2007).

Penelitian mengenai perkembangan gonad dan pola reproduksi sudah pernah dilakukan untuk jenis *S. gigas* (Aranda *et al.*, 2003), *S. pugilis* (Cardenas *et al.*, 2005). Sedangkan untuk jenis *S. canarium* sudah dilakukan oleh Cob *et al.* (2008 b) mengenai penentuan jenis dan kematangan kelaminnya. Selanjutnya Cob *et al.* (2009) juga telah meneliti *S. canarium* mengenai perkembangan dan pertumbuhan larvanya di laboratorium.

Namun demikian, masih minimnya informasi mengenai teknik pematangan gonad dan pemijahan siput Gonggong khususnya yang dipengaruhi oleh faktor pakan menarik untuk diteliti dan dikembangkan.

Jenis pakan yang digunakan untuk pemeliharaan induk Gonggong yang pernah dilakukan sebelumnya yaitu berupa rumput laut dari jenis *Sargassum* sp dan *Gracilaria* sp, pelet tipe



tenggelam serta lumut mati (Laporan Tahunan LBL Batam, 2005). Selain itu, terdapat jenis pakan lainnya seperti cumi-cumi yang umumnya digunakan sebagai pakan atau bahan campuran pakan dalam pemeliharaan ikan dan udang.

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkaji dan menganalisa pengaruh pakan yang berbeda seperti *Sargassum* sp, *Gracilaria* sp, pelet dan cumi-cumi terhadap pertumbuhan mutlak (panjang dan bobot) Gonggong, indeks kematangan gonad induk dan kandungan nutrisi (protein dan lemak) dari Gonggong.
2. Menentukan jenis pakan yang tepat dalam mempercepat proses pematangan gonad Gonggong.

## BAHAN DAN METODA

### *Biota Uji dan Pakan Uji*

Biota uji yang digunakan berupa siput Gonggong, *S. canarium* dengan ukuran panjang cangkang  $67,97 \pm 0,83$  mm yang berasal dari perairan Pulau Setoko, Batam, Provinsi Kepulauan Riau dan sekitarnya. Pakan uji yang digunakan berupa *Gracilaria* sp, *Sargassum* sp, pelet dan cumi-cumi.

### *Penelitian pendahuluan*

Sebanyak 5 ekor induk Gonggong, masing-masing dipelihara ke dalam 12 unit wadah plastik transparan volume 10 liter yang telah dilengkapi dengan sistem aerasi dan air laut yang difiltrasi. Masing-masing diberi dengan pakan yang berbeda dengan dosis 2, 4 dan 6 gram untuk tiap jenis pakan. Pakan dipotong-potong kecil hingga halus. Pemberian pakan dilakukan setiap 2 hari sekali selama 8 hari pengamatan. Pakan yang tersisa ditimbang untuk mengetahui berapa rata-rata tingkat konsumsi (*consumption rate*) pakan harian Gonggong.

### *Penelitian Utama*

Induk Gonggong yang telah diseleksi ukuran panjangnya kemudian dipelihara ke dalam 12 unit wadah plastik transparan volume 10 liter masing-masing dengan kepadatan 5 ekor per wadah. Pakan yang diberikan berupa *Gracilaria* sp, *Sargassum* sp, pelet dan cumi-cumi masing-masing dengan dosis sesuai dengan dosis pakan pada penelitian pendahuluan. Pakan dipotong kecil-kecil hingga menjadi halus, kemudian diberikan setiap dua hari sekali. Pergantian air media dilakukan setiap hari sebanyak 100% per hari.

### *Teknik Pengumpulan Data*

#### *Penelitian Pendahuluan*

Data yang dikumpulkan berupa data consumption rate (CR) dari tiap jenis dan dosis pakan yang berbeda dengan persamaan Chattopadhyay *et al.* (2009) sebagai berikut:

$$CR = (M-m)/T$$

CR = consumption rate

M = jumlah pakan yang diberikan (gram)

m = jumlah pakan yang tersisa (gram)

T = waktu pengamatan (hari)

#### *Penelitian Utama*

Data yang dikumpulkan terdiri dari data utama dan data pendukung. Data utama terdiri dari data pertumbuhan panjang dan berat, data indeks kematangan gonad (IKG) dan data



kandungan protein dan lemak. Sedangkan data pendukung meliputi data kualitas air media serta jumlah dan ukuran diameter telur Gonggong.

### 1) Pertumbuhan Gonggong

Data pertumbuhan panjang dan berat Gonggong diukur menurut persamaan Cox (1996) sebagai berikut:

$$L = L_t - L_0 \text{ dan } W = W_t - W_0$$

- L = panjang mutlak Gonggong (mm)  
 $L_t$  = panjang rata-rata Gonggong pada minggu ke-t (mm)  
 $L_0$  = panjang rata-rata Gonggong pada awal pengamatan (mm)  
 W = bobot mutlak Gonggong (g)  
 $W_t$  = bobot rata-rata Gonggong pada minggu ke-t (g)  
 $W_0$  = bobot rata-rata Gonggong pada awal pengamatan (g)

### 2) Indeks Kematangan Gonad (IKG)

Tingkat kematangan gonad diukur secara kuantitatif yaitu dengan menghitung nilai indeks kematangan gonad induk (IKG) dengan persamaan Yulianda (2007) sebagai berikut:

$$IKG = (W_g/W_t) \times 100\%$$

- IKG = Indeks kematangan gonad (IKG) (%)  
 $W_g$  = Berat gonad Gonggong (gram)  
 $W_t$  = Berat daging Gonggong (gram)

### 3) Nilai Kandungan Protein dan Lemak

Data kandungan protein diperoleh melalui metode Kjeldahl dan data kandungan lemak diperoleh dengan metode Soxhlet (Rohman dan Soemantri, 2007).

### 4) Data Jumlah dan Ukuran Diameter Telur

Data jumlah telur diperoleh dengan menggunakan rumus (memodifikasi rumus Effendie 1997):

$$JTT = (PTT/PTS) \times JTS$$

- JTT = Jumlah total telur (butir)  
 JTS = Jumlah telur sampel (butir)  
 PTT = Panjang total untaian telur (cm)  
 PTS = Panjang sampel untaian telur (cm)

Data ukuran diameter telur diperoleh dalam satuan mikron atau mm.

## **Analisa Data**

### *Penentuan Dosis Pakan Terbaik*

Analisa data untuk menentukan nilai dosis pakan terbaik yang akan digunakan sebagai dosis pakan pada penelitian utama menggunakan analisa dari Metode Ortogonal Polinomial (MOP).

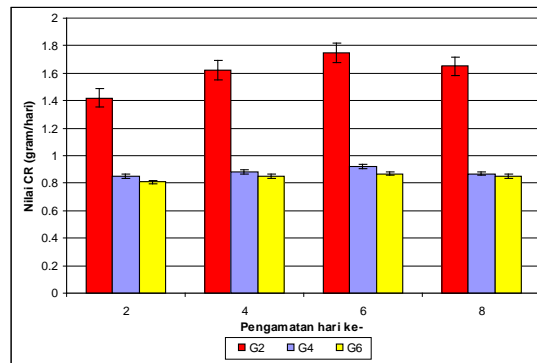
### *Penelitian Utama*

Analisa data untuk pertumbuhan panjang dan berat, IKG, kandungan protein dan lemak dilakukan dengan analisa sidik ragam dari Rancangan Acak Lengkap dengan 1 faktor perlakuan pakan dan 3 ulangan. Uji lanjut yang digunakan untuk mengetahui perbedaan pengaruh perlakuan pakan menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil (Hanafiah, 1994).

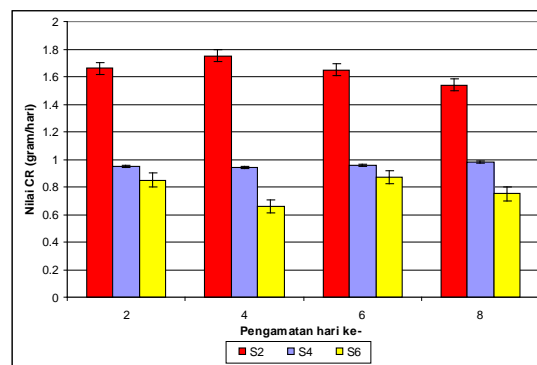
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penelitian Pendahuluan Uji Consumption Rate (CR)

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui nilai dosis pakan terbaik melalui uji Consumption Rate (CR). Berdasarkan hasil pengamatan nilai CR dari keempat jenis pakan (*Gracilaria* sp, *Sargassum* sp, pelet dan cumi-cumi) dengan dosis pakan yang berbeda (2, 4, dan 6 gram) maka rata-rata nilai CR tertinggi diperoleh pada dosis sebesar 2 gram (Gambar 1, 2, 3 dan 4).



Gambar 1. Rata-rata nilai CR (gram/hari  $\pm$  SD) untuk jenis pakan *Gracilaria* sp.



Gambar 2. Rata-rata nilai CR (gram/hari  $\pm$  SD) untuk jenis pakan *Sargassum* sp.

Pada kedua dosis lainnya yaitu dosis 4 gram dan dosis 6 gram, nilai CR lebih kecil dari nilai CR 2 gram diduga karena adanya kapasitas maksimal dari isi perut Gonggong sehingga sisa pakan yang ada dalam media pemeliharaan masih banyak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Senggagau (2009) bahwa faktor “filling stomach” dan “oral cavity” dari Gonggong tersebut diduga mempengaruhi proses penyerapan dan pencernaan terhadap pakan yang diambil. Selain itu banyaknya sisa pakan yang tidak termakan oleh organisme yang dipelihara dalam wadah terkontrol dapat menurunkan kualitas air media pemeliharaan terutama pada pemeliharaan sistem air statis. Pembusukan dari sisa pakan tersebut juga dapat menimbulkan penyakit sehingga organisme yang dipelihara dapat terganggu dengan sisa pakan, meskipun Gonggong memiliki kebiasaan makan detritus. Oleh karena itu jumlah pakan yang diberikan harus disesuaikan dengan kemampuan penyerapan dan kapasitas isi perut organisme.

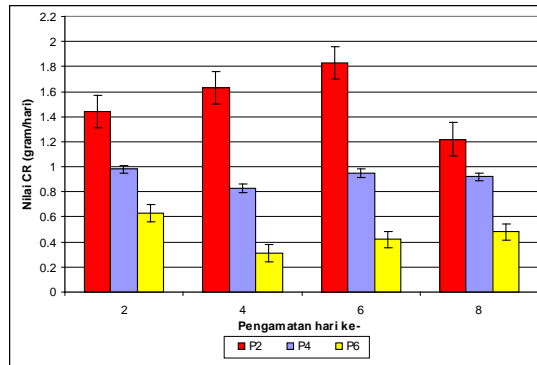
### Penelitian Utama

#### Pertumbuhan Gonggong

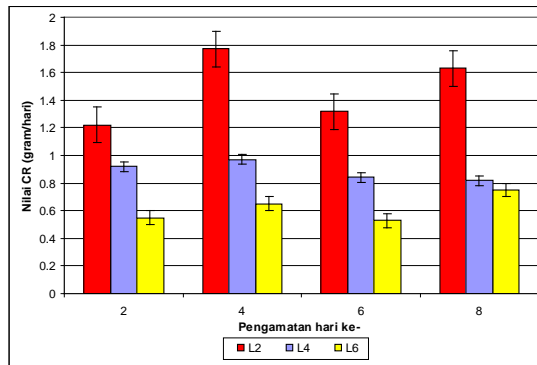
Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah tidak terjadinya pengaruh perlakuan pakan terhadap nilai rata-rata pertumbuhan panjang Gonggong melainkan hanya terjadi



perbedaan yang nyata terhadap rata-rata pertumbuhan berat Gonggong. Hal ini berarti bahwa seluruh jenis perlakuan pakan yaitu *Gracilaria* sp, *Sargassum* sp, pelet dan cumi-cumi memiliki pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan panjang cangkang Gonggong sedangkan pertumbuhan berat Gonggong dalam penelitian ini lebih dipengaruhi oleh pemberian pakan cumi-cumi.



**Gambar 3. Rata-rata nilai CR (gram/hari ± SD) untuk jenis pakan pelet.**



**Gambar 4. Rata-rata nilai CR (gram/hari ± SD) untuk jenis pakan cumi-cumi.**

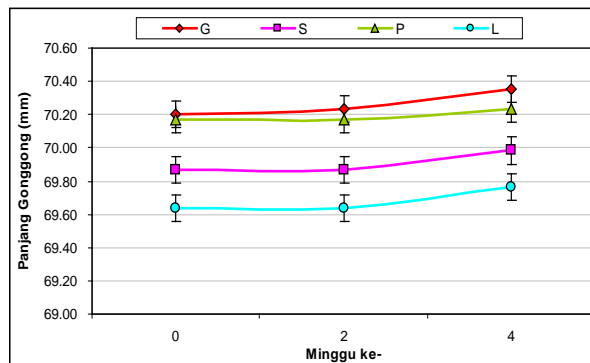
Dosis pakan terbaik yang digunakan dalam penelitian utama adalah sebesar 2 gram untuk tiap jenis pakan uji.

Rata-rata nilai pertumbuhan panjang cangkang adalah sebesar 0,07–0,15 mm per bulan. Hasil ini berbeda dengan Amini dan Pralampita (1987) yaitu pada kelas ukuran panjang 65–71 mm, pertumbuhan relatif panjang Gonggong di alam dapat mencapai 2 mm per bulan, sedangkan Iskandar dan Yuliansyah (1996) mencatat bahwa pertumbuhan relatif Gonggong di alam pada kelas ukur 20–40 mm adalah sebesar 6,7–10 mm per bulan. Muhlis *et al.* (2004) mencatat bahwa Gonggong yang dipelihara pada keramba tancap yang dipelihara selama 5 bulan memiliki rata-rata pertumbuhan panjang sebesar 1,82 mm per bulan. Selanjutnya Cob *et al.* (2008 c) juga mencatat pertumbuhan panjang Gonggong di Semenanjung Malaysia pada tahun pertama dapat mencapai 5,5 mm per bulan. Sedangkan Dody (2008) menyatakan laju pertumbuhan rata-rata cangkang mencapai 0,13 mm/hari.

Hal ini diduga bahwa fase pertumbuhan Gonggong yang digunakan dalam penelitian ini adalah fase dewasa dimana laju pertumbuhan cenderung mengalami pertambahan yang relatif kosten (Lag phase) sehingga nilai rata-rata pertumbuhannya relatif lebih kecil dari penelitian-penelitian sebelumnya. Hal ini sesuai dengan yang digambarkan oleh Amini dan Pralampita (1987) serta Iskandar dan Yuliansyah (1996) dengan kurva pertumbuhan yang menunjukkan pada kelas ukur 60–82,5 mm kurva cenderung mendatar (Lag phase). Selanjutnya dikatakan bahwa pertumbuhan cangkang akan berhenti selama menuju fase dewasa (Abbot 1960;

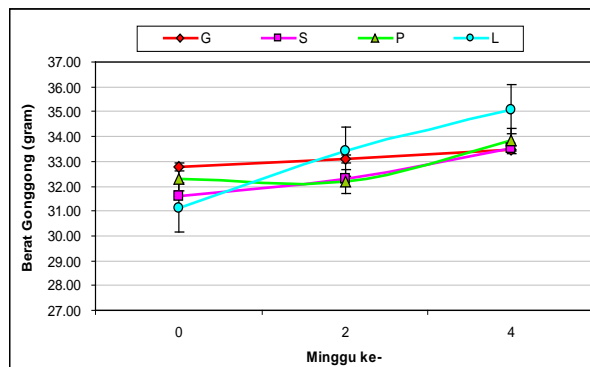


Appeldoorn, 1988 *dalam* Cob *et al.*, 2008 a). Menurut Dody (2008), laju pertumbuhan yang berbeda disebabkan oleh kemampuan siput dalam memanfaatkan energi serta meminimalisir faktor-faktor fisiologis.



**Gambar 5. Grafik rata-rata pertumbuhan panjang Gonggong (mm).**

Selain itu sumber kalsium karbonat sebagai bahan utama pembentukan cangkang yang berasal dari pakan yang diberikan terutama dari jenis makroalga dan juga air media pemeliharaan dapat mempengaruhi pertumbuhan panjang Gonggong. Matanjun *et al.* (2009) mencatat kandungan kalsium *Sargassum polycystum* per 100 gram berat kering adalah 3792,06 mg. Sedangkan pada beberapa marga alga merah seperti *Gracilaria* sp memiliki kandungan kalsium sebesar 52 mg (Montaño *et al.*, 2006). Pada pakan pelet yang digunakan tidak mengandung kalsium tetapi terdapat kandungan vitamin D3 sebesar 2.500 IU/kg pelet. Sedangkan pada cumi-cumi, Thanonkaew *et al.* (2006) mencatat per kg (berat basah) cumi-cumi mengandung beberapa *trace mineral* seperti Fe, Cu, Mn, Cd, Pb dan Zn masing-masing sebesar 15,49 mg; 1,94 mg; 0,61 mg; 0,20 mg; 0,01 mg dan 7,65 mg.



**Gambar 6. Grafik pertumbuhan berat Gonggong (gram).**

Berdasarkan hasil pengukuran pertumbuhan berat Gonggong yang dipelihara selama penelitian ini dan uji BNT, pengaruh pakan cumi-cumi lebih tinggi dibandingkan ketiga jenis pakan lainnya. Hal ini diduga karena daging cumi-cumi memiliki tekstur daging yang halus sehingga memudahkan proses penyerapan di dalam tubuh. Seperti yang dinyatakan oleh Astawan (2009) bahwa daging cumi-cumi memiliki kelebihan dibanding dengan hasil laut lain, yaitu tidak ada tulang belakang, mudah dicerna, memiliki rasa dan aroma yang khas, serta mengandung semua jenis asam amino esensial yang diperlukan oleh tubuh.

Sedangkan pada beberapa makroalga laut lebih banyak mengandung senyawa-senyawa koloid seperti agar, alginat dan karaginan (Kadi, 1997), sehingga diduga menyebabkan penyerapan di dalam tubuh Gonggong tidak optimal. Selanjutnya pada penggunaan pelet yang diberikan berupa pelet untuk pakan ikan sehingga diduga ketidaksesuaian terhadap kandungan



nutrisi yang dibutuhkan oleh Gonggong menyebabkan pertumbuhan beratnya tidak seperti pada pemberian pakan cumi-cumi.

*Indeks Kematangan Gonad (IKG)*

Tingkat kematangan gonad induk Gonggong pada akhir pengamatan menunjukkan bahwa pengaruh pemberian pakan cumi-cumi terhadap nilai indeks kematangan gonad (IKG) induk Gonggong adalah yang paling tinggi yaitu sekitar 12,53% diikuti oleh pelet, *Gracilaria* sp dan *Sargassum* sp masing-masing sebesar 9,96%; 8,91% dan 8,74%.

Hal ini diduga karena adanya kandungan asam lemak esensial seperti EPA dan DHA dalam cumi-cumi yang sangat diperlukan induk Gonggong dalam mempercepat proses kematangan gonad. Sesuai dengan Fernandez-Palacios *et al.* (1998) yang menyatakan bahwa pakan dengan kandungan *α-tocopherol* dan asam lemak esensial terutama EPA dan DHA merupakan nutrisi penting yang sangat besar pengaruhnya terhadap perkembangan gonad dan fekunditas.

**Tabel 1. Nilai rata-rata IKG Gonggong (%)**

Pakan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
G	8,52	8,30	9,91	26,719	8,91
S	8,30	10,43	7,50	26,230	8,74
P	9,65	10,22	10,02	29,893	9,96
L	13,03	13,07	11,49	37,592	12,53

Rata-rata kandungan asam lemak EPA dan DHA dari cumi-cumi yang dicatat oleh Thanonkaew *et al.* (2006), masing-masing sebesar 7,6-8,3% dan 28,3-31,6% dari total lipid. Sedangkan untuk jenis pakan pelet yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan asam lemak ω3HUFA sebesar >28 mg/g berat kering pelet.

Hasil nilai IKG Gonggong tidak berbeda jauh dengan penelitian Yulianda (2007) terhadap Keong Macan (*Babylonia spirata*), nilai IKG tertinggi diperoleh pada pemberian pakan dengan ikan Layang yaitu sebesar 13,40%. Hal ini dikarenakan bahwa sebagian besar ikan-ikan laut memiliki kandungan asam lemak yang tinggi yang berasal dari asupan pakan yang diperoleh selama siklus hidupnya terutama terhadap konsumsi mikroalga saat berukuran larva.

*Nilai Kandungan Protein dan Lemak Gonggong*

Hasil nilai rata-rata kandungan protein dan lemak Gonggong yang diberi perlakuan pakan cumi-cumi (17,97% dan 1,33%) lebih tinggi dari ketiga jenis pakan lainnya. Sedangkan pakan *Gracilaria* sp memberikan kontribusi nilai protein dan lemak yang rendah pada Gonggong (15,14% dan 0,47%). Hal ini diduga disebabkan oleh kandungan protein dan lemak dari masing-masing pakan yang berbeda, kemudian diserap oleh tubuh Gonggong sehingga kandungan protein dan lemak yang terkandung di dalamnya juga akan berbeda.

**Tabel 2. Nilai rata-rata protein Gonggong (%)**

Pakan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
G	14,68	15,47	15,27	45,42	15,14
S	14,15	15,82	15,76	45,73	15,24
P	16,21	14,89	15,35	46,45	15,48
L	17,86	18,04	18,02	53,92	17,97



Thanonkaew *et al.* (2006) mencatat kandungan protein dan lemak cumi-cumi masing-masing berkisar 11,90-14,91 gram/100 gram dan 0,47-0,52 gram/100 gram daging. Sedangkan kandungan protein dan lemak untuk jenis makroalga dari genus *Sargassum* yang telah dilaporkan masing-masing sebesar 5,40% dan 0,29% per 100 gram berat kering (Matanjan *et al.*, 2008).

Namun berbeda halnya dengan kandungan protein dan lemak dari pakan pelet yang digunakan yaitu sebesar  $\geq 57\%$  dan  $\geq 9\%$  per gram pelet. Hasil yang diperoleh antara pengaruh pelet dan cumi-cumi terhadap kandungan lemak Gonggong tidak berbeda, tetapi berbeda nyata terhadap kandungan proteinnya. Hal ini berarti bahwa meskipun kandungan protein dari pakan pelet lebih besar dari kandungan protein cumi-cumi, tetapi hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kandungan protein dan lemak Gonggong yang diberi cumi-cumi adalah lebih tinggi dari pelet.

**Tabel 3. Nilai rata-rata lemak Gonggong (%)**

Pakan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	I	II	III		
G	0,47	0,22	0,72	1,41	0,47
S	0,73	0,64	0,58	1,95	0,65
P	0,85	1,23	1,14	3,22	1,07
L	1,30	1,23	1,46	3,99	1,33

Hal ini diduga adanya faktor internal dari sistem fisiologis Gonggong dalam melakukan proses metabolisme makanannya seperti kemampuan daya cerna, kebutuhan nutrisi dan konversi penyimpanan energi. Pada kekerangan dengan jenis makanan khusus (*monospecific diets*) lebih memilih hanya beberapa jenis pakan yang kemungkinan disukai karena nilai nutrisinya atau karena mudah ditangkap (pada bivalvia) atau mudah dipotong (pada gastropoda). Namun demikian, kekerangan umumnya menjaga kestabilan kebutuhan nutrisi dalam tubuhnya (Setyono, 2006).

Apabila hasil protein dan lemak pada penelitian ini dibandingkan dengan hasil proksimat yang diperoleh Amini (1986) yaitu pada Gonggong yang hidup di alam, nilai kandungan protein dan lemaknya, masing-masing sebesar 9,77% dan 0,85%, hasilnya masih lebih baik dengan Gonggong yang dipelihara dengan pakan yang terkontrol. Oleh karena itu pemberian pakan cumi-cumi dapat memberikan kontribusi yang lebih baik sebagai pakan yang dapat meningkatkan kandungan protein dan lemak Gonggong.

#### *Jumlah dan Ukuran Diameter Telur*

Pada penelitian ini terjadi pemijahan secara alami dari induk Gonggong yang diberi dengan perlakuan pakan cumi-cumi yaitu sebanyak 2 ekor induk. Hal ini diduga disebabkan oleh perkembangan gonad Gonggong telah memasuki fase memijah (*spawn*) dan pengaruh dari pakan cumi-cumi sebagai sumber pakan dalam mempercepat proses kematangan gonad induk. Selain itu kandungan gizi seperti protein, lemak, asam amino esensial yang terkandung dalam cumi-cumi diduga memberikan pengaruh terhadap proses pematangan gonad tersebut. Faktor lainnya adalah periode waktu yang dipilih yaitu bulan Februari hingga April, karena pemijahan Gonggong dapat terjadi sepanjang tahun dan pada musim tertentu kelimpahannya di alam cukup banyak. Seperti yang dilaporkan oleh Amini (1986) bahwa kelimpahan Gonggong terbanyak terjadi pada Musim Selatan (Mei-Juli) dan pada Musim Barat (Agustus-Oktober) di sekitar wilayah Tanjung Pinang, Bintan, Provinsi Kepri. Sedangkan Cob *et al.* (2008 b) melaporkan kelimpahan Gonggong terjadi pada akhir November hingga awal Maret di Selat Johor, Malaysia.



Jumlah telur yang dihasilkan rata-rata sebanyak 65.675 butir per ekor dan berdiameter rata-rata sebesar 248,2  $\mu\text{m}$ . Hasil ini sesuai dengan yang dilaporkan Cob *et al.* (2009) yaitu setiap massa telur dapat mengandung sekitar 50-70 ribu telur. Selanjutnya dilaporkan juga bahwa jumlah telur (fekunditas) yang dihasilkan berkisar 48,745-70,594 butir dengan diameter telur yang dicatat oleh Cob *et al.* (2009) adalah berkisar 388,68-4383  $\mu\text{m}$ . Sedangkan Dody (2009) mencatat bahwa satu induk siput dapat memijah 75-95 ribu butir telur.

Berbeda halnya dengan jenis *S. gigas* rata-rata dapat melepaskan massa telur sebanyak 9 massa telur per musimnya dengan rata-rata telur sebanyak 400.000 butir (Davis, 2005). Hal ini dikarenakan ukuran spesies antara *S. canarium* dan *S. gigas* yang jauh berbeda sehingga jumlah massa telur yang dihasilkan juga akan berbeda.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pertumbuhan panjang tidak dipengaruhi oleh keempat jenis pakan sedangkan pertumbuhan berat, indeks kematangan gonad (IKG), kandungan protein dan lemak dipengaruhi oleh keempat jenis pakan tersebut.
2. Jenis pakan cumi-cumi dengan dosis pakan 2 gram memberikan hasil yang terbaik dalam mempengaruhi pertumbuhan berat, IKG, kandungan protein dan lemak induk Gonggong yang dipelihara selama 4 minggu.

## PUSTAKA

- Amini, S. 1986. Studi Pendahuluan Gonggong (*Strombus canarium*) di Perairan Pantai Pulau Bintan-Riau. Jurnal Penelitian Perikanan Laut No.36 Tahun 1986. Balai Penelitian Perikanan Laut. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. Hal: 23-29.
- Amini, S. dan W.A. Pralampita. 1987. Pendugaan pertumbuhan dan beberapa parameter biologi Gonggong (*Strombus canarium*) di perairan pantai Pulau Bintan-Riau. Jurnal Penelitian Perikanan Laut No. 41: 29-35.
- Aranda, D.A. and V.C. Suárez. 1998. Overview of diets used in larviculture of three Caribbean Conch: Queen Conch *Strombus gigas*, Milk Conch, *Strombus costatus* and Fighting Conch, *Strombus pugilis*. Aquaculture (167): 163-178.
- Aranda, D.A., E.B. Cardenas, I.M. Morales, R.I.O. Baez and T. Brulé. 2003. Gonad behavior during peak reproduction period of *Strombus gigas* from Banco Chinchorro. Bulletin of Marine Science. 73(1) : 241-248.
- Astawan, M. 2009. Cumi-cumi ternyata dapat jinakan tumor. <http://www.kedaisambal.com/tips/artikel/190-cumi-cumi-ternyata-dapat-jinakan-tumor.pdf> Diakses tanggal 06 Pebruari 2009.
- Cardenas, E.B., D.A. Aranda and G.M. Olivares. 2005. Gonad development and reproductive pattern of the fighting conch *Strombus pugilis* from Campeche, Mexico. Journal of Shellfisheries Research. Vol. 24 (4) : 1127-1133.
- Chattopadhyay, Devapriya, Baumiller, Tomasz K. 2009. An experimental assessment of feeding rates of the muricid gastropod *Nucella lamellosa* and its effect on a cost-benefit analysis. Journal of Shellfish Research. 1(12): 13 pp.
- Cob, Z.C., A. Arshad, M.H. Idris, J.S. Bujang and M.A. Ghaffar. 2008 a. Sexual Polymorphisme in a Population of *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 (Mollusca : Gastropoda) at Merambong Shoal, Malaysia. Zoological Studies 47 (3) : 318-325 (2008).
- Cob, Z.C., A. Arshad, J.S. Bujang and M.A. Ghaffar. 2008 b. Sexual Maturity and Sex Determination in *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 (Gastropoda : Strombidae). Journal of Biological Sciences 8 (3) : 616-621, 2008. ISSN 1727-3048. © 2008 Asian Network for Scientific Information.
- Cob, Z.C., A. Arshad, J.S. Bujang, S.M.N. Amin and M.A. Ghaffar. 2008 c. Growth, mortality, recruitment and yield-per-recruit of *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 (Mesogastropoda: Strombidae) from the West Johor Straits, Malaysia. Research Journal of Fisheries and Hydrobiology. 3(2) : 71-77.



- Cob. Z.C., A. Arshad, M.A. Ghaffar, J.S. Bujang and W.L.W. Muda. 2009. Development and Growth of Larvae of the Dog Conch, *Strombus canarium* (Mollusca: Gastropoda), in the Laboratory". Malaysia. Zoological Studies 48(1): 1-11.
- Cox. K.W. 1996. California Abalones. Family Haliotidae. California Fish and Game. Fisheries Bulletin. Pp 118.
- Davis, M. 2005. Species profile: Queen Conch, *Strombus gigas*. SRAC Publication No. 7203. 12 pp.
- Dody, S. 2008. [http://blueequator.net/pemijahan-siput-gonggong-telah-berhasil-dilakukan/cetak.html?option=com\\_content&id=55](http://blueequator.net/pemijahan-siput-gonggong-telah-berhasil-dilakukan/cetak.html?option=com_content&id=55). 25 September 2008.
- \_\_\_\_\_. 2009. Babel Potensi Siput Gonggong. <http://www.bangkapos.com>. Diakses tanggal 13 Oktober 2009.
- Effendie, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 hal.
- Fernandez-Palacios, H.; M.S. Izquierdo; M. Gonzalez, L. Robaina, A. Valencia. 1998. Combined effect of dietary  $\alpha$ -tocopherol and  $n$ -3 HUFA on egg quality of gilthead seabream (*Sparus auratus*) broodstock. Abstarct. Elsevier Science. B.V. Aquaculture (161) : 475-477.
- Gosling, E. 2003. Bivalve molluscs: biology, ecology and culture. Fishing News Books. Blackwell Publishing. Australia. 443 pp.
- Hanafiah, K. A. 1994. Rancangan Percobaan. Teori dan Aplikasi. Fakultas Pertanian UNSRI. Palembang. 238 hal.
- Hutabarat, S., 1991. Macam-macam makrobenthos yang ada di Teluk Penyu Cilacap. Laporan penelitian. Program studi ilmu dan Teknik Kelautan. UNDIP. Semarang.
- Iskandar, B. dan H. Yuliansyah. 1996. Laju pertumbuhan dan laju kematian Gonggong (*Strombus canarium*) di perairan pantai pulau Bintan Kepulauan Riau. Terubuk XXIII No. 6. Hal. 72-82.
- Kadi, A. 1997. Beberapa jenis makro alga sebagai sumber koloid flora laut dari perairan pantai Indonesia. Prosiding Seminar Biologi XIV dan Kongres Nasional Biologi XI (1): 141-145.
- Laporan Tahunan LBL Batam. 2005. Laporan Tahunan Kegiatan Pengembangan Rekayasa Teknologi Tahun Anggaran 2004. Loka Budidaya Laut Batam. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Matanjun, P., S. Mohamed, N.M. Mustapha dan K. Muhammad. 2009. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. J. Appl. Phycol (21): 75-80.
- Montaña, M.N.E., M.R.C. Rodriguez and R.L. Balitaan. 2006. Ethnobotany of *Sargassum* spp. in the Phillipines. Coastal Marine Science 30(1): 222-225.
- Muhlis, S., S. Akbar., N. Hartanto. dan B. Oktomunis. 2004. Pembesaran Gonggong (*Strombus canarium*) dengan Sistem Jaring Tancap. Makalah. Loka Budidaya Laut Batam. Batam. 7 hal.
- Rohman, A. dan Soemantri. 2007. *Analisis Makanan*, UGM Press, Yogyakarta.
- Rusmaedi, Rasidi, Ongko P. dan A. Sudrajat. 2007. Keragaman Sumber Daya dan Upaya Budidaya Siput Gonggong (*Strombus canarium*). Prosiding Seminar Nasional: Moluska dalam Penelitian, Konservasi dan Ekonomi. Pusat Riset Perikanan Budidaya, BRKP-DKP bekerja sama dengan Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang. Hal. 449.
- Senggagau, B. 2009. Pengaruh Pemberian Pakan Alami yang Berbeda terhadap Kandungan Asam Lemak Omega-3 pada Gonggong (*Strombus canarium*). Tesis. Tidak Dipublikasikan. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang. 117 hal.
- Setyono, D.E.D. 2006. Karakteristik biologi dan produk kekekerangan laut. Oceana (31): 1-7.
- Thanonkaew, A., S. Benjakul and W. Visessanguan. 2006. Chemical composition and thermal property of cuttlefish (*Sepia pharaonis*) muscle. Journal of Food Composition and Analysis (19): 127-133.
- Yulianda, F. 2007. Efisiensi Pakan bagi Pertumbuhan Somatik dan Reproduksi Keong Macan (*Babylonia spirata*, L. 1758). Prosiding Seminar Nasional: Moluska dalam Penelitian, Konservasi dan Ekonomi. Pusat Riset Perikanan Budidaya, BRKP-DKP bekerja sama dengan Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang. Hal. 56-64.



## PENCEMARAN KADAR POLI AROMATIK HIDROKARBON (PAH) DALAM AIR DAN SEDIMEN DI PERAIRAN TSUNAMI ACEH

**Khozanah Munawir**

*Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta*

*e-mail: khoz001@lipi.go.id*

Tsunami di perairan Aceh terjadi pada Desember 2004. PAH adalah salah satu parameter kualitas lingkungan perairan. Sebaran kadar PAH di perairan Aceh pasca tsunami belum ada yang meneliti. Penentuan kadar PAH dalam air dan sedimen telah dilakukan pada bulan Agustus-September 2006. Tujuannya ialah untuk mengetahui sebaran kadar PAH di perairan Aceh pasca tsunami, yang merupakan bagian dari data base inventarisasi PAH Perairan Indonesia. Kadar PAH diukur dengan *Gas Cromatografi – Flame Ionisasi Detector* (GC-FID) yang dilengkapi dengan kolom kapiler HP1. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sebaran kadar PAH total dalam air laut pada Agustus-September 2006 berkisar antara 0,030 – 0,808 ppb dengan rata-rata 0,146 ppb, sedangkan dalam sedimen berkisar antara ttd – 0,661 ppm dengan rata-rata sebesar 0,135 ppm. Berdasarkan hasil yang diperoleh, sebaran kadar PAH dalam perairan Aceh pasca tsunami hampir sama dengan beberapa perairan Indonesia yang sudah ada dalam data base PAH perairan Indonesia yaitu masih belum melebihi Baku Mutu Kualitas Perairan yang dikeluarkan oleh Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup 2004.

Kata kunci : Polisiklik Aromatik Hidrokarbon(PAH), Perairan Aceh pasca tsunami, Baku Mutu Kualitas Perairan

### PENDAHULUAN

PAH memiliki sifat persisten, mobilitas tinggi, dan berpengaruh dalam jangka panjang. PAH terbentuk oleh adanya gabungan dua atau lebih cincin aromatik menjadi satu senyawa. Sifat fisik dan kimianya tergantung pada berat molekulnya. Berat molekul PAH mulai dari yang kecil: antara lain 2-3 cincin aromatik (naphtalena, fluorena phenanthrena, dan anthrasena) dan berserta molekul besar: antara lain 4-7 cincin aromatik (chrysenes dan coronena). PAH dengan berat molekul besar bersifat sangat toksik dibandingkan dengan yang memiliki berat molekul kecil meskipun secara umum semuanya dapat bersifat toksik dan karsinogenik. Kelarutannya dalam air rendah sehingga cenderung menyerap dan terakumulasi dalam sedimen. Degradasi PAH dengan berat molekul tinggi sangat lambat (Perelo 2010). PAH dalam sedimen akan bercampur dengan air laut melalui gerakan arus vertical dalam laut (Haritsh & Kaushik 2009).

PAH ada dua macam berdasarkan sumber asalnya, yaitu petrogenik dan pyrogenik. PAH petrogenik berasal dari minyak yang terbawa langsung ke perairan melalui sampah, limbah domestik, industri, dan tumpahan minyak tanker. Adapun PAH pyrogenik berasal dari pembakaran secara tidak sempurna, pyrolysis, kebakaran hutan, pemanasan rumah, rokok, knalpot kendaraan bermotor dan pembakaran bahan organik lainnya (Zakaria *et.al.* 2009). Senyawa utama PAH ada sekitar 16 buah (Tabel 1). Pengukuran PAH biasanya dilakukan dengan memakai beberapa formula perbandingan yaitu membandingkan dengan beberapa senyawa tertentu untuk mengetahui kadarnya dan sumber PAH tersebut. PAH dapat berpindah dari asalnya dengan beberapa model yaitu berpindah mengikuti arus laut, melalui proses adveksi dan difusi turbulen, berpindah melalui udara-laut, yang disebabkan adanya proses evaporasi dan kondensasi, berpindah tempat, secara bersamaan dalam keadaan terikat oleh bahan-bahan organik, dan akan teresimentasi bercampur dengan air dengan adanya gerakan arus vertical (Ilyna *et al.* 2006; Lohman *et al.* 2007).

PAH (Polisiklik Aromatik Hidrokarbon) merupakan senyawa organik mikro-polutan yang memiliki cincin benzena sebanyak 2 atau lebih sebagai hasil fusi unsur karbon. Sifatnya toksik dan bersifat karsinogen terhadap makhluk hidup (Haritsh AK & Kaushik 2009). PAH tak mudah larut dalam air namun mudah terkondensasi dalam sedimen sehingga dapat berpengaruh

terhadap kehidupan biota yang berada di sedimen tersebut. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya akumulasi senyawa PAH dalam biota yang menjadi makanan masyarakat luacontohnya adalah kerang hijau, sehingga monitoring kadar PAH dalam kerang yang sudah dimasak juga perlu dilakukan untuk melihat proses akumulasi tersebut. Beberapa sifat mengenai PAH tercantum dalam tabel 1. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui kadar pencemar PAH di perairan Aceh pasca tsunami

**Tabel 1. Sifat kimiawi dan fisika beberapa senyawa PAH (Haristh & Kaushik, 2009)**

No	Nama senyawa	Berat Molekul	Titik lebur (°C)	Titik didih (°C)	Tekanan uap (Pa at 25 °C)	Kelarutan dalam air (mg/l)	IARCc group
1	Benzo[k]fluoranthene	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	480	215.7	5.2 x 10 <sup>-3</sup>	-	2B
2	Anthracene	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	342	216.4	1x 10 <sup>-3</sup>	0.015	3
3	Benzo[b]fluoranthene	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	481	168.3	6.7 x 10 <sup>-3</sup>	-	2B
4	Benzo(e)pyrene	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	493	178.7	4 x 10 <sup>-3</sup>	-	3
5	Fluoranthene	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	375	108.8	1.2 x 10 <sup>-3</sup>	0.25	3
6	Naphthalene	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	218	80.2	11	30	n.e.
7	Phenanthrene	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	340	100.5	2 x 10 <sup>-3</sup>	1–2	3
8	Benzo[ghi]perylene	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	500	277	6 x 10 <sup>-3</sup>	-	3
9	Pyrene	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	150.4	393	6.0 x 10 <sup>-3</sup>	0.12–0.18	3

Keterangan : IARCc group = klasifikasi pengelompokan sifat karsinogeniknya ( 2B=kemungkinan karsinogenik, 3 = tidak dapat diklasifikasikan (IARC, Suppl. 7, 1987). n.e.: tidak dievaluasi), -= tidak ada data.

## BAHAN DAN METODE

Lokasi pengambilan contoh air dan sedimen dilakukan di perairan Aceh pasca tsunami pada bulan Agustus-September 2006. Pengamatan kadar PAH (Polisiklik Aromatik Hidrokarbon) dilakukan terhadap contoh air dan sedimen. Contoh air laut diambil dengan ember stainless steel dan 21 stasiun, yaitu: Stasiun 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 22, 24, 25, 27, 28 dan 30. Contoh sedimen diambil dengan menggunakan grab MC Intyre sebanyak 24 stasiun yaitu Stasiun: Stasiun 1A, 1B, 2 A, 3 A, 3B, 4A, 4B, 5A, 6A, 8A, 8B, 11A, 11B, 12A, 18A, 19A, 22A, 24A, 24B, 25A, 25B, 28A, 28B, 30A dan 30B (Gambar 1). Selain itu beberapa contoh biota juga dianalisa kandungan PAH nya.

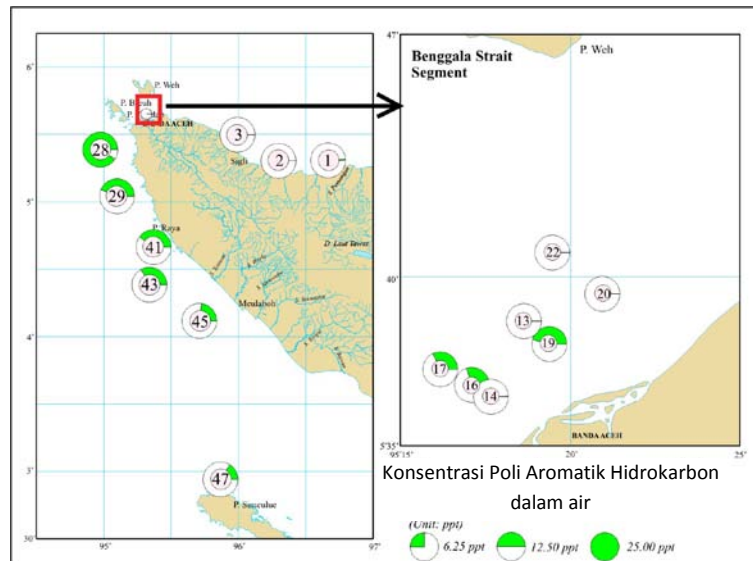
Contoh air laut permukaan diambil dengan ember stainless steel sebanyak 2 liter, dalam botol kaca, kemudian disimpan dalam kotak es (*Ice box*). Setelah sampai di laboratorium setempat contoh segera disaring dengan kertas saring GFC (*Glass Fiber type C*) ukuran 0.45 mikron. Filtrat yang dihasilkan diekstrak dalam corong pisah dengan heksan pro analisis sebanyak 3 kali masing-masing dengan volume 100, 50 dan 5 ml. Kadar PAH diukur dengan alat kromatografi gas (*GC-FID*) *Hewlett Packard (HP)* 5890 seri II.

Proses selanjutnya dibersihkan dengan alumina *WB 5 basic SIGMA* dan pemisahan fraksi non polar (F1) dan polar (F2) dengan silika *Merck 7754*. Metode yang digunakan mengikuti metode yang dipakai oleh Duinker & Hillerbrand (1978). Hasil pengukuran dinyatakan dalam ppb untuk air dan ppm untuk lumpur.

Contoh lumpur yang telah diambil dengan grab MC Intyre dimasukkan dalam botol kaca (botol kaca sebelumnya dicuci dengan deterjen teepol dan dikeringkan pada suhu 200°C). Dalam keadaan dingin 4 °C contoh tersebut dibawa ke Jakarta untuk dianalisis. Contoh lumpur dikeringkan dalam oven 50°C semalam, diekstraksi dengan diklorometan selama 8 jam. Selanjutnya di cuci dengan bubuk alumina *SIGMA WB 5 basic* yang dilakukan dengan melewati campuran 4 % dietil eter dan n-heksan. Kadar PAH diukur dengan *GC-FID* yang dilengkapi dengan kolom kapiler (*HP1*). Panjang kolom 12 meter



dan diameter 0,2 mm dan tebal film 0,33 um. Pemisahan senyawa PAH dilakukan sebagai berikut: Suhu oven 60°C lalu dinaikkan 280°C dengan laju peningkatan suhu 10°C per menit, kemudian dididamkan selama 3 menit. Suhu detektor 300°C dan suhu injektor 240°C (Anonymous 1989).



**Gambar 1. Konsentrasi Poli Aromatik Hidrokarbon dalam air**

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran PAH dalam contoh air laut pada Agustus-September adalah 16 jenis senyawa yaitu metill naftalena, asenaftilena, asenaftena, fluorena, fenantrena, antrasena, fluorantena, pirena, benzo(a) antrasena, krisena, benzo (b) fluorantena, benzo (k) fluorantena, benzo (a) pirena, Indeno (123-cd) pirena, dibenzo (ah) antrasena dan benzo ( ghi) pirilena (Tabel 1a, b). Kadar totalnya berkisar antara 0,030 – 0,267 ppb dengan rata-rata sebesar 0,146 (Gambar 2), terendah terdapat pada Stasiun 25(0,030 ppb), yang ditemukan hanya satu jenis saja yaitu benzo (a) pirena. Kadar PAH yang tertinggi terdapat pada Stasiun 27 sebesar 0,267 ppb yang terdiri dari 2 jenis yaitu krisena dan benzo (ghi) perilena. Ada beberapa stasiun yang hanya diperoleh satu jenis saja yaitu Stasiun 3 sebesar 0,033 ppb (benzo-a-pirena), Stasiun 4 sebesar 0,035 ppb (benzo-a-pirena), Stasiun 6 sebesar 0,039 ppb (benzo-a-pirena), Stasiun 14 sebesar 0,037 ppb (krisena) dan Stasiun 18 sebesar 0,036 ppb (benzo-a-pirena). Pada stasiun 1 ditemukan 5 jenis PAH yaitu antrasena sebesar 0,017 ppb, fluorantena sebesar 0,059 ppb, pirena 0,076 ppb, dibenzo (ah) antrasena sebesar 0,050 ppb dan benzo (ghi) perilena sebesar 0,013 ppb.

Tingginya kadar PAH dan banyaknya jenis PAH di Stasiun 1 (0,216 ppb), diduga berkaitan erat dengan banyaknya kapal-kapal besar yang sedang beroperasi . Zakaria & Mahat (2006) menyatakan bahwa bahan bakar minyak yang digunakan oleh mesin sebagai alat transportasi dan proses industrialisasi merupakan salah satu sumber kontaminasi PAH. Keadaan yang demikian ini terjadi di perairan Aceh karena di sekitar Stasiun 1 terdapat banyak pabrik (Misal : Batu Bara, Semen) menggunakan mesin-mesin berbahan bakar minyak. Zakaria & Mahat (2006) juga menyatakan bahwa jenis PAH yang berada di suatu lingkungan berasal dan dibebaskan oleh aktivitas manusia.

Hasil pengukuran PAH dalam contoh sedimen diperoleh 16 jenis senyawa yaitu metill naftalena, asenaftilena, asenaftena, fluorena, fenantrena, antrasena, fluorantena, pirena, benzo(a) antrasena, krisena, benzo (b) fluorantena, benzo (k) fluorantena, benzo (a) pirena, Indeno (123-cd) pirena, dibenzo (ah) antrasena dan benzo ( ghi) pirilena (Tabel 2a, b), diperoleh di 24 stasiun yaitu stasiun: 1A, 1B, 2 A, 3 A, 3B, 4A, 4B, 5A, 6A, 8A, 8B, 11A, 11B, 12A,





18A, 19A, 22A, 24A, 24B, 25A, 25B, 28A, 28B, 30A dan 30B (Gambar 1). Kadar total PAH berkisar antara ttd – 0,661 ppm (Gambar 3) dengan rata-rata sebesar 0,135 ppm (Tabel 2a,b). Nilai tertinggi ditemukan pada stasiun 5A sebesar 0,3661 ppm yang terdiri dari 3 jenis PAH yaitu pirena sebesar 0,051 ppm, dibenzo (ah) antrasena sebesar 0,112 ppm, benzo ( ghi) pirilena sebesar 0,498 ppm dan yang terendah adalah Stasiun 18A sebesar 0,050 ppm, jenis PAH yang ditemukan 2 yaitu krisena sebesar 0,028 ppm dan benzo (a) pirena sebesar 0,022 ppm. Secara keseluruhan kadar PAH yang ditemukan di perairan pasca Aceh lebih rendah dibandingkan di perairan Siak, Riau yaitu 0,013 – 1,309 ppm (Razak 1997). Berdasarkan sebarannya, PAH pada sedimen ini ternyata tidak merata tetapi bervariasi berdasarkan lokasi, didaerah dekat pelabuhan dan industri lebih besar.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Kadar PAH baik dalam air maupun sedimen di perairan Aceh pasca tsunami masih rendah sama seperti kadar PAH di beberapa perairan Indonesia yang sudah ada di data base PAH perairan Indonesia dan berada di bawah persyaratan Baku Mutu yang ditetapkan oleh Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup 2004.

Untuk menjaga agar kualitas perairan ini tetap baik disarankan untuk melakukan monitoring berkelanjutan, karena di Propinsi Nangro Aceh Darussalam terdapat eksplorasi tambang minyak dan beberapa industri besar yang berlokasi di daerah pesisir yang berpotensi mencemari perairan Aceh .

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous 1989. The determination of petroleum hydrocarbons in sediments Intergovernmental manual and guides 11. Oceanographic commission. Unesco. 94 pp.
- Anonimous 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tentang Baku Mutu Air Laut untuk kehidupan Biota Laut, 11 hal.
- Duinker, J.C. and M.TH J. Hillerbrand 1978. Determination of selected organochlorine seawater. In : K. Grasshoff, M. Erhardt and K. Kremling (eds.) *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie. Weinheim : 290-304.
- Haritash, A. and K. Kaushik 2009. Biodegradation aspects of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) : a review. *Journal of Hazardous of materials* (169) : 1-15.
- Ilyina, T., T. Pohlman, G lammel, and J. Sunderman 2006. A fate and transport ocean model for persistent organic pollutants and its application to the north sea. *Journal of marine systems* 63: 1-19.
- Lohmann, R., K. Breivik , J. Dacsh and D. Muir . 2007. Global fate of POPs: current and future research directions. *Environmental pollution* (150): 150-165
- Munawir, K. 2007. Distribusi kadar poliaromatik hidrokarbon (PAH) dalam air, sedimen dan beberapa sampel biota di perairan Teluk Klabat Bangka. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. (33/3): 441-453.
- Neff, J.M .1979. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon in the Aquatic Environment. Sources, Fates and biological Effects. Pp. 1-262. Applied Science Publishers. Essex.- UK: 1- 262.
- Perelo L.W. 2010. In situ and bioremediation of organic pollutants in aquatic sediments. *Review Journal of Hazardous Materials* (177): 81–89.
- Razak, H. 1997. Poliaromatik hidrokarbon (PAH) di perairan Sungai Siak, Riau. Dalam :hendarto B.S.A., hoedjo dan S.B. prayitno(eds). Prosiding Seminar Nasional Wilayah Pantai : Aspek manajemen dan dinamika Biogeofisik. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. 462-474.
- Zakaria, M.P. and A.A. mahat 2006. Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) in sediments in the Langet Estuary. *Coastal Marine Science* 30 (1):387-395.
- Zakaria, M. P., Takada, H. Machinchian A, and SAKARI 2009. Coastal marine pollution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in the Asian Waters. Prosiding The Asian international conference, conservation on the coastal environment : 070-080.



**LAMPIRAN**

**Tabel 1a. Kadar Poli Aromatik Hidrokarbon (PAH) dalam Air (ppb) Di Perairan Aceh pasca tsunami Agustus - September, 2006**

No.	PAH	St.1	St.2	St.3	St. 4	St.5	St. 6	St. 7	St. 8	St.11	St.12	St.13
1	Methyl-Naphthalene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
2	Acenaphthylene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
3	Acenaphthene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
4	Fluorene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
5	Phenanthrene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
6	Anthracene	0.017	0.016	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
7	Fluoranthene	0.059	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
8	Pyrene	0.076	0.032	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0.027	Ttd
9	Benzo(a) Anthracene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
10	Chrysene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0.034	Ttd	0.037	0.064	0.045	0.089	0.116
11	Benzo(b)Fluoran Thene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0.040	Ttd	Ttd	Ttd	0.038	Ttd	Ttd
12	Benzo(k)Fluoran Thene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
13	Benzo(a) Pyrene	Ttd	0.043	0.033	0.035	0.106	0.039	0.151	0.032	Ttd	0.073	0.040
14	Indeno(123-cd) Pyrene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
15	DiBenzo(ah) Anthracene	0.050	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0.109	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
16	Benzo(ghi) Pyrylene	0.013	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0.511	Ttd	Ttd	0.073	Ttd
	Total PAH	0.216	0.091	0.033	0.035	0.180	0.039	0.808	0.096	0,083	0.262	0.156

**Tabel 1b. Kadar Poli Aromatik Hidrokarbon (PAH) dalam Air (ppb) Di Perairan Aceh pasca Tsunami Agustus - September, 2006**

No.	PAH	St.14	St.16	St.18	St. 19	St.22	St. 24	St. 25	St. 27	St.28	St.30
1	Methyl-Naphthalene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
2	Acenaphthylene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
3	Acenaphthene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
4	Fluorene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
5	Phenanthrene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
6	Anthracene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
7	Fluoranthene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
8	Pyrene	Ttd	0.028	Ttd	0.089	Ttd	0.074	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
9	Benzo(a) Anthracene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
10	Chrysene	0.073	0.094	Ttd	Ttd	0.076	Ttd	Ttd	0.095	0.064	0.037
11	Benzo(b)Fluoran Thene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
12	Benzo(k)Fluoran Thene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
13	Benzo(a) Pyrene	Ttd	0.035	0.036	0.032	0.041	0.036	0.030	0.085	0.030	0.030
14	Indeno(123-cd) Pyrene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
15	DiBenzo(ah) Anthracene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
16	Benzo(ghi) Pyrylene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0.087	Ttd	Ttd
	Total PAH	0.073	0.157	0.036	0.121	0.117	0.110	0030	0267	00.094	0.067

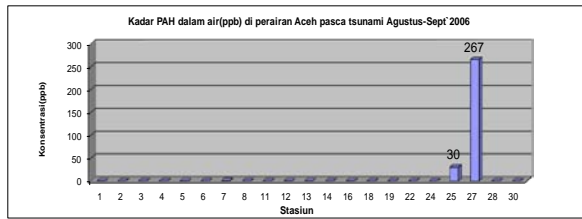


**Tabel 2a. Kadar Poli Aromatik Hidrokarbon (PAH) dalam sedimen (ppm) Di Perairan Aceh pasca tsunami Agustus - September, 2006**

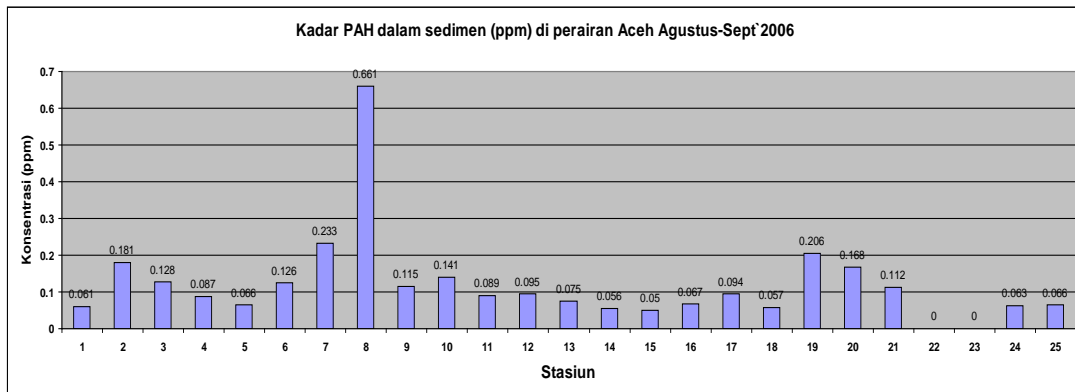
No.	PAH	St.1A	St.1B	St.2A	St. 3A	St.3B	St. 4A	St. 4B	St. 5A	St.6A	St.8A	St.8B	St.11A	St.11B
1	Methyl-Naphthalene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
2	Acenaphthylene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
3	Acenaphthene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
4	Fluorene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
5	Phenanthrene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
6	Anthracene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
7	Fluoranthene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
8	Pyrene	Ttd	Ttd	0.020	0.025	Ttd	Ttd	Ttd	0.051	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
9	Benzo(a) Anthracene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
10	Chrysene	0.061	0.059	0.086	Ttd	0.066	0.066	0.179	Ttd	0.088	0.098	0.020	0.067	Ttd
11	Benzo(b)Fluoran Thene	Ttd	0.048	Ttd	Ttd	Ttd	0.31	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0.036	Ttd	Ttd
12	Benzo(k)Fluoran Thene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
13	Benzo(a) Pyrene	Ttd	0.074	0.022	0.062	Ttd	0.029	0.054	Ttd	0.027	0.043	0.033	0.028	0.030
14	Indeno(123-cd) Pyrene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
15	DiBenzo(ah)Anthracene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0.112	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
16	Benzo(ghi) Pyrylene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0498	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0.045
	Total PAH	0.061	0.181	0.128	0.087	0.066	0.126	0.233	0.661	0,115	0.141	0.089	0.095	0.075

**Tabel 2b. Kadar Poli Aromatik Hidrokarbon (PAH) dalam sedimen (ppm) Di Perairan Aceh pasca tsunami Agustus-September, 2006**

No	PAH	St.12A	St.18A	St.19A	St. 22A	St.24A	St. 24B	St. 25A	St. 25B	St.28A	St28B	St.30A	St.30B
1	Methyl-Naphthalene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
2	Acenaphthylene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
3	Acenaphthene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
4	Fluorene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
5	Phenanthrene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
6	Anthracene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
7	Fluoranthene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
8	Pyrene	0.023	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
9	Benzo(a) Anthracene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
10	Chrysene	Ttd	0.028	0.0041	0.029	Ttd	0.036	0.020	0.078	0.120	Ttd	0.063	Ttd
11	Benzo(b)Fluoran Thene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0.128	0.106	Ttd	0.074	Ttd	Ttd	Ttd
12	Benzo(k)Fluoran Thene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
13	Benzo(a) Pyrene	0.033	0.022	0.026	0.021	0.057	0.042	0.042	0.034	0.051	Ttd	Ttd	0.066
14	Indeno(123-cd) Pyrene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
15	DiBenzo(ah) Anthracene	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
16	Benzo(ghi) Pyrylene	Ttd	Ttd	Ttd	0.044	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
	Total PAH	0.056	0.050	0.067	0.094	0.057	0.206	0.168	0.112	0,245	Ttd	0.063	0.066



Gambar 2. Kadar total PAH dalam air (ppb) di perairan Aceh pasca tsunami Agustus- September, 2006.



Gambar 3. Kadar total PAH dalam sedimen (ppm) di perairan Aceh pasca tsunami Agustus-September, 2006.



## RESIDU POLIKLOROBIFENIL (PCB) DALAM AIR, SEDIMEN DAN SAMPEL BIOTA DI PERAIRAN TELUK KLABAT

**Khozanah Munawir**

*Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta*

*e-mail: khoz001@lipi.go.id*

Pengamatan senyawa Poliklobifenil di perairan sekitar Teluk Klabat telah di lakukan pada bulan Maret dan bulan Juli 2006. Tujuan pengamatan adalah untuk mengetahui sebaran dan tingkat kadar PCB's. Contoh yang diambil adalah air dan sedimen. Residu PCB diukur dengan alat Gas Chromatografi yang dilengkapi dengan detektor penangkap elektron (ECD). Kadar yang diperoleh dari pengukuran residu PCB dalam air pada bulan Maret 2006 di perairan Teluk Klabat berkisar antara 2,981 – 23,124 ppt, dan pada bulan Juli berkisar antara ttd – 69,225 ppt. Hasil pengukuran residu PCB dalam sedimen pada bulan Maret 2006 berkisar antara 0,176 – 249,509 ppb, dan pada bulan Juli berkisar antara ttd – 42,739 ppb. Hasil analisa PCB pada beberapa biota juga dibahas. Residu PCB yang ditemukan di perairan ini telah melampaui ambang batas yang diperbolehkan untuk kehidupan biota laut, yang ditetapkan oleh Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup keputusan No. 51. tahun 2004 , yaitu sebesar 10 ppt.

Kata kunci: Kontaminasi PCB, Gas Chromatografi, Perairan Teluk Klabat

### PENDAHULUAN

Salah suatu bahan cemaran akibat kegiatan dan buangan industri yang membahayakan kehidupan biota laut adalah yang disebabkan oleh senyawa PCB (Poliklorobifenil). Senywa PCB banyak digunakan sebagai “ dielectric fluids” dalam alat elektronika misalnya: transformer dan kapasitor, heat transfer fluids, hydraulic fluids, lubricating dan juga sebagai zat tambahan dalam pestisida, cat, kertas fotocokopi dan “Carbonless copy paper” . Hal ini disebabkan sifat senyawa ini yaitu mempunyai titik didih yang tinggi dan tidak mudah menguap sehingga sesuai untuk alat listrik Senyawa ini termasuk bahan cemaran organik yang persisiten (POP's) yaitu yang sukar diurai oleh mikroorganisme di alam. Kebanyakan dari senyawa POP's dari hasil pengamatan menunjukkan dapat mengganggu siklus reproduksi baik bagi manusia maupun kehidupan organisme hidup lainnya ( Colon and Smolen, 1996). Pengaruh dari bahan cemaran ini akan dirasakan dalam jangka lama dimana senyawa ini akan melalui proses biologi dan kimia, selain itu senyawa ini mempunyai kecenderungan terakumulasi dalam jaringan tubuh. Menurut Tanabe et al., (1994 ) sejak pelarangan penggunaannya di tahun 1970 an beberapa negara berkembang masih menggunakannya terutama alat listrik model lama juga dalam industri plastik serta fotocopy yang dikenal sebagai “Carbonless paper”. Hal ini semua karena selama pemakaiannya diperoleh hasil yang memuaskan.

Senyawa PCB yang telah ditemukan saat ini sebanyak 209 jenis, untuk pengenalan jenisnya diberikan sistem penomoran yang dilakukan oleh Ballschmitter & Zell (1980) yang dibagi menjadi 10 kelompok yaitu dari Monokorobifenil (PCB 1) sampai dengan Dekaklorobifenil (PCB 209). Jenis PCB yang diperdagangkan dan terkenal dari perusahaan Jepang Monsanto Company ( Gustafon, 1970) terdiri dari 8 macam formula yaitu dikenal dengan aroclor 1221, 1232, 1242, 1248, 1254, 1260, 1262 dan 1268. Dua angka dibelakang merupakan persentasi klor yang digunakan. Dari semua produksi tersebut yang banyak digunakan adalah Aroclor 1248 dan 1254. Dalam campuran plastik banyak digunakan Aroclor 1260.

Di Jepang akibat keracunan senyawa PCB yang dikenal dengan sebutan Yusho syndrom, yaitu ditemukannya senyawa PCB dalam beras sebesar 0,5 ppm, mengakibatkan penduduk yang memakan beras tersebut dalam darahnya ditemukan PCB sebesar 7 ppb. Hal ini mengakibatkan gangguan pada fungsi hati, fungsi reproduksi dan pengeringan pada kulit ( Kuratsane, 1969). Duke et al., (1970) melaporkan hasil pengamatannya bahwa dalam air yang



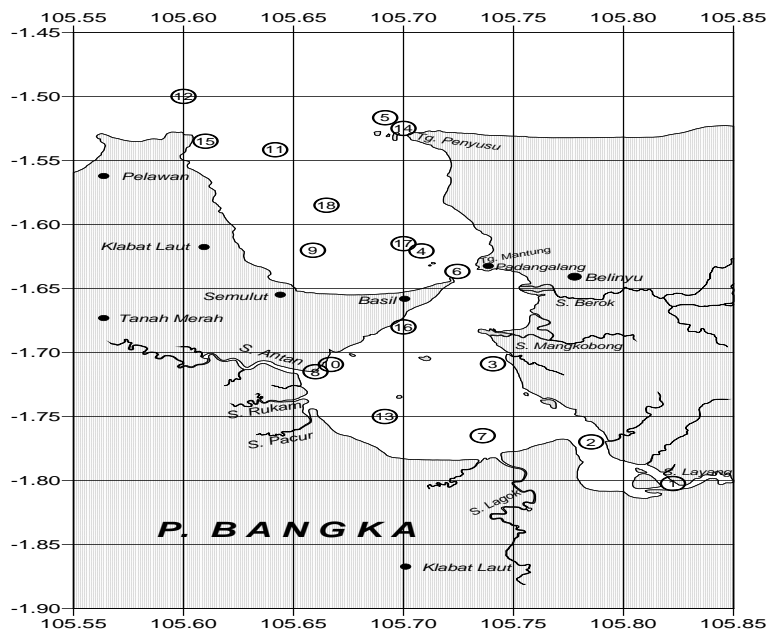
berisi anak udang (*Panaeus duorarum*) kemudian ditambahkan PCB sebesar 0,5 ug/l, dan diamati selama 20 hari ternyata sebanyak 72% anak udang tersebut mati.

Kontaminasi dari bahan cemaran ini telah banyak diamati dalam air dan udara (Iwata et al., 1993, makanan (Kannan et al., 1997). Di Indonesia penelitian juga sudah dilakukan dalam biota (Razak, 1991) dan air laut, sedimen (Hillebrand et al., 1989; Razak, 1994; Razak 2000). Hasil yang diperoleh melaporkan di beberapa perairan telah terkontaminasi oleh PCB.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sebaran dan tingkat kadar PCB di perairan Teluk Klabat, Bangka dan menambah data base PCB's perairan Indonesia.

### BAHAN DAN METODE

Lokasi pengambilan contoh air dan sedimen dilakukan di perairan Teluk Klabat Bangka, Propinsi Bangka-Belitung pada bulan Maret dan Juli 2006. Pengamatan Kadar PCB dilakukan terhadap contoh air dan sedimen. Contoh air dikumpulkan dari 14 stasiun pengamatan, yaitu: stasiun 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17 dan 18, sedangkan contoh sedimen diambil dengan menggunakan grab MC Intyre sebanyak 15 stasiun yaitu stasiun: St 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 dan 18. (Gambar 1). Selain itu beberapa contoh biota yaitu kerang dan ikan juga dianalisa kandungan PCBnya.



**Gambar 1. Peta lokasi stasiun pengambilan sampel penelitian di perairan Teluk Klabat, Bangka-Belitung, pada bulan Maret dan Juli 2006.**

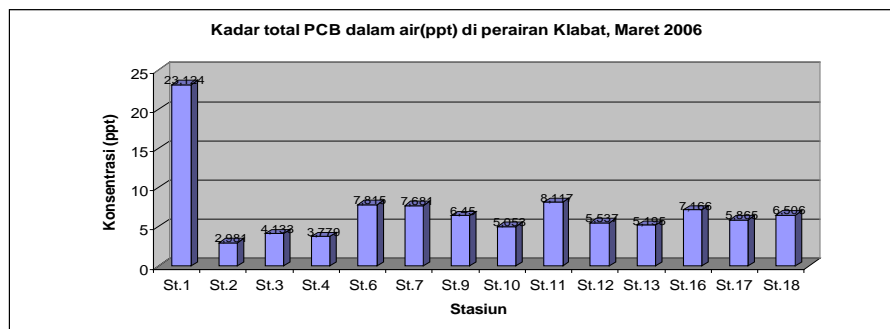
Contoh air permukaan sebanyak 2 liter disimpan dalam botol kaca, kemudian ditaruh dalam kotak es (Ice box). Setelah sampai di laboratorium setempat contoh air disaring segera dengan melewatkannya kedalam kertas saring GFC (Glass Fiber type C) ukuran 0.45 mikron. Selanjutnya hasil saringan diekstrak dalam corong pisah dengan Heksan pro analisis sebanyak 3 kali yaitu masing-masing 100, 50 dan 50 ml. Kadar pestida diukur dengan alat GC-ECD buatan Hewlett Packard (HP) 5890 seri II.

Proses selanjutnya dibersihkan dengan alumina WB 5 basic SIGMA dan pemisahan fraksi non polar (F1) dan polar (F2) dengan silika Merck 7754. Metode yang digunakan menurut metode yang dipakai oleh Holden dan Marsden, 1969; Greve dan Grevenstuck, 1975; Duinker dan Hillerbrand, 1978. Hasil pengukuran dinyatakan dalam ppt untuk air dan ppb untuk sedimen.

Contoh sedimen yang telah diambil dimasukkan dalam botol kaca yang sebelumnya dicuci dengan deterjen teepol dan dikeringkan dalam oven 200°C semalam. Dalam keadaan dingin 4 °C contoh tersebut dibawa ke Jakarta untuk dianalisis. Contoh tersebut dikeringkan dalam oven 50°C semalam, diekstraksi dengan diklorometan selama 8 jam. Selanjutnya di cuci dengan bubuk alumina SIGMA WB 5 basic yang dilakukan dengan melewati campuran 4 % Dietil eter dan n-Hexan. Pengukuran kadarnya digunakan dengan alat Gas Chromatography HP 5890 series II yang dilengkapi dengan detektor penangkap elektron (ECD). Kolom kapiler yang digunakan adalah tipe CP-SIL 8 CB dengan panjang kolom 50 meter, diameter dalam 0,25 mm, diameter luar 0,39 mm dan tebal film 0,12 um. Kadar PCB dalam air ditentukan dalam ng/l(ppt) dan dalam sedimen dinyatakan dalam ug/l (ppb),

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran PCB dalam kolom air pada bulan Maret 2006 dapat dilihat pada (Gambar 2). menunjukkan kisaran kadar total PCB antara 2,981 – 23,124 ppt, dengan rata-ratanya sebesar 7,100 ppt. Kadar tertinggi ditemukan pada stasiun 1, yang terdiri dari PCB No 44 sebesar 20,841 ppt dan PCB No.52 sebesar 2,283 ppt. Kadar terendah ditemukan di stasiun 2 sama halnya yang ditemukan di Stasiun 1 terdiri dari PCB NO.44 sebesar 0,814 ppt dan PCB No. 52 yang kadarnya sebesar 2,168 ppt. Kadar PCB dalam air perairan ini masih rendah, kecuali pada stasiun 1 ditemukan kadar total PCB sebesar 23,124 ppt (Tabel 1) lebih tinggi dibandingkan kadar yang diperbolehkan untuk kehidupan biota laut yaitu, sebesar 10 ppt. Pada stasiun 3, 4, 11 dan 18 umumnya ditemukan dua jenis PCB yang sama yaitu PCB No. 44 dan PCB No. 52 namun konsentrasinya berdeda-beda (Tabel 1).

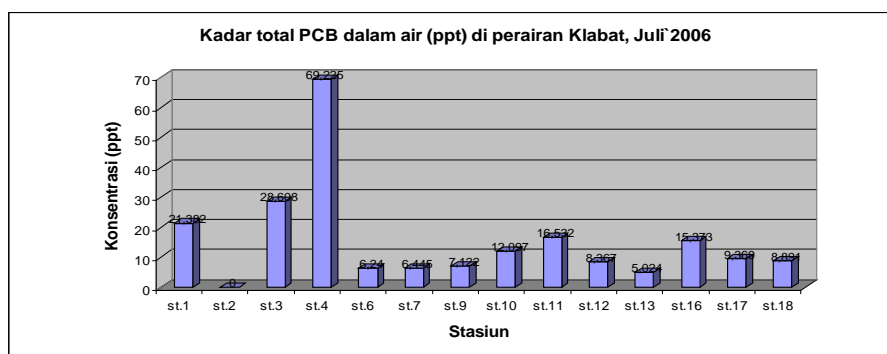


**Gambar 2. Kadar total PCB dalam air (ppt) di perairan Teluk Klabat, Maret 2006**

Pada pengukuran kadar PCB dalam kolom air bulan Juli di perairan Klabat ditemukan kadar total PCB berkisar antara ttd – 69.225 ppt dengan rata-rata sebesar 15.821 ppt.(Gambar 3). Kadar tertinggi ditemukan di Stasiun 4 yang terdiri dari 2 jenis PCB yaitu PCB No.44 dan PCB No. 87. Ditemukannya kadar PCB tinggi diduga di perairan Klabat dan sekitarnya masih banyak digunakan alat listrik model lama (transformer atau kapasitor) untuk menunjang kegiatan disana. Alat listrik model lama masih menggunakan senyawa PCB dalam pembuatannya. Menurut laporan Tanabe et al., (1983) di laut dalam ditemukan kadar PCB antara 0,03-0,6 ppt (ng/l). Hasil yang diperoleh di laut dalam di penelitian ini lebih tinggi . sedangkan Elder (1976) melaporkan PCB dalam air di pantai Mediterranean sebesar 13 ppt, begitupula Eisenreich et al., (1983 ) menemukan PCB dalam air laut sebesar 0,5-10 ppt. Pada stasiun 9, 10, 11 dan 12 umumnya ditemukan dua jenis PCB yang sama yaitu PCB No. 87 dan PCB No. 118 namun konsentrasinya berdeda-beda (Tabel 2). Begitu pula Stasiun 3 dan 4 ditemukan dua jenis PCB yang sama terdiri dari PCB No. 44 dan PCB No. 87. Dan Stasiun 6, 7, 17 dan 18 ditemukan hanya satu jenis PCB yaitu PCB No. 87.



Hasil pengukuran kadar PCB dalam sedimen dapat dilihat dalam Tabel 3 dan 4. Pengukuran kadarnya dalam sedimen diambil dari 15 stasiun yaitu st.1, st.2, st.3, st.4, st.6, st.7, st.9, st.10, st.11, st.12, st.13, st.15, st.16, st.17, dan st.18. Hasil pengamatan dalam sedimen ditemukan kadar total PCB dalam perairan Klabat berkisar antara 0,176 – 249,509 ppb. Kadar total PCB yang tertinggi ditemukan di stasiun 4, sebesar 249,509 ppb yang terdiri 2 jenis PCB yaitu PCB nomor 44 dan 47. Kadar total PCB terendah ditemukan di st.17 terdiri dari 3 jenis yaitu PCB nomor :44, 47 dan 87. Lee *et al.*, (1997) melaporkan bahwa ditemukan PCB di “Dumpsite soil “ di Manila-Philippines dengan kisaran sebesar 28-200 ppb. Konsentrasi yang ditemukan di Manila ini masih lebih rendah dibandingkan penelitian ini. Sama halnya apabila dibandingkan dengan konsentrasi TPCB di Kuala Jambi-Kuala Tungkal (Razak, H 1998, Perairan Siak (Razak, H;1,933-55,217 ppb) maka penelitian ditemukan konsentrasi TPCB lebih tinggi.



**Gambar 3. Kadar total PCB dalam air (ppb) di perairan Teluk Klabat, Juli `2006**

Analisis kadar PCB pada biota di bulan Maret hanya dilakukan terhadap daging kerang darah (*Anadara granosa*), karena hanya biota ini yang diperoleh pada saat pengambilan sampel. Hasilnya adalah hanya ditemukan 4 jenis PCB yaitu PCB nomor 47( 0,357 ppb), 87 (0,432 ppb), 156 (0,151 ppb) dan 180 ( 0,259 ppb) (Tabel 2), sedangkan pada bulan Juli 2006 biota yang dianalisa berbeda dengan biota yang dianalisa pada bulan Maret. Hal ini disebabkan sampel biota yang diperoleh pada sampling bulan Juli adalah ikan manyung (*Arius thalasinus*), dan siput gonggong (*Strombus turturella*). Hasilnya PAH pada biota ikan manyung) ditemukan satu jenis yaitu PCB nomor 118, sedangkan pada siput gonggong juga ditemukan satu jenis PCB yaitu PCB nomor 141. Kadar total PAH dalam daging ikan manyung sebesar 72,597 ppb dan siput gonggong sebesar 200,584 ppb. Secara keseluruhan kadar PCB dalam biota di perairan Klabat termasuk dalam katagori rendah, sehingga biota tersebut masih layak untuk dikonsumsi.

### KESIMPULAN

Distribusi kadar PCB's bervariasi, pada stasiun yang dekat daratan pada umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan yang jauh dari pantai, sedangkan rata-rata tingkat kadarnya dalam air dibandingkan dengan Baku Mutu Kualitas Perairan untuk kehidupan biota laut yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 51 Tahun 2004, sudah lebih tinggi . PCB dalam biota yang terdapat di perairan Klabat masih berada di bawah batas kadar, sehingga masih layak untuk dikonsumsi.

### DAFTAR PUSTAKA

Colon, T and M. J. Smolen 1996. Epidemiological anlysis of persistent organochlorines contamination in traceans. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 146, pp. 91-172.  
 Duke, T. W. J. I. Lowe and A. J. Wilson, Jr., 1970. A polychlorinated biphenyl (Aroclor 1254) in the water, sediment and biota of Escambia Bay, florida, *Bulletin of Environmental Contamination and toxicology* 5. 171-180.





- Duinker, J. C.M. T. J. hillebrand 1978. Minimizing blank values in chlorinated hydrocarbons analysis. *Journal of Chromatography*, 150:195-199.
- Elder, G, 1976 . " Evaluation of Environmental Polychlorobiphenyls and DDE in Terms of Mixtures of Commercial Preparations from Peak Heights of Packed Column Gas Chromatography Using a Programmable Calculator: *Journal of Chromatography*, 121:269-277.
- Eisenreich, S, J. and B. B. Looney and G. J. Hollod 1983. " PCBs in the Lake Superior Atmosphere 1978-1980" Chapter 7 in *Physical Behavior of PCBs in the Great lakes*, D. Mackay, S. Peterson. and M. Simmons , Eds. (Ann Arbor, Mi: Ann Arbor science Publishers, Inc.
- Gustafson. C. G. 1970. PCB's prevalent and and persistent. *Environment Science & Technology*, 4: 814-819.
- Greve, P.V. and W.B.F.Grevenstuk 1975. A convenient small-scale clean-up method for extracts of fatty samples with basic alumina before GLC analysis on organochlorine pesticide residues. Meded Faculty Landbouwwed. *Gent 40* : 1115-1124.
- Holden. A.V. and K.Marsden 1969. Single stage clean-up of animal tissue extracts for organochlorine residue analysis. *J. Chhrom.* 44 : 481-492.
- Kuratsane, M ., Y. Morikawa, T. Hirohata, M. Nishizumi, S. Kobechi, Yoshimura, J. Matsuzaka, A. Yamaguchi, N. Saruta, N.Ishinshi, E.Kunitake, O.Shimino, K.Takigawa, K. Oki, M. Sonoda, T. Ueda and O. M. Ogata 1969. An epidemiologi study on " yusho" or chlorobiphnyls poisonig. *Fukuoka Acta Medicine*. 60(6): 51
- Lee, D.B., Prudente, M.S., Tanabe, S. and Tatsukawa, R 1997. Organochlorines residues in soils and sediments from Manila and nearby provinces, Philippines, *Toxicol. Environ. Chem.*, 60, 171-181.
- M. Th. J. Hillebrand, J. M. Everaarts, H. Razak, D. Moelyadi Moelyo, L. Stolwiyk & J. P. Boon 1989. Input of selected chlorinated hydrocarbons into the coastal area of esat Java and adjacent waters: distributrition patterns in the dissolved and suspended phase. *Netherlands Journal of Sea research* 23 (4): 369-377.
- Razak, H 1991. Penelitian pendahuluan senyawa organokloin dalam kerang hijau ( *Mytilus viridis*) di perairan Teluk Jakarta. *Dalam: Prosiding Seminar Ilmiah dan Kongres Nasional Biologi X*, Bogor: 37-43.
- Razak, H 1994. Kadar Poliklorobifenil (PCB) di peranan Sunter- Teluk Jakarta, Makalah Penunjang Seminar Pemantauan Pencemaran laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi –LIPI. Hal. 29-35.
- Razak, H 1998.. Residu PCB (Poliklorobifenil) di perairan Siak. Prosiding seminar Biologi XV, Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI), Bandar Lampung
- Razak, H 2000.Residu PCB (Poliklorobifenil) Di Perairan Kalimantan Timur. Prosiding Seminar Nasional Biologi XVI, Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia XII, Bandung.
- Tanabe, S., and R. Tatsukawa 1983. "Vertical Transport and Residence time of Chlorinated Hydrocarbons in the open ocean water column . *Journal of Oceanographical Society of Japan*, 39: 53-62.
- Tanabe, S., Tanaka, H. & tatsukawa, R. 1984. Polychlorinated biphenyls, sigma DDT and HCH isomers in Western North Pacific Ecosyset. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*, 13: 731-738.
- Tanabe , S., Iwata, H and Tatsukawa, R 1994 . Global contamination by persistent organochlorines and their ecotoxicological impacy on marine mammals. *The Science of the Total Environment* 154, 163-177.



### LAMPIRAN

**Tabel 1. Kadar Polikloridabifenil (PCB) Dalam Air (ppt) Perairan Klabat, Maret 2006**

No.	PCB	St.1	St.2	St.3	St.4	St.6	St.7	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.16	St.17	St.18
1	31	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
2	44	20,841	0,813	1,534	1,465	2,536	2,872	2,088	2,190	3,150	0,980	1,131	2,719	1,755	2,616
3	47	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
4	49	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,583	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
5	52	2,283	2,168	2,599	2,314	3,586	3,997	2,965	3,455	4,967	3,898	3,681	4,198	3,789	3,890
6	56	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
7	66	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
8	74	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
9	85	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
10	87	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,399	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
11	97	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
12	99	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
13	101	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
14	105	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
15	110	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
16	118	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
17	128	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
18	137	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
19	138	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
20	141	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
21	149	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
22	151	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
23	153	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
24	156	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,303	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
25	170	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,416	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
26	180	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,367	Ttd	0,433	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
27	187	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
28	194	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,344	0,246	0,245	0,208	Ttd	Ttd	0,383	Ttd	Ttd	Ttd
29	202	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
30	206	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,486	Ttd	Ttd	Ttd	0,659	Ttd	0,249	0,321	Ttd
	Total	23,124	2,981	4,133	3,779	7,815	7,681	6,450	5,053	8,117	5,537	5,195	7,166	5,865	6,506

**Tabel 2. Kadar Polikloridabifenil (PCB) Dalam Lumpur (ppb) perairan Teluk Klabat, Maret 2006**

No.	PCB	Kerang Darah	St.1	St.2	St.3	St.4	St.6	St.7	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.15	St.16	St.17	St.18
1	31	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	4,460	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
2	44	Ttd	98,482	0,075	71,512	249,311	0,241	0,338	149,0	180,768	0,072	0,215	Ttd	0,159	0,134	0,029	0,0
3	47	0,357	0,567	0,637	0,368	0,198	0,507	0,727	0,367	0,699	0,224	0,235	0,170	0,562	0,312	0,133	0,264
4	49	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
5	52	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
6	56	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
7	66	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
8	74	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
9	85	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
10	87	0,432	0,065	Ttd	Ttd	Ttd	0,029	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,077	Ttd	0,039	0,014	Ttd
11	97	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
12	99	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
13	101	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,093	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
14	105	Ttd	0,078	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,150	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
15	110	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,035	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
16	118	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,091	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
17	128	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	1,021	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
18	137	Ttd	0,031	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,064	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd



No.	PCB	Kerang Darah	St.1	St.2	St.3	St.4	St.6	St.7	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.15	St.16	St.17	St.18
19	138	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,332	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
20	141	Ttd	0,062	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	0,030	0,027	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
21	149	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
22	151	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
23	153	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
24	156	0,151	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
25	170	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
26	180	0,259	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
27	187	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
28	194	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
29	202	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
30	206	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd	Ttd
Total	1.199	98,718	0,712	71,88	249,509	0,777	1,065	149,415	181,494	0,296	0,450	6,493	0,721	0,485	0,176	0,332	

**Tabel 3. Kadar PCB (Poliklorobifenil) dalam Air (ppt) perairan Teluk Kabat, Juli 2006**

Nama	st.1	st.2	st.3	st.4	st.6	st.7	st.9	st.10	st.11	st.12	st.13	st.16	st.17	st.18
31	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
28	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
47	0,388	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	4,545	ttd	ttd
44	18,623	Ttd	18,322	58,561	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
66	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
101	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
56	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
97	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
87	2,371	Ttd	10,286	10,665	6,240	6,062	6,128	9,415	13,072	6,612	5,024	10,828	9,369	8,891
110	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
151	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
149	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
118	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	0,993	2,682	3,460	1,755	ttd	ttd	ttd	ttd
153	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
141	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
105	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
137	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
138	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
187	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
128	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
202	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
156	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
186	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
170	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
194	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
206	ttd	Ttd	ttd	ttd	ttd	0,383	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
Total	21,382	Ttd	28,608	69,225	6,240	6,445	7,122	12,097	16,532	8,367	5,024	15,373	9,369	8,891

Keterangan : ttd =tidak terdeteksi

**Tabel 4. Kadar PCB (Poliklorobifenil) dalam sedimen (ppb) perairan Klabat, Bangka-Belitung, Juli 2006**

Nama	st.1	st.2	st.3	st.4	st.6	st.7	st.9	st.10	st.11	st.12	st.13	st.14	st.15	st.16	st.17	st.18
28	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	0,411
47	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
44	ttd	ttd	ttd	16,502	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	14,396	ttd	ttd	ttd	ttd	42,718	13,574
66	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
101	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
56	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
97	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
87	0,181	0,118	0,089	0,180	0,204	ttd	ttd	0,318	0,257	0,222	ttd	ttd	0,151	ttd	0,021	0,209
110	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd



Nama	st.1	st.2	st.3	st.4	st.6	st.7	st.9	st.10	st.11	st.12	st.13	st.14	st.15	st.16	st.17	st.18
151	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
149	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
118	0,191	0,426	0,274	0,179	0,103	0,131	ttd	ttd	ttd	0,036	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	0,034
153	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
141	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
105	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
137	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
138	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
187	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
128	ttd	ttd	ttd	0,159	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
202	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
156	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
186	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
170	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
194	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
206	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
Total	0,372	0,544	0,363	17,020	0,307	0,131	ttd	0,318	0,257	14,654	ttd	ttd	0,151	ttd	42,739	14,228

Keterangan :ttd = tidak terdeteksi

**Tabel 5. Kadar PCB (Poliklorobifenil) dalam biota (ppb) di perairan Klabat, Bangka-Belitung, Juli 2006**

Jenis	A	B
28	ttd	Ttd
47	ttd	Ttd
44	ttd	Ttd
66	ttd	Ttd
101	ttd	Ttd
56	ttd	Ttd
97	ttd	Ttd
87	ttd	Ttd
110	ttd	Ttd
151	ttd	Ttd
149	ttd	Ttd
118	72,597	Ttd
153	ttd	Ttd
141	ttd	200,584
105	ttd	Ttd
137	ttd	Ttd
138	ttd	Ttd
187	ttd	Ttd
128	ttd	Ttd
202	ttd	Ttd
156	ttd	Ttd
186	ttd	Ttd
170	ttd	Ttd
194	ttd	Ttd
206	ttd	Ttd
Total	72,597	200,584

Keterangan : ttd = tidak terdeteksi, A = ikan manyung (*Arius thalasinus*)  
 B = siput gonggong(*Strombus turturella*)



# POTENSI EUTROFIKASI, PENURUNAN KUALITAS AIR DAN PENCEGAHANNYA DI PERAIRAN PANTAI UTARA KOTA CIREBON

**Widyo Astono**

*Jurusan Teknik Lingkungan, FALTL-USAKTI Jl Kyai Tapa No 1, Jakarta*

*Email : widya58@yahoo.com*

Terdapat sekitar 16 usaha perikanan skala rumah tangga dan 1.774 jiwa jumlah penduduk yang tersebar di kawasan kampung nelayan Samadikun, Kota Cirebon diperkirakan menghasilkan beban limbah sebesar 87,1 mg/l BOD, 180,01 mg/l COD, 107,2 mg/l minyak, 2,26 mg/l N, 0,98 mg/l P, dan 244 m<sup>3</sup>/hari air limbah yang masuk ke perairan pantai tanpa diolah. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, potensi eutrofikasi dan penurunan kualitas perairan pantai telah berlangsung secara signifikan sebagaimana dinyatakan oleh nilai parameter Phosphat (P-PO<sub>4</sub>) sebesar 0,04 mg/l, Nitrogen-N 0,77 mg/l, BOD<sub>5</sub> 23,86 mg/l, COD 59,06 mg/l, dan TSS 39.970 mg/l. Kondisi ini telah menyebabkan percepatan laju pelumpuran dan meningkatnya kekeruhan yang menghambat penetrasi cahaya dan menurunnya produksi primer. Faktor keterbatasan pengetahuan dan minimnya fasilitas pendukung sebagai upaya pencegahan pencemaran pantai dapat dijumpai dengan melibatkan para pemangku kepentingan (*Stakeholders*) terlibat dalam perencanaan dan pengelolaan limbah. Teknologi sederhana berupa saringan sederhana yang berfungsi untuk memisahkan sisik ikan dari air limbah dapat mengurangi kandungan padatan terlarut, dan pemanfaatan lahan kosong dekat pantai dapat difungsikan sebagai kolam stabilisasi.

Kata Kunci : Beban limbah, potensi eutrofikasi, laju pelumpuran, perencanaan, teknologi sederhana

## PENDAHULUAN

Tekanan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan fasilitas sarana dan prasarana sanitasi di kawasan pesisir Kota Cirebon, khususnya di Kampung Samadikun, Kecamatan Jaksan telah mengakibatkan dampak lingkungan perairan pantai yang cukup serius akibat dari akumulasi beban limbah domestik yang dibuang langsung ke dalam perairan tersebut. Tidak kurang dari 1.774 jiwa dan 16 unit usaha perikanan skala rumah tangga mendiami lahan seluas 11 ha merupakan salah satu kampung nelayan padat yang berpotensi menghasilkan beban limbah sebesar 87,1 mg/l BOD, 180,01 mg/l COD, 107,2 mg/l minyak, 2,26 mg/l N, 0,98 mg/l P, dan 244 m<sup>3</sup>/hari air limbah yang masuk ke perairan pantai tanpa diolah. Geografi pantai Samadikun yang terletak pada posisi 6°43'00"LS dan 104°34'00" BT adalah bagian dari keseluruhan garis pantai pesisir Cirebon sepanjang 5 km yang secara fisik telah mengalami penurunan kualitas airnya akibat pelumpuran, dan gejala eutrofikasi. Kondisi seperti ini tidak saja terjadi disini, namun sebagian besar kawasan pantai yang berdekatan dengan pemukiman penduduk mengalami hal yang sama, sehingga perlu penanganan serius dan keterlibatan dari *stakeholders*.

Meskipun proses eutrofikasi kebanyakan terjadi di perairan tenang seperti waduk, danau, situ, dan laut tertutup namun proses di badan air lain yang mengalir seperti sungai dan muara dapat saja terjadi bila sudah mengalami pendangkalan dan *overfertilization*. Dalam proses eutrofikasi alamiah, detritus tanaman, garam-garaman, pasir dan sebagainya dari suatu daerah aliran masuk dalam aliran air dan disimpan dalam badan air selama waktu geologis. Ini menyebabkan pengkayaan unsur hara, sedimentasi, pengisian, dan peningkatan biomassa. Tahap akhir dari proses tersebut mengakibatkan pembentukan lumpur dan hilangnya badan air. Diyakini bahwa proses tersebut melambat dengan meningkatnya waktu yang disebabkan oleh meningkatnya kekeruhan yang mengakibatkan terbatasnya penerobosan cahaya dan menurunnya produksi primer (Connell, D.W. dan Miller G.J., 1995). Unsur fosfor dan nitrogen penting bagi proses eutrofikasi sehingga keduanya dapat dianggap sebagai unsur pembatas



pertumbuhan dan penambahannya ke dalam badan air akan merangsang pertumbuhan tanaman. Menurut Metcalf dan Eddy 1991, Thomann dan Mueller 1987, rata-rata kandungan nitrogen dan fosfor di saluran buangan domestik di Amerika berada pada kisaran 40 mg/l terdiri dari 15 mg/l organik-N dan 25 mg/l amoniak bebas, serta 8 mg/l fosfor (dengan detergen) yang terdiri dari 3 mg/l organik-P dan 5 mg/l inorganik-P, serta 4 mg/ fosfor (tanpa detergen).

Menurut Chapra, S.C., 1997, secara umum, eutrofikasi dapat mengakibatkan efek merusak badan air dalam hal kuantitas, kimia, dan biologi. Efek terhadap kuantitas berupa pertumbuhan tanaman air yang berlebih dapat menurunkan kecerahan air, dan sejumlah spesies menimbulkan buih, efek kimia berupa menurunnya kandungan oksigen terlarut yang diperlukan untuk pernafasan tanaman air itu sendiri, dan efek biologi berupa berubahnya komposisi spesies dalam suatu ekosistem akibat perpindahan tempat biota asli ke lingkungan lain yang lebih sesuai.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Dishub Kota Cirebon pada tahun 2002 dikemukakan, bahwa index keragaman fitoplankton di perairan Kota Cirebon dalam kisaran 0,6 adalah kurang dari 1 dikategorikan buruk, dan zooplankton 1,3 dari persyaratan nilai baku mutu air laut (1-3) dikategorikan sedang, menunjukkan adanya gejala ketidak sesuaian ekosistem bagi spesies tersebut. Kondisi ini diperparah dengan keberadaan fisik pantai yang hanya meninggalkan lapisan pasir sebesar 16,9%, lainnya berupa lumpur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi terjadinya eutrofikasi berdasarkan keberadaan indikator kandungan N dan P serta proses pendangkalan pantai yang menyebabkan kekeruhan, penurunan kandungan oksigen terlarut serta solusi pencegahan penyebab terjadinya kerusakan lingkungan perairan pantai lebih lanjut. Dengan diketahuinya indikasi penurunan kualitas air dan potensi eutrofikasi akibat pencemaran dan sumber pencemar dominan, maka persoalan lingkungan kawasan pantai yang memiliki kesamaan karakteristik wilayah dengan daerah penelitian, secara umum dapat dilakukan tindakan serupa secara tipikal.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di dua tempat yaitu di lapangan (Gambar 1) dan di laboratorium. Di lapangan, lokasi pengambilan contoh air dilakukan di perairan pantai Kota Cirebon, sedang analisa kualitas air di lakukan di laboratorium IPB-Bogor.

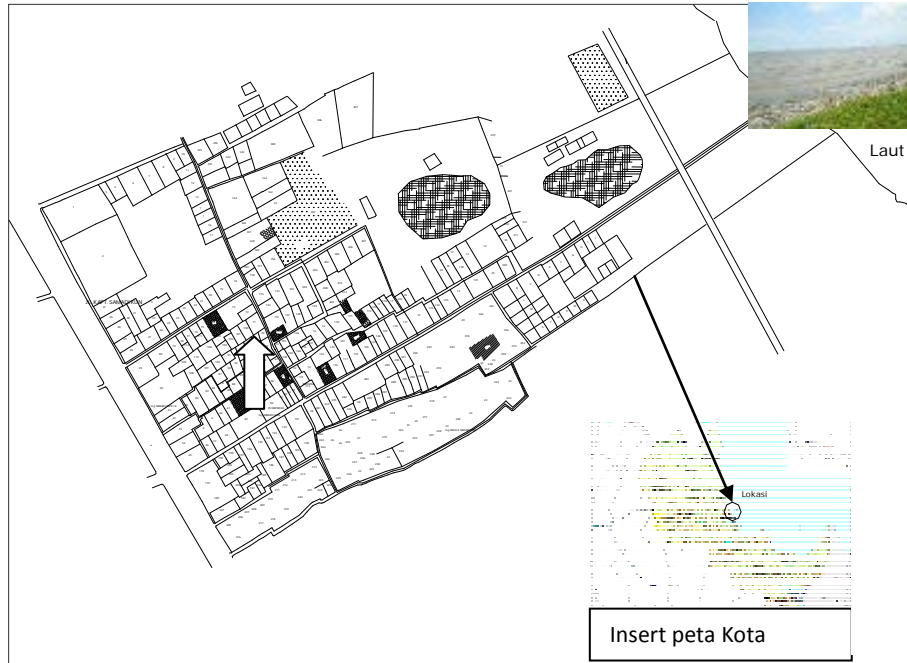
### ***Metode Pengumpulan Data***

Pengumpulan data primer bertujuan untuk mengetahui secara langsung besaran parameter eksisting di lapangan dan bersifat sesaat, hal ini dilakukan apabila tidak dapat diperoleh data sekunder yang memadai dengan cara pengukuran langsung, pengambilan sampel, analisis laboratorium, dan pengamatan.

Data sekunder merupakan data pendukung data primer dan dihimpun dari berbagai sumber yang berkompeten, berupa dokumen, data statistik, atau laporan penelitian yang pernah dilakukan di daerah studi dan sekitarnya serta studi pustaka.

### ***Metode Analisis dan Penyajian Data***

Data yang terkumpul dikompilasi dan di analisis menurut jenis dan sifat serta peruntukannya. Analisis dilakukan dengan memperhitungkan persyaratan teknis sehingga memperoleh gambaran yang realistik. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, gambar/peta dan bentuk lainnya.



**Gambar 1. Lokasi penelitian**

Analisa kualitas air; Parameter dan metode yang dipakai dalam analisa kualitas air adalah sebagai berikut :

**Tabel 1. Parameter kualitas air dan metode**

No	Parameter	Metode Analisa
1	TDS	Gravimetri (SMEWW 21th (2005) : 2540-Solids.D)
2	BOD <sub>5</sub>	Inkubasi 5 hari, modifikasi winkler (SMEWW 21th (2005) : 5210 B)
3	COD	Reflux dengan K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (SMEWW 21 <sup>th</sup> (2005) : 5220 C)
4	Minyak lemak	Ekstraksi dithizon
5	Phospat, P-PO <sub>4</sub>	SMEWW 21 <sup>th</sup> (2005) : 4500-P.D
6	Nitrogen-N	USEPA Method 351.1

Sumber : Laboratorium terpadu IPB, Bogor.

Analisa vegetasi dan biologi perairan didasarkan atas pengamatan langsung di lapangan yaitu di sekitar muara (pantai) tempat limbah domestik dilepas dari saluran, sedang parameter fitoplankton di ambil dari data sekunder.

#### **Metode Pehitungan Beban Limbah**

Bedasarkan perhitungan kasar yang dikemukakan oleh WHO, 1986, besarnya beban limbah dari parameter kualitas air; BOD, COD, N, P, TDS, minyak dan lemak dirumuskan sebagai berikut :

Beban limbah (kg/hari) = Faktor emisi parameter kualitas air (kg/unit) x total produk (unit/hari).

Korelasinya terhadap konsentrasi dan debit adalah :

Beban limbah (kg/hari) = konsentrasi limbah (mg/l) x debit limbah (m<sup>3</sup>/hari).

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil analisis perkiraan beban atau konsentrasi paramater pencemar dominan dan hasil analisa laboratorium serta pengaruhnya terhadap kualitas perairan, berturut-turut disajikan pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4. Dalam pembahasan hasil, di samping pengolahan dengan



analisis matematika, juga dilakukan pendekatan dengan melihat kecenderungan dan menerangkan efek nilai/konsentrasi setiap parameter pencemaran terhadap perairan di lokasi pengamatan. Selanjutnya berdasarkan analisis tersebut disusun skenario penanganan limbah, baik secara *on site* (penanganan di sumbernya) maupun *off site* (penanganan terpusat).

Mengacu pada perhitungan kasar dari WHO, maka besaran beban limbah kegiatan domestik dari 1774 jiwa total penduduk dan produksi rata-rata 16 unit usaha pengolahan ikan sebesar 2 ton/hari dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Hasil perhitungan perkiraan total beban air limbah domestik dan industri pengolahan ikan yang dibuang langsung di daerah studi (2009).**

Parameter	Beban limbah (kg/hari)						Volume (m <sup>3</sup> /hari)
	BOD <sub>5</sub>	COD	TDS	Minyak&lemak	N	P	
Total	87,1	180,01	107,2	107,2	2,26	0,98	244

Sumber : Hasil analisis (2009).

Konversi beban limbah pada Tabel 2 ke nilai konsentrasi dari setiap parameter pada volume 244 m<sup>3</sup>/hari diperoleh hasil sebagaimana terlihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Perkiraan total konsentrasi limbah domestik dan industri pengolahan ikan yang dibuang langsung di daerah studi pada debit air 244 m<sup>3</sup>/hari (2009).**

Parameter	Konsentrasi (mg/l)					
	BOD <sub>5</sub>	COD	TDS	Minyak&lemak	N	P
Total	356	737	493	40	9	4

Sumber : Hasil analisis (2009).

Berdasarkan observasi lapangan nilai/konsentrasi parameter pencemaran hasil analisa laboratorium terlihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Data parameter kualitas air hasil observasi perairan pantai Kota Cirebon daerah studi pada tahun (2009)**

Parameter	Konsentrasi air limbah (mg/l)					
	BOD <sub>5</sub>	COD	TSS	Phospat-P	Nitrogen-N	Keterangan
Total	23,86	59,06	39.970	0,04	0,77	BOD <sub>5</sub> ,COD,TSS, diatas ambang-N,P aman

Sumber : Hasil analisa laboratorium IPB (2009).

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari laporan Dinas Perhubungan Kota Cirebon pada pengukuran tahun 2002 terlihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Data parameter kualitas air perairan pantai Kota Cirebon tahun 2002**

Parameter	pH	DO (mg/l)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	Phospat (mg/l)	Fitoplankton (i.k)	Zooplankton (i.k)
Nilai	8,06-8,40	5-7,1	00,0059-0,183	0,003-0,02	0,6	1,3

Sumber : Dishub Kota Cirebon (2002). i.k = index keragaman

Dampak Kualitas Perairan Pantai Terhadap Sifat Fisik-Kimia :

a. Sifat –Sifat Fisik

Muatan Total Dissolved Sunpended (TDS) dan Total Suspended Solid (TSS) dalam perairan merupakan salah satu penyebab kekeruhan dan sedimentasi. Dari pengamatan secara visual, tingkat kecerahan air di bibir pantai hanya sekitar 30 cm dari persyaratan nilai baku mutu air laut >3 m, sementara pendangkalan disekitar muara pantai akibat sedimentasi terlihat terus berlangsung. Terdapat dua sumber utama penyebab akselerasi proses sedimentasi yaitu buangan sampah domestik dan residu olahan ikan yang menyebabkan





konsentrasi TDS sebesar 493 mg/l (Tabel 3) dan akumulasi TSS diperairan mencapai 39.970 mg/l (Tabel 5).

b. Sifat –Sifat Kimia

Tingginya perbedaan nilai BOD<sub>5</sub> hasil perhitungan 356 mg/l dan nilai hasil observasi 23,86 mg/l semata-mata karena perbedaan tingkat pengenceran dan akumulasi yang lebih tinggi di pantai. Namun demikian, ditinjau dari aspek persyaratan nilai baku mutu perairan sebesar 2 mg/l, angka tersebut masih jauh melampaui ambang batas. BOD sebagai indikator pencemaran organik dan merupakan substansi pokok proses dekomposisi akan membutuhkan konsumsi oksigen terlarut (DO) dalam jumlah yang besar bila nilai BOD<sub>5</sub> di dalam perairan meningkat. Selanjutnya proses tersebut akan menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut pada tingkat paling rendah yang dapat dimanfaatkan oleh kehidupan akuatik. Sedang besaran COD yang nilainya mencapai 2,5 x nilai BOD menunjukkan tingginya substansi organik *non degradable* dalam air limbah, sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 3 dengan kandungan minyak lemak yang tinggi yaitu sebesar 40 mg/l.

Terakumulasinya unsur nutrisi N dan P di dalam perairan akan memicu percepatan pertumbuhan tanaman air yang dikenal dengan istilah eutrofikasi. Gejala eutrofikasi sudah dapat di lihat sebagai potensi, dengan meningkatnya kandungan unsur N dari 0,0059-0,183 mg/l tahun 2002 (Tabel 5) meningkat menjadi 0,77 mg/l tahun 2009 dan unsur P dari 0,003-0,02 mg/l tahun 2002 menjadi 0,04 mg/l tahun 2009, (Tabel 4). Dalam kurun waktu sekitar 7 tahun telah terjadi peningkatan konsentrasi N dan P lebih dari 200%. Meskipun ambang batas unsur N sebesar 10 mg/l dan P sebesar 0,2 mg/l cukup jauh dari data lapangan saat ini, namun karena proses eutrofikasi berlangsung cepat, maka kondisi ini perlu mendapat perhatian serius. Sehingga berlangsungnya proses pendangkalan, penurunan oksigen terlarut maupun produksi primer dapat dicegah sejak dini. Dan gejala tersebut dapat dibuktikan dengan nilai index keragaman fitoplankton sebesar 0,6 dan zooplankton 1,3 yang dikategorikan sebagai kondisi yang buruk sampai sedang (Tabel 5).

### ***Skenario Penanganan Limbah***

#### ***Penanganan secara on site (Pada sumbernya)***

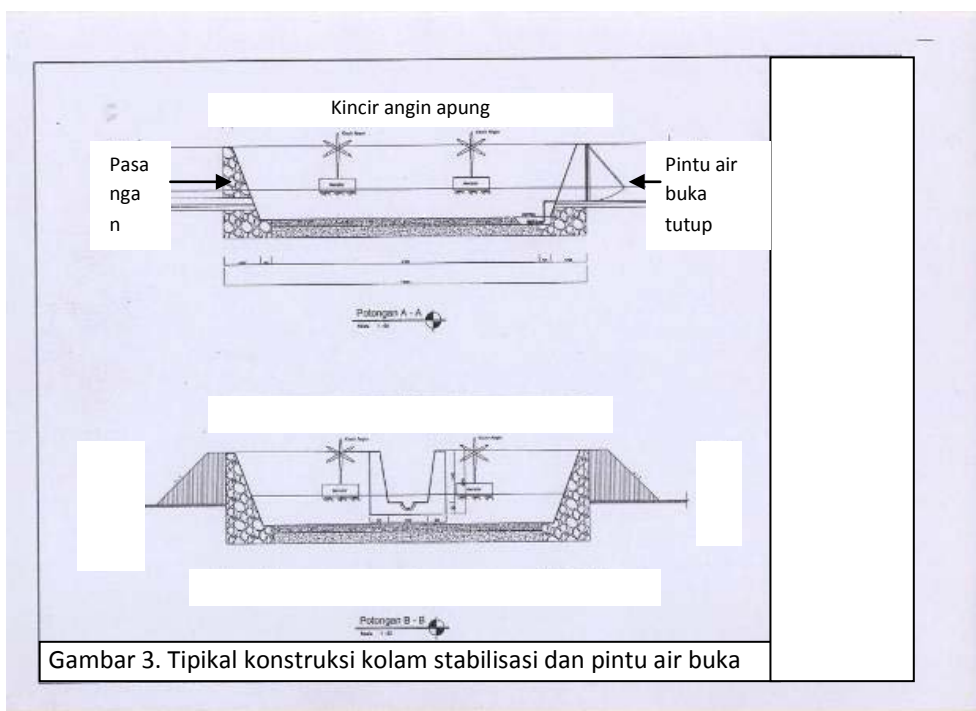
Hasil akhir dalam proses pengolahan ikan yang sangat bermasalah terhadap gangguan perairan, disamping air bekas cucian yang mengandung bahan organik terutama adalah residu sisik ikan yang ikut terbuang dalam saluran pembawa. Dari hasil pengamatan di lapangan terlihat bahwa sistem penyaring residu sering tidak berfungsi baik, sehingga masih banyak sisik ikan dan lendir yang kental memekatkan air bekas cucian yang dibuang. Di pantai, residu tersebut terakumulasi membetuk endapan lumpur organik dan menyuburkan tanaman perdu. Oleh karena itu, cara penanganan mudah dan murah adalah memisahkan residu sisik ikan melalui penyaringan setempat (lihat Gambar 2). Saringan tersebut diharapkan dapat memisahkan residu dari air bekas cucian sampai 95% dan menurunkan kandungan N dalam air limbah secara signifikan. Dengan sedikit ketrampilan membuat saringan dan perlengkapannya diharapkan kepedulian para pengolah ikan dan stakeholders lainnya dapat berpartisipasi aktif menjaga lingkungannya sendiri.

#### ***Penanganan secara off site (terpusat)***

Kemungkinan yang bisa diterapkan untuk sistem penanganan limbah di daerah studi adalah penggunaan lahan kosong yang belum termanfaatkan. Lahan kosong yang luas memungkinkan untuk membuat kolam stabilisasi dengan waktu retensi yang panjang. Potensi energi bisa di dapat dari angin, pasang surut air laut, dan penyinaran matahari, sehingga



proses pengolahan dapat berlangsung secara aerobik. Dengan kecepatan angin rata-rata 1-5 m/dt bermanfaat untuk mengalunkan permukaan air secara bebas atau melalui kincir angin dalam proses reaerasi, pasang surut air laut untuk mengatur pintu air buka tutup, penyinaran matahari untuk meningkatkan suhu air dalam mempercepat proses dekomposisi organik. Dengan mendesain waktu retensi selama 3 hari dan beban permukaan 466 kg/ha.hari maka efisiensi penyisihan BOD<sub>5</sub> terlarut dapat mencapai 94%), dan kedalaman kolam yang diperlukan adalah 30-50cm kolom air (Rittmann, E.W. 2001). Konstruksi kolam stabilisasi secara tipikal dapat ditentukan seperti pada Gambar 3. Dan harapan kedepan adalah bahwa penerapan teknologi sederhana seperti ini dapat dilakukan oleh warga secara bergotong royong.





## KESIMPULAN

Dalam kurun waktu 7 (tujuh) tahun (2002-2009) telah terjadi peningkatan nilai BOD<sub>5</sub> dan unsur N,P lebih dari 200% diperairan pantai Kota Cirebon, sehingga diperlukan upaya pengembangan teknologi tepat guna sistem pengolahan air limbah setempat (*on site*) dan terpusat (*off site*) yang dapat dijangkau secara teknis dan ekonomi masyarakat setempat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, Tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Kementerian Lingkungan Hidup., Jakarta.
- Anonim. 2002. Laporan akhir potensi sumberdaya laut. Dishub Kota Cirebon., Cirebon.
- Anonim. 2009. Mitigasi pencemaran limbah perikanan Kota Cirebon. Departemen Kelautan dan Perikanan., Jakarta.
- Canter, L.W. 1981. Handbook of variables for environmental impact assessment. Ann Arbor Science., Michigan.
- Chapra, S.C. 1997. Surface water quality modeling. McGraw Hill International Edition., New York.
- Connell, D.W and Gregory, J.M. 1995. Kimia dan toksikologi pencemaran. Penerbit Indonesia., Jakarta
- Rittmann, B.E and Perry, L.M. 2001. Environmental biotechnology. McGraw Hill International Edition., Standford.



## BIODIVERSITAS FLORA DAERAH TANGKAPAN AIR DAN SUSTAINABILITAS EMBUNG-EMBUNG DI NUSA TENGGARA TIMUR

**Wahyu Widiyono**

*Peneliti Puslit Biologi – LIPI JL. Raya Jakarta - Bogor, Km. 46 Cibinong*

*Email : wahyu\_widiyono@yahoo.com*

Embung dan ekosistemnya di Provinsi Nusa Tenggara Timur memiliki nilai strategis bukan hanya sebagai alat penampung air dan dialirkan untuk konsumsi masyarakat, minum ternak dan irigasi pertanian, tetapi juga amat bermanfaat sebagai daya tarik hidupan fauna liar di padang savana. Pengkajian biodiversitas flora daerah tangkapan bertujuan untuk mengetahui dan memprediksi sustainabilitas embung-embung di Nusa Tenggara Timur. Rendahnya diversitas flora dan pengaruh faktor-faktor fisik seperti intensitas hujan yang tinggi dalam periode pendek, laju aliran permukaan yang tinggi dan kerentanan erosi tanah mengakibatkan resiko tinggi yang berdampak negatif terhadap sustainabilitas embung-embung. Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut dan untuk meningkatkan sustainabilitas embung-embung di NTT, diperlukan pengelolaan terpadu yang berkaitan dengan konservasi diversitas flora di daerah tangkapan air, yakni: (1) pengelolaan daerah tangkapan air terpadu agar diperoleh keseimbangan antara wilayah kegiatan pertanian, penggembalaan ternak dan konservasi flora; (2) pengelolaan areal penampungan (dam) air agar diperoleh keseimbangan antara input air hujan dan aliran permukaan, dan output air untuk dimanfaatkan; dan (3) pengelolaan areal pemanfaatan air untuk konsumsi rumah tangga, minum ternak dan irigasi tanaman budidaya secara efisien.

Kata Kunci: diversitas flora, daerah tangkapan air, embung, sustainabilitas, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

### PENDAHULUAN

NTT dikenal sebagai wilayah beriklim kering (curah hujan rata-rata 1000 mm/tahun), kelembapan sedang hingga rendah, bertanah marginal, topografi berbukit-bukit dan sebagian wilayah bertanah liat bobonaro (CIDA, 1980).

Embung merupakan salah satu bentuk ekosistem akuatik yang amat penting di wilayah beriklim kering NTT. Penampungan air embung mengikuti prinsip siklus ekohidrologi, yakni volume air yang tertampung di dalam kolam embung (*water storage*) pada periode tertentu ( $dv/dt$ ) merupakan input air hujan ( $RR$ ) dan air aliran permukaan ( $runoff$ ) dari daerah tangkapan air (*watershed*), setelah mengalami evaporasi ( $Evap$ ) dan infiltrasi atau perkolasi ( $Perco$ ) dan pemanfaatan air ( $Water used$ ) untuk air bersih masyarakat, minum ternak dan irigasi seperti dalam persamaan berikut ini:

$$dv/dt = RR + Ro - Evaporasi - Inf/Perco - Wused.$$

Bersamaan dengan masuknya air aliran permukaan ke dalam embung, terbawa pula erosi dan membentuk sedimentasi di dalam embung. Besarnya laju aliran permukaan dan erosi dipengaruhi oleh diversitas flora, komposisi, struktur dan kerapatan populasi vegetasi. Kondisi vegetasi tersebut dipengaruhi oleh agroekosistem dan tataguna lahan di daerah tangkapan air. Flora di daerah tangkapan air, dikenal berperan dalam mengendalikan aliran permukaan, erosi dan konservasi sumber air. Biodiversitas flora daerah tangkapan air embung mengikuti pola agroekosistem di NTT, yakni agroekosistem hutan sekunder, padang rumput, pertanian lahan kering, semak belukar, savana dan pertanian ladang berpindah (tebas bakar), pertanian sawah tanah hujan (KEPAS, 1980).

Menurut Ormeling (1955), vegetasi di Pulau Timor merupakan :

1. Hutan Timor. Hutan di Pulau Timor di katagorikan sebagai hutan monsoon, yakni hutan yang menggugurkan daun pada musim kemarau. Hutan monsoon dicirikan dengan pohon yang pendek, tidak begitu rapat, tajuk mendatar, batang tebal dan keras serta percabangan



pohon rendah. Berbagai jenis tumbuhan tersebut hingga kini tersebar luas di daratan Timor;

2. Sisa hutan primer. Sisa hutan primer dijumpai di lereng Gunung Mutis, bagian tengah Pulau Timor, pada ketinggian di atas 1.000 m di atas permukaan laut;
3. Sisa hutan sekunder. Hutan sekunder terbentuk setelah penebangan pohon-pohon dan kebakaran, di tempat dengan musim kemarau yang relatif singkat, tersebar pada ketinggian di atas 1.000 m dpl. Pada ketinggian kurang dari 1.000 m dpl., hutan monsoon berubah menjadi savanna, karena kebakaran dan musim kemarau yang panjang;
4. Savana Timor. Savana palem didominasi oleh 'gewang' (*Corypha gebanga* Bl.) dan lontar (*Borassus flabilifer* L.). Gewang dan lontar merupakan spesies tumbuhan bernilai ekonomi tinggi;
5. Padang rumput. Padang rumput berperan penting sebagai penyusun mosaik lansekap vegetasi savana Timor. Pada wilayah yang ditumbuhi oleh padang rumput akan cenderung menjadi padang rumput selama periode yang tidak menentu, karena kebakaran berulang-ulang terjadi setiap tahun. Biodiversitas flora daerah tangkapan berperan penting dalam sustainabilitas embung-embung di NTT, karena vegetasi daerah tangkapan berperan dalam mengendalikan aliran permukaan (*runoff*), erosi dan sedimentasi embung.

Biodiversitas flora daerah tangkapan air embung terancam, karena faktor alami (kebakaran, banjir dan tanah longsor) dan aktivitas manusia (pertanian ladang menetap dan ladang berpindah, penggembalaan ternak dan pembangunan fisik perumahan serta perkantoran). Tujuan penelitian ialah (1) untuk mengkaji kondisi biodiversitas flora daerah tangkapan dalam kaitannya dengan sustainabilitas embung-embung di NTT; dan (2) untuk memberikan pertimbangan tindakan konservasi flora daerah tangkapan air.

## BAHAN DAN METODA

Mengingat sebaran embung-embung sekitar 60% (dari 350 embung di NTT) berada di Pulau Timor maka lokasi kajian ini dilakukan pada empat wilayah Kabupaten (Kupang, Timor Tengah Utara, Timor Tengah Selatan dan Belu) di Pulau tersebut. Kajian secara intensif dilakukan pada embung Desa Oemasi-Kupang sebagai model embung NTT; dan embung Desa Leosama serta Desa Siran di wilayah perbatasan, Belu.

Metode penelitian meliputi:

1. Kajian ekologi (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) dan spasial vegetasi daerah tangkapan air;
2. Prediksi aliran permukaan dan erosi dengan USLE (Arsyad, 2000);
3. Simulasi model aliran permukaan dan erosi (Widiyono, 2007);
4. Survei untuk mengetahui sustainabilitas embung-embung (Dinas Kimpraswil Prov. NTT, 2007);
5. Upaya konservasi daerah tangkapan air.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### ***Biodiversitas flora daerah tangkapan air embung Oemasi, Oelomin dan Oeltua-Kupang, Timor***

Diversitas flora daerah tangkapan air embung Oemasi, Oelomin dan Oeltua-Kupang, disampaikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1, dapat dijelaskan pohon di Oemasi, Oelomin dan Oeltua hanya 12-20 jenis (spesies) dengan 55- 122 jumlah individu. Jumlah jenis dan jumlah individu belta dan semak termasuk bambu masing-masi di Oemasi (21 dan 355), Oelomin (45



dan 582) dan Oeltua (16 dan 182). Semai dan herba termasuk semai *chromolaena odorata* pada ketiga lokasi, adalah 76-86.

**Tabel 1. Diversitas flora di daerah tangkapan air embung Oemasi, Oelomin dan Oeltua-Kupang (Widiyono, 2002)**

Jenis Pengamatan	Oemasi		Oelomin		Oeltua	
	JJ	JI	JJ	JI	JJ	JI
Pohon dengan diameter > 10 cm	12	55	20	72	13	122
Belta dan semak diameter 2 - <10 cm	21	355	45	582	16	182
Semai dan Herba	81	-	86	-	76	-

Keterangan: JJ = Jumlah jenis dan JI = Jumlah individu.

Nilai penting berdasarkan jumlah spesies, kerapatan individu dan frekuensi relatif 5 jenis pohon di Oemasi, Oelomin dan Oeltua ialah *Acacia leucophloea*, *Cassia javanica*, *Cassia siamea*, *Ceiba pentandra* dan *Cordia subcordata*. Nilai penting 5 jenis utama belta dan semak di ketiga lokasi ialah *Acacia leucophloea*, *Bambusa multiplex*, *Cassia timorensis*, *Cordia subcordata* dan *lantana camara*. Nilai penting 5 jenis utama semai dan herba di ketiga lokasi ialah *Chromolaena odorata*, *Cyrtococcum patens*, *Dichantiumcaricosum*, *Eragrotis armabilis* dan *Imperata cylindrica*.

Pada umumnya, vegetasi daerah tangkapan air embung di Pulau Timor berupa lahan savana, padang rumput dan sisa hutan sekunder dengan tataguna lahan berupa padang penggembalaan, pertanian lahan kering, lahan sawah dan pemukiman.

Dari hasil survei, diketahui enam tipe penutupan vegetasi dan tataguna lahan di daerah tangkapan air embung Oemasi adalah sebagai berikut:

*Vegetasi alami asosiasi bambu, semak dan rumput*

Bambu berduri (*Bambusa multiplex*) merupakan tumbuhan alami yang dominan, menempati luas lebih kurang 2 ha atau 20 % dari luas daerah tangkapan air embung Oemasi. Semak yang tumbuh di bawah bambu ialah *Chromolaena odorata* dan *Flemingia lineata*, sedangkan tumbuhan bawah *Dichantium caricosum* dan *Imperatata cylindrical*.

*Vegetasi alami asosiasi pohon, semak dan rumput*

Seperti halnya bambu, asosiasi pohon, semak dan rumput merupakan tumbuhan alami yang dominan, menempati luas lebih kurang 2 ha atau 13 % dari luas daerah tangkapan air embung Oemasi. Untuk persiapan percobaan aliran permukaan dan erosi dipilih komposisi asosiasi pohon dadap (*Erythrina orientalis*), semak 'kistakpane' (*Zizyphus horsfieldii*) dan tumbuhan bawah 'manmanak' (*Croton tiglium*) serta 'kotkotos' (*Flemingia lineata*).

*Vegetasi monokultur tegakan Gmelina arborea*

Tegakan Gmelina seluas lebih kurang 1 ha merupakan tanaman budidaya yang ditanam tahun 1993/1994. Lokasi penanaman berada di bagian atas bangunan embung. Tegakan Gmelina tumbuh bagus di sekitar embung, dan diduga berperanan dalam menahan laju aliran permukaan dan erosi.

*Vegetasi semak Chromolaena*

Luas tumbuhan semak selalu berubah, bergantung pada tingkat kebakaran setiap tahun. Pada survey tahun 2005, luasannya lebih kurang 2 ha (6,66 %) dari luas daerah tangkapan air. Saat ini pertumbuhan *Chromolaena* mengekspansi padang rumput dan lahan-lahan pertanian. Di sisi lain diduga juga berperanan menahan laju aliran permukaan dan erosi.



### *Vegetasi rumput 'hunaka' (Dichantium caricosum)*

Bersama dengan alang-alang, 'hunaka' menempati areal paling luas di daerah tangkapan air embung Oemasi. Masing-masing menempati luas lebih kurang 3,5 ha (20%). Hunaka merupakan rumput padang savana yang amat berguna sebagai pakan ternak. Rumput ini tumbuh merumpun, dan tumbuh bertunas kembali pada musim hujan, meskipun terkena kebakaran pada musim kemarau.

### *Tanaman budidaya jagung*

Tanaman budidaya jagung menempati luas 1 ha (6,6%) dari luas daerah tangkapan air embung. Tanaman dibudidayakan oleh 3 KK petani, atau masing-masing menggarap lebih kurang 0,33 ha. Lahan budidaya jagung diduga berpengaruh amat nyata terhadap aliran permukaan dan erosi dibandingkan dengan penutupan lahan yang lain. Perlakuan ini juga sekaligus dijadikan sebagai kontrol terhadap perlakuan yang lain.

### ***Biodiversitas flora daerah tangkapan air embung Leosama dan Sirani – Belu***

Embung Desa Leosama, Kecamatan Kakuluk Mesak, Kabupaten Belu berada pada ketinggian tempat 50 m dari permukaan laut. Lokasi embung berjarak 12 km sebelah Utara Kota Atambua, Ibu Kota Kabupaten Belu. Embung Leosama memiliki luas daerah tangkapan air embung lebih kurang 5 hektar dan luas embung lebih kurang 2500 m<sup>2</sup>.

Tutupan vegetasi dan tataguna lahan lingkungan embung Leosama didominasi oleh lahan telantar, dan hanya sebagian tertutup oleh pohon-pohon, semak belukar, tegalan dan kebun.

Terdapat 90 jumlah individu dalam 1 ha lahan dan masing-masing jenis memiliki jumlah individu pohon sebagai berikut: asam (*Tamarindus indica*) 33, kom (*Zizyphus jujuba*) 26, kayu merah/matani (*Pterocarpus indicus*) 19, kusambi (*Schleichera oleosa*) 9, johar (*Cassia javanica*) 1, kabesak (*Acacia leucophloea*) 1, dan jati (*Tectona grandis*) 1.

Dari hasil pengamatan terlihat anakan asam tumbuh dari 'akar' pohon asam. Teramati dalam satu pohon induk asam terapat 12 anakan yang tumbuh dari akarnya. Pada lereng daerah tangkapan air yang mengalami degradasi berat, dalam luasan 1 ha hanya terdapat 3 spesies pohon, dengan jumlah individu masing-masing, yaitu asam (7 pohon), kom (10 pohon), dan kayu merah (5 pohon). Regenerasi pohon kom pada lahan terdegradasi tersebut cukup bagus, terlihat dari pengamatan dalam petak seluas 25 m<sup>2</sup> terdapat 25-34 anakan atau 1-1,36 anakan/m<sup>2</sup>.

Embung Sirani merupakan embung terbesar di antara 27 embung yang terdapat di Kabupaten Belu. Embung memiliki luas permukaan air maksimum m<sup>2</sup>, kedalaman m, dan kapasitas tampung tampung 1.860.000 m<sup>3</sup> air, untuk mengairi persawahan seluas ha serta memiliki luas daerah tangkapan 230 ha. Sesuai dengan manfaat utamanya, embung Sirani dikenal sebagai embung irigasi. Hal ini berbeda dengan 26 embung yang lain, yang memiliki daya tampung sekitar 11.700 – 96.830 m<sup>3</sup> dan pemanfaatannya untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk, minum ternak dan pertanian dalam skala kecil.

Daerah tangkapan air embung Sirani di bagian atas kiri dan tengah didominasi oleh pohon kayu putih (*Eucalyptus alba*), dan di bagian kanan oleh pohon jati (*Tectona grandis*). Di bagian depan yang berdekatan dengan embung merupakan lahan gundul. Kondisi lahan daerah tangkapan air pada survei, awal September 2007 terlihat lebih terdegradasi dibandingkan kondisi lahan pada survey pertengahan Agustus 2005. Hanya terlihat satu-dua pohon *Acaccia auriculiformis* yang tersisa, tampak tumbuh di bagian depan lereng daerah tangkapan air embung.



### ***Erosi-sedimentasi embung Oemasi – Kupang dan Leosama – Belu***

Beberapa faktor yang mempengaruhi volume erosi tahunan daerah tangkapan air embung ialah intensitas hujan (erosivitas), tekstur tanah (erodibilitas), panjang dan ketajaman lereng, serta kondisi vegetasi dan tataguna lahan.

Pengamatan curah hujan pada embung Desa Oemasi Kupang, tahun 2005/2006 mencapai 1394 mm. Kondisi tekstur tanah liat dengan kandungan bahan organik yang rendah mengakibatkan struktur tanah mudah terurai dan longsor atau erodibilitas tanah tinggi. Butiran tanah liat yang halus mengakibatkan infiltrasi amat lambat. Sebaliknya lereng yang tajam dan panjang mempercepat laju erosi. Kondisi lahan telantar bervegetasi rendah dan injakan ternak (sapi) yang terjadi berulang-ulang mengakibatkan permukaan tanah terkelupas, tercerai-berai dan mudah terserosi. Nilai pendugaan erosi pada embung Oemasi Kupang yang hanya sebesar 11 ton/ha/tahun. Rendahnya volume erosi tahunan pada embung Oemasi, karena memiliki panjang lereng rata-rata 50 m dan ketajaman lereng 7-10%, meskipun curah hujan tahunan mencapai 1394 mm.

Berdasarkan data hujan, analisis tanah dan survei topografi, diketahui daerah tangkapan air embung Leosama memiliki curah hujan 1040,5 mm/tahun, tekstur tanah dengan kandungan pasir halus 11 %, pasir kasar 20 %, debu 25%, liat 45%, C-organik 3,35% dan infiltrasi 0,35 cm/jam. Topografi dengan panjang lereng 220 m dan kemiringan lereng 35%. Kondisi daerah tangkapan berupa lahan telantar dengan tutupan vegetasi yang rendah.

Pengaruh faktor-faktor tersebut di atas, yakni: Curah hujan di Leosama sebesar 1040,5 mm/tahun berpotensi mengakibatkan erosivitas tinggi karena terjadi dalam periode pendek dan hanya oleh beberapa kejadian hujan. Dari analisis pendugaan erosi menggunakan metode USLE, diketahui nilai erosivitas hujan ( $R$ ) = 797.22, erodibilitas tanah ( $K$ ) = 0.88, panjang lereng ( $L$ ) = 3.16 dan kemiringan lereng ( $S$ ) = 87.79 penutup tanah dan manajemen tanaman ( $CP$ ) = 0.5 yang diduga akan mengakibatkan erosi sebesar 97.383 ton/ha/tahun. Volume erosi sebesar 97.383 ton/ha/tahun, pada daerah tangkapan air seluas 5 ha dapat mengakibatkan pendangkalan embung Leosama sebesar 0,6 m per tahun. Erosi berat dari daerah tangkapan air tersebut mengakibatkan kedalaman air embung berkurang dari kedalaman maksimum 8 m pada tahun 1995/1995, dan hanya tinggal 2 m pada tahun 2005/2006 (Widiyono, 2006).

### ***Simulasi aliran permukaan dan erosi embung Oemasi – Kupang***

Dari hasil simulasi aliran permukaan dan erosi pada plot bambu (*B. Multiplex*), rumput hunaka (*D. Caricosum*), dibawah tegakan pohon dadap (*Erythrina orientalis*), semak *C. Odorata*, dibawah tegakan pohon gmelina (*G. Arborea*) dan pada budidaya jagung (*Zea mays*) ditunjukkan bahwa: deforestasi vegetasi akan meningkatkan laju aliran permukaan 8% dan erosi 50%. Sedangkan dengan penanaman pohon gmelina menurunkan aliran permukaan hingga 15 %, meskipun masih menaikkan erosi hingga 30%. Simulasi ini dapat digunakan sebagai indikasi akan terjadi peningkatan aliran permukaan dan erosi bila tanpa adanya upaya konservasi daerah tangkapan air embung.

### ***Sustainability embung-embung di NTT***

Untuk mengetahui sustainability embung-embung di NTT, telah dilakukan Studi evaluasi kinerja embung kecil di lima Kabupaten se Daratan Timor (Dinas Kimpraswil NTT, 2007). Evaluasi dilakukan terhadap 68 embung atau 13,6 % dari sekitar 500 embung yang telah dibangun di seluruh Provinsi Nusa Tenggara Timur, yakni: Kotamadya Kupang dan Kabupaten Kupang (28 embung), Kabupaten Timor Tengah Selatan (15 embung), Kabupaten Timor Tengah Utara (16 embung) dan Kabupaten Belu (9 embung). Dari sejumlah embung yang dievaluasi,





sebesar 53% menghadapi permasalahan sedimentasi. Kerusakan instrumen embung juga mencapai 55%, demikian pula kerusakan saluran pembuangan (*spillway*) mencapai 40%.

Dari data jumlah embung yang mengalami sedimentasi hingga mencapai 53% tersebut menunjukkan, bahwa perananan vegetasi daerah tangkapan air untuk mengendalikan aliran permukaan dan erosi cukup besar. Data tersebut dapat dijadikan indikator kerusakan vegetasi daerah tangkapan air embung akibat faktor alam dan kegiatan manusia.

### **Upaya konservasi daerah tangkapan air**

Upaya aforestasi/reforestasi untuk konservasi daerah tangkapan air telah dilakukan penulis pada embung Oemasi, Kabupaten Kupang melalui kegiatan penelitian dan pengembangan Puslit Biologi-LIPI, tahun 1994. Pada areal daerah tangkapan air embung Oemasi, telah ditanami dengan pohon *Gmelina arborea*, seluas 0,68 ha dengan jarak tanam 3,5 x 3 m<sup>2</sup>. Penanaman juga dilakukan pada lahan-lahan marginal di Dusun Nisum dan Masikolen, Desa Oemasi seluas 0,48 ha serta sebagai tanaman pinggir jalan dari Desa menuju ke embung sejauh 2 km. Upaya konservasi daerah tangkapan air embung di Desa Leosama, Kabupaten Belu telah dilakukan pada periode tahun 2006-2008. Pada lahan daerah tangkapan air seluas 5 ha, ditanam 4000 bibit untuk penghijauan, dari berbagai jenis tanaman yaitu asam, mahoni, lamtoro, kusambi, nitas, johar, kelor, jati, jarak pagar dan gmelina.

### **KESIMPULAN**

Dari hasil kajian beberapa kegiatan penelitian dapat disimpulkan bahwa diversitas flora daerah tangkapan air berperan dalam mengendalikan erosi dan aliran permukaan, dan berperan terhadap sustainabilitas (kinerja) embung-embung di NTT. Lebih dari 50% embung-embung NTT mengalami kerusakan akibat sedimentasi yang disebabkan oleh kerusakan vegetasi daerah tangkapan air. Upaya konservasi dengan menggunakan diversitas flora lokal perlu dilakukan untuk menjamin sustainabilitas embung-embung di NTT.

### **PUSTAKA**

- Arsyad, S. 2000. Konservasi tanah dan air. IPB. Press.
- CIDA. 1980. Timor Island water resources development study, Vol.13, 14, 15. Canadian International Development Agency. Crippen Int. Ltd., Canada.
- Dinas Kimpraswil Prov. NTT. 2007. Laporan Akhir Studi Evaluasi Kinerja Embung Kecil di Lima Kabupaten se Daratan Timor. CV. Gatari Gesit Mandiri.
- Drees, M. 1951. Distribution ecology and silvicultural possibilities of trees and shrubs from the savanna forest region in eastern Sumbawa and Timor. Communication of the forest research institute, N. 33. Balai Penelitian Kehutanan Bogor.
- KEPAS. 1980. Pengembangan agroekosistem untuk pengembangan pedesaan Nusa Tenggara Timur. Kelompok Penelitian Agro-ekosistem (KEPAS). Badan Litbangtan, Undana & The Forest Foundation.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods vegetation ecology*. John Wiley & Sons. Toronto. 547.
- Ormeling, F.J. 1955. The Timor Problem, A geographical interpretation on an underdeveloped island. J.B. Wolters, Jakarta, Groningen.
- Widiyono, W. 2002. Konservasi embung di Nusa Tenggara Timur melalui analisis tutupan vegetasi dan sumber daya air. Tesis Magister Sains, Jurusan Biologi, F-MIPA, UI.
- Widiyono, W., R. Abdulhadi dan B. Lidon. 2006. Erosi dan pendangkalan embung di Pulau Timor – NTT (Studi Kasus: Embung Oemasi – Kupang dan embung Leosama - Belu). LIMNOTEK, Perairan Darat Tropis di Indonesia. Puslit Limnologi-LIPI 13(2): 21-28.
- Widiyono, W. 2007. Relationship between vegetation and runoff-erosion: consequences on embung water balance in West Timor East Nusa Tenggara Province. Disertasi Bidang Biologi Konservasi, FMIPA, UI.



## KONSERVASI BAGI ESTUARI SEGARA ANAKAN

Wahyu Budi Setyawan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta. <sup>2</sup> Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta  
Email : wahyubudisetawan@yahoo.com

Kondisi geologi kawasan di sekitar estuari Segara Anakan membuat estuari tersebut cenderung mengecil dari waktu ke waktu. Kecenderungan tersebut dipacu juga oleh aktifitas manusia di daerah aliran sungai dari sungai-sungai yang bermuara di Segara Anakan. Sebagai satu-satunya lingkungan estuari di pesisir selatan Pulau Jawa, keadaan tersebut mengundang perhatian banyak pihak pecinta lingkungan yang menginginkan Segara Anakan tetap lestari. Namun ironis, sampai sekarang kawasan Segara Anakan belum masuk sebagai kawasan konservasi nasional, atau belum dimasukkannya kawasan tersebut sebagai Kawasan Lindung Nasional di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 26 Tahun 2008. Ada kemungkinan, hal itu disebabkan karena belum dipahaminya nilai konservasi dari Segara Anakan oleh pihak-pihak yang berkepentingan atau pengambil keputusan di tingkat daerah. Dengan melakukan analisis terhadap kawasan Segara Anakan berdasarkan peraturan tersebut, kawasan estuari yang satu-satunya di pesisir selatan Pulau Jawa itu dan kondisi geologinya yang unik, memberikan peluang menjadikan Segara Anakan sebagai salah satu kawasan lindung nasional.

Kata kunci : estuari, mangrove, konservasi, Segara Anakan

### PENDAHULUAN

Umum diketahui bahwa kawasan estuari adalah kawasan muara sungai, yang dikawasan tersebut bertemu dan interaksi sistem fluvial darat dan regim laut terbuka yang didominasi oleh gelombang atau pasang surut, yang menghasilkan dinamika morfologi dan sedimen yang kompleks (Wal *et al.*, 2002). Estuari Segara Anakan yang terletak di kawasan pesisir selatan Pulau Jawa (Gambar 1), yang memiliki sejarah perkembangan yang panjang dan bukan estuari yang biasa. Menurut Setyawan (2002) perkembangan Segara Anakan diawali dari sebuah teluk dengan mulut yang menghadap ke timur dengan Pulau Nusakambangan sebagai barier di sebelah selatannya dan sebuah bukaan di bagian barat pulau tersebut. Perkembangan mencapai bentuknya yang sekarang, sebuah estuari, terjadi melalui berbagai tahap perubahan kondisi lingkungan.

Perhatian terhadap bentuk Segara Anakan pertama kali dilakukan oleh Hadisumarmo pada tahun 1964 (Bird, 1982). Hadisumarmo mencatat perubahan konfigurasi garis pantai Segara Anakan dari tahun 1900 sampai tahun 1964. Ia mencatat penambahan luas areal mangrove yang sangat cepat ke zona pasang surut.

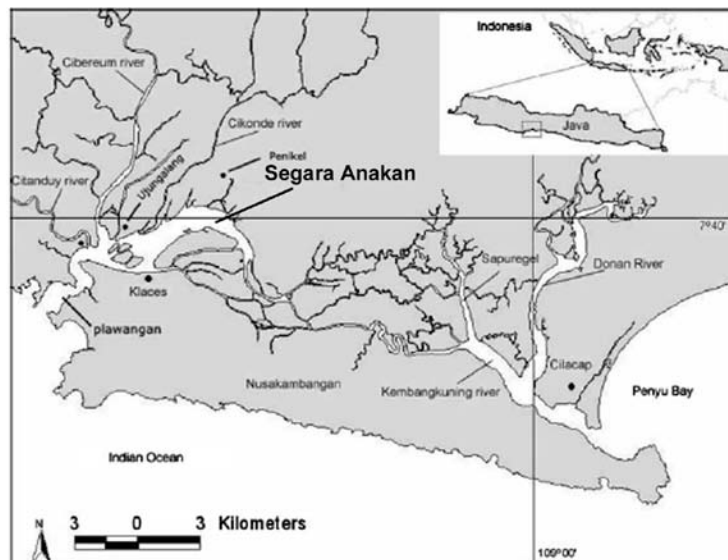
Pada tahun 1976, Proyek Pengembangan Cekungan Sungai Citanduy (*The Citanduy River Basin Development Project*, CRBMP) mengajukan usulan untuk mengkonversi lagoon Segara Anakan dari estuari pasang surut berair payau menjadi danau air tawar. Tujuannya adalah untuk mendapatkan daerah pertanian (White *et al.*, 1989). Hal itu terjadi karena studi tentang ekologi dan perikanan di Segara Anakan sangat terbatas.

Perhatian terhadap Segara Anakan meningkat pada tahun 1980-1981 karena kawasan tersebut terpilih sebagai daerah kerja bagi Program Pelestarian dan Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Pesisir LIPI-UNU (*United Nation University*) fase II (Bird and Ongkosongo, 1980).

Pada tahun 1982 dimulai program *The Association of South East Asian Nation (ASEAN)-United States (US) Coastal Resources Management Project (CRMP)* yang memunculkan rencana pengelolaan terintegrasi dengan Segara Anakan sebagai salah satu lokasi contoh. ASEAN-US CRMP bertujuan meningkatkan kemampuan negara-negara ASEAN untuk mengembangkan dan menerapkan strategi pengelolaan sumberdaya pesisir. Bersama program

tersebut banyak dilakukan studi tentang fungsi ekologi dan ekonomi lagoon Segara Anakan (White *et al.*, 1989).

Antara tahun 1987 dan 1990, dilakukan suatu seri studi yang besar mengenai struktur dan fungsi ekologi, sosial dan ekonomi Segara Anakan sebagai dasar bagi penyusunan rencana pengelolaan kawasan pesisir (*Coastal Zone Management, CZM*) (ASEAN/US CRMP and DGF, 1992). Sejak saat itu, perhatian terhadap sumberdaya perikanan dan kondisi ekosistem mangrove di Segara Anakan sangat tinggi. Isu lingkungan terbesar adalah makin menyempitnya areal Segara Anakan karena sedimentasi. Muatan sedimen terbesar masuk ke Segara Anakan berasal dari sungai Citanduy. Untuk menstabilkan lagoon Segara Anakan, CRBMP mengajukan berbagai proposal kegiatan seperti penyodetan sungai Citanduy, pengerukan dan pengadukan sedimen.



**Gambar 1.** Kawasan Segara Anakan tahun. Dikutip dari Ardli dan Wolff (2009).

Proposal kegiatan untuk menstabilkan atau konservasi Segara Anakan yang paling kontroversi adalah rencana penyodetan aliran sungai Citanduy dengan biaya ADB (*Asian Development Bank*). Proyek yang dimulai tahun 1996 dan berakhir tahun 2006 itu gagal mewujudkan rencana penyodetan sungai Citanduy karena ditentang banyak pihak yang khawatir akan mengganggu kawasan wisata di Pangandaran (ADB, 2006).

Pada tahun 2008, Pemerintah Republik Indonesia mengeluarkan Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah nasional. Hal yang ironis muncul ke permukaan. Kawasan lagoon Segara Anakan yang telah menarik perhatian banyak pihak dan bahkan pernah dijadikan lokasi pilot proyek bagi proyek pengelolaan kawasan pesisir terpadu ASEAN itu, dan bahkan ingin dikonservasi dengan biaya ADB dengan program penyodetan Sungai Citanduy ternyata di dalam lampiran Peraturan Pemerintah tersebut belum tercantum sebagai kawasan lindung nasional. Makalah ini tidak bermaksud memberi jawaban tentang mengapa hal ini dapat terjadi, tetapi akan memberikan gambaran tentang nilai konservasi dan konservasi apa yang pantas bagi Segara Anakan.

## BAHAN DAN METODA

Daerah yang menjadi topik pembahasan makalah ini adalah kawasan estuari dan lahan basah yang terdapat di sebelah utara Pulau Nusakambangan (Gambar 1), yang membentang mulai dari Cilacap di bagian timur sampai ke muara Citanduy di bagian barat, yang secara

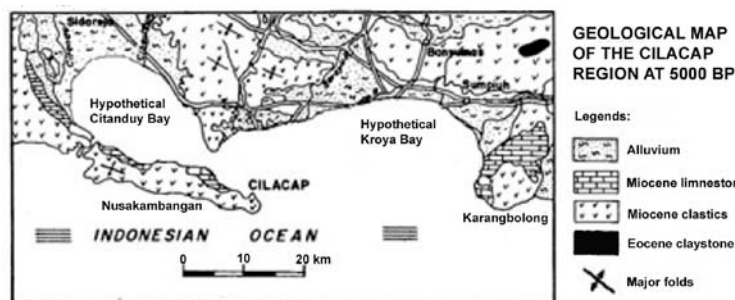


umum dikenal sebagai kawasan estuari Segara Anakan. Dalam makalah ini, gambaran tentang estuari Segara Anakan diperoleh dengan mempelajari berbagai data terpublikasi. Kemudian, gambaran tentang Segara Anakan tersebut dipelajari untuk mengetahui berbagai keistimewaannya, yang selanjutnya dipakai sebagai dasar untuk mempelajari berbagai kemungkinan penetapannya sebagai Kawasan Lindung Laut dan Pesisir menurut Salm dan Clark (1989), dan kemungkinan menetapkannya sebagai kawasan konservasi berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2008 (PP No. 26 Tahun 2008) tentang Tata Ruang Wilayah Nasional.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Estuari Segara Anakan*

Hadisuwarno tahun 1964 memberikan catatan awal bentuk Segara Anakan, dan berkesimpulan bahwa pembentukan penghalang yang berupa endapan pasir, yang ditandai dengan progradasi pematang pantai berarah timur laut dari Cilacap, mengurangi jalan masuk dari arah timur dari suatu teluk yang besar, menghasilkan lagoon yang besar dengan suatu jalan keluar ke laut di ujung barat Pulau Nusakambangan. Perkembangan selanjutnya adalah lagoon tersebut berkurang kedalamannya karena siltasi dan berkurang luasnya karena ekspansi mangrove hingga mencapai bentuknya sekarang (Bird, 1982). Setyawan (2002) berdasarkan hasil analisis kondisi geologi kawasan Cilacap menyebutkan bahwa pada 18.000 BP, ketika air laut berada 180-200 meter di bawah posisi sekarang, Kawasan Segara Anakan merupakan bagian dari Sistem Aliran Sungai Citanduy (SASC), dan daerah Kroya di sebelah timurnya adalah bagian bagian dari Sistem Aliran Sungai Serayu (SASS). Pembentukan Segara Anakan dimulai sekitar 5000 BP ketika air laut berada 5 meter di atas posisi sekarang. Ketika itu kawasan Segara Anakan merupakan sebuah teluk setengah tertutup yang disebut sebagai Teluk Citanduy Hipotetis (*Hypothetical Citanduy Bay*), yang merupakan laut setengah tertutup (*semi-enclosed coastal sea*) dengan mulut menghadap ke timur dengan sebuah celah mengarah ke selatan di ujung barat Pulau Nusa Kambangan (Gambar 2).

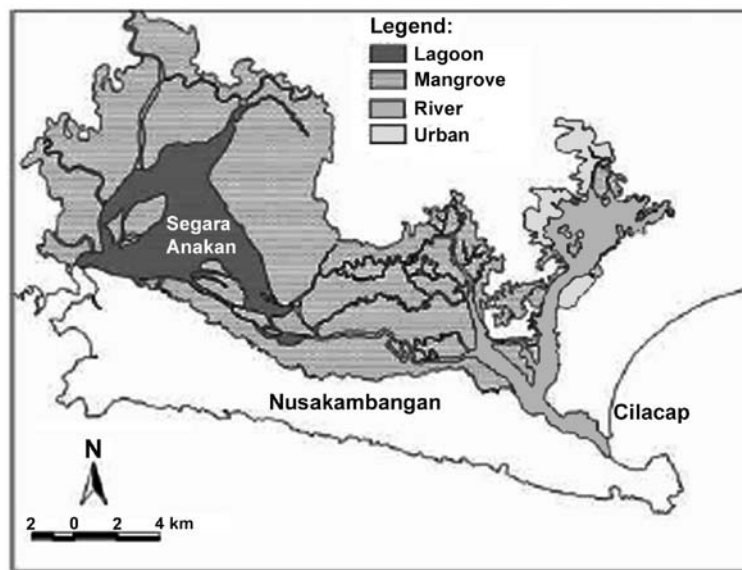


**Gambar 2. Sketsa kondisi geologi kawasan Cilacap dan sekitarnya pada 5000 BP. Dikutip dengan perbaikan dari Setyawan (2002).**

Di sebelah timurnya, di depan mulut teluk tersebut, terdapat Teluk Kroya Hipotetis (*Hypothetical Kroya Bay*) yang membuka ke arah selatan menghadap ke Samudera Hindia. Ketika muka laut turun ke posisi sekarang, luas perairan kedua teluk tersebut berkurang, diiringi dengan pembentukan dataran pantai Citanduy dan Kroya. Pada fase awal, Teluk Kroya Hipotetis sangat terlindung dari proses marin yang berasal dari Samudera Hindia. Seiring dengan pembentukan dataran Kroya, kondisi Teluk Kroya Hipotetis semakin terbuka terhadap proses marin dari Samudera Hindia, dan akhirnya berubah menjadi lingkungan pantai pasir berenergi tinggi (*High Energy Coastal Environment*). Keadaan ini ditunjukkan dengan kehadiran pematang pantai (*beach ridges*) yang sejajar garis pantai, dan spit Cilacap. Kedua bentang alam tersebut menunjukkan lingkungan pantai berenergi tinggi (Boyd *et al.*, 1992).

Perkembangan spit Cilacap menyebabkan Teluk Citanduy Hipotetis tertutup dan merubahnya menjadi sebuah lagoon. Inilah awal Segara Anakan. Terbentuknya perairan yang lebih tenang tersebut memacu pengendapan sedimen dan ekspansi mangrove. Perairan teluk itu berubah dari lingkungan laut menjadi lingkungan lagoon. Lagoon tersebut mendapat suplai muatan sedimen yang besar terutama dari Sungai Citanduy. Sedimentasi di dalam estuari dan ekspansi mangrove membuat luas perairan estuari terus mengecil. Pada tahun 1978 sisa kawasan perairan Teluk Citanduy Hipotesis yang dikenal sebagai Segara Anakan tinggal perairan terbentuk segi tiga di sebelah utara bagian barat Nusakambangan (Gambar 3).

Kecenderungan makin mengecilnya perairan itu terus berlanjut, sehingga sekarang hanya berbentuk alur yang lebar (Gambar 1). Sekarang yang dimaksud sebagai kawasan Segara Anakan dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu bagian barat, bagian tengah dan bagian timur. (Holtermann *et al.*, 2009; Yuwono *et al.*, 2007). Kawasan barat meliputi kawasan tubuh air di bagian barat, tempat bermuaranya Sungai Citanduy, Cibeureum dan Cikonde; bagian timur meliputi kawasan perairan alur Sungai Donan dan Sapuregel; sedang kawasan tengah adalah kawasan penghubung antara perairan barat dan perairan timur. Di bagian tengah hanya ada saluran penghubung antara perairan barat dan timur (Gambar 1). Keadaan perairan Segara Anakan yang semakin menyempit ini telah diperkirakan sebelumnya pada tahun 1987 oleh ECI (PRC Engineering Consultante, Inc) yang menyatakan bahwa "sedimentasi diperkirakan akan mengisi lagoon dan hanya menyisakan saluran-saluran sempit" (ASEAN/US CRMP & DGF, 1992).



**Gambar 3. Kawasan Segara Anakan pada tahun 1978. Dikutip dengan modifikasi dari Ardli dan Wolff (2009).**

Bird (1982) menyebutkan bahwa perubahan garis pantai dari peta tahun 1900, 1924 dan 1940 serta suatu seri foto tahun 1946, 1961 dan 1964 dari Hadisumarno tahun 1964 menunjukkan ekspansi mangrove yang sangat cepat di atas endapan lumpur pasang surut. Kekhawatiran akan tertutupnya perairan Segara Anakan oleh ekspansi mangrove telah dikemukakan oleh banyak penulis sejak tahun 1980-an (Bird, 1982; Napitupulu dan Ramu, 1982; Pudjoarinto, 1982). Holtermann *et al.* (2009), dengan merangkum Purba tahun 1991 dan Ardli dan Wolff tahun 2008, menyatakan bahwa perubahan total Segara Anakan dari 6.440 ha pada tahun 1903 menjadi 930 ha pada tahun 2004. Perubahan yang besar terjadi dalam periode 1970-an sampai 1990-an. Penyebab utama perubahan tersebut adalah muatan sedimen dalam jumlah besar yang masuk dari aliran Sungai Citanduy.



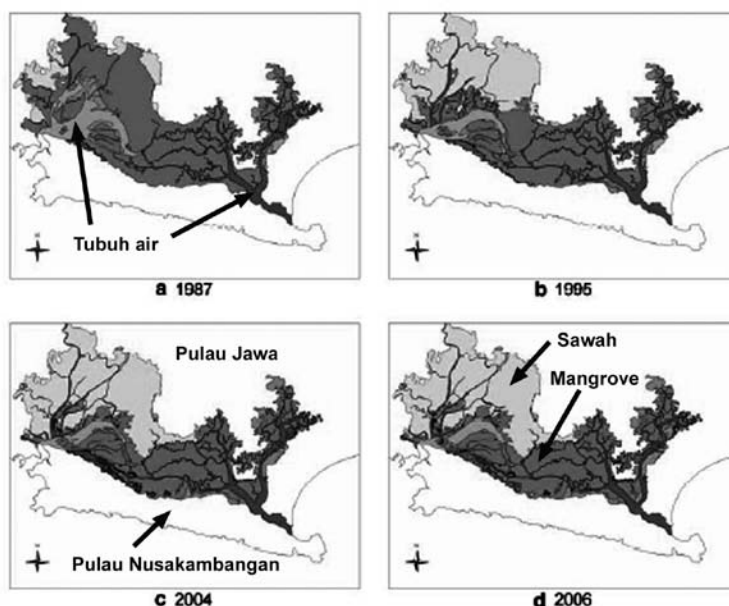
### Ekosistem di Kawasan Estuari Segara Anakan

Ekosistem mangrove adalah ekosistem yang dominan di kawasan Segara Anakan. Hutan mangrove di Segara Anakan itu adalah satu kawasan hutan mangrove yang terluas di Pulau Jawa (Surjowinoto, 1982; ASEAN/US CRMP & DGF, 1992; Yuwono *et al.*, 2007), meskipun luas areal mangrove sejak tahun 1980-an sampai sekarang terus menyusut (Tabel 1).

**Tabel 1. Perubahan luas kawasan mangrove di Segara Anakan**

Tahun	Luas (ha)	Referensi
1983	24.000,0	Sunaryo (1982), Surjowinoto (1982)
1987	15.827,6	Ardli & Wolff (2009)
1995	10.974,6	Ardli & Wolff (2009)
2004	9.271,6	Ardli & Wolff (2009)
2006	9.237,8	Ardli & Wolff (2009)

Dari perkembangan luas perairan Segara Anakan, kita mengetahui bahwa ekspansi areal mangrove di Segara Anakan sangat cepat. Bird (1982) bahkan menyebutkan dalam periode 1900-1964 ekspansi mangrove di Segara Anakan termasuk satu dari beberapa kawasan mangrove dengan ekspansi mangrove paling cepat di dunia. Namun, kenyataan yang kita temui adalah mangrove di kawasan Segara Anakan makin sempit karena konversi areal mangrove sebagian besar telah dikonversi menjadi sawah. Ardli dan Wolff (2009) menyebutkan bahwa dari tahun 1987 sampai 2006, seluas 1.159 ha kawasan perairan estuari yang berubah menjadi areal mangrove, tetapi kemudian lebih banyak, 7.748 ha, kawasan mangrove yang dikonversi menjadi persawahan tambak semi-intensif, pemukiman dan lain-lain. Sekitar 44% total areal mangrove tahun 1987 telah dikonversi menjadi persawahan. Pola ekspansi mangrove dan konversi areal mangrove menjadi persawahan dari tahun 1987 – 2006 itu dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Perkembangan Segara Anakan dan perubahan tataguna lahan di kawasan Segara Anakan. Dikutip dengan modifikasi dari Ardli dan Wolff (2009).**

Kemudian, dari merangkum berbagai hasil penelitian, Yuwono *et al.* (2007) menyebutkan bahwa vegetasi mangrove di kawasan Segara Anakan sangat bervariasi dengan jumlah jenis lebih dari 17 spesies. Segara Anakan adalah tempat tinggal bagi berbagai jenis



hewan yang bernilai ekonomi dan ekologi penting, seperti ikan, udang dan kepiting bakau. Dilaporkan bahwa terdapat lebih dari 45 spesies ikan dan 18 spesies kepiting bakau.

Kawasan Segara Anakan juga memiliki nilai penting bagi kemajuan ilmu pengetahuan. Tomascik *et al.* (1997) menyebutkan bahwa kawasan hutan mangrove di Segara Anakan mungkin adalah kawasan hutan mangrove yang dipelajari sangat intensif. Sejak tahun 1980-an, ketika kawasan Segara Anakan disiapkan sebagai lokasi studi Fase II dari Proyek pengelolaan kawasan pesisir *United Nation University* (UNU) dan LIPI, kawasan Segara Anakan banyak menarik perhatian para peneliti. Kemudian, kawasan Segara Anakan dipilih sebagai model bagi Perencanaan Pengelolaan Kawasan Pesisir (*Coastal Zone Management Planing*) dari CRMP (*Coastal Resources Management Project*) yang merupakan kegiatan ASEAN dan Amerika Serikat tahun 1982 sampai 1990. Di samping semua itu, kawasan Segara Anakan juga sering dipakai sebagai lokasi penelitian mahasiswa untuk mencapai gelar kesarjanaannya, baik tingkat sarjana, magister maupun doktor. Semua kegiatan ilmiah tersebut mencerminkan pentingnya kawasan Segara Anakan bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

### **Nilai Konservasi Kawasan Segara Anakan**

Terkait dengan upaya perlindungan suatu kawasan tertentu, Salm dan Clark (1989) menyatakan bahwa kawasan lindung dapat dirancang untuk, yaitu :

- 1) Melindungi ekosistem penting atau tipe habitat yang khas,
- 2) Melindungi diversitas species atau genetik,
- 3) Melindungi aktifitas biologi yang intens atau hebat,
- 4) Melindungi habitat kritis bagi spesies atau kelompok spesies tertentu,
- 5) Melindungi nilai budaya (tempat-tempat bersejarah, suci dan wisata tertentu),
- 6) Melindungi fasilitas penelitian atau kondisi alamiah dasar (*natural baseline condition*).

Apabila kriteria-kriteria tersebut kita terapkan untuk kawasan Segara Anakan, maka kawasan tersebut pantas dilindungi karena alasan-alasan berikut:

- 1) Adanya ekosistem mangrove yang merupakan kawasan mangrove yang terbesar di Pulau Jawa.
- 2) Sebagai satu-satunya estuari di pesisir Selatan Pulau Jawa yang menghadap ke Samudera Hindia, maka diversitas spesies atau genetik di kawasan Segara Anakan menjadi penting.
- 3) Sebagai satu-satunya estuari di pesisir Selatan Pulau Jawa, dan kawasan mangrove yang terluas di Pulau Jawa, kawasan Segara Anakan merupakan kawasan yang penting bagi penelitian dan pendidikan.

Kemudian, tingkat pentingnya kawasan Segara Anakan untuk dikonservasi dapat juga kita tinjau berdasarkan kriteria-kriteria *World Heritage*. UNESCO menetapkan sepuluh kriteria yang dapat dipakai sebagai dasar penetapannya. Berkaitan dengan kondisi alam, terdapat kriteria-kriteria nomor (vii), (viii), (ix) dan (x) (UNESCO, 2004). Kriteria-kriteria tersebut adalah:

- 4) Kriteria nomor (vii): mengandung fenomena alam yang luar biasa atau keindahan alam yang luar biasa dan estetika yang penting,
- 5) Kriteria nomor (viii): menjadi contoh terkemuka yang mewakili tahapan utama sejarah bumi, termasuk rekaman kehidupan, proses geologi yang sedang berlangsung secara signifikan membentuk bentang alam atau kenampakan geomorfik atau fisiografik yang penting,
- 6) Kriteria nomor (ix): menjadi contoh terkemuka mewakili proses-proses ekologi dan biologi penting yang sedang berlangsung dalam evolusi dan perkembangan ekosistem darat, air tawar, pesisir dan laut dan komunitas tumbuhan dan hewan,



- 7) Kriteria nomor (x): mengandung habitat alamiah yang penting dan berarti bagi kawasan konservasi insitu untuk deversitas biologi, termasuk yang mengandung spesies-spesies yang terancam punah yang memiliki nilai universal terkenal dari sudut pandang saint dan konservasi.

Bila kita mengacu pada kriteria-kriteria tersebut, maka kawasan Segara Anakan memiliki hal-hal berikut yang mungkin dapat diunggulkan :

- 8) Sebagai estuari di daerah tropis basah. Keistimewaan apa yang menonjol di Segara Anakan dibandingkan dengan estuari-estuari lain di dunia belum diketahui. Dengan penetapan kawasan Segara Anakan sebagai kawasan konservasi, peluang untuk mempelajari keistimewaan kawasan Segara Anakan menjadi terbuka, khususnya yang berkaitan dengan biodiversitas. Patut dicatat bahwa ditetapkannya kawasan Segara Anakan sebagai tempat pelaksanaan beberapa kerjasama internasional menunjukkan adanya keistimewaan dari kawasan tersebut. Estuari Ribble di Inggris adalah salah satu contoh estuari yang menjadi kawasan konservasi (Wal *et al.*, 2002).
- 9) Sebagai tempat tersimpannya rekaman perubahan kondisi lingkungan dari kondisi lingkungan laut ke kondisi lingkungan estuari di daerah tropis. Uraian sejarah perubahan lingkungan di kawasan tersebut dari Teluk Citanduy Hipotetis ke Estuari Segara Anakan yang sekarang, mengisyaratkan adanya rekaman perubahan kondisi lingkungan di kawasan tersebut sejak 5000 BP.

#### ***Status Kawasan Lindung Bagi Kawasan Segara Anakan***

Untuk dapat menentukan status kawasan lindung bagi kawasan Segara Anakan, kita perlu meninjau PP Nomor 26 Tahun 2008. Menurut peraturan pemerintah tersebut, dalam Rencana Pola Ruang Wilayah Nasional tentang Kawasan Lindung Nasional, status kawasan lindung yang cocok bagi Segara Anakan adalah "Kawasan Suaka Alam, Pelestarian Alam dan Cagar Budaya" (Pasal 51, huruf a). Selanjutnya, menurut Pasal 52, ayat (3) kawasan suaka alam, pelestarian alam dan cagar budaya yang sesuai bagi Segara Anakan adalah "Kawasan suaka alam laut dan perairan lainnya" (huruf b) dan "Taman wisata alam dan taman wisata alam laut" (huruf h).

Kriteria penetapan bagi kawasan suaka alam laut dan perairan lainnya disebutkan dalam Pasal 57, ayat (2) sebagai berikut:

- a Memiliki ekosistem khas, baik di lautan maupun di perairan lainnya; dan
- b Merupakan habitat alami yang memberikan tempat atau perlindungan bagi perkembangan keaneka ragaman tumbuhan dan satwa.

Pasal 57, ayat (80) menyebutkan bahwa, Taman Wisata Alam dan Taman Wisata Alam Laut sebagaimana dimaksud dalam Pasal 52 ayat (3) huruf h ditetapkan dengan kriteria :

- c Memiliki daya tarik fisik alam berupa tumbuhan, satwa dan ekosistemnya yang masih asli, serta formasi geologi yang indah, unik dan langka;
- d Memiliki akses yang baik untuk keperluan pariwisata;
- e Memiliki luas yang cukup untuk menjamin pelestarian sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya untuk dimanfaatkan bagi wisata alam, dan
- f Kondisi lingkungan di sekitarnya mendukung upaya pengembangan wisata alam.

Dari peninjauan terhadap PP No. 20/2008 itu, terlihat bahwa kawasan Segara Anakan berpeluang untuk ditetapkan sebagai: (1). Kawasan suaka alam laut, atau (2) Taman Wisata Alam Laut. Faktor kunci dalam menentukan pilihan konservasi tersebut adalah kondisi kawasan Segara Anakan sebagai estuari di daerah tropis basah dan keberadaan ekosistem mangrove yang merupakan satu unit ekosistem mangrove yang terluas di Pulau Jawa. Bagi Pulau Jawa





yang padat penduduk dan makin langka sumberdaya alam yang masih bersifat alamiah, kawasan Segara Anakan yang sekarang merupakan sebuah estuari dengan ekosistem mangrovenya adalah sangat penting.

## KESIMPULAN

Kawasan Segara Anakan adalah satu-satunya estuari di pesisir selatan Pulau Jawa dan memiliki sejarah yang panjang. Sejarah pembentukannya dimulai dari masa sekitar 5000 BP ketika muka laut berada sekitar 5 meter di atas muka laut sekarang dan Teluk Citanduy Hipotetis (*Hypothetical Citanduy Bay*) yang merupakan laut setengah tertutup (*semi-enclosed coastal sea*) terbentuk bersama dengan Teluk Kroya Hipotetis (*Hypothetical Kroya Bay*) di sebelah timurnya. Perkembangan selanjutnya, Teluk Kroya Hipotetis berubah semakin terbuka terhadap proses marin dari Samudera Hindia dan akhirnya menjadi lingkungan pantai pasir berenergi tinggi. Di pihak lain, Teluk Citanduy Hipotetis berkembang menjadi semakin tertutup dan menjadi sebuah lagoon seiring dengan perkembangan spit Cilacap yang pembentukannya merupakan bagian dari proses perubahan di Teluk Kroya Hipotetis. Selanjutnya, sedimentasi dan ekspansi vegetasi mangrove di dalam kawasan lagoon membuat kedalaman dan luar perairan lagoon itu semakin berkurang, dan akhirnya sekarang telah berubah menjadi sebuah estuari dalam bentuk alur yang lebar. Sekarang, ekosistem mangrove di kawasan Segara Anakan adalah satu unit kawasan ekosistem mangrove yang terluas di Pulau Jawa, dan memiliki arti penting secara ekologi; memiliki nilai ekonomi dan sosial bagi masyarakat setempat, dan penting bagi dunia pendidikan dan ilmu pengetahuan, dan dikenal secara internasional. Dari sudut pandang konservasi, keadaan tersebut menyebabkan kawasan Segara Anakan memiliki nilai konservasi tinggi secara nasional. Lingkungan estuari dan ekosistem mangrovenya perlu dilindungi. Kawasan tersebut pantas untuk dijadikan kawasan lindung, yaitu sebagai Kawasan Suaka Alam Laut, atau Taman Wisata Alam Laut. Sementara itu, perlu studi lebih jauh tentang ekologi dan biodiversitas di kawasan Segara Anakan untuk mengetahui apakah kawasan tersebut pantas untuk diperjuangkan menjadi kawasan *World Heritage*.

## PUSTAKA

- ADB (Asian Development Bank), 2006. *Indonesia: Segara Anakan Conservation and Development Project*, ADB Completion Report. Asian Development Bank, 42 p. [<http://www.adb.org/Documents/PCRs/INO/22043-INO-PCR.pdf>]. Accessed: 13 May 2010.
- Ardli, E.R. and Wolff, M., 2009. Land use and land cover change affecting habitat distribution in the Segara Anakan lagoon, Java, Indonesia. *Reg Environ Change*, 9, 235-243.
- ASEAN/US CRMP and DGF (Association of Southeast Asian Nation/United State Coastal Resources Management Project, Directorate General of Fisheries, Indonesia), 1992. *The Integrated Management Plan for Segara Anakan-Cilacap, Central Java, Indonesia*. ICLARM Tech. Rep. 34, 100 p.
- Bird, E.C.F. and Ongkosongo, O.S.R., 1980. *Environmental Changes on the Coast of Indonesia*. The United Nations University, Tokyo, 52 p.
- Bird, E.C.F., 1982, Management problem in tropical estuaries. In: E.C.F. Bird, A. Soegiarto and K.A. Soegiarto (eds.), *Proceeding of the workshop on coastal resources management on the Cilacap region*, pp. 6 – 16, The Indonesian Institute of Sciences and The United Nation University, Jakarta 1982.
- Boyd, R., Dalrymple, R. and Zaitlin, B.A., 1992. Classification of clastic coastal depositional environment. *Sedimentary Geology*, 80, 139-150.
- Holtermann, P., Burchard, H. and Jennerjahn, T., 2009. Hydrodynamic of the Segara Anakan lagoon. *Reg Environ Change*, 9, 245-258.
- Napitupulu, M. and Ramu, K.L.V., 1982. Development of the Segara Anakan area of Central Java. In: E.C.F. Bird, A. Soegiarto and K.A. Soegiarto (eds.) *Proceeding of the workshop on coastal resources management on the Cilacap region*, pp. 66 – 82, The Indonesian Institute of Sciences and The United Nation University, Jakarta.



- Pudjoarinto, A., The invasion of newly formed land in the Segara Anakan area by mangrove species. In: E.C.F. Bird, A. Soegiarto and K.A. Soegiarto (eds.), *Proceeding of the workshop on coastal resources management on the Cilacap region*, pp. 114 – 121, The Indonesian Institute of Sciences and The United Nation University, Jakarta, 1982.
- Salm, R.V. and Clark, J.R., 1989. Marine and Coastal Protected Areas: a guide for planners and managers. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland, 302 p.
- Setyawan, W.B., 2002. Development of Segara Anakan: a preliminary study. *Proceedings of the 31<sup>st</sup> IAGI Annual Convention*, Surabaya.
- Sunaryo, I., 1982. A floristic study of mangrove forest in Segara Anakan. In: E.C.F. Bird, A. Soegiarto and K.A. Soegiarto (eds.), *Proceeding of the workshop on coastal resources management on the Cilacap region*, pp. 132 – 145, The Indonesian Institute of Sciences and The United Nation University, Jakarta.
- Surjowinoto, M., 1982. The Cilacap mangrove ecosystem. In: E.C.F. Bird, A. Soegiarto and K.A. Soegiarto (eds.), *Proceeding of the workshop on coastal resources management on the Cilacap region*, pp. 57 – 65, The Indonesian Institute of Sciences and The United Nation University, Jakarta.
- Tomascik, T., Mal, A.J., Nontji, A. and Moosa, M.K., 1992. *The Ecology of The Indonesia Sea Part Two*, The Ecology of Indonesia Series vol. VIII. Periplus Edition, Singapore.
- UNESCO, 2004. World Heritage, the Criteria for Selection. [<http://whc.unesco.org/en/criteria/>]. Accessed: 22 February 2010.
- Wal, D. van der, Pye, K. and Neal, A., 2002. Long-term morphological change in the Ribble Estuary, northwest England. *Marine Geology*, 189, 249-266.
- White, A.T., Martosubroto, P., and Sadorra, M.S.M. (eds.), 1989. *The coastal environmental profile of Segara Anakan-Cilacap, South Java, Indonesia*. ICLARM Technical Reports 25. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 82 p.
- Yuwono, E., Jennerjahn, T.C., Nordhaus, I., Riyanto, E.A., Sastranegara, M.H. and Pribadi, R., 2007. Ecological status of Segara Anakan, Indonesia: a mangrove-fringed lagoon affected by human activities. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, v. 4, n. 1, 61-70.



## PEMANGSAAN PROPAGUL MANGROVE DI TANGGUL TLARE JEPARA

Nirwani Soenardjo

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: nirnong@yahoo.co.id

Keberadaan hutan mangrove mempunyai arti yang penting dalam menyumbang material organik di perairan sekitarnya. Hal ini sesuai dengan fungsi dari hutan mangrove sebagai tempat pemijahan, pengasuhan, mencari makan bagi fauna yang hidup di sekitarnya. Keberlangsungan dari hutan mangrove salah satunya ditentukan oleh kelulusan hidup dari propagul mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat pemangsaan pra penyebaran dan paska penyebaran propagul *Rhizophora stylosa*, *R. mucronata* dan *Avicennia alba* di lokasi dengan dominasi jenis mangrove yang berbeda. Hasil dari penelitian ini tingkat pemangsaan propagul pra penyebaran dari *R. stylosa* merupakan yang tertinggi (27,78 %) diikuti *R. mucronata* (14,80 %) dan yang paling rendah *A. alba* (12,48 %). Selama 18 hari pengamatan tingkat pemangsaan propagul paska penyebaran di lokasi yang didominasi *R. stylosa* ternyata yang paling rendah adalah *R. stylosa* (41,65 %) dibandingkan dengan lokasi yang didominasi oleh *R. mucronata* (75,00 %) dan *A. alba* (100 %). Pemangsaan propagul *R. mucronata* juga paling rendah di lokasi yang didominasi oleh *R. stylosa* (8,35 %) dibandingkan dengan 2 lokasi yang didominasi oleh *R. mucronata* (35 %) dan *A. alba* (88,35 %). Pemangsaan propagul *A. alba* (100 %) di lokasi yang didominasi oleh *R. stylosa* dan *R. mucronata* tidak jauh berbeda. Kondisi ini membuktikan bahwa teori "dominance-predation" dari Smith (1987) hanya terbukti pada jenis *R. stylosa*.

Key words : propagule, predation, pre-dispersal, post-dispersal

### PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan suatu ekosistem vegetasi khas tropis yang tumbuh di daerah pantai pasang surut. Tumbuhan ini terdiri dari berbagai jenis pohon kayu dan semak yang mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan peralihan antara daratan dan lautan (Hogarth, 1999). Manfaat ekosistem mangrove dan komponen-komponennya baik secara langsung maupun tidak langsung mencakup berbagai aspek. Ekosistem mangrove dengan tipe perakarannya yang kokoh secara fisik mampu melindungi dan menjaga stabilitas pantai. Secara ekologis merupakan tempat mencari makan (feeding ground), pemijahan (spawning ground), pengasuhan (nursery ground) bagi berbagai jenis ikan, udang, gastropoda, burung dan biota lainnya. Secara langsung mangrove merupakan sumberdaya yang dimanfaatkan sebagai penghasil bahan konstruksi bangunan, bahan baku industri, bahan kayu bakar dan perikanan (Budiman dan Suhardjono, 1992).

Kondisi ekosistem mangrove di Jawa Tengah umumnya dalam kondisi rusak sedang – rusak berat. Menurut Kusman dan Onrizal (1998) kerusakan dicirikan dengan rendahnya kerapatan vegetasi tingkat pohon dan permudaan alam, sempitnya atau tidak adanya jalur hijau mangrove serta buruknya kondisi lingkungan. Vegetasi mangrove di desa Tanggul Tlare, kecamatan Kedung Kabupaten Jepara merupakan satu diantara sedikit vegetasi yang tersisa di pantai Utara Jawa Tengah. Secara umum kondisi mangrove menunjukkan tingkat kerusakan berat, sementara upaya rehabilitasi dan konservasi yang dilakukan mengalami kegagalan. Kegagalan ini disebabkan sebagian besar dari bibit mangrove yang ditanam hilang terhempas ombak dan rusak / pemangsaan oleh predator (kepiting).

Pemangsaan propagul merupakan peristiwa kerusakan propagul mangrove karena dimangsa (sebagian atau keseluruhan) oleh predator. Kerusakan akibat pemangsaan dapat menyebabkan hilangnya kemampuan propagul tersebut untuk dapat tumbuh. Keadaan ini dapat mengakibatkan berkurangnya jumlah seedling untuk regenerasi pohon mangrove (Zhang et al, 1994). Pemangsaan dapat terjadi pada saat propagul masih melekat pada pohon induk (pre-dispersal atau pra-penyebaran) maupun setelah lepas dari pohon induk (post-dispersal



atau paska-penyebaran). Menurut Tomlinson (1994) pemangsaan propagul secara tidak langsung memberikan dampak terhadap komposisi hutan mangrove.

Berdasarkan kondisi tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang pemangsaan propagul mangrove yang bertujuan untuk mengetahui tingkat pemangsaan pra-penyebaran dan paska-penyebaran propagul. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan pemilihan jenis bibit yang sesuai dan dapat tumbuh dengan baik di masing-masing lokasi. Sehingga program rehabilitasi dan konservasi mangrove dapat berhasil.

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah propagula mangrove *Rhizophora stylosa* Griff, *R. mucronata* Lamk dan *Avicennia alba* Blume. Propagul ini diambil dari lokasi penelitian yaitu desa Tanggul Tlare kecamatan Kedung kabupaten Jepara.

Penelitian tahap I bertujuan untuk mengetahui tingkat pemangsaan pra-penyebaran. Pengambilan data dilakukan dengan memilih 5 pohon untuk masing-masing jenis mangrove. Mangrove yang dipilih dengan memenuhi syarat sedang berbuah kemudian semua propagul yang masih tergantung pada pohon induk dipanen. Propagul dipisahkan sesuai dengan jenis mangrove dan dilakukan pengamatan kondisi dari propagul tersebut (ukuran panjang hypokotil propagul *R. stylosa* yaitu besar  $\geq 25$  cm, sedang  $10 - 25$  cm, kecil  $\leq 10$  cm ; propagul *R. mucronata* yaitu besar  $\geq 50$  cm, sedang  $25 - 50$  cm, kecil  $\leq 25$  cm ; *A. alba* yaitu besar  $\geq 2,5$  cm, sedang  $1 - 2,5$  cm, kecil  $\leq 1$  cm). Pengelompokan ini modifikasi dari Kittamura *et al* (1997) dan Surya (2003). propagul dipisahkan antara yang utuh dan yang rusak karena dimangsa terlihat ada cacat (berupa lubang atau luka) pada bagian hipokotilnya (*Rhizophora*). Sedangkan pada *Avicennia* terdapat cacat bagian epidermisnya atau interior buahnya (Fransworth dan Ellison, 1997). Propagul yang rusak dibelah untuk melihat apakah predator masih ada didalamnya, jika ada kemudian diidentifikasi. Semua propagul yang utuh dan rusak dicatat jumlahnya untuk masing-masing jenis, untuk mengetahui presentase pemangsaan dari masing-masing jenis. Penelitian tahap II merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui tingkat pemangsaan propagul *R. stylosa*, *R. mucronata* dan *A. alba* paska-penyebaran diareal dengan dominasi jenis yang berbeda (18 hari). Data dianalisa secara deskriptif dengan memplotkan data ke bentuk grafik. Untuk mengetahui dominasi diperlukan data mengenai jenis, jumlah tegakan dan diameter batang. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan metode dari Muller-Dumbois dan Ellenberg (1974) meliputi :

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = (\text{Jumlah individu jenis ke } i / \text{Jumlah total seluruh individu}) \times 100 \%$$

$$\text{Frekuensi Relatif (FR)} = (\text{Frekuensi individu jenis ke } i / \text{Jumlah total frekuensi seluruh individu}) \times 100 \%$$

$$\text{Dominasi Relatif (DR)} = (\text{Dominasi individu ke } i / \text{Jumlah total seluruh individu}) \times 100 \%$$

$$\text{Nilai Penting (NP)} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah total sample propagul *Rhizophora stylosa* 637 buah, *R. mucronata* 696 buah dan *A.alba* 2068 buah. Tingkat pemangsaan propagul pra-penyebaran tertinggi yaitu *R. stylosa* (27,78 %) dan terendah *A.alba* (12,48 %). Kondisi ini diduga adanya perbedaan ketersediaan propagul dan predator utama di masing-masing lokasi. Selain itu kandungan gula dan komponen kimiawi propagul mempengaruhi daya ketertarikan predator untuk memangsanya. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Surya (2003) mangrove Segara Anakan Cilacap tingkat pemangsaan *A.alba* (19,42 %) lebih tinggi dibandingkan dengan *R.mucronata* (2,56 %). Laporan hasil penelitian dari Fransworth dan Ellison (1997) pemangsaan pada 42 hutan mangrove di 16 negara memperlihatkan tingkat pemangsaan propagul tertinggi pada *A.*



marina, *R. mucronata* dan terendah *R.stylosa*. Hasil penelitian tingkat pemangsaan *R.stylosa* menunjukkan peningkatan sejalan dengan pertambahan ukuran propagul (kecil-sedang-besar). Dengan nilai rerata 38,70%. Sedangkan pada propagul *R.mucronata* kebalikan dari *R.stylosa* menunjukkan penurunan sejalan dengan pertambahan ukuran propagul nilai rerata 28,70 % (disajikan pada tabel 1)

**Tabel 1. Tingkat pemangsaan propagul pra-penyebaran *R. stylosa*, *R.mucronata* dan *A. alba* untuk masing-masing ukuran**

Ulangan	Jenis	% yang dimangsa			% total dimangsa
		Kecil	sedang	besar	
1	<i>R.stylosa</i>	33,30	76,90	84,03	32,69
2		50,00	75,78	79,37	36,67
3		0,00	0,00	74,63	16,00
4		50,00	41,70	43,29	25,27
5		60,00	54,30	47,85	28,28
Rerata		38,70	49,70	65,83	27,78
1	<i>R.mucronata</i>	0,00	16,70	23,53	16,63
2		27,70	1,52	0,00	6,42
3		20,60	8,75	0,00	12,17
4		38,10	25,70	0,00	23,81
5		57,10	14,00	0,00	15,00
Rerata		28,70	13,30	4,70	14,80
1	<i>A.alba</i>	0,00	59,90	20,79	12,36
2		0,00	78,10	75,00	16,14
3		0,00	8,42	14,71	8,57
4		0,00	52,90	14,51	10,03
5		0,00	66,20	20,53	15,30
Rerata		0,00	53,10	29,11	12,48

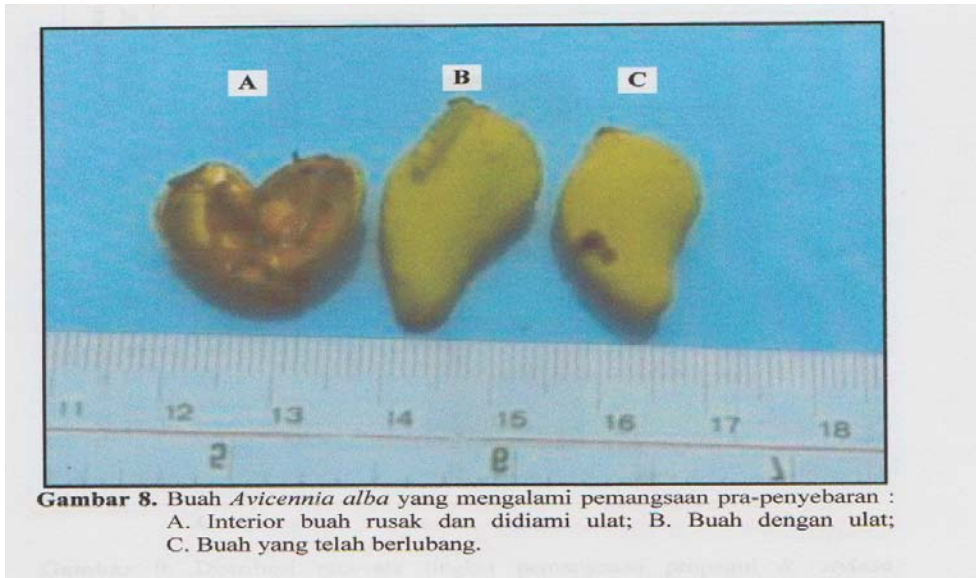
Larva serangga merupakan predator utama pada pemangsaan pra-penyebaran. Hal ini ditunjukkan dari kerusakan yang ditimbulkan yaitu berupa bekas gigitan pada hipokotil (*R.stylosa* dan *R.mucronata*) sedangkan pada *A.alba* ditemukan adanya lubang dan bekas gigitan pada buah. Setelah dilakukan pembelahan pada beberapa propagul *A.alba* yang berlubang ternyata didalamnya terdapat larva serangga. Menurut Sivasothi dan Ng (1999) larva serangga biasanya menjadikan bagian interior buah avicennia sebagai makanan juga sebagai tempat tinggalnya sampai berubah menjadi serangga dewasa. Sedangkan pada propagul *R.stylosa* dan *R.mucronata* tidak ditemukan adanya larva serangga.

Tingkat pemangsaan paska-penyebaran selama penelitian bervariasi, *R.mucronata* merupakan jenis yang paling sedikit dimangsa di semua stasiun penelitian dan yang paling banyak dimangsa adalah *A.alba*. Hasil dari penelitian ini sesuai dengan penelitian yang sudah dilakukan pada vegetasi mangrove yang berbeda. Kondisi dapat maknai bahwa pemangsaan propagul mempunyai kisaran yang luas pada setiap jenis, lokasi dan waktu berbeda.

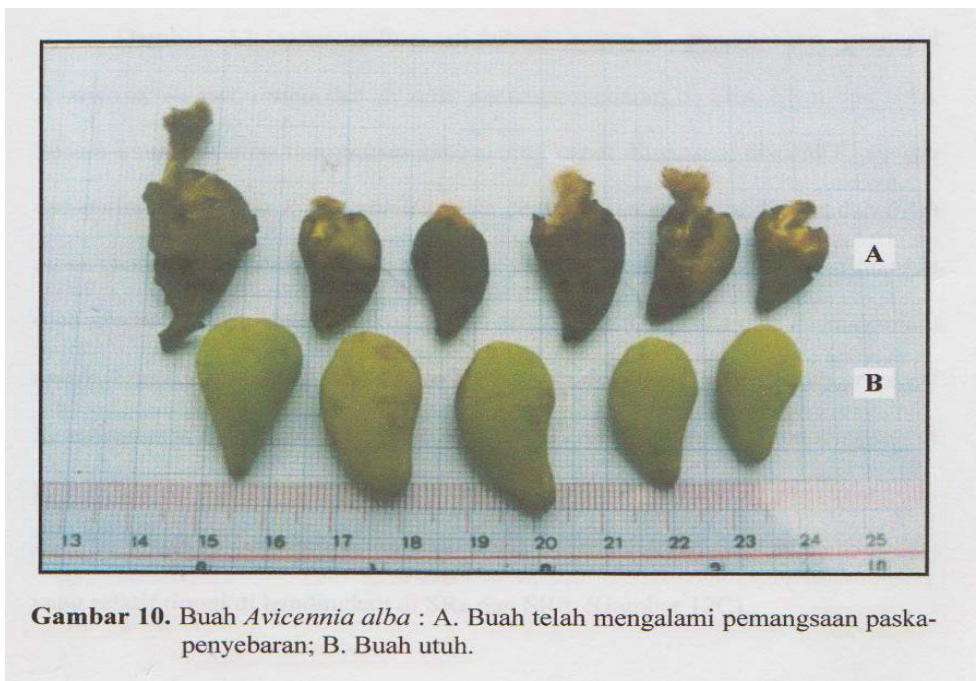
Pemangsaan propagul *A.alba* dilokasi penelitian (95 – 100 %) dan hasil ini tidak berbeda dengan penelitian dari Pribadi (1998) di Teluk Bintuni Papua (97 – 100 %) ; Surya (2003) di Segara Anakan Cilacap (85 – 100 %). Pemangsaan *R.mucronata* dilokasi penelitian (8,35 – 88,35 %), hasil penelitian dari Warsini (2002) di daerah Menco Demak adalah 40 – 79 %. Perbedaan tingkat pemangsaan ini diduga erat hubungannya dengan perbedaan nutrisi yang dikandung oleh propagul. Perilaku ketertarikan yang berbeda terhadap propagul diperlihatkan oleh predator (kepiting) yang lebih tertarik memangsa propagul *A.alba* dibandingkan kedua jenis propagul lainnya. Hal ini dikarenakan kandungan gula yang tinggi dan kandungan serat tannin yang rendah dalam propagul Avicennia. Berdasarkan hasil penelitian Smith (1987<sup>3</sup>)



*A.marina* merupakan jenis yang paling banyak dimangsa , ternyata memiliki kandungan gula sederhana yang tinggi dan hanya mengandung sedikit tannin, serat dan protein.



**Gambar 8.** Buah *Avicennia alba* yang mengalami pemangsaan pra-penyebaran :  
 A. Interior buah rusak dan didiami ulat; B. Buah dengan ulat;  
 C. Buah yang telah berlubang.



**Gambar 10.** Buah *Avicennia alba* : A. Buah telah mengalami pemangsaan paska-penyebaran; B. Buah utuh.

Tabel 2 menunjukkan bahwa mangrove *A.alba* tidak dijumpai di S Rs maupun S Rm memperlihatkan tingkat pemangsaan tinggi paska-penyebaran (100 %) sedangkan di S Aa dimana jenis *A.alba* mendominasi pemangsaan sedikit lebih rendah (95,57 %). Pemangsaan propagul *A.alba* menunjukkan adanya korelasi negative dengan dominasi jenis. Di S Rs (Stasiun *R.stylosa*) dan S Rm (stasiun *R.mucronata* dimana jenis ini (*A.alba*) tidak dijumpai menunjukkan semua propagul sample telah dimangsa dalam waktu 2 hari. Sedangkan di stasiun yang didominasi oleh *A.alba* (S Aa) setelah 18 hari propagul *A.alba* yang dimangsa lebih rendah. *R.mucronata* yang mendominasi di S Rm tingkat pemangsanya lebih tinggi ( 35,00 %) dibandingkan di S Rs (8,35 %) tetapi lebih tinggi tingkat pemangsannya di S Aa (88,35 %). Pemangsaan *R.stylosa* juga memiliki korelasi negative dengan dominasi pohon. Stasiun dimana

jenis ini dominan (S Rs) tingkat pemangsannya terendah jika dibandingkan dengan di S Rm dan S Aa.



**Gambar 11.** Propagul *Rhizophora stylosa* yang telah rusak akibat pemangsaan paska-penyebaran.

**Tabel 2.** Perbandingan antara dominasi pohon (Nilai Penting =NP) dan tingkat Pemangsaan (TP) propagul *R.stylosa*, *R.mucronata* dan *A.alba* paska-Penyebaran

Jenis	S Rs		S Rm		S Aa	
	NP	TP	NP	TP	NP	TP
<i>R.stylosa</i>	0,00	100,00	0,00	100,00	211,83	95,57
<i>R.mucronata</i>	29,36	8,35	254,22	35,00	0,00	88,35
<i>A.alba</i>	270,64	46,65	0,00	75,00	0,00	100,00

Korelasi negative antara tingkat pemangsaan dengan dominasi jenis terlihat pada *R.stylosa* dan *A.alba*. Fenomena ini menjelaskan bahwa teori Smith (1987<sup>a</sup>) mengenai teori “dominance-predation” dimana tingkat pemangsaan lebih rendah terjadi pada lokasi yang didominasi oleh jenis tersebut atau sebaliknya, hal ini terbukti pada lokasi penelitian yang didominasi oleh *R.stylosa* dan *A.alba*. Hasil penelitian dari Pribadi (1998) di teluk Bintuni Papua hanya dominasi *A.alba* yang mendukung teori “dominance-predation”. Hasil penelitian di Ludmulla Creek Darwin Australia tidak ditemukan adanya hubungan antara pemangsaan propagul dengan dominasi jenis pohon (Mc Guinness, 1997). Hal ini dapat dijelaskan karena perbedaan predator yang ada yaitu setiap lokasi memiliki predator yang berbeda. Adanya perbedaan ini dapat dijadikan salah satu alasan teori ini dapat diterapkan pada suatu daerah tapi tidak dapat diterapkan pada daerah lain. Predator utama yang ditemukan di lokasi penelitian adalah kepiting Grapsidae (*Sesarma* sp). Disajikan pada lampiran 1

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian *R. stylosa* memiliki tingkat pemangsaan propagul pra-penyebaran tertinggi. Sedangkan untuk paska-penyebaran *A.alba* memiliki tingkat pemangsaan tertinggi. Pola hubungan negative antara tingkat pemangsaan dengan dominasi jenis terbukti pada *R.stylosa* dan *A.alba*.



## PUSTAKA

- Bengen, D.G. 2002. Pedoman Teknis : Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. PKSPL – IPB. Bogor. 61 hal
- Budiman, A dan Suhardjono. 1992. Penelitian Mangrove di Indonesia : Pendayagunaan dan Konservasi. Lokakarya Nasional Penyusunan Program Penelitian Biologi Kelautan dan Proses Dinamika Pesisir, Semarang Puslitbang Biologi – LIPI Jakarta.
- Fransworth, E.J dan A.M. Ellison. 1997. global Palternss of Pre-dispersal Propagul Predation on Mangrove Forests. Biotropica, vol.29 (3), 318-330 pp
- Hogarth, P.J.1999. The Ecology of Mangrove. Oxford University Press, Inc. New York. 228 p
- Mc Guinness, K.A.1997. Seed Predation in a Tropical Mangrove Forest : a Test of The Dominance Predation Model in Northern Australia. Journal of Tropival Ecology. Vol. 13 293 – 282 pp
- Mc Kee, K.L. 1995. Mangrove Species Distribution and Propagul Predation in Belize : An Exception to The Dominance- Predation Hypothesis. Biotropica. Vol 27 (3) 334 – 345 pp
- Mueller-Dumbois,D and Ellenberg,H. 1974. Aims and Methodes of Vegetation Ecology. John Wiley. London
- Pribadi, R. 1998. The Ecology of mangrove Vegetation in Bintuni Bay, irian Jaya, Indonesia. Departement of Biological and Molecules Science. University of Stirling Scotland (Disertasi PhD, unpublished)
- Robertson, A.I., R. Giddins and T.J.Smith,1990. Seed Predation by Insects in Tropical Mangrove Forests : EXttent and Effects on seed Viability ang Growth of seedling. Aus.J.Eco. Vol. 16 433 – 443 pp
- Smith, T.J. III. 1978a. Seed Predation in Relation to The Dominance and Distribution in Mangrove Forests. Ecology. Vol. 68 266 – 273 pp
- Surya, A.A 2003. studi pemangsaan *Rhizophora mucronata* Lamk dan *Avicennia alba* Blume di Hutan Mangrove Segara Anakan Cilacap
- Tomlinson, P,B, 1994. The Botany of Mangroves, Cambridge Universirty Prees. UK. 419 p
- Warsini, T. 2002. Studi Pemangsaan Propagul Mangrove Pada Dominasi Mangrove yang berbeda di Dusun Menco Demak
- Zhang, J., F.A. Drummond, M.Liebman and A. Hartake. 1995. Insect Predation of Seeds and Plant population Dynamics. MAFES Technical Bulletin. 163 : 24.

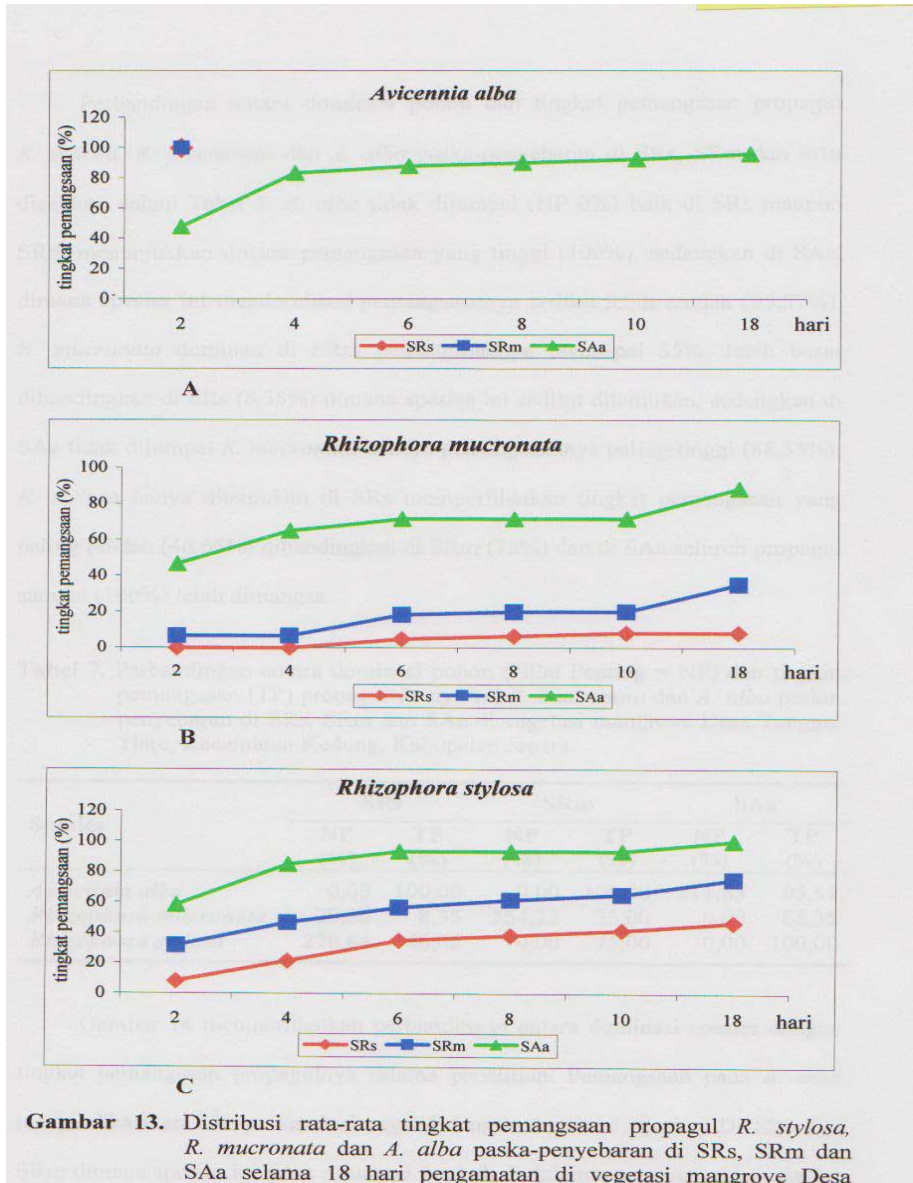
## Lampiran

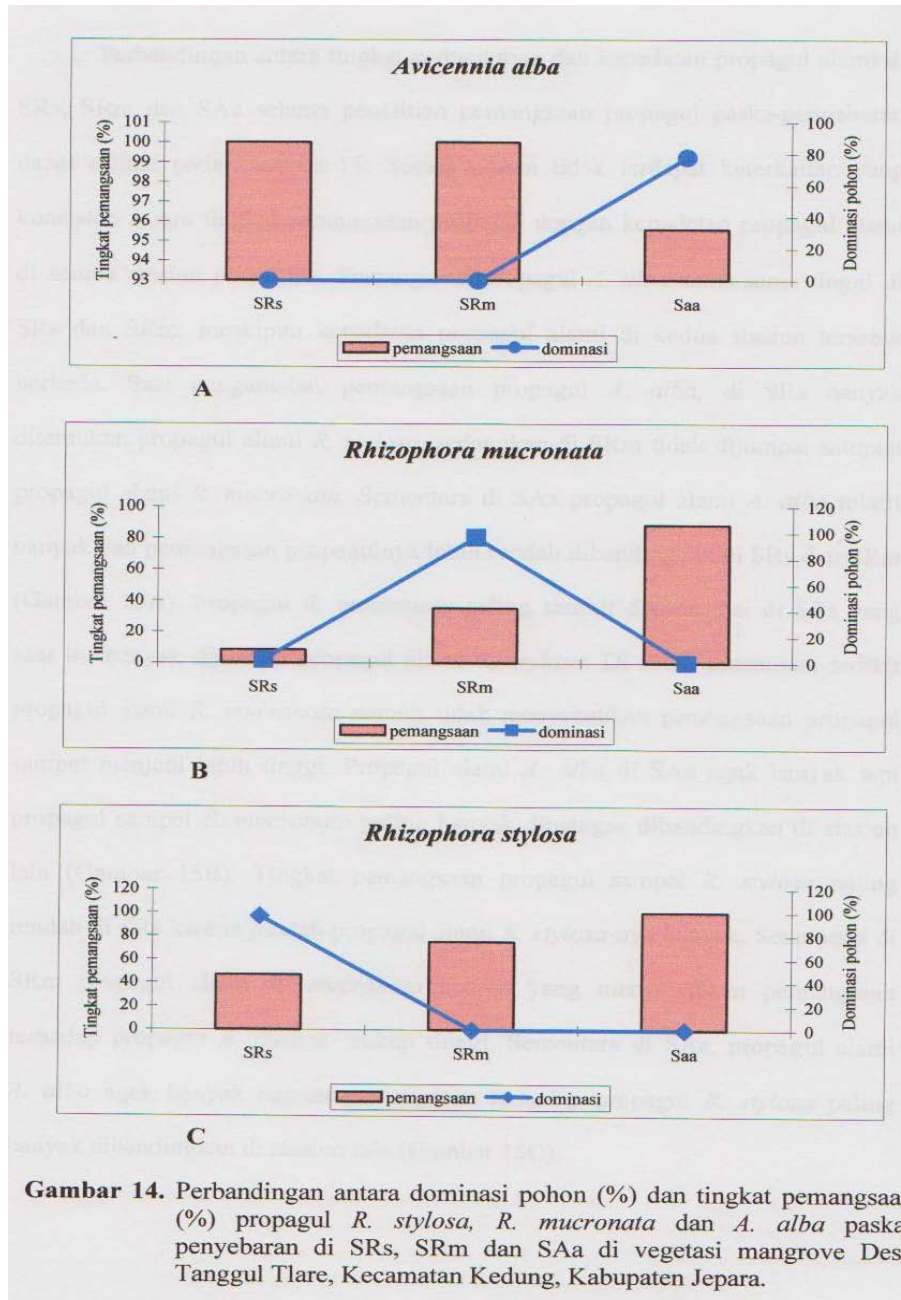
**Lampiran 1.** Foto sampel predator propagul yang ditemukan saat Penelitian Tahap II.



Kepiting Grapsidae (*Sesarma* sp.) yang diduga sebagai predator utama pada penelitian pemangsaan propagul paska-penyebaran.









## TINJAUAN (KEMUNGKINAN) DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP EKOSISTEM MANGROVE

**Rudhi Pribadi**

*Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang*

*rudhi\_pribadi@yahoo.co.uk*

Ekosistem mangrove merupakan salah satu tipe ekosistem pesisir yang unik dan telah dikenal memiliki peranan yang sangat penting baik secara fisik, ekologis maupun ekonomis. Indonesia sebagai negara tropis dengan areal mangrove terluas di dunia tentunya sangat berkepentingan untuk melindungi ekosistem tersebut meskipun pada kenyataannya upaya-upaya yang telah dilakukan belum menunjukkan hasil yang cukup optimal. Salah satu bentuk ancaman 'baru' terhadap ekosistem mangrove adalah perubahan iklim global, dimana banyak fenomena-fenomena alam yang diperkirakan akan timbul terkait secara langsung atau tidak dengan perubahan iklim tersebut. Salah satu fenomena yang dianggap paling serius mengancam keberadaan ekosistem mangrove adalah kenaikan muka air laut (sea level rise). Belum banyak penelitian yang dilakukan secara khusus untuk membahas tentang kemungkinan dampak perubahan muka air laut tersebut terhadap ekosistem mangrove, namun demikian ada beberapa kejadian alam yang bisa dipelajari guna melihat kemungkinan-kemungkinan dampak yang kelak timbul.

Keywords: mangrove, global climate change, sea-level rise

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan mangrove terluas di dunia. Data terakhir menunjukkan luas hutan mangrove di Indonesia mencakup 3.5 juta ha dengan penyebaran terutama di Papua (60%), Kalimantan (16%), Sumatera (15%) dan sisanya tersebar di beberapa pulau lainnya (BAKOSURTANAL, 2010). Meskipun sudah banyak diketahui bahwa ekosistem mangrove memiliki fungsi penting baik secara fisik, ekologis maupun ekonomis namun pada kenyataannya laju perusakan hutan mangrove masih sangat tinggi, bahkan lebih tinggi jika dibandingkan dengan laju rehabilitasinya. Kenyataan ini tentunya sangat memprihatinkan mengingat keberadaan ekosistem ini sangatlah penting khususnya sebagai salah satu pelindung kawasan pesisir dalam menghadapi perubahan iklim global yang sekarang makin terasa dampaknya.

### MANGROVE: DEFINISI, DISTRIBUSI, FUNGSI DAN DEGRADASI

Kata "mangrove" berarti tanaman tropis dan komunitasnya yang tumbuh pada daerah intertidal (Tomlinson, 1994; Kitamura *et al.*, 1997). Daerah intertidal sendiri adalah wilayah dibawah pengaruh pasang surut sepanjang garis pantai, seperti pantai, estuarin, laguna dan *river banks* (English *et al.*, 1997). Komunitas tumbuhan ini terdiri dari berbagai jenis pohon kayu dan semak yang mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan peralihan antara daratan dan lautan (Hogarth, 2007). Mangrove merupakan ekosistem yang spesifik karena pada umumnya hanya dijumpai di pantai yang berombak relatif kecil atau bahkan terlindung dari ombak, di sepanjang delta dan estuarin yang dipengaruhi oleh masukan air dan lumpur dari daratan (MacNae, 1968).

Mangrove merupakan komunitas yang hidup didaerah pantai tropis yaitu antara 32° LU hingga 38° LS meliputi wilayah Afrika, Asia, Australia, dan Amerika. Sedangkan di daerah subtropis mangrove sebenarnya juga masih dijumpai namun menurun kelimpahan spesiesnya seiring dengan bertambahnya derajat lintang (Chapman, 1976; Tomlinson, 1994; Quarto, 1998; Hogarth, 2007). Mangrove paling ekstensif terdapat di daerah tropis Indo-Pasifik. Vegetasi ini berkembang dengan baik pada sistem-sistem delta yang luas, contohnya: Gangga-Brahmanaputra, Irrawady, Mekong; dan sepanjang pesisir yang terlindungi masa tanah yang



luas, contohnya Madagaskar, Selat Malaka, pulau - pulau di Indonesia dan Papua New Guinea (Macintosh dan Zisman, 1995). Mangrove yang terdapat pada daerah subtropis atau lintang yang ekstrem tersebut antara lain: 31° LU di Jepang bagian ujung selatan, 31° LU di pesisir Pasifik Meksiko, 32° LS Brazil, dan 38° LS ujung selatan Australia (Wells, 1983).

Manfaat hutan mangrove dan elemen-elemennya baik secara langsung maupun tidak langsung mencakup berbagai sektor. Secara fisik hutan mangrove dengan sistem perakarannya yang kokoh mampu melindungi dan menjaga stabilitas pantai (Budiman dan Suhardjono, 1992). Secara ekologis ekosistem mangrove merupakan habitat alami, daerah pemijahan (*spawning ground*) serta daerah mencari makanan (*feeding ground*) bagi berbagai biota laut (ikan, krustasea dan gastropoda) dan darat (burung, reptil dan mamalia). Mangrove menyediakan habitat bagi beberapa organisme laut yang bernilai ekonomis pada fase kritis dalam daur hidup mereka; mereka berfungsi sebagai daerah asuhan (*nursery ground*) pada beberapa kasus. Tercatat beberapa literatur yang menegaskan mengenai tiram yang tumbuh besar pada akar *Rhizophora*, dan ada pula jenis tiram lain dan kerang-kerangan yang tumbuh besar pada lumpur mangrove. Akar mangrove juga melindungi habitat ikan yang berada di pantai dari polusi sedimen (Tomlinson, 1994). Selain itu mangrove sebagai suatu sumber daya juga sering digunakan sebagai penghasil bahan konstruksi bangunan pantai, bahan baku industri, bahan bakar dan perikanan (Budiman dan Suhardjono, 1992).

Kegiatan ekstensifikasi tambak untuk meningkatkan produksi perikanan (budidaya) secara berlebihan telah mengakibatkan degradasi fisik habitat pesisir khususnya hutan mangrove. Sejarah pembangunan tambak diawali di Pulau Jawa dan Sulawesi Selatan, kemudian berkembang ke Aceh, ke Sumatera Utara dan Lampung (Giesen, 1991 *dalam* Noor dkk, 1999). Pada tahun 1982, perkiraan luas tambak di Indonesia seluas 193.700 hektar (Bailey, 1988 *dalam* Noor, 1999), kemudian bertambah menjadi 269.000 hektar pada tahun 1990 (Ditjen Perikanan, 1991) dan pada tahun 1997 luas tambak mencapai 390.182 hektar (Ditjen Perikanan, 1997). Berarti telah terjadi penambahan areal tambak lebih dari 100% dalam kurun waktu kurang dari 15 tahun (Noor *et al*, 1999). Siregar (2001) *dalam* Dursin (2001) menyatakan bahwa hampir semua tambak udang yang terletak di Pantai Utara Jawa gagal dan telah ditinggalkan oleh pengusaha karena tidak lagi produktif. Tidak semua kawasan hutan mangrove dapat diubah menjadi tambak, tetapi para pengusaha tetap membuka hutan mangrove untuk dijadikan lahan tambak (Dursin, 2001). Selain diakibatkan oleh pembukaan tambak, kerusakan mangrove juga disebabkan oleh aktivitas lainnya seperti pemukiman, industri dan penebangan hutan untuk kebutuhan bahan bakar dan bangunan.

#### DAMPAK PERUBAHAN IKLIM GLOBAL

Perubahan iklim global merupakan salah satu tantangan terbesar bagi manusia pada abad ini. Meskipun menurut catatan geologi perubahan iklim selalu terjadi sepanjang sejarah, laju pemanasan global saat ini mengancam keselamatan seluruh ekosistem. Salah satu diantara beberapa ekosistem yang dianggap paling terancam adalah mangrove, khususnya terhadap ancaman kenaikan muka air laut. Perubahan iklim global, khususnya perubahan suhu, CO<sub>2</sub>, curah hujan, badai dan kenaikan muka air laut, ditambah ancaman aktivitas manusia akan mengancam daya resiliensi dari mangrove. Untuk itu pada tahun 2006 IUCN (*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*) dibawah payung kegiatan *The Global Marine Programme* telah menginisiasi terbentuknya *The IUCN Resilience Science Working Group on Coral Bleaching, Resilience, and Climate Change*. Tujuan dibentuknya kelompok kerja ini adalah untuk mengajak para praktisi pengelola pesisir mempermudah identifikasi dan pengujian terhadap intervensi manajemen dalam mitigasi dampak perubahan iklim terhadap ekosistem pesisir. Di bawah ini adalah ringkasan singkat dari apa yang dikerjakan



oleh kelompok kerja tersebut yang tertuang dalam *The IUCN Resilience Science Group Working Paper Series No. 2* (McLeod and Salm, 2006):

#### ***Efek perubahan temperatur***

Sejak 1880, bumi lebih panas 0.6-0.8° C dan diperkirakan akan meningkat 2-6° C pada 2100 yang umumnya akibat aktivitas manusia (Houghton et al. 2001). Mangroves diperkirakan tidak terlalu terkena dampak naiknya suhu air laut (Field 1995). Sebagian besar mangrove menghasilkan kerapatan daun maksimal pada temperature udara rata-rata 25°C dan berhenti menghasilkan daun jika suhu udara turun 15°C (Hutchings and Saenger 1987). Pada suhu diatas 25°C, beberapa jenis mangrove mengurangi laju pembentukan daunnya (Saenger and Moverly 1985). Suhu diatas 35°C akan menyebabkan stress suhu yang berpengaruh terhadap struktur perakaran mangrove dan keberhasilan tumbuh anakan mangrove (UNESCO 1992). Pada suhu daun 38-40°C, fotosintesis hampir tidak bisa berlangsung (Clough et al. 1982; Andrews et al. 1984). Beberapa ilmuwan berpendapat mangrove akan bergeser ke arah kutub dengan naiknya temperature udara (UNEP 1994; Field 1995; Ellison 2005). Meskipun nampaknya mungkin beberapa jenis mangrove akan migrasi ke lintang yg lebih tinggi dimana luasan wilayahnya akan dibatasi oleh suhu, Woodroffe dan Grindrod (1991) dan Snedaker (1995) beranggapan bahwa kejadian suhu dingin yang ekstrim lebih merupakan faktor pembatas penyebaran mangrove ke lintang yang lebih tinggi.

#### ***Efek perubahan CO<sub>2</sub>***

Kandungan CO<sub>2</sub> atmosfer telah meningkat dari 280 ppmv (*parts per million by volume*) pada tahun 1880 sampai mencapai 370 ppmv pada tahun 2000 (Houghton et al. 2001). Sebagian besar CO<sub>2</sub> atmosfer berasal dari bahan bakar fosil akan diserap oleh air laut dan akan berpengaruh terhadap kimiawi air laut. Meningkatnya kandungan CO<sub>2</sub> diharapkan akan meningkatkan laju fotosintesis dan pertumbuhan mangrove (UNEP 1994). Sebagai contoh meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> secara signifikan meningkatkan laju fotosintesis dan pertumbuhan rata-rata dari *Rhizophora stylosa* dan *Rhizophora apiculata* di Australia, tapi hanya bila mereka ditanam pada salinitas yang lebih rendah (Ball et al. 1997). Salah satu dampak tidak langsung terhadap mangrove karena naiknya suhu dan CO<sub>2</sub> adalah rusaknya terumbu karang karena pemutihan masal dan pertumbuhan yang tidak sempurna (Hoegh-Guldberg 1999). Rusaknya terumbu karang kemungkinan bisa berimbas ke ekosistem mangrove karena terumbu karang juga berfungsi sebagai pelindung mangrove dari aksi gelombang.

#### ***Efek perubahan curah hujan***

Curah hujan diperkirakan akan naik sekitar 25% pada tahun 2050 sebagai respon atas pemanasan global. Namun demikian, pada skala regional kenaikan ini tidak terdistribusi secara merata pada masing-masing daerah (Knutson dan Tuleya 1999; Walsh dan Ryan 2000; Houghton et al. 2001). Perubahan pola curah hujan yang disebabkan oleh perubahan iklim mungkin akan menimbulkan efek yang dalam baik pada pertumbuhan mangrove maupun perluasan distribusinya (Field 1995; Snedaker 1995). Berkurangnya curah hujan menyebabkan turunnya produktivitas, pertumbuhan, ketahanan hidup semai, dan sangat mungkin mempengaruhi komposisi jenis khususnya meningkatkan pertumbuhan jenis-jenis yang lebih toleran terhadap salinitas (Ellison 2000, 2004). Turunnya curah hujan diperkirakan juga akan menyebabkan berkurangnya luasan mangrove, berkurangnya keanekaragaman dan diramalkan hilangnya zona daratan mangrove menjadi dataran tanpa vegetasi yang *hypersaline* (Snedaker 1995). Meningkatnya curah hujan sebaliknya akan meningkatkan luasan mangrove, bervariasinya zonasi mangrove, dan pada beberapa jenis meningkatkan laju pertumbuhan (Field 1995). Bertambahnya curah hujan mungkin menyebabkan mangrove bermigrasi bersaing dengan vegetasi *saltmarsh* (Harty 2004).



### ***Efek perubahan pola badai***

Menurut International Panel on Climate Change, belum pernah ada laporan tentang kecenderungan (peningkatan) badai tropis, dan tidak ada bukti perubahan frekuensi atau luasan formasi badai, tetapi mereka meramalkan intensitas angin akan meningkat 5-10% (Houghton et al. 2001). Namun demikian, kajian yang lebih baru mengindikasikan memang benar badai tropis meningkat baik dalam frekuensi dan atau intensitasnya karena perubahan iklim (Trenberth 2005), menimbulkan ancaman baru terhadap ekosistem mangrove. Badai besar dilaporkan telah menyebabkan kematian masal di 10 lokasi hutan mangrove di Karibia pada 50 tahun terakhir (Jimenez et al. 1985; Armentano et al. 1995). Cahoon et al. (2003) membuktikan bahwa kematian masal mangrove di Honduras disebabkan oleh hurricane yang menyebabkan *peat collapse* yang memperlambat laju pemulihan setelah terjadinya bencana. Proyeksi model dari mangrove Florida Selatan menunjukkan bahwa meningkatnya hurricane pada abad mendatang nampaknya akan mengurangi tinggi rata-rata hutan mangrove (Ning et al. 2003). Badai besar dapat pula menyebabkan perubahan struktur komunitas karena masing-masing jenis memiliki respon yang berbeda-beda terhadap badai. Roth (1997) menyatakan proporsi jenis mungkin akan bergeser karena mereka memiliki laju regenerasi yang berbeda. Proyeksi meningkatnya frekuensi kejadian air pasang tinggi (Church et al. 2001, 2004) dapat berpengaruh terhadap kesehatan mangrove dan komposisinya karena perubahan salinitas, inundasi, dan perubahan dalam budget sedimen lahan basah (Gilman et al. 2006). Meningkatnya badai dapat pula menyebabkan banjir di mangrove dan, bila berkombinasi dengan naiknya muka air laut, menyebabkan rusaknya mangrove. Banjir akibat meningkatnya curah hujan, badai, atau kenaikan muka air laut akan dapat menurunkan produktivitas, fotosintesis dan daya tahan mangrove (Ellison 2000). Inundasi lenticels pada akar nafas dapat menyebabkan turunnya konsentrasi oksigen yang menyebabkan kematian mangrove (Ellison 2004). Inundasi diperkirakan juga mengurangi kemampuan daun mangrove untuk mengatur kadar air dan berfotosintesa (Naidoo 1983).

### ***Efek perubahan muka air laut***

Pada abad terakhir muka air laut telah naik 10-20 cm utamanya dikarenakan ekspansi panas di laut dan mencairnya es di kutub karena pemanasan global (Church et al. 2001). Beberapa model iklim memperkirakan meningkatnya laju kenaikan muka air laut dalam beberapa puluh tahun kedepan (Church et al. 2001). Perubahan muka air laut juga telah disebabkan karena penyesuaian tektonik dan isostatik (misal deformasi dasar samudera, *land subsidence* atau up-lifting) (Kennish 2002). Selama abad 21 kenaikan muka air laut diproyeksikan meningkat 0.09 to 0.88 m (Houghton et al. 2001). Naiknya muka air laut ini merupakan tantangan perubahan iklim terbesar yang akan dihadapi oleh mangrove (Field 1995). Catatan geologi mengindikasikan bahwa fluktuasi muka air laut telah menciptakan baik krisis maupun kesempatan bagi komunitas mangrove, dan mereka bertahan atau berekspansi di beberapa kawasan 'pengungsian' (Field 1995). Mangrove dapat beradaptasi terhadap kenaikan muka air laut asalkan terjadinya secara perlahan (Ellison and Stoddart 1991), jika lahan untuk berexpansi tersedia, dan jika kondisi lingkungan lainnya sesuai.

### ***Adaptasi mangrove yang membantu menyelamatkan dari kenaikan muka air laut***

Mangrove telah memiliki akar nafas, akar penunjang, dan akar papan yang khusus untuk tumbuh di lingkungan yang berlumpur, 'bergerak', dan salinitas tinggi. Mangrove mungkin dapat bertahan terhadap perubahan muka air laut dengan tumbuh di tempat yang lebih tinggi, atau bergeser kearah daratan. Mangrove dapat menghasilkan gambut dari litterfall yang membusuk, pertumbuhan akar, maupun menangkap sedimen yang ada di air. Proses terbentuknya gambut membantu mangrove dalam bersaing dengan naiknya muka air laut. Di



Western Jamaica, misalnya, komunitas mangrove mampu mempertahankan diri karena laju sedimentasinya melebihi laju kenaikan muka air laut mid-Holocene (diperkirakan 3.8 mm/yr) (Hendry dan Digerfeldt 1989). Mangrove dapat tetap memperluas areanya meskipun muka air laut naik asalkan laju akresi sedimen cukup untuk bersaing dengan laju kenaikan muka air laut. Namun demikian, kemampuan mereka dalam bermigrasi baik ke arah darat atau laut juga ditentukan kondisi local yang ada seperti infrastruktur (misal jalan, lahan pertanian, pematang, pemukiman, dinding pantai, jalur pelayaran) dan topografinya (misal lereng yang terjal). Jika migrasi ke arah darat atau pertumbuhan tidak bisa lebih cepat dari naiknya muka air laut, maka luasan mangrove secara progresif akan berkurang dan mungkin pula punah (UNEP 1994).

### ***Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi respon mangrove terhadap kenaikan muka air laut***

Untuk memahami dampak kenaikan muka air laut terhadap ekosistem mangrove perlu memperhatikan beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kesetimbangan ekosistem tersebut seperti tipe substrat, proses-proses di pesisir, gejala tektonik local, ketersediaan sedimen dan air tawar, dan salinitas tanah dan air tanah (Belperio 1993; Semeniuk 1994; Blasco et al. 1996). Variasi iklim (seperti perubahan curah hujan dan frekuensi serta intensitas badai siklon) bisa lebih memperparah faktor-faktor yang berpengaruh terhadap respon mangrove dalam menghadapi kenaikan muka air laut karena mereka dapat mengubah pasokan air tawar, sedimen, dan nutrien ke dalam mangrove dan rezim salinitasnya. Dalam sebuah analisa dampak kenaikan muka air laut terhadap estuaria Kennish (2002) menggarisbawahi pentingnya kondisi local seperti ukuran dan bentuk estuaria, orientasinya terhadap fetch dan arus lokal, sebaran daerah lahan basah, geologi dari daerah aliran sungai di sekitarnya dan tata guna lahan di daerah hulunya. Kisaran pasang surut dan suplai sedimen merupakan dua indikator kritis dari respon mangrove terhadap kenaikan muka air laut. Komunitas mangrove di daerah makrotidal dan kaya sedimen (seperti komunitas mangrove di Australia Utara; Semeniuk 1994; Woodroffe 1995) mungkin akan bertahan lebih baik terhadap naiknya muka air laut dibanding mereka yang hidup di daerah mikrotidal yang miskin sedimen seperti di Kepulauan Karibia (Parkinson et al. 1994). Lokasi yang tinggi kandungan karbonatnya sering diasosiasikan dengan terumbu karang atol dan kepulauan, dimana migrasi ke arah darat untuk menghindari efek kenaikan muka air laut tidak memungkinkan dan ketersediaan sedimen juga terbatas; sehingga mangrove di kepulauan batu karang termasuk rawan terhadap kenaikan muka air laut. (UNEP 1994). Dengan demikian kenaikan muka air laut diperkirakan akan mengurangi sebaran geografis dan keanekaragaman hayati mangrove di pulau-pulau kecil dengan lingkungan yang mikrotidal dan miskin sedimen (IPCC 1997). Mangrove yang memiliki akses terhadap sedimen *allochthonous*, seperti mangrove delta dengan banyak alur sungai, sepertinya akan bertahan terhadap kenaikan muka air laut dibanding dengan mereka yang rendah input sedimennya (Woodroffe 1990; Pernetta 1993). Namun demikian penting untuk dijadikan catatan bahwa meskipun akses ke sedimen merupakan hal kritis bagi mangrove dalam bertahan terhadap kenaikan muka air laut tapi terlalu banyak sedimen (seperti halnya akibat system pertanian yang salah) dapat mengubur pneumatophore dan membunuh mangrove (Ellison and Stoddart 1991).

### **PUSTAKA**

- Aksornkoe, S. (1975) Structure of mangrove forest at Amphoe Khlung, Changwat Chantaburi, Thailand. *Forest Research Bulletin*, **38**, 42-47
- Ball, M. C. (1988) Ecophysiology of mangroves. *Trees*, **2**, 129 - 142.



- Chong, V. C., Sasekumar, A., Leh, M. U. C. & D'Cruz, R. (1990) The fish and prawn communities of a Malaysian coastal mangrove system with comparison to adjacent mud flats and inshore waters. *Journal of Estuarine, Coastal and Shelf Sciences*, **31**, 703-722.
- Cintron, G. & Novelli, Y. S. (1984) Methods for studying mangrove structure. *The Mangrove Ecosystem: Research Methods* (eds S.C. Snedaker & J.G. Snedaker), pp 91 - 113. UNESCO, Paris.
- Dall, W., Hill, B. J., Rothlisberg, P. C. & Staples, D. J. (1990) Biology of the Penaeidae. *Advances in Marine Biology* (eds J.H.S. Blaxter & A.J. Southward). Academic Press, London.
- Darsidi, A. (1984) Pengelolaan hutan mangrove di Indonesia. *Prosiding Seminar II Ekosistem Mangrove* (ed S. Soemodihardjo), pp. 19 - 28. Man and Biosphere - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Direktorat Bina Program Kehutanan (1981) *Potensi dan Penyebaran Hutan Payau di Indonesia, Edisi Khusus Direktorat Jendral Kehutanan no. 40*. Departemen Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Erftemeijer, P., Allen, G. & Zuwendra (1989) *Preliminary Resource Inventory of Bintuni Bay and Recommendations for Conservation and Management*. Direktorat Perlindungan Hutan dan Pelestarian Alam Departemen Kehutanan Republik Indonesia / Asian Wetland Bureau, Bogor.
- Knox, G. A. & Miyabara, T. (1984) *Coastal Zone Resource Development and Conservation in The South East Asia, with Special Reference to Indonesia*. UNESCO - ROTSEA - East West Centre, Jakarta - Honolulu.
- Lugo, A. E. (1980) Mangrove Ecosystems: Successional or Steadystate? *Biotropica*, **2**, 65 - 72.
- Macnae, W. (1968) A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West-Pacific Region. *Advance Marine Biology*, **6**, 73-270.
- Mann, K. H. (1972). Macrophyte production and detritus food chains in coastal waters. Detritus and its role on aquatic ecosystems (eds U. Melchori-Santalini & J. Hopton). *Memoir Institute Italiano Hydrobiologie* (supplement), **29**, 13 - 16.
- Mann, K. H. (1982) *Ecology of Coastal Waters: a system approach*. University of California Press, Berkeley.
- Martosubroto, P. & Naamin, N. (1977) Shrimp production in Indonesia. *Marine Research Indonesia*, **18**, 81 - 86.
- McKee, K. L. (1993a) Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution - reciprocal effects? *Journal of Ecology*, **81**, 477 - 487.
- McKee, K. L. (1993b) *Determinants of mangrove species distribution in neotropical forest: biotic and abiotic factors affecting seedlings survival and growth* (Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa). Ph.D. dissertation, Louisiana University, Baton Rouge, Louisiana.
- McKee, K. L. (1995a) Seedling recruitment patterns in a Belizean mangrove forest: effects of establishment ability and physico - chemical factors. *Oecologia*, **101**, 448-460
- McLeod, E and R.V. Salm (2006) *Managing Mangroves for Resilience to Climate Change*. IUCN, Gland, Switzerland, 64pp.
- Nair, M. Y. (1977) *An Appraisal of The Economic Potential of Mangrove Swamps*. Msc. thesis, University Pertanian Malaysia.
- Odum, E. P. (1969) The strategy of ecosystem development. *Science*, **164**, 262 - 270.
- Odum, E. P. & Heald, E. J. (1975) Mangrove forest and aquatic productivity. *Introduction to Land - Water Interaction (Ecological Study Series)*, pp. 129-136. Springer-Verlag, Berlin.
- Pool, D. J., Snedaker, S. C. & Lugo, A. E. (1975) Litter production in mangrove forest of South Florida and Puerto Rico. *Proceedings of International Symposium on Biology and Management of Mangroves vol 1* (eds G. Walsh, S.C. Snedaker & H. Teas), pp. 213 - 237. Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida, Gainesville.
- Proctor, J. (1984) Tropical forest litterfall: 2. The data set. *Tropical Rain Forest: Ecology and Management, Supplementary Volume*. (eds S. L.Sutton, T. C.Whitmore & A. C. Chadwick), pp 83 - 113. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Rodin, L. E., Bazillevich, N. I & Rozov, N. N. (1975) Productivity of the world's main ecosystems. *Productivity of The World Ecosystem*, pp. 13 - 26. National Academy of Science, Washington D.C.
- Smith, T. J. III (1987a) Seed Predation in relation to the dominance and distribution in mangrove forests. *Ecology*, **68**, 266 - 273.
- Smith, T. J. III, Chan, H. T., Mclvor, C. C. & Robblee, M. B. (1989) Comparisons of seed predation in tropical total forests from three continenets. *Ecology*, **70**, 146 - 151.





- Snedaker, S. C. & Brown, M. S. (1981) Primary productivity of mangroves. *CRC Handbook Series of Biosolar Resources, Vol. 1 : Basic Principles* (eds C.C. Black & A. Mitsui), pp. 477-486. CRC Press, West Palm Beach, Florida.
- Soegiarto, A. & Polunin, N. (1981) *The Marine Environment of Indonesia : A Report to The Government of Indonesia - Sponsored by IUCN/WWF*. University of Cambridge, Cambridge.
- Soemodihardjo, S. & Soerianegara, I. (1989) The status of mangrove forest in Indonesia : country report, Indonesia. *Proceedings of Symposium on Mangrove Management : Its Ecological and Economic Considerations, Biotrop Special Publication no. 37* (ed I. Soerianegara), pp. 73 - 114. Biotrop, Bogor.
- Soewito (1982) Status ekosistem hutan bakau bagi perikanan di Indonesia dan langkah pembinaannya. *Pertemuan Teknis Evaluasi Hasil Survai Hutan Bakau*, pp. 19 - 32. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Staples, D. J., Vance, D. J. & Heales, D. S. (1985) Habitat requirement of juvenile penaeid prawns and their relationship to offshore fisheries. *Second Australian National Prawn Seminar* (eds P.C. Rothlisberg, B.J. Hill & D.C. Staples), pp. 47 - 54. Queensland, Australia.
- Tamai, S. & Iampa, P. (1988) Establishment and growth of mangrove seedlings in mangrove forests of south Thailand. *Ecological Research*, **1**, 227 - 238.
- Tomlinson, P. B. (1994) *The botany of mangroves*. Cambridge University Press, Cambridge - New York - Melbourne.
- Turner, E. R. (1977) Intertidal vegetation and commercial yields of penaeid shrimp. *Trans American Fishery Society*, **106**, 411 - 416.
- Waisel, Y. (1972) *Biology of hallophyte*. Academic Press, New York.
- Whitmore, T. C. (1984) *Tropical Rainforest of the Far East*. Clarendon Press, Oxford

#### REFERENCES For McLeod and Salm (2006):

- Andrews, T. J., B.F. Clough, and G.J. Muller. 1984. Photosynthetic gas exchange and carbon isotope ratios of some mangroves in North Queensland. In *Physiology and Management of Mangroves, Tasks for Vegetation Science*. H. J. Teas. (ed.). pp. 15–23.
- Armentano, T.V., R.F. Doren, W.J. Platt, and T. Mullins. 1995. Effects of Hurricane Andrew on coastal and interior forests of southern Florida: Overview and synthesis. *Journal of Coastal Research Special Issue 2*: 111-114.
- Ball, M.C., M.J. Cochrane, and H.M. Rawson. 1997. Growth and water use of the mangroves *Rhizophora apiculata* and *R. stylosa* in response to salinity and humidity under ambient and elevated concentrations of atmospheric CO<sub>2</sub>. *Plant, Cell and Environment* **20**: 1158-1166.
- Belperio, A.P. 1993. Land subsidence and sea-level rise in the Port-Adelaide Estuary –implications for monitoring the Greenhouse-Effect. *Australian Journal of Earth Sciences* **40**(4):359-368.
- Blasco, F., P. Saenger, and E. Janodet. 1996. Mangroves as indicators of coastal change. *Catena* **27**: 167-178.
- Cahoon, D.R., P.R. Hensel, J. Rybczyk, K.L. McKee, E.E. Proffitt, and B.C. Perez. 2003. Mass tree mortality leads to mangrove peat collapse at Bay Islands, Honduras after Hurricane Mitch. *Journal of Ecology* **91**:1093–1105.
- Cahoon, D.R. and J. Lynch. 2003. Surface Elevation Table (SET). U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. <http://www.pwrc.usgs.gov/resshow/cahoon/>
- Church, J., J. Hunter, K. McInnes, and N. White. 2004. Sea level rise and the frequency of extreme events around the Australian coastline. In *Coast to Coast '04 – Conference Proceedings, Australia's National Coastal Conference, Hobart, 19-23 April 2004*. 8 pp.
- Church, J., J. Gregory, P. Huybrechts, M. Kuhn, K. Lambeck, M. Nhuan, D. Qin, P. Woodworth. 2001. Chapter 11. Changes in Sea Level. Pp. 639-693 in Houghton, J., Y. Ding, D. Griggs, M. Noguera, P. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, C. Johnson, Eds. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 881 pp.
- Clough, B.F., T.J. Andrews, and I.R. Cowan. 1982. Primary productivity of mangroves. In Clough, B.F. Ed. *Mangrove Ecosystems in Australia- structure function and management*. AIMS with ANU press, Canberra, Australia.



- Ellison, A.M. 2000. Mangrove restoration: Do we know enough? *Restoration Ecology* 8(3): 219.
- Ellison, J.C. 2005. Impacts on mangrove ecosystems. *The Great Greenhouse Gamble: A conference on the Impacts of Climate Change on Biodiversity and Natural Resource Management: Conference Proceedings*, Sydney, NSW, EJ.
- Ellison, J.C. 2004. Vulnerability of Fiji's mangroves and associated coral reefs to climate change. Review for the World Wildlife Fund. Launceston, Australia: University of Tasmania.
- Ellison, J.C. 2000. How South Pacific mangroves may respond to predicted climate change and sealevel rise. Chapter 15, pages 289-301 In A. Gillespie and W. Burns, (eds.) *Climate Change in the South Pacific: Impacts and Responses in Australia, New Zealand, and Small Islands States*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 289-301.
- Ellison, J.C. and D.R. Stoddart. 1991. Mangrove ecosystem collapse during predicted sea-level rise: Holocene analogues and implications. *Journal of Coastal Research* 7: 151-165.
- Field, C.D. 1995. Impacts of expected climate change on mangroves. *Hydrobiologia* 295(1-3):75-81.
- Gilman, E., H. Van Lavieren, J. Ellison, V. Jungblut, E. Adler, L. Wilson, F. Areki, G. Brighthouse, J. Bungitak, E. Dus, M. Henry, M. Kilman, E. Matthews, I. Sauni Jr., N. Teariki-Ruatu, S. Tukia, and K. Yuknavage. 2006. Living with Pacific Island mangrove responses to a changing climate and rising sea level. United Nations Environment Programme. UNEP Regional Seas Reports and Studies.
- Harty, C. 2004. Planning strategies for mangrove and saltmarsh changes in Southeast Australia. *Coastal Management* 32: 405-415.
- Hendry, M.D. and G. Digerfeldt. 1989. Palaeogeography and palaeoenvironments of a tropical coastal wetland and adjacent shelf during Holocene submergence, Jamaica. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 73, 1-10.
- Hoegh-Guldberg, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine Freshwater Res* 50: 839-866.
- Houghton, J., Y. Ding, D. Griggs, M. Noguer, P. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, C. Johnson (eds.). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 881 pp.
- Hutchings P. and P. Saenger. 1987. *Ecology of mangroves*. Queensland (Australia): University of Queensland Press.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 1997. *The Regional Impacts of Climate Change: Assessment of Vulnerability*. Cambridge University Press.
- Jimenez, J.A., A.E. Lugo, and G. Cintron. 1985. Tree mortality in mangrove forests. *Biotropica* 17(3): 177-185.
- Kennish, M.J. 2002. Environmental threats and environmental future of estuaries. *Environmental Conservation* 29 (1): 78-107.
- Knutson, T.R. and R.E. Tuleya. 1999. Increased hurricane intensities with CO<sub>2</sub>-induced warming as simulated using the GFDL hurricane prediction system. *Clim Dyn* 15: 503-519.
- Kovacs, J.M., J. Wang, and F. Flores-Verdugo. 2005. Mapping mangrove leaf area index at the species level using IKONOS and LAI-2000 sensors for the Agua Brava Lagoon, Mexican Pacific. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62: 377-384.
- Naidoo, G. 1983. Effects of flooding on leaf water potential and stomatal resistance in *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam. *New Phytol* 93:369-376.
- Ning, Z.H., R.E. Turner, T. Doyle and K.K. Abdollahi. 2003. Integrated Assessment of the Climate Change Impacts on the Gulf Coast Region. Gulf Coast Climate Change Assessment Council (GCRCC) and Louisiana State University (LSU) Graphic Services.
- Parkinson, R.W., R.D. DeLaune, and J.C. White, 1994: Holocene sea-level rise and the fate of mangrove forests within the wider Caribbean region. *Journal of Coastal Research* 10: 1077-1086.
- Pernetta, J.C. 1993. Mangrove forests, climate change and sea-level rise: hydrological influences on community structure and survival, with examples from the Indo-West Pacific. *A Marine Conservation and Development Report*. IUCN, Gland, Switzerland. vii + 46 pp.
- Primavera, J.H. 1997. Socioeconomic impacts of shrimp culture. *Aquacult. Res.* 28, 815-827.
- Roth, L.C. 1997. Implications of periodic hurricane disturbance for the sustainable management of Caribbean mangroves. In *Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa*. B. Kjerfve, L.D. Lacerda, and E.H.S. Diop, Eds. UNESCO, Paris France.



- Saenger, P. and J. Moverly. 1985. Vegetative phenology of mangroves along the Queensland coastline. *Proc. Ecol. Soc. Aust.* 13:257-65.
- Semeniuk, V. 1994. Predicting the effect of sea-level rise on mangroves in Northwestern Australia. *Journal of Coastal Research* 10(4): 1050-1076.
- Snedaker, S.C. 1995. Mangroves and climate change in the Florida and Caribbean region: scenarios and hypotheses. *Hydrobiologia* 295: 43-49.
- Trenberth, K. 2005. Uncertainty in hurricanes and global warming. *Science* 308: 1753-1754.
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 1994. Assessment and monitoring of climatic change impacts on mangrove ecosystems. UNEP Regional Seas Reports and Studies. Report no.154.
- UNESCO. 1992. Coastal systems studies and sustainable development. Proceedings of the COMAR Interregional Scientific Conference, UNESCO, Paris, 21-25 May, 1991. UNESCO, Paris. 276 pp.
- Walsh, K.J.E, and B.F. Ryan. 2000. Tropical cyclone intensity increase near Australia as a result of climate change. *J Climate* 13: 3029-3036.
- Woodroffe, C.D. 1995. Response of tide-dominated mangrove shorelines in northern Australia to anticipated sea-level rise. *Earth Surface Processes and Landforms* 20(1): 65-85.
- Woodroffe, C. D. 1990. The impact of sea-level rise on mangrove shoreline. *Progress in Physical Geography* 14, 483-502.
- Woodroffe, C.D. and J. Grindrod . 1991. Mangrove biogeography: the role of quaternary environmental and sea-level change. *Journal of Biogeography* 18: 479-492.



## MEMPERSIAPKAN EKOSISTEM MANGROVE PANTAI LOSARI (CIREBON) MENGHADAPI PEMANASAN GLOBAL

Wahyu Budi Setyawan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta. <sup>2</sup> Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta  
Email : wahyubudisetyawan@yahoo.com

Keberadaan ekosistem mangrove berkaitan erat dengan posisi muka laut, oleh karena itu, ekosistem mangrove sangat rentan terhadap perubahan muka laut. Hasil studi dari banyak peneliti memberikan gambaran bahwa kenaikan muka laut dan sedimentasi karena pemanasan global dapat menyebabkan kerusakan atau bahkan kepunahan mangrove di suatu kawasan pesisir tertentu. Studi ini memberikan gambaran tentang persiapan yang perlu dilakukan untuk mempertahankan ekosistem mangrove dalam rangka menghadapi efek pemanasan global dengan contoh kasus di pantai Losari di Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Pantai mangrove di Losari bersifat sedimentasi. Mangrove hadir di tepi pantai sebagai suatu jalur tipis. Di sisi daratnya terdapat areal tambak dan di sisi lautnya rata-rata lumpur. Pengembangan areal tambak di kawasan ini dilakukan sangat agresif mengikuti laju sedimentasi lumpur dan ekspansi mangrove ke arah laut. Kegiatan pengembangan tambak yang demikian menyebabkan mangrove tidak dapat berkembang optimal di pantai tersebut. Berdasarkan hasil analisis terhadap kondisi ekosistem mangrove di pantai Losari saat ini, persiapan yang perlu dilakukan secara ekologis adalah (1) menghilangkan tekanan terhadap ekosistem mangrove yang ada sekarang yang berupa pengembangan tambak yang dilakukan secara ekspansif, dan (2) mempersiapkan kawasan di sebelah belakang zona mangrove saat ini sebagai kawasan bagi mangrove untuk mundur ketika merespon kenaikan muka laut. Sementara itu, berkaitan dengan masalah sedimentasi di pantai dan kawasan mangrove, menjaga suplai muatan sedimen ke laut dari darat melalui aliran sungai, minimal pada tingkatnya yang sekarang, merupakan hal yang penting, karena kekurangan suplai muatan sedimen dapat menyebabkan pantai mangrove berubah menjadi pantai yang tererosi, sedang bila kelebihan muatan sedimen dapat menyebabkan kematian mangrove.

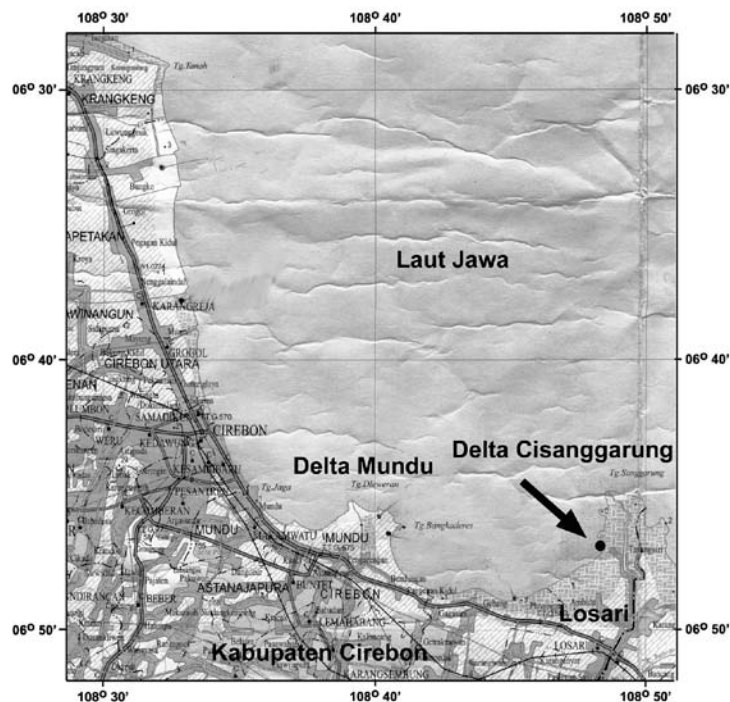
Kata kunci : mangrove, pantai mangrove, kenaikan muka laut, pemanasan global, Cirebon

### PENDAHULUAN

Keberadaan hutan mangrove atau ekosistem mangrove di kawasan pesisir atau tepi pantai memberi keuntungan ekologis termasuk menstabilkan garis pantai, mengurangi energi gelombang dan angin yang memukul ke pantai, mendukung perikanan pesisir melalui dukungan makanan yang langsung maupun tidak langsung dan memberikan habitat dan mendukung populasi kehidupan liar (Lewis III, 2005). Kehadiran mangrove di pantai berkaitan erat dengan posisi muka laut. Perubahan iklim global akan memberikan tekanan terhadap keberadaan mangrove di kawasan pesisir (Semeniuk, 1994; USGS, 2003) bahkan disebut sebagai yang terbesar (Gilman *et al.*, 2008; IUCN, 2008). Besarnya manfaat dari ekosistem mangrove tersebut telah mendorong banyak peneliti mengkaji tentang potensi dampak pemanasan global terhadap keberadaan mangrove (Semeniuk, 1994; Ellison, 200; Bird, 1992; Gilman *et al.*, 2008). Gambaran skenario respon mangrove terhadap kenaikan muka laut oleh telah diberikan oleh Gilman *et al.* (2007). Pilihan adaptasi untuk mempertahankan keberadaan mangrove di kawasan pesisir juga telah diberikan oleh Gilman *et al.* (2008).

Ekosistem mangrove di pantai Losari (Gambar 1), Kabupaten Cirebon, hadir di lingkungan delta Cisanggarung. Delta Cisanggarung adalah delta yang masih berkembang (Setyawan *et al.* 2006). Meskipun demikian, mangrove di kawasan tersebut tidak dapat berkembang dengan baik karena mengalami tekanan oleh aktifitas pengembangan tambak yang terus berekspansi mengikuti perkembangan garis pantai (Setyawan *et al.*, 2006). Dengan kondisi ekosistem mangrove yang demikian itu, adalah pantas bila kita mempertanyakan tentang daya lentingnya dalam menghadapi perubahan pemanasan global. Makalah ini

memberikan gambaran tentang apa yang perlu dilakukan untuk mempersiapkan ekosistem mangrove di kawasan tersebut agar dapat bertahan terhadap dampak negatif pemanasan global.



Gambar 1. Kawasan delta Cisanggarung dan titik lokasi pengamatan pantai mangrove di Losari, Kabupaten Cirebon.

### KERANGKA PEMIKIRAN

Salah satu skenario dampak pemanasan global terhadap kawasan pesisir adalah seperti yang digambarkan oleh Hopley (1992). Ia menyebutkan bahwa kenaikan muka laut adalah salah satu dampak primer dan langsung dari pemanasan global yang bersifat menyeluruh dalam ruang dan waktu. Efek dari kenaikan muka laut terhadap kawasan pesisir meliputi: penggenangan lahan basah dan dataran rendah, erosi pantai dan intrusi air laut. Implikasi dari penggenangan adalah perubahan prisma pasangsurut dan implikasi dari erosi pantai adalah perubahan pola sedimentasi.

Dampak sekunder dari pemanasan global terdiri dari peningkatan frekuensi dan intensitas badai, peningkatan curah hujan total dan intensitas hujan, dan peningkatan temperatur. Berkaitan dengan kondisi fisik lingkungan pesisir, efek dari peningkatan frekuensi dan peningkatan intensitas badai adalah memperhebat masalah yang berkaitan dengan kenaikan muka laut; sedang efek dari peningkatan curah hujan total dari intensitas hujan, selain memperhebat dampak dari kenaikan muka laut, juga merubah jaringan aliran sungai alamiah, yang mengarah ke peningkatan sedimentasi. (Hopley, 1992).

Menurut Nicholls *et al.* (1999), lahan basah, termasuk kawasan mangrove, adalah lingkungan yang sangat peka terhadap perubahan muka laut karena lokasinya berkaitan erat dengan posisi muka laut. Dengan mengutip berbagai hasil penelitian, disebutkan bahwa lahan basah bukanlah bentang alam yang pasif. Bila muka laut naik, permukaan lahan basah juga akan naik secara vertikal karena peningkatan suplai sedimen dan material organik. Bila laju akresi vertikal sama dengan laju kenaikan muka laut, maka lahan basah tepi pantai akan tumbuh ke atas secara vertikal. Namun, bila laju akresi vertikalnya lebih kecil daripada laju



kenaikan muka laut, maka lahan basah akan makin dalam secara relatif terhadap muka laut. Vegetasi di lahan basah yang tergenang itu akan mati. Kehilangan lahan basah karena tenggelam tersebut akan tergantikan oleh migrasi lahan basah ke arah darat. Berkaitan dengan migrasi lahan basah ke arah darat, dijelaskan bahwa hal itu tidak dapat terjadi bila ada tanggul di sepanjang pantai yang dibangun untuk mencegah banjir di daerah pesisir.

Dari skenario di atas tampak bahwa persoalan yang akan dihadapi oleh ekosistem mangrove yang berkaitan dengan pemanasan global adalah penggenangan, erosi pantai, dan sedimentasi, serta aktifitas manusia. Di dalam makalah ini, keempat hal tersebut akan dibahas berkaitan dengan daya lenting mangrove di pantai Losari dalam menghadapi pemanasan global, khususnya kenaikan muka laut.

## **BAHAN DAN METODA**

Pendekatan yang dipakai untuk menentukan berbagai hal yang perlu dilakukan untuk mempersiapkan ekosistem mangrove menghadapi dampak pemanasan global terdiri dari tahap berikut: (1) pengamatan lapangan terhadap ekosistem mangrove, (2) mempelajari literatur yang berkaitan dengan kemungkinan respon mangrove terhadap pemanasan global, (3) melakukan analisa kemungkinan dampak pemanasan global terhadap ekosistem mangrove di daerah penelitian, atau kemungkinan respon ekosistem mangrove di daerah penelitian terhadap pemanasan global, dan (4) menentukan hal-hal yang perlu dilakukan untuk mempersiapkan ekosistem mangrove menghadapi pemanasan global.

Pengamatan terhadap kondisi ekosistem mangrove di Losari, (Gambar 1) dilakukan pada tahun 2006, 2008 dan 2009. Hal-hal yang diamati meliputi kondisi geomorfologi, proses pantai dan aktifitas manusia. Untuk keperluan analisis kemungkinan penggenangan oleh kenaikan muka laut, dibuat profil pantai pada arah tegak lurus garis pantai dengan metode waterpass. Analisis penggenangan dilakukan dengan mempergunakan skenario kenaikan muka laut 0,5 meter (Bindoff *et al.* 2007) dan 0,8 meter dari IPCC (2001) dan kenaikan muka laut setinggi 1,4 meter yang merupakan skenario terburuk bila kecenderungan sekarang terus berlanjut (Wheeler, 2007).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

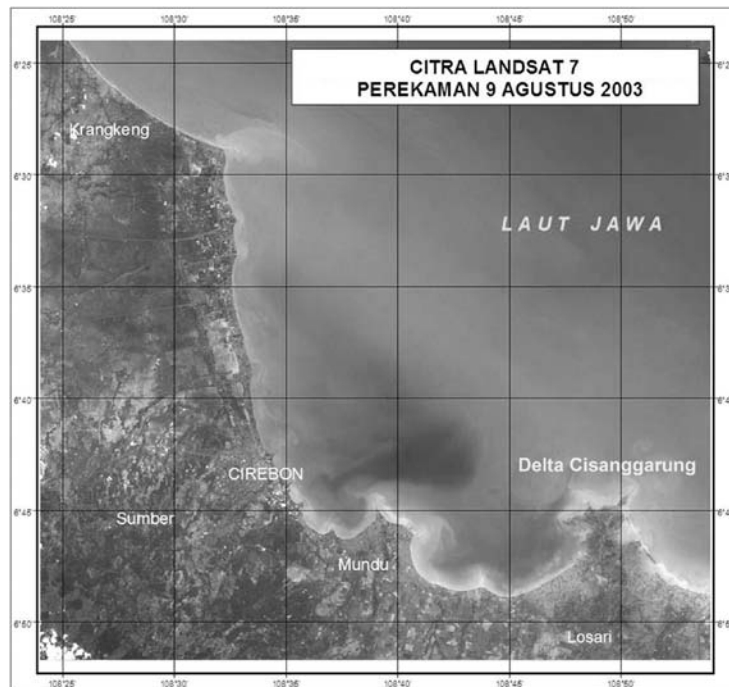
### ***Mangrove di Pantai Losari***

Pada citra satelit kawasan pesisir Cirebon (Gambar 2) terlihat delta Cisanggarung yang memiliki tiga sistem muara sungai yang berpola radial. Pola seperti itu menunjukkan bahwa delta tersebut bersifat aktif atau berkembang (Wright, 1971). Berdasarkan bentuknya, delta ini termasuk delta tipe kaki burung (*birdfoot delta*) atau delta tipe Mississippi, menunjukkan bahwa delta ini adalah delta yang aktif berekspansi (Wright, 1971). Karakter delta yang berekspansi ini tampak di lapangan dengan kehadiran endapan lumpur di tepi pantai yang banyak ditumbuhi oleh anakan mangrove (Gambar 3).

Di bagian barat delta Cisanggarung ini, mangrove hadir tipis di tepi pantai. Dataran pantai di belakangnya merupakan kawasan tambak. Di depannya, atau pada arah sisi laut, terdapat endapan lumpur dan yang ditumbuhi oleh anakan mangrove. Sedimentasi yang aktif dikawasan ini dimanfaatkan oleh penduduk untuk terus mengembangkan tambak ke arah laut mengikuti proses sedimentasi dan dengan memanfaatkan pertumbuhan mangrove di atas endapan lumpur (Gambar 3).

Aktifitas pengembangan tambak yang sangat ekspansif ke arah laut dengan mengikuti proses pengendapan lumpur dan ekspansi mangrove ke arah laut menyebabkan mangrove tidak dapat berkembang dengan baik di kawasan ini. Di lapangan terlihat mangrove "tumbuh

alamiah” hanya ada di tepi pantai. Selain itu mangrove tumbuh di dua sisi tanggul-tanggul tambak yang ditanam untuk memperkuat tanggul tambak, dan mangrove yang ”dipelihara” di sebagian kolam tambak yang akan ditebang bila tambak siap dioperasikan. Kondisi mangrove di Losari seperti digambarkan itu menunjukkan bahwa mangrove tersebut mengalami tekanan yang sangat berat oleh aktifitas manusia dalam bentuk pengembangan tambak.



**Gambar 2. Citra satelit kawasan pasisir Cirtebon. Citra abu-abu diturunkan dari komposit warna 321.**



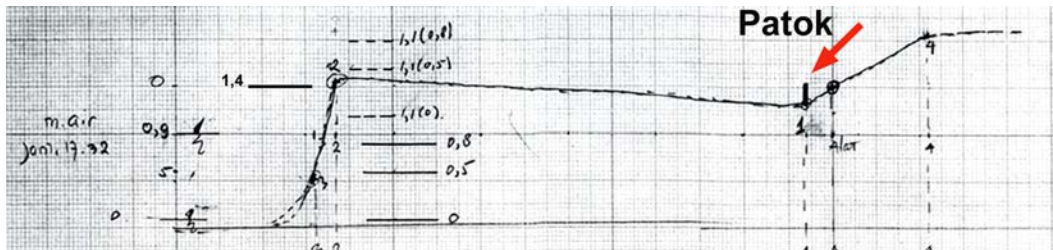
**Gambar 3. Endapan lumpur di tepi pantai yang ditumbuhi oleh anakan mangrove di Losari, Cirebon. Deretan mangrove ditanam untuk mempercepat sedimentasi lumpur. Diujung deretan mangrove tampak tanggul tambak yang baru dibuat.**

### ***Potensi Dampak Pemanasan Global***

Kenaikan muka laut adalah dampak primer dari pemanasan global (Hopley, 1992). Dari profil pantai yang dibuat di daerah Losari (Gambar 4) dan hasil pengamatan lapangan pada saat laut pasang (Gambar 5) tampak bahwa pantai di daerah penelitian sangat rentan terhadap penggenangan karena kenaikan muka laut. Hal ini terlihat jelas dari perbandingan ketinggian tanggul tambak dan posisi muka laut pada saat pasang (Gambar 5). Kita dapat membayangkan, bila pada kondisi muka laut rata-rata sekarang keadaannya demikian, maka apabila posisi



muka laut rata-rata kita naikan setinggi 0,5; 0,8 atau 1,4 meter, kurang lebih setinggi itu pula ketinggian air laut berada di atas tanggul. Bagi kawasan pesisir yang merupakan areal tambak seperti di pantai Losari ini, maka meninggikan tanggul tambak menjadi keharusan dan upaya tersebut harus diiringi dengan upaya memperkuat tanggul.



**Gambar 4. Profil pantai Losari, Gambar 5, dengan berbagai skenario kenaikan muka laut (garis penuh) dan kondisi pasang tertinggi yang mungkin (1,1 meter, garis putus-putus).**



**Gambar 5. Kondisi pantai Losari ketika laut dalam kondisi pasang. Keadaan tersebut membayangkan kondisi genangan pada berbagai skenario kenaikan muka laut.**

Pengembangan tambak tepi pantai di pantai Losari sangat mengandalkan pada laju sedimentasi lumpur di tepi pantai. Endapan lumpur yang hadir tersebut kemudian dipakai sebagai bahan untuk membuat tanggul tambak. Dalam keadaan demikian, maka kenaikan muka laut yang menuntut upaya meninggikan tanggul tambak juga memerlukan suplai endapan sedimen lumpur yang lebih besar. Apabila kita berasumsi tidak terjadi peningkatan suplai muatan sedimen, konsekuensinya adalah terjadinya kekurangan endapan lumpur bagi tambak-tambak yang ada sekarang. Akibatnya adalah kerusakan tambak karena penggenangan akan terjadi.

Endapan lumpur yang terdapat di tepi pantai merupakan lahan bagi mangrove untuk berekspansi ke arah laut. Endapan lumpur tersebut berada di zona pasang surut. Bila terjadi kenaikan muka laut akan terjadi perubahan kedalaman air dan pergeseran zona pasang surut ke arah darat. Kenaikan muka laut akan menyebabkan substrat di bagian depan mangrove tererosi yang menyebabkan kematian mangrove (Ellison, 1993, 2000, Lewis III, 2005), dan terjadi migrasi mangrove pioner ke arah darat (Ellison, 2000). Migrasi mangrove ke arah darat juga dapat terjadi melalui rekrutmen seedling dan reproduksi vegetatif seiring dengan terbentuknya habitat baru di bagian belakang zona mangrove karena penggenangan dan perubahan sedimen (Semeniuk, 1994). Secara visual, skenario respon mangrove terhadap kenaikan muka laut (Gambar 6) telah diberikan oleh Gilman *et al.* (2007).

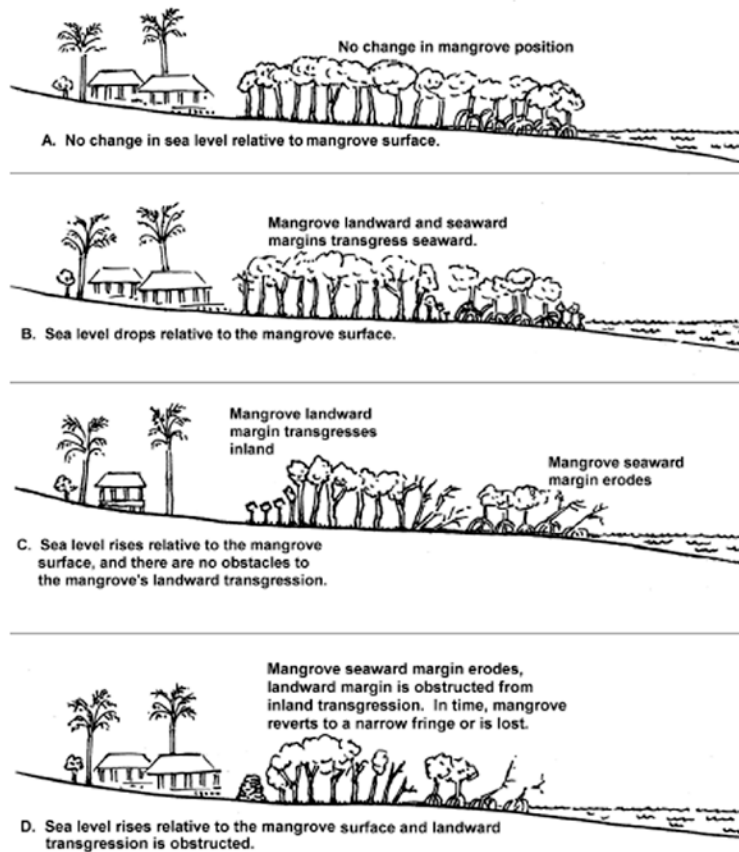
Di pantai Losari kondisi seperti itu tidak dapat terjadi. Keberadaan tanggul tambak di tepi pantai telah menjadi pembatas bagi pergeseran zona pasang surut ke arah darat. Konsekuensi dari keadaan tersebut adalah dengan ketinggian kolom air di atas endapan



lumpur di tepi pantai bertambah, maka energi gelombang dan arus juga meningkat yang akan menyebabkan laju pengendapan lumpur berkurang karena kondisi pengadukan air pada saat laut pasang meningkat. Keadaan tersebut akan mempengaruhi pertumbuhan mangrove tepi pantai. Ekspansi mangrove ke arah laut akan berkurang karena bertambahnya kedalaman kolom air sedang bergeser ke arah belakang tidak mungkin terjadi karena adanya tambak. Dengan kondisi demikian, kemampuan mangrove untuk bertahan menjadi tanda tanya.

### **Upaya yang Perlu Dilakukan**

Untuk kawasan pesisir Losari, hambatan yang dihadapi oleh pantai mangrove untuk menyesuaikan diri terhadap kenaikan muka laut adalah masalah tidak adanya ruang bagi mangrove untuk bergeser ke arah darat. Aktifitas pengembangan tambak di kawasan tersebut berlangsung sangat agresif, dan hanya menyisakan sedikit mangrove di bagian depan. Dengan adanya tambak-tambak di belakang mangrove itu, maka tertutup peluang bagi mangrove untuk berekspansi ke arah darat. Mangrove pioner tidak mungkin mundur lagi ke belakang karena terhalang tambak.



**Gambar 6. Skenario umum respon mangrove terhadap perubahan muka laut (Gilman et al., 2007).**

Dalam kondisi demikian, mempersiapkan ekosistem mangrove di pantai Losari untuk menghadapi pemanasan global, khususnya kenaikan muka laut global berarti memberi peluang bagi mangrove yang ada sekarang untuk berkembang maksimal dan memberi ruang bagi mangrove untuk bergeser ke arah darat. Di pantai mangrove dengan aktifitas pengembangan tambak yang agresif, memberi peluang bagi mangrove untuk berkembang maksimal berarti berhenti melakukan pengembangan tambak ke arah laut mengikuti pengendapan lumpur. Sementara itu, memberi ruang bagi mangrove untuk berkembang atau berekspansi ke arah



belakang berarti membebaskan lahan di belakang pantai mangrove dari kegiatan pertambangan dan mempersiapkannya sebagai ruang bagi mangrove untuk berekspansi.

Terkait dengan ekspansi mangrove ke arah laut, menjaga suplai muatan sedimen ke laut dari darat melalui aliran sungai merupakan hal yang penting. Berkurangnya suplai muatan sedimen dari darat dapat merubah kondisi pantai sedimentasi menjadi erosi. Untuk kawasan pesisir Losari, menjaga suplai muatan sedimen dari darat melalui aliran sungai Cisanggarung adalah hal penting karena sistem aliran sungai Cisanggarung adalah sumber muatan sedimen yang utama. Apabila suplai muatan sedimen dari sungai Cisanggarung berkurang, misalnya karena pembangunan bendungan, dam, kanal-kanal pengendali banjir atau irigasi, maka dapat dipastikan bahwa hal itu dapat menyebabkan perubahan kondisi lingkungan di daerah studi dari lingkungan yang bersifat sedimentasi menjadi lingkungan yang bersifat erosi, dan hal itu dapat menyebabkan mangrove yang sekarang ada tererosi. Contoh kasus mengenai hal ini terdapat di Tanjung Pontang, Kabupaten Serang, Propinsi Banten menyusul penyodetan aliran sungai Ciujung dan Cidurian (Setyawan *et al.*, 2003), atau di kawasan Delta Sungai Nil di Mesir menyusul pembangunan Bendungan Aswan (Frihy dan Dewidar, 2003; Frihy dan Lotfy, 1994). Berkaitan dengan aktifitas manusia yang mempengaruhi suplai muatan sedimen melalui aliran sungai, Ericson *et al.* (2006) telah merangkum berbagai hasil penelitian di berbagai lingkungan delta. Dari rangkuman tersebut dapat diketahui bahwa berbagai bentuk aktifitas manusia yang dapat mengganggu suplai muatan sedimen ke laut melalui aliran sungai adalah: (1) pembangunan bendungan (reservoir, waduk), (2) pembangunan banyak dam, (3) pembangunan bangunan pengendalian banjir yang mencegah masuknya sedimen ke aliran sungai, (4) pengerukan sedimen dari aliran sungai, dan (5) pembangunan kanal-kanal. Keadaan itu menunjukkan bahwa pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) dalam rangka menjaga suplai muatan sedimen ke laut perlu dilakukan. Pada persoalan pantai Losari ini, pengelolaan DAS Cisanggarung adalah hal penting, karena sedimentasi di pantai Losari merupakan bagian dari pertumbuhan delta Cisanggarung.

## KESIMPULAN

Mangrove di pantai Losari, Cirebon berada di lingkungan yang sangat ideal bagi pertumbuhan mangrove. Kondisi sedimentasi di pantai tersebut memberi kesempatan bagi mangrove untuk terus berekspansi ke arah laut. Pada saat ini, tekanan yang terkuat yang dialami oleh mangrove di pantai tersebut adalah dari aktifitas pengembangan tambak yang sangat agresif mengikuti perkembangan mangrove dan proses sedimentasi di pantai. Kegiatan pengembangan tambak tersebut sekarang hanya menyisakan bagian depan dari ekosistem mangrove.

Kenaikan muka laut adalah dampak primer dari pemanasan global. IPCC telah mempublikasikan beberapa skenario kenaikan muka laut karena pemanasan global. Morfologi pantai yang sangat rendah di pantai Losari menyebabkan pantai tersebut sangat berpotensi tergenang dengan skenario kenaikan dari IPCC tersebut. Keadaan tersebut berpotensi menyebabkan dampak yang baru bagi keberadaan mangrove di pantai Losari.

Berdasarkan hasil analisis kondisi ekosistem mangrove di pantai Losari saat ini, hal yang perlu dilakukan untuk mempertahankan keberadaan mangrove, yang berkaitan dengan skenario kenaikan muka laut yang ada adalah memberikan kesempatan bagi mangrove untuk berkembang ke arah laut pada saat ini, dan mempersiapkan lahan di belakang zona mangrove sebagai ruang untuk ekspansi mangrove ke arah belakang. Berkaitan dengan kegiatan pengembangan tambak yang sekarang ada, memberikan kesempatan bagi mangrove untuk berkembang ke arah laut berarti menghentikan kegiatan pengembangan tambak yang ekspansif ke arah laut. Sedang memberi ruang di belakang zona mangrove berarti



mempersiapkan kawasan tambak di belakang zona mangrove sebagai ruang yang disediakan untuk mangrove mundur bila terjadi kenaikan muka laut. Sementara itu, pengelolaan DAS Cisanggarung untuk menyediakan suplai muatan sedimen ke laut perlu dilakukan untuk mencegah defisit suplai muatan sedimen ke pantai Losari sehingga mangrove dapat tetap berekspansi ke laut. Studi neraca muatan sedimen di kawasan ini perlu dilakukan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini merupakan sebagian dari hasil penelitian "Studi Geomorfologi Pesisir Untuk Pengelolaan dan Pengembangan Wilayah Pesisir utara Pulau Jawa Bagian Tengah: wilayah Pesisir Cirebon, Tanjung Ujungtua – Losari" yang dibiayai oleh DIPA Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI Tahun Anggaran 2006, dan kesempatan mengunjungi pantai Losari untuk melanjutkan program penelitian "Dampak Pemanasan Global terhadap Kawasan Pesisir" dari Pusat penelitian Oseanografi – LIPI tahun anggaran 2008 dan 2009.

#### PUSTAKA

- Bird, E.C.F., 1992. Effect of sea-level rise. In: M.L. Perry, M.B. de Rozari, A.L. Chong and S. Panich (eds.), *The Potential Socio-Economic Effects of Climate Change in South-East Asia*, 89-107. United Nation Environment Programme.
- Ellison, J.C., 2000. How South Pacific mangrove may respond to predicted climate change and sea-level rise. In: A. Gillespie and W.C.G. Burns (eds.), *Climate change in the South Pacific: impacts and responses in Australia, New Zealand and Small Island States*, 289-301. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Ericson, J.P., Vorosmarty, C.J., Dingman, S.L., Ward, L.G. and Meybeck, M., 2006. Effective sea-level rise and deltas: causes of change and human dimension implications. *Global and Planetary Change*, 50, 63-82.
- Frihy, O.E. and Dewidar, K.M., 2003. Pattern of erosion/sedimentation, heavy metal concentration and grain size to interpret boundaries of littoral subcells of the Nile Delta, Egypt. *Marine Geology*, 199, 27-43.
- Frihy, O.E. and Lotfy, M.F., 1994. Mineralogy and texture of beach sand in relation to erosion and accretion along the Rosetta Promontory of the Nile Delta, Egypt. *Journal of Coastal Research*, 10(3), 588-599.
- Gilman, E., Ellison, J. And Coleman, R., 2007. Assessment of mangrove response to projected relative sea-level rise and recent historical reconstruction of shoreline position. *Environ Monit Assess*, 124, 105-130.
- Gilman, E.L., Ellison, J., Duke, N.C. and Field, C., 2008. Threats to mangrove from climate and adaptation options. *Aquatic Botany*, doi: 10.1016/j.aquabot.2007.12.009.
- Hopley, D., 1992. Global change and coastline: assessment and mitigation planning. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 7, 5-15.
- IUCN, 2008. Sea-level rise may be the greatest threat to mangrove. [<http://cms.iucn.org/search.cmf?uNewsID=1485>]. Accessed: 29 April 2010.
- Lewis III, R.R., 2005. Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forest. *Ecological Engineering*, 24, 403-418.
- Nicholls, N.J., Hoozemans, F.M.J. and Marchand, M., 1999. Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses. *Global Environmental Change*, 9, S69-S87.
- Semeniuk, V., 1994. Predicting the effect of sea-level rise on mangrove in Northwestern Australia. *Journal of Coastal Research*, 10(4), 1050-1076.
- Setyawan, W.B., Hasanudin, M., Kusmanto, E., Winardi, Hasanudin, M. dan Ismail, M.F.A., 2006. Studi Geomorfologi Pesisir untuk Pengelolaan dan Pengembangan Wilayah Pesisir Utara Pulau Jawa Bagian Tengah: wilayah pesisir Cirebon, Tanjung Ujungtua-Losari, Laporan Akhir Penelitian, Program Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Hidup Tahun Anggaran 2006, Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI, Jakarta.
- Setyawan, W.B., Hasanudin, M., Winardi, Kusmanto, E., Witasari, Y. Dan Manik, J.M., 2003. *Studi Karakteristik Garis Pantai Propinsi Banten: wilayah pesisir utara dari Tanjung Kait sampai Tanjung*



*Pontang*, Laporan Akhir Penelitian, Proyek Penelitian IPTEK Kelautan Tahun Anggaran 2003, Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI, Jakarta.

USGS, 2003. Predicting future mangrove forest migration in Everglades under rising sea level. [<http://www.nwrc.usgs.gov/factshts/030-03.pdf>]. Accessed: 29 April 2010.

Wheeler, D., 2007. The IPCC debate on sea-level rise: critical stakes for poor countries. Center for Global Development. [<http://blogs.cgdev.org/globaldevelopment/2007/02/the-ipcc-debate-on-sea-level-r.php>]. Accessed: 11 April 2010.



## KOMPLEKSITAS STRUKTUR TERUMBU KARANG DAN POTENSINYA UNTUK MENGURANGI ARUS AIR DALAM MITIGASI TSUNAMI

**Andrio Adiwibowo**

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*

*Email : eskap09@yahoo.com*

Salah satu peran penting terumbu karang pada ekosistem akuatik adalah untuk mengurangi gelombang air. Peran itu berhubungan dengan struktur dari terumbu karang yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek dari kompleksitas struktur terumbu karang dalam mengurangi kecepatan gelombang air. Parameter yang diamati dari terumbu karang meliputi ada tidaknya percabangannya, bentuk dan jarak antar percabangan, serta tekstur permukaannya. Pengujian dilakukan terhadap beberapa jenis terumbu karang yang memiliki karakter dari beberapa parameter itu, yaitu (*Fungia*, *Porites*, *Acropora*, dan *Lobophyllia*). *Fungia* memiliki kekurangan dalam hal tidak memiliki percabangan. dibandingkan dengan ketiga jenis lainnya. *Porites*, *Acropora*, dan *Lobophyllia* berbeda nyata ( $P = 0.007$ ,  $F = 7.674$ ) dalam hal rata – rata jarak antar percabangan dan tekstur. *Lobophyllia* ( $104 \pm 24,08$  mm) dan *Acropora* ( $100 \pm 15,8$  mm) memiliki tekstur yang lebih kasar dan percabangan yang lebih rapat dibandingkan dengan *Porites* ( $220 \pm 90,82$  mm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan struktur itu dapat mempengaruhi kecepatan air secara signifikan ( $P = 8.751$ ,  $F = 0.017$ ). Struktur terumbu karang dengan tekstur yang kasar dan percabangan yang rapat dapat menurunkan kecepatan air sebesar 21% sampai dengan 25%. Maka disarankan program penanaman terumbu karang untuk perlindungan pesisir dari ancaman tsunami memperhatikan struktur terumbu karang yang tepat dalam menahan kecepatan air.



## DISTRIBUSI SPASIAL *Derris trifoliata* Lour DI SEGARA ANAKAN CILACAP SEBAGAI AGEN BIOMONITORING KERUSAKAN MANGROVE

**Erwin Riyanto Ardli**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

*E-mail : eriantoo@yahoo.com*

Kerusakan mangrove menjadi problem utama berkurangnya luasan mangrove dunia yang mencapai 0,66 % per tahun. Segara Anakan merupakan ekosistem mangrove terluas di pulau Jawa yang kondisinya sudah kritis akibat aktivitas manusia dan proses alam. *Derris trifoliata* Lour merupakan tumbuhan mangrove asosiasi yang biasanya hidup merambat, dan berada pada zona yang mendapat banyak pasokan air tawar. Distribusi *D. trifoliata* di Segara Anakan adalah mengelompok (*aggregate*) terutama pada daerah yang kondisinya rusak sedang atau berat. Dengan demikian distribusi *D. trifoliata* dapat dijadikan agen biomonitoring kerusakan mangrove, karena keberadaan dan distribusinya yang spesifik.

Key words : *Derris trifoliata*, Segara Anakan, kerusakan mangrove, biomonitoring

### PENDAHULUAN

Kawasan Segara Anakan (SA) terletak di Kabupaten Cilacap, Propinsi Jawa Tengah pada koordinat 07°34'29.42" LS - 07°47'32.39" LS dan 108°46'30.12" BT - 109°03'21.02" BT yang meliputi wilayah kurang lebih 34.018 ha. Berdasarkan PERDA no. 6 tahun 2001 tentang Tata Ruang Kawasan Segara Anakan, kawasan tersebut dibagi menjadi kawasan lindung, kawasan penyangga dan kawasan budidaya. Pada kawasan SA ini mempunyai potensi sumberdaya hayati yang cukup besar khususnya di bidang perikanan dan kehutanan. Banyak species mangrove, ikan, udang, kepiting, moluska, burung dan mamalia yang ditemukan di laguna, mud flats atau pada area mangrove (Ardli dan Wolff, 2008; Ardli dan Wolff, 2009). Mangrove merupakan istilah umum untuk tumbuhan yang hidup di daerah pasang surut atau peralihan (*interface*) antara ekosistem darat dan laut pada daerah tropis dan sub tropis (Tomlinson, 1986; Kathiresan dan Bingham, 2001).

Sumberdaya hayati di kawasan SA semakin menurun (Ardli dan Wolff, 2008). Pada tahun 2003 lebih dari 50% area mangrove di wilayah SA bagian barat mengalami kerusakan atau gangguan (BPKSA 2003). Hal tersebut dikarenakan adanya beberapa faktor diantaranya yaitu sedimentasi, eksploitasi sumberdaya yang tidak benar,

konversi dan penebangan mangrove, migrasi penduduk serta faktor lain seperti belum terintegrasinya semua stakeholder dalam pengelolaan kawasan SA (BPKSA, 2003; Yuwono *et al.*, 2007; Ardli dan Wolff, 2009). Konversi mangrove menyebabkan beberapa masalah diantaranya adalah turunnya produksi perikanan, berkurangnya biodiversitas ekosistem mangrove, hilangnya habitat dan area nursery, berkurangnya produktivitas mangrove dan juga perairan, pengasaman tanah, polusi, dan interusi air laut (Tejakusuma, 2006). Monitoring ekosistem mangrove merupakan cara yang tepat untuk mengetahui perubahannya dari waktu ke waktu.

Biomonitoring didefinisikan sebagai monitoring kualitas suatu lingkungan secara kuantitatif dengan menggunakan organisme. Biomonitoring dengan menggunakan tumbuhan mempunyai beberapa keuntungan dikarenakan selain memberikan informasi tentang sumber efek, juga dapat sekaligus mengetahui kualitas lingkungannya misalnya kualitas tanah (Madejon *et al.*, 2006). *Derris trifoliata* merupakan tumbuhan semak yang spesifik terdapat pada lingkungan intertidal termasuk ekosistem mangrove. Tumbuhan tersebut diduga dapat dijadikan indikator atau agen biomonitoring kondisi lingkungan khususnya di ekosistem mangrove (Hogarth, 1999). Keberadaannya di lingkungan mangrove dapat muncul dengan cepat akibat penebangan dan kerusakan lainnya. *Derris* menyukai areal yang mendapat

pasokan air tawar, tergenang secara tidak teratur oleh air pasang surut. Biji dan polong teradaptasi dengan penyebaran melalui air, namun bisa juga disebarkan melalui angin (Noor *et al.*, 2006).

Secara detail tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk 1) mengetahui distribusi spasial agen biomonitoring kerusakan mangrove (*Derris trifoliata*) di kawasan Segara Anakan, 2) mengetahui apakah distribusi spasial *Derris trifoliata* dapat dijadikan pedoman penentuan kerusakan mangrove di kawasan Segara Anakan.

Penelitian ini diharapkan diperoleh informasi dasar yang penting tentang distribusi spasial agen biomonitoring kerusakan mangrove (*D. trifoliata*) di kawasan Segara Anakan, sehingga dapat dijadikan acuan tentang pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya hayati di kawasan Segara Anakan termasuk upaya konservasinya dalam keperluan rehabilitasi ekosistem mangrove.

## BAHAN DAN METODA

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi vegetasi mangrove di ekosistem Segara Anakan. Penelitian ini menggunakan metode survei. Titik sampling yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang tercantum dalam gambar 1.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian

Pengambilan sampel struktur dan komposisi vegetasi mangrove dilakukan dengan menggunakan metode *plot sampling* (Mueller-Dumbois dan Ellenberg, 1974). Pada masing-masing plot diambil data vegetasi mangrove dengan ukuran 10m × 10m untuk pohon dengan diameter ≥ 10cm, untuk data *sapling* (1cm < diameter ≤ 10cm) diambil dalam subplot 5m × 5m dan data *seedling* (ketinggian ≤ 1m atau diameter = 1cm) diambil dalam subplot 1m × 1m. Identifikasi spesies vegetasi dilakukan langsung di lapangan berdasar pada Tomlinson (1994) dan Kitamura *et al.* (1997).

Faktor lingkungan yang diukur secara insitu meliputi suhu udara, suhu air, suhu tanah, intensitas cahaya, pH tanah, salinitas tanah; sedangkan yang diukur secara eksitu meliputi N dan P total, kadungan pasir, liat, debu, *water content*, dan kandungan bahan organik untuk setiap stasiunnya.

Analisa pola distribusi vegetasi daerah penelitian dilakukan menggunakan analisis *variance S<sup>2</sup>*, dengan penentuan pola distribusi seperti pada tabel 1. Dari hasil pengukuran dan analisis pada point di atas, kemudian dilakukan analisis spasial dengan menggunakan program Surfer 8.0 dan ArcView 3.2 (ESRI, 1990). Hasil analisis spasial dalam bentuk peta tematik kondisi lingkungan (kerusakan mangrove) dan distribusi vegetasi agen biomonitoring.



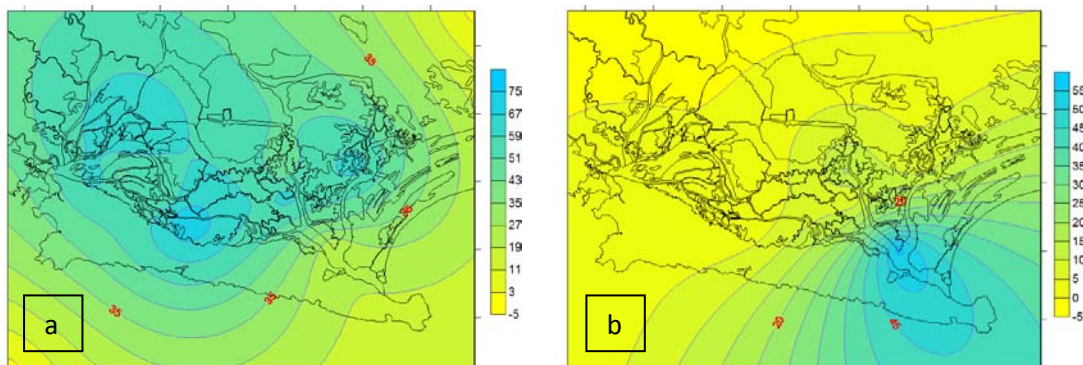
Hasil pemetaan distribusi spasial dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan peta distribusi kerusakan mangrove yang didapat dari laporan atau pustaka terkait.

**Tabel 1. Penentuan pola distribusi menurut Spellerberg (1991)**

Perbandingan rata-rata dan ragam ( $S^2$ )	Pola distribusi
$S^2 = 0$	Uniform (tersebar rata)
$\bar{x} = S^2$	Random (acak)
$\bar{x} < S^2$	Aggregate (mengelompok)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasar pengukuran sifat fisik dan kimiawi, secara umum kondisi lingkungan baik di perairan ataupun pada mangrove di Segara Anakan adalah bervariasi, diketahui bahwa parameter seperti suhu udara, suhu air, suhu tanah, intensitas cahaya, pH tanah, N dan P total adalah relatif sama untuk setiap lokasi atau stasiun pengamatan pada area mangrove. Akan tetapi terdapat beberapa perbedaan nilai parameter yang lain seperti kadungan pasir, liat, debu, water content, salinitas tanah dan kandungan bahan organik untuk setiap stasiunnya. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan yang berasal dari faktor eksternal dan antroplogi yang ada, misalnya di daerah barat dan tengah (stasiun SA1 dan SA2) di mana mendapat pasokan air tawar dari beberapa sungai yang ada seperti Citanduy, Cikonde dan Cibereum. Sehingga, menyebabkan fluktuasi salinitas yang relatif besar yaitu 0-26 ppt dibanding 12-30 ppt di wilayah timur (Jennerjahn *et al.*, 2009). Hal tersebut dikarenakan dua sungai utama di wilayah timur (stasiun SA-3 yang terletak di sekitar Sungai Donan dan Sapuregel) hanya merupakan kanal yang sangat sedikit mendapat pasokan air tawar. Semua hasil pengukuran, menunjukkan bahwa faktor lingkungan masih memenuhi kriteria untuk kehidupan organisme.



**Gambar 2. distribusi spasial parameter lingkungan, (a) kandungan liat (%), (b) kandungan pasir (%).**

Hal yang paling membedakan antara wilayah barat, tengah dan timur adalah dilihat dari komposisi penyusun tanahnya. Seperti terlihat pada gambar 2, di wilayah timur tanah tersusun terutama oleh pasir dengan kandungan lebih dari 55% khususnya di stasiun SA3-16. Hal sebaliknya terjadi di wilayah barat dan tengah, di mana sebagian besar penyusunnya adalah liat yang berasal dari endapan aluvial dari beberapa sungai di sekitarnya.

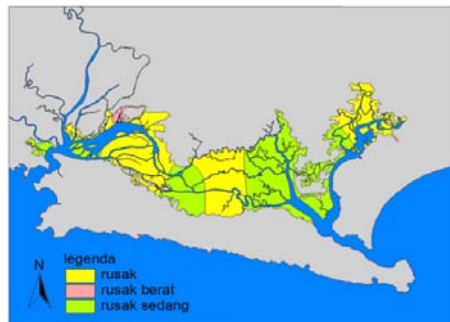
Ekosistem Segara Anakan di wilayah timur mendapat tekanan yang cukup besar dari pemukiman, industri (pengilangan minyak dan pabrik semen). Sementara di wilayah barat dan tengah lebih banyak disebabkan oleh sedimentasi dan aktivitas penduduk seperti konversi lahan dan penebangan ilegal.

*Derris trifoliata* di Segara Anakan terdistribusi secara mengelompok (*agregat*). Kerapatan yang relatif tinggi mengelompok di bagian barat dan tengah (gambar 4). Di kedua wilayah ini memiliki kerapatan mangrove yang rendah untuk tingkat pancang dan pohon.



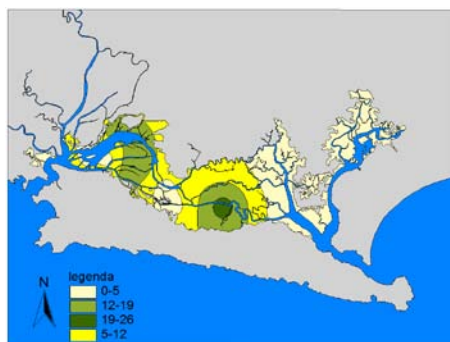
Kondisi tersebut menyebabkanutupan kanopi yang sangat sedikit dan menjadi habitat yang cocok untuk *Derris trifoliata* karena dapat tumbuh dengan optimal pada habitat yang mendapat sinar matahari yang banyak.

Ekosistem mangrove Segara Anakan telah mengalami kerusakan yang serius, hal ini terlihat dari hasil penelitian bahwa kondisi seluruh mangrove di lokasi ini berstatus antara rusak sedang hingga rusak berat, dan tidak ada daerah yang dalam kondisi baik (Gambar 3). Kondisi mangrove yang rusak berat terutama dijumpai di wilayah utara laguna (daerah Muara Dua), kondisi vegetasi di lokasi tersebut sudah didominasi oleh jenis *Derris trifoliata* denganutupan hingga mencapai 80%. Kondisi mangrove yang rusak, sebagian besar terdapat di wilayah barat dan tengah, dimana sudah jarang ditemukan vegetasi mangrove untuk kategori pohon dan pancang dan vegetasi bawah telah didominasi oleh jenis *Derris trifoliata* (gambar 4).



**Gambar 3. Distribusi tingkat kerusakan mangrove di Segara Anakan, Cilacap.**

Dari hasil analisis distribusi spasial terlihat bahwa pada tingkat kerusakan mangrove berkorelasi positif dengan banyaknya atau hadirnya *Derris trifoliata* di suatu lokasi (gambar 3 dan 4). Hal ini juga didukung oleh hasil analisis korelasi tingkat kerusakan mangrove dengan kelimpahan kedua species tersebut. Pada lokasi yang ditemukan kerapatan *Derris trifoliata* yang tinggi, terindikasikan bahwa lokasi ini juga mengalami kerusakan mangrove pada kondisi rusak hingga rusak berat.



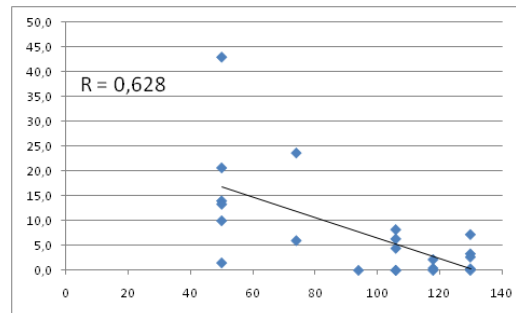
**Gambar 4. Distribusi kerapatan (ind/m<sup>2</sup>) pada species *Derris trifoliata***

Dari hasil analisis terlihat bahwa kelimpahan/kerapatan species *Derris trifoliata* mempengaruhi tingkat kerusakan mangrove dengan nilai indeks determinasi yang relatif besar yaitu 0,628 (gambar 5). Hal tersebut mengindikasikan bahwa kehadiran salah species tersebut dapat dijadikan agen biomonitoring kerusakan mangrove.

Penelitian ini diperoleh informasi dasar bahwa : 1) *Derris trifoliata* dapat dijadikan agen monitoring kerusakan mangrove, 2) kerusakan mangrove di kawasan Segara Anakan dapat dipetakan berdasarkan agen biomonitoring vegetasi mangrove (*Derris trifoliata*). Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya hayati di kawasan Segara Anakan termasuk upaya konservasinya dalam keperluan rehabilitasi



ekosistem mangrove di kawasan tersebut atau lokasi lain yang memiliki tipe dan kondisi yang sama atau mirip di seluruh Indonesia. Informasi yang didapat berupa peta tematik kondisi mangrove terkini dan model monitoring dan model prediksi kondisi mangrove untuk waktu mendatang.



**Gambar 5. Kurva nilai korelasi kelimpahan *Derris trifoliata* dengan tingkat kerusakan mangrove, R=nilai koefisien determinasi.**

## PUSTAKA

- Ardli E.R. and M. Wolff. 2008. Quantifying habitat and resource use changes in the Segara Anakan lagoon (Cilacap, Indonesia) over the past 25 years (1978 – 2004). *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, Vol. 5 (4): 59-67.
- Ardli E.R. and M. Wolff. 2009. Land use and land cover change affecting habitat distribution in the Segara Anakan lagoon, Java, Indonesia. *Regional Environmental Change* 9:235–243. DOI:10.1007/s10113-008-0072-6.
- BPKSA (Badan Pengelola Kawasan Segara Anakan). 2003. Laporan pelaksanaan proyek konservasi dan pembangunan Segara Anakan. Lokakarya Status, Problem dan Potensi Sumberdaya Perairan dengan Acuan Segara Anakan dan DAS Serayu. Purwokerto.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). 1990. *Understanding GIS, the ARC/INFO method*. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA.
- Hogarth, P.J. 2007. *The Biology of Mangroves and Seagrasses*. Oxford University Press Inc., New York, 273 pp.
- Jennerjahn, T.C., B. Nasir and I. Pohlenga. 2009. Spatio-temporal variation of dissolved inorganic nutrients related to hydrodynamics and land use in the mangrove-fringed Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Reg Environ Change* 9:259–274.
- Kathiresan, K. and B.L. Bingham. 2001. *Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems*. *Advances in Marine Biology*, 40: 81-251.
- Kitamura, S., C. Anwar, A. Chaniago and S. Baba. 1997. *Handbook of mangrove in Indonesia: Bali & Lombok*. International Society for Mangrove Ecosystem. Denpasar. 119 hlm.
- Madejon, P., T. Maranon, J.M. Murillo and B. Robinson. In defence of plants as biomonitors of soil quality. *Environmental Pollution* 143: 1-3.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley, London.
- Noor, Y.R., M. Khazali dan N.N. Suryadiputra. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetlands International Indonesia Programe. Bogor.
- Tejakusuma, I.G. 2006. Analisis factor dan implikasi penyusutan laguna Segara Anakan. *Alami* Vol 11 (3) : 35-40
- Tomlinson, P.B. 1994. *The Botany of Mangrove*. Cambridge University Press, New-York. 419 hlm.
- Yuwono, E., T.C. Jennerjahn, I. Nordhaus, E.R. Ardli, M.H. Sastranegara and R. Pribadi. 2007. Ecological status of Segara Anakan, Java, Indonesia, a mangrove-fringed lagoon affected by human activities. *Asian Journal of Water, Environ-ment and Pollution*. Vol. 4 (1): 61-70.



## PREFERENSI MAKANAN *Cardisoma carnifex* DI MUARA SUNGAI DONAN SEGARA ANAKAN CILACAP

Yuni Yumiarti, Edy Yuwono, dan Moh Husein Sastranegara

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email : y.yumiarti@gmail.com

Makanan merupakan faktor pembatas bagi ukuran populasi, pertumbuhan dan kondisi organisme. Penelitian berjudul “Preferensi Makanan Kepiting Mangrove *Cardisoma carnifex* yang Tertangkap di Hutan Mangrove Muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap” bertujuan untuk mengetahui preferensi makanan *C. carnifex*, hubungan antara keberadaan *C. carnifex* dan sumber makanan *C. carnifex* dengan kondisi lingkungan. Lokasi penelitian berada di kawasan hutan mangrove muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap, pada koordinat 108°59'186"BT-07°43'812"LS. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survai. Teknik pengambilan sampel menggunakan *cluster random sampling* sepanjang zona mangrove dari bibir pantai sampai dengan perbatasan hutan mangrove. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak empat kali terdiri dari dua kali saat pasang purnama dan perbani. Preferensi makanan ditunjukkan dengan analisis lambung dan vegetasi yang menghasilkan Indeks Pilihan (*Selection Index*). Kualitas sumber makanan ditentukan dengan rasio karbon nitrogen (*CN ratio*) dan analisis isotop vegetasi sumber makanan. Kondisi lingkungan yaitu suhu, salinitas, penetrasi cahaya, pH tanah dan jenis tekstur substrat dianalisis secara deskriptif. Hubungan antara keberadaan *C. carnifex* dan sumber makanan *C. carnifex* dengan kondisi lingkungan dievaluasi dengan analisis korelasi berdasarkan *Pearson Product Moment Correlation* pada program Minitab 12. Preferensi makanan *C. carnifex* terdiri atas sumber nabati seperti material tumbuhan *Hibiscuss tiliaceus* dan *Derris trifoliata* yang memiliki nilai nutrisi rendah, sehingga memungkinkan bagi *C. carnifex* memakan jenis material lain selain tumbuhan/nabati untuk memenuhi kebutuhan nitrogen tubuhnya sebagai *opportunistic omnivora*. Keberadaan *C. carnifex* dan sumber makanan *C. carnifex* dengan kondisi lingkungan tergantung terhadap kondisi lingkungan.

Key words : mangrove, *Cardisoma carnifex*, preferensi makanan, muara Sungai Donan, Segara Anakan Cilacap

### PENDAHULUAN

Daerah mangrove merupakan jenis ekosistem yang memiliki rantai makanan unik. Selain dipengaruhi oleh habitat intertidal dan pasang surut air serta fluktuasi lingkungan, daerah mangrove juga memiliki gradien salinitas yang tergantung terhadap faktor iklim (sebagai contoh curah hujan dan evaporasi). Mangrove sebagai suatu sistem lingkungan yang terbuka terhadap *input* dan *output* energi serta bahan-bahan lain sehingga membuat daerah mangrove sangat sensitif terhadap pengaruh lingkungan *eksternal* (Chapman, 1977). Sifat daerah mangrove tersebut menyebabkan penelitian dan informasi mengenai organisme yang berada di dalamnya beserta pengaruh sekitarnya perlu dilakukan.

*Cardisoma carnifex* merupakan salah satu kepiting mangrove yang termasuk dalam phylum Arthropoda, classis Crustacea, ordo Decapoda, subordo Brachyura, familia Gecarcinidae, genus *Cardisoma* dan spesies *Cardisoma carnifex* (Herbst, 1794). *C. carnifex* termasuk kepiting semi-terrestrial dengan jumlah paling banyak ditemukan di hutan mangrove Negara Kenya (Gilikin dan Verheyden, 2001). Micheli *et al.* (1991) menegaskan bahwa jenis-jenis kepiting mangrove terutama Familia Sesamididae, Grapsidae, Ocypodidae dan Gecarcinidae, mempunyai peranan yang penting dalam siklus energi ekosistem mangrove dan mempengaruhi struktur kimia tanah.

Ekologi pakan suatu spesies salah satunya dapat diketahui dengan melihat komposisi dan kualitas sumber makanan serta kondisi lingkungan sekitar (Nordhaus, 2004). Dengan mengetahui preferensi makanan spesies tertentu maka dapat dilihat hubungan ekologi diantara organisme di lingkungan tersebut.



Komposisi sumber makanan dapat dilihat dengan pengukuran preferensi makanan yaitu membandingkan antara ketersediaan dan penggunaan sumber makanan. Indeks preferensi yang paling mudah digunakan adalah perhitungan indeks pilihan (*selection index* atau *forage ratio*). Metode ini membandingkan antara ketersediaan dan penggunaan sumber makanan. Model tersebut dapat dilakukan dengan mengukur penggunaan sumber makanan pada tingkat individu (analisis lambung sampel) dan pengukuran sumber makanan yang tersedia pada tingkat populasi (pengukuran vegetasi) (Krebs, 1998). Tingkat selektivitas juga akan mempengaruhi kebiasaan makan *C. carnifex*. Yaldwin dan Wodzicki (1979) dalam Jones (1984) menyatakan bahwa *C. carnifex* termasuk dalam kategori *omnivora* dikarenakan memakan kelapa, daging bangkai atau sampah kotor dan dedaunan.

Kualitas sumber makanan dapat dilihat dengan analisis kandungan karbon dan nitrogen pada vegetasi yang diduga sebagai sumber makanan *C. carnifex* dan memperkuat alasan preferensi makanan kepiting tersebut (Bosire *et al.*, 2005).

Kondisi lingkungan seperti pengaruh pasang surut berhubungan dengan aktivitas *C. carnifex*, spesies ini akan lebih aktif mencari makan maupun menggali lubang pada masa pasang purnama (*spring tides*) dibanding pasang perbani (*neap tides*) (Micheli *et al.*, 1991).

Uraian di atas menjelaskan bahwa peranan kepiting mangrove dan pengaruhnya terhadap lingkungan eksternal tempat hidupnya sangat penting, tetapi informasi tentang kepiting mangrove masih terbatas. Informasi detail tentang *C. carnifex* yang merupakan salah satu kepiting mangrove, terutama di Indonesia juga belum tersedia. Oleh karena itu, penelitian ini akan mencoba mengkajinya melalui pendekatan ekologi pakan spesies tersebut yang meliputi komposisi (analisis lambung dan vegetasi) dan kualitas sumber makanan (analisis karbon nitrogen dan isotop stabil karbon nitrogen) serta kondisi lingkungan baik pada saat pasang purnama maupun perbani. Hasil tersebut secara umum akan menggambarkan preferensi makanan *C. carnifex* dan hubungannya dengan kualitas makanan serta kondisi lingkungan.

Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Preferensi makanan *C. carnifex* yang tertangkap di kawasan hutan mangrove muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap pada waktu pasang purnama dan perbani.
2. Hubungan antara keberadaan *C. carnifex* dan sumber makanan *C. carnifex* dengan kondisi lingkungan.

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi yang lebih terperinci tentang *C. carnifex*. Informasi yang diperoleh diharapkan juga dapat digunakan oleh penelitian selanjutnya yang mendukung ke arah pemanfaatan kepiting mangrove, pemantauan jumlah ketersediaan sumber makanan dan kondisi hutan mangrove secara keseluruhan.

## **BAHAN DAN METODA**

### ***Materi, Lokasi dan Waktu Penelitian***

#### *Materi Penelitian*

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel *C. carnifex* dan sampel vegetasi mangrove di kawasan hutan mangrove muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap. Bahan tambahan yang digunakan adalah akuades, formalin 4%, ethanol 70% dan larutan *Rose Bengal*.

Peralatan yang digunakan di lapangan adalah GPS (*Global Positioning Systems*), botol sampel, plastik sampel, draft pengamatan, ember plastik, *ice box*, alat sekop, alat



pengukur/meteran, luxmeter, termometer, soiltester dan multiparameter (Multi 340i/SET, Tetra Con 325).

Peralatan yang digunakan di laboratorium untuk analisis lambung adalah timbangan analitik, jangka sorong, mikroskop binokuler, alat bedah (*carpel*, gunting, pinset), cawan petri, pipet, *object glass* dan botol sampel; untuk analisis kandungan karbon dan nitrogen adalah oven, *centrifugal mill*, timbangan analitik, eksikator dan *elemental analyser* (Fisons, NA 2100); dan untuk analisis isotop stabil karbon nitrogen adalah *gas isotope ratio mass spectrometer* (EA-IRMS).

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Pengambilan sampel kepiting dan vegetasi dilakukan selama dua bulan yaitu dari bulan April sampai Mei 2009, sebanyak empat kali terdiri dari dua kali saat pasang purnama dan dua kali saat pasang perbani di kawasan hutan mangrove muara Sungai Donan, Segara Anakan Cilacap dengan koordinat 108°59'186"BT-07°43'812"LS.

Analisis lambung sampel dan vegetasi mangrove dilakukan selama bulan April sampai Mei 2009 di laboratorium Biologi Akuatik, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, Indonesia. Analisis kandungan karbon nitrogen dan isotop stabil karbon nitrogen dilakukan dari bulan Mei sampai Juli 2009 di laboratorium Kimia, Leibniz-Center ZMT (*Zentrum für Marine Tropenökologie* - Pusat Penelitian Ekologi Kelautan Tropis) Universitas Bremen, Jerman. Penelitian secara keseluruhan dilakukan dari bulan April sampai Juli 2009.

### **Metode Penelitian**

#### *Teknik Pengambilan Sampel*

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survai dengan teknik pengambilan sampel *cluster random sampling* sepanjang zona mangrove dari bibir pantai sampai dengan perbatasan hutan mangrove. Pengambilan sampel dilakukan pada kuadran seluas 4x4 m<sup>2</sup>. Pemilihan kuadran didasarkan pada ciri-ciri habitat *C. carnifex* yaitu, ukuran lubang dengan diameter 8-12 cm, terlihat masih digunakan, dan di sekitarnya terdapat gundukan lumpur kering (Micheli *et al.*, 1991).

#### *Prosedur Pengambilan Sampel*

##### *Prosedur Pengambilan Sampel Komposisi Sumber Makanan - Analisis Lambung*

Sampel *C. carnifex* ditangkap di dalam lubang dan di permukaan tanah menggunakan tangan. Formalin 4% disuntikkan ke dalam mulut kepiting untuk menghentikan proses digesti di dalam lambung lalu dimasukkan dalam botol sampel berlabel dan disimpan dalam *ice box* selama perjalanan, dan dipindahkan ke dalam *freezer* setelah sampai di laboratorium (Nordhaus, 2004).

Seluruh sampel yang didapat dipisahkan antara jantan dan betina. Sampel ditimbang dengan ketelitian 0,01 g menggunakan timbangan analitik, kemudian diukur panjang dan lebar karapaks dengan menggunakan jangka sorong ketelitian 0,1 mm. Setelah itu karapaks dibuka lalu diambil isi lambung dan dipindahkan perlahan-lahan ke dalam cawan petri sambil dibasahi dengan akuades. Kemudian diambil menggunakan pipet lalu dipindahkan ke *object glass* untuk diidentifikasi secara langsung. Tetapi jika tidak diidentifikasi langsung maka isi lambung tersebut dimasukkan ke dalam botol sampel kemudian ditambahkan ethanol 70% dan diberi label (Nordhaus, 2004).



Seluruh partikel yang terlihat dikumpulkan menjadi beberapa kategori menggunakan mikroskop. Komposisi makanan diketahui dengan melakukan penghitungan beberapa parameter yaitu:

1. Penghitungan tingkat kepenuhan lambung dengan mengelompokkan ke dalam beberapa kategori antara lain: D0 (kosong), D1 (1-25%), D2 (26-50%), D3 (51-75%) dan D4 (76-100%) (Nordhaus, 2004).
2. Pengelompokan komposisi makanan menjadi beberapa kategori makanan (daun, akar, kulit kayu, pasir, hewan, dan tidak teridentifikasi)
3. Penghitungan tingkat frekuensi kejadian masing-masing kategori makanan dengan penghitungan persentase kejadian menurut Salewski (2007) :

$$\% \text{kejadian} = \frac{\sum Kk}{\sum Ks} \times 100\%$$

Keterangan:

$\sum Kk$  = jumlah keping yang memakan salah satu jenis kategori makanan

$\sum Ks$  = jumlah seluruh keping yang ditangkap dalam tiap titik sampel

### **Analisis Vegetasi**

Analisis vegetasi mangrove pada tiap titik sampling dengan menghitung vegetasi mangrove berupa pancang (peremudaan dengan tinggi >1,5 m yang berdiameter <10 cm) dan semai (peremudaan tingkat kecambah sampai setinggi <1,5 m) (Kusmana, 1997). Jenis vegetasi tiap titik sample diidentifikasi dengan menggunakan buku identifikasi mangrove (Duke, 2006).

Perhitungan vegetasi mangrove untuk mengetahui tingkat ketersediaan makanan akan dilakukan menurut Krebs (1985):

$$\text{Kepadatan (K)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$\text{Kepadatan relatif (Kr)} = \frac{\text{Kepadatan suatu jenis}}{\text{Jumlah kepadatan semua jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\text{Jumlah plot yang ditempati suatu jenis}}{\text{Jumlah plot seluruh pengamatan}}$$

$$\text{Frekuensi relatif (Fr)} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

### **Prosedur Pengambilan Sampel Komposisi Sumber Makanan - Analisis Karbon dan Nitrogen**

Pengukuran kandungan karbon dan nitrogen dilakukan pada vegetasi yang diduga sebagai sumber makanan *C. carnifex*. Sampel daun diambil dengan 5 ulangan untuk masing-masing spesies yaitu daun yang telah mengalami penuaan (kuning) dan di dalam lubang (coklat). Materi lain yang diduga sebagai sumber makanan juga diambil untuk dianalisis tanpa dilakukan ulangan.

Sampel dikeringkan pada oven dengan panas konstan 40 °C sampai tulang dan daging daun mudah sekali dipatahkan, lalu dihancurkan menjadi bubuk dengan *centrifugal mill*. Bubuk sampel dan sampel standar (SRM 1515) kemudian dimasukkan ke dalam *zink capsule* ukuran 10x10 mm lalu ditimbang sampai dengan ±1000 µg. Kapsul yang sudah berisi sampel dipadatkan dan dimasukkan dalam eksikator sampai proses pengukuran untuk mencegah terjadi kelembaban kembali. Pengukuran selanjutnya dilakukan dengan *elemental analyser* (Fisons, NA 2100) (Zimmerman *et al.*, 1997).



### **Analisis Isotop**

Pengukuran isotop stabil karbon dan nitrogen dilakukan pada vegetasi yang diduga sebagai sumber makanan *C. carnifex* dan otot/daging *C. carnifex*. Pengukuran dilakukan setelah mendapatkan hasil perhitungan perbandingan antara kandungan karbon dan nitrogen (*CN ratio*) dalam tiap-tiap sampel untuk mengetahui standar pengukuran pada *mass spectrometer*.

Bubuk sampel dimasukkan ke dalam *Sn capsule* ukuran 5x12 mm lalu ditimbang sampai dengan berat sesuai dengan hasil analisis *CN ratio*. Kapsul yang sudah berisi sampel dipadatkan dan dimasukkan dalam eksikator sampai proses pengukuran untuk mencegah terjadi kelembaban kembali. Pengukuran selanjutnya dengan *gas isotope ratio mass spectrometer* (EA-IRMS).

### **Prosedur Pengambilan Sampel Kondisi Lingkungan**

Beberapa pengukuran kondisi lingkungan diketahui dengan parameter berikut:

1. Jenis dan tekstur substrat : Pengambilan sampel tanah menggunakan *sediment cores* pada tiap titik dengan jarak 15 m sampai dengan 105 m dari tepi pantai. *Sediment cores* akan diperiksa tiap 10 cm pertama, 11-20 cm dan 21-50 cm. Tiap sampel akan dipanaskan di dalam larutan  $\text{NaPO}_4$  selama dua menit agar partikel tidak tersumbat. Selanjutnya butiran sedimen akan dikategorikan ke dalam beberapa ukuran, yaitu pasir (2-0,0625 mm), lumpur (0,0625-0,0039 mm) dan lempung (<0,0039 mm) (Schulz and Zabel 2006<sup>a</sup> dalam Hermann, 2008).
2. Cahaya : Pengukuran cahaya menggunakan lux meter pada daerah yang bebas dari naungan. Kemudian hasilnya dicatat setelah diperoleh angka konstan (APHA, AWWA dan WPCF, 1985).
3. Suhu lingkungan : Pengukuran suhu lingkungan dilakukan dengan menggantung termometer di sekitar lubang kepiting sampai skala menunjukkan angka konstan. Angka yang ditunjukkan kemudian dapat dicatat (APHA, AWWA dan WPCF, 1985).
4. pH tanah : Pengukuran pH tanah dilakukan dengan cara menancapkan soiltester ke dalam substrat. Hal ini dilakukan selama kurang lebih 3 menit sampai skala menunjukkan angka konstan (APHA, AWWA dan WPCF, 1985).
5. Salinitas : Pengukuran salinitas air dilakukan dengan menggunakan multiparameter (Multi 340i/SET, Tetra Con 325). Air di dalam lubang diambil menggunakan botol ukuran 25 ml, kemudian dilakukan pengukuran di laboratorium. Pengukuran dilakukan dengan mencelupkan bagian sensor multi 340i/SET khusus untuk pengukuran salinitas (APHA, AWWA dan WPCF, 1985).

### **Metode Analisis**

Komposisi sumber makanan diketahui dengan preferensi makanan yang ditunjukkan melalui hasil penghitungan indeks preferensi antara tingkat Frekuensi Kejadian {FK (%) } makanan di lambung sebagai  $O_i$  dengan Frekuensi Relatif {FR (%) } vegetasi mangrove sebagai  $p_i$ . Indeks preferensi dihitung sesuai dengan waktu pasang purnama dan perbani, perhitungan dilakukan menurut Krebs (1998):

$$\omega_i = \frac{O_i}{p_i}$$

Keterangan :  $\omega_i$  = Indeks pilihan untuk spesies  $i$ ,  $O_i$  = Persentase spesies  $i$  dalam diet,  $p_i$  = Persentase spesies  $i$  yang terdapat di alam



Hasil nilai indeks preferensi ( $\omega_i$ ) di atas 1,0 mengindikasikan keberadaan suatu preferensi, tetapi jika nilai indeks preferensi dibawah 1,0 maka mengindikasikan keberadaan suatu penolakan.

Kualitas sumber makanan diketahui dengan membandingkan antara persen karbon nitrogen pada spesies sumber makanan yang diambil dan standar penggunaan kandungan nutrisi oleh invertebrata. Hasil perbandingan ditampilkan berupa histogram (Bouillon *et al.*, 2003).

Kondisi lingkungan yang mempengaruhi kehidupan *C. carnifex* akan dilihat melalui analisis deskriptif dengan membandingkan faktor lingkungan pada tiap titik sampel. Hasil ditampilkan dengan data referensi (Micheli *et al.*, 1991 dan Jones, 1984).

Hubungan antara preferensi makanan dengan kualitas makanan dan kondisi lingkungan akan dievaluasi dengan analisis korelasi berdasarkan *Pearson Product Moment Correlation*. Program yang dipakai berupa Minitab 12 (Minitab Inc, 1998).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Deskripsi Lokasi dan Sampel Penelitian*

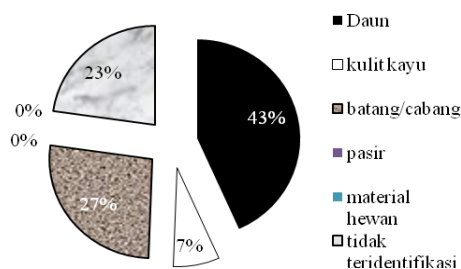
Lokasi penelitian adalah kawasan hutan mangrove muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap dengan koordinat 108°59'186''BT dan 07°43'812''LS (Lampiran 2). Hutan mangrove daerah muara Sungai Donan termasuk dalam area Kawasan Pengelolaan Rawa Timur, memiliki substrat tanah berlumpur dan pasir keras serta memiliki daerah sedimentasi yang cukup luas.

Jumlah individu *C. carnifex* yang ditemukan selama pengambilan sampel sebanyak 11 individu terdiri dari tujuh betina dan empat jantan. Bobot sampel berkisar antara 77,63 g dan 210,94 g dengan kisaran panjang karapaks berkisar antara 4,6 cm dan 6,3 cm dan lebar karapaks berkisar antara 5,7 cm dan 7,7 cm. Kisaran berat badan tersebut termasuk ke dalam kepiting berukuran besar yang jarang ditemukan di daerah mangrove. Pola perkembangan ukuran berat badan tersebut khususnya terjadi pada kepiting terrestrial herbivora (Wolcott dan O'Connor, 1992).

### *Preferensi Makanan Cardisoma carnifex*

#### *Analisis Lambung Cardisoma carnifex*

Hasil pengamatan isi lambung *C. carnifex* menunjukkan beberapa kategori makanan yaitu daun, batang/cabang tumbuhan, kulit kayu dan tidak teridentifikasi (Gambar 3.1).



**Gambar 3.1** Kategori makanan yang ditemukan dalam lambung *Cardisoma carnifex*

Empat kategori yang dapat dikelompokkan terdiri dari daun (43%), batang/cabang tumbuhan (27%), kulit kayu (7%) dan tidak teridentifikasi (23%). Hasil tersebut kurang sesuai dengan pengelompokan di awal penelitian dimana seharusnya terdapat kategori pasir dan

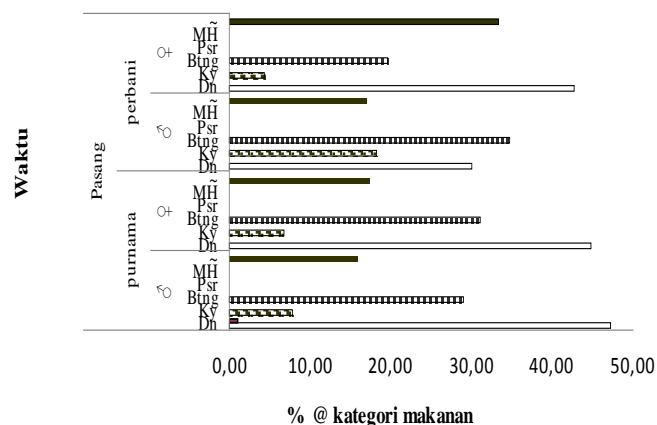


material hewan. Tidak ditemukannya kategori pasir dan material hewan dalam komposisi diet *C. carnifex*, maka spesies tersebut bukanlah detritivor atau pun karnivora. Menurut Jones (1984), umumnya genus *Sesarma*, *Cardisoma*, *Goniopsis*, *Ucides* dan *Aratus* termasuk ke dalam kategori pemakan tumbuhan berpembuluh, tetapi tidak terbatas pada seresah, bibit mangrove dan tumbuhan terrestrial.

Kategori makanan terbanyak adalah daun yang dapat teridentifikasi dengan mengamati bentuk stomata dan trikomata yang tersisa dari isi lambung *C. carnifex*. Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan dua spesies vegetasi mangrove yang dikonsumsi yaitu *Hibiscus tiliaceus* dan *Derris trifoliata*.

Kategori lain yaitu kulit kayu dan batang/cabang sebenarnya merupakan bagian dari material tumbuhan yang menunjukkan rendahnya keanekaragaman komposisi diet *C. carnifex*. Material-material tumbuhan terutama seresah daun yang ditemukan dalam lambung *C. carnifex* sebenarnya tidak menguntungkan bagi spesies tersebut terlebih lagi apabila dijadikan sebagai sumber makanan utama. Hal tersebut dikarenakan oleh material tumbuhan sulit untuk dicerna sebab mengandung banyak serat yaitu selulosa dan hemiselulosa, bahkan tanin yang dapat menghambat proses pencernaan (Linton dan Greenway, 2007).

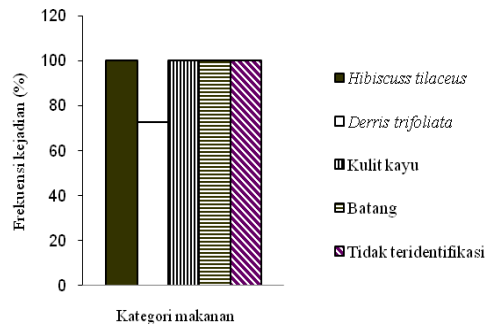
Perbedaan kategori makanan antara jantan dan betina menunjukkan hal yang tidak signifikan, mayoritas individu memakan daun. Begitu pula perbedaan antara purnama dan perbani pada penelitian tidak terdapat perbedaan yang nyata, meskipun cenderung pada saat pasang purnama *C. carnifex* mengkonsumsi daun lebih banyak dibanding pasang perbani (Gambar 3.2).



**Gambar 3.2 Perbedaan kategori makanan yang ditemukan dalam lambung *Cardisoma carnifex* pada waktu pasang purnama dan perbani**

Perbedaan kategori makanan *C. carnifex* di hutan mangrove muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap tidak terpengaruh oleh waktu pasang purnama maupun perbani. Hal ini dikarenakan *C. carnifex* di area tersebut mempunyai habitat jauh dari tepian mangrove sehingga tidak tergantung pada siklus pasang surut air laut tetapi *C. carnifex* hanya bergantung pada sumber makanan di sekitar lubang yaitu seresah daun *H. tiliaceus*.

Hasil pengukuran frekuensi kejadian masing-masing kategori makanan tidak bervariasi. Gambar 3.3 menunjukkan daun, batang/cabang tumbuhan, kulit kayu dan material tidak teridentifikasi ditemukan di seluruh lambung *C. carnifex* yang tertangkap, tetapi sama dengan hasil uraian sebelumnya tidak ditemukan pasir dan material hewan.



**Gambar 3.3** Frekuensi kejadian masing-masing kategori makanan dalam lambung *Cardisoma carnifex*

Berdasarkan material daun yang ditemukan di uraian sebelumnya, dua spesies vegetasi mangrove (*H. tiliaceus* dan *D. trifoliata*) diketahui bahwa *H. tiliaceus* mempunyai nilai frekuensi kejadian sebesar 100%, sedangkan *D. trifoliata* sebesar 73%. Nilai tersebut menunjukkan tingkat kemunculan spesies vegetasi mangrove tersebut dalam diet *C. carnifex* bahwa *H. tiliaceus* terlihat dominan dibanding *D. trifoliata*. Kemunculan vegetasi mangrove tersebut di lambung akan dibandingkan dengan analisis vegetasi di lapangan, sehingga dapat diketahui pengaruh atau alasan *C. carnifex* hanya memakan dua spesies vegetasi mangrove tersebut.

#### **Analisis Vegetasi**

Hasil analisis vegetasi menunjukkan tingkat ketersediaan sumber makanan *C. carnifex*. Komunitas vegetasi mangrove yang ditemukan dalam penelitian ini terdiri atas enam spesies yaitu *Acanthus ilicifolius* (familia: Acanthaceae), *Nypa fruticans* (familia: Arecaceae), *Derris trifoliata* dan *Caesalpinia bonduc* (familia: Leguminosaceae), *Hibiscuss tiliaceus* (familia: Malvaceae) serta *Ceriops* sp. (familia: Rhizophoraceae). Tiga familia tersebut termasuk kategori takson mangrove sejati (*major mangroves*, *true mangroves*) yaitu vegetasi yang hanya ditemukan di ekosistem mangrove, sedangkan dua familia lainnya merupakan mangrove ikutan (*associated mangroves*) (Duke, 2006 dan Tomlinson, 1986).

Vegetasi mangrove di atas terletak di sekitar lubang tempat ditemukan *C. carnifex*, sehingga dapat dinyatakan bahwa salah satu dari tumbuhan tersebut merupakan sumber makanan *C. carnifex*. Hal tersebut dipertegas oleh hasil analisis lambung yang menunjukkan bahwa *H. tiliaceus* dan *D. trifoliata* merupakan spesies vegetasi mangrove yang ditemukan dalam isi lambung *C. carnifex*.

Hasil perhitungan analisis vegetasi mangrove yang dilakukan di sekitar lubang *C. carnifex* ditemukan bahwa *H. tiliaceus* lebih mendominasi dibandingkan oleh spesies mangrove lain, baik dilihat dari Kepadatan Relatif maupun Frekuensi Relatif spesies tersebut (Tabel 3.1).

Vegetasi mangrove yang memiliki Kepadatan Relatif tertinggi adalah *H. tiliaceus* sebesar 55,77%, diikuti *A. ilicifolius* sebesar 29,58%, *D. trifoliata* sebesar 7,04%, *C. bonduc* sebesar 3,94%, *N. fruticans* sebesar 2,25% dan *Ceriops* sp. sebesar 1,41%. Hasil di atas menunjukkan bahwa pada area tersebut paling banyak ditumbuhi oleh *H. tiliaceus* dibandingkan spesies lain. Hal ini dikarenakan kondisi substrat area penelitian yaitu pasir liat berlumpur sesuai dengan jenis substrat yang ditempati *H. tiliaceus* (Gambar 3.8). Spesies tersebut juga merupakan tumbuhan khas di sepanjang pantai tropis dan seringkali berasosiasi dengan mangrove, biji mengapung dan dapat tumbuh meskipun dimasuki air laut (Noor *et al.*, 2006).



**Tabel 3.1 Hasil perhitungan nilai Kepadatan Relatif (KR%) dan Frekuensi Relatif (FR%) vegetasi di sekitar lubang *Cardisoma carnifex***

No	Species	KR (%)	FR (%)
1	<i>Hibiscuss tiliaceus</i>	55,77	35,48
2	<i>Acanthus ilicifolius</i>	29,58	29,03
3	<i>Caesalpinia bonduc</i>	3,94	16,13
4	<i>Derris trifoliata</i>	7,04	12,9
5	<i>Nypa fruticans</i>	2,25	3,23
6	<i>Ceriops sp</i>	1,41	3,23

Frekuensi Relatif tertinggi juga didapat dari perhitungan *H. tiliaceus* sebesar 35,48%, diikuti *A. ilicifolius* sebesar 29,03%, *C. bonduc* sebesar 16,13%, *D. trifoliata* sebesar 12,9%, *N. fruticans* dan *Ceriops sp.* sebesar 3,23%. Hasil di atas juga menunjukkan bahwa *H. tiliaceus* mempunyai tingkat kemunculan tertinggi dibanding spesies lain di daerah sekitar lubang *C. carnifex*. Tingkat kemunculan antara spesies satu dengan yang lain tidak berbeda nyata, sehingga menunjukkan distribusi antar spesies di daerah tersebut merata.

Dominasi *H. tiliaceus* disebabkan oleh kemampuan adaptasi pada sedimen yang basah maupun tidak, tanah asam sampai alkali. Tumbuhan ini berguna sebagai penstabil struktur tanah, pelindung kawasan pantai, pagar tanaman, bahan bakar dan obat-obatan (Elevitch dan Thomson, 2006).

#### **Indeks Pilihan**

Pengukuran indeks pilihan dilakukan pada spesies vegetasi yang merupakan sumber makanan *C. carnifex* yang diketahui melalui hasil analisis lambung yaitu *H. tiliaceus* dan *D. trifoliata*. *H. tiliaceus* mempunyai nilai indeks preferensi sebesar 2,82; sedangkan *D. trifoliata* mempunyai nilai indeks preferensi sebesar 5,64.

Nilai indeks pilihan *H. tiliaceus* dan *D. trifoliata* mengindikasikan keberadaan suatu preferensi karena mempunyai nilai di atas 1,0 tetapi nominal nilai indeks preferensi menunjukkan bahwa *D. trifoliata* mempunyai nilai lebih besar sehingga lebih disukai dibanding *H. tiliaceus* untuk dijadikan sumber makanan *C. carnifex*.

Hasil tersebut berbeda dengan uraian sebelumnya, bahwa *H. tiliaceus* mempunyai jumlah kerapatan dan frekuensi paling banyak di lapangan dalam hal ketersediaan sumber makanan sehingga sesuai dijadikan sebagai sumber makanan utama. Hasil ini akan dikaji kembali pada sub bab berikutnya, mungkin tingkat kesukaan tersebut dipengaruhi oleh kualitas ataupun karakteristik sumber makanan.

Hogarth (2007) menyatakan bahwa ketika lebih dari satu spesies vegetasi muncul pada habitat kepiting, maka akan terjadi pemilihan terhadap daun yang telah jatuh dari berbagai spesies. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa kepiting menunjukkan tingkat kesukaan pada daun salah satu spesies. Pemilihan tersebut dapat berdasarkan karakteristik daun, kandungan tannin atau nilai nutrisi.

Penjelasan di atas menunjukkan bahwa preferensi makanan *C. carnifex* yang tertangkap di kawasan hutan mangrove muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap pada waktu pasang purnama dan perbani terdiri atas sumber nabati yaitu material tumbuhan *H. tiliaceus* dan *D. trifoliata*.



### Kualitas Sumber Makanan *Cardisoma carnifex*

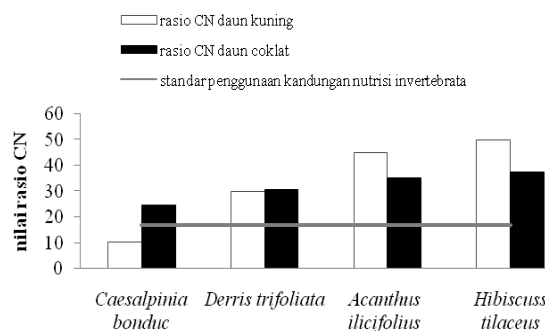
#### Analisis Karbon dan Nitrogen

Nilai karbon dan nitrogen tersebut dapat dijadikan perbandingan untuk menentukan jumlah kandungan nutrisi yang digunakan oleh invertebrata. Rasio karbon dan nitrogen masing-masing spesies vegetasi sumber makanan *C. carnifex* akan dibandingkan dengan standar penggunaan nutrisi invertebrata, sehingga dapat diketahui vegetasi mana yang seharusnya digunakan sebagai sumber makanan.

Berdasarkan hasil analisis lambung pada subbab sebelumnya menunjukkan bahwa material tumbuhan merupakan sumber makanan utama *C. carnifex* tetapi mempunyai nilai nutrisi rendah dengan tingginya nilai karbon dibandingkan dengan nilai nitrogen, yang menyebabkan tingginya rasio karbon nitrogen (*CN ratio*).

Makanan bernutrisi bagi invertebrata mempunyai nilai perbandingan karbon nitrogen dibawah 17 : 1. Kemungkinan daun merupakan sumber karbon yang cukup pada keping, tetapi terkadang bergantung pada konsumsi jaringan hewan lain sebagai sumber nitrogen (Skov dan Hartnoll, 2002).

Hasil perhitungan nilai perbandingan karbon dan nitrogen sumber makanan *C. carnifex* menunjukkan bahwa hanya satu spesies vegetasi yang memenuhi standar penggunaan nutrisi bagi invertebrata yaitu *C. bonduc* sebesar 10,10 (Lampiran 10), sedangkan untuk tiga spesies lainnya (*H. tiliaceus*, *A. ilicifolius*, *D. trifoliata*) melebihi standar nilai nutrisi yang berarti akan sulit untuk dicerna dan dimanfaatkan nutrisinya oleh spesies yang memakan vegetasi tersebut. (Gambar 3.4).



**Gambar 3.4 Perbandingan nilai rasio CN sumber makanan *Cardisoma carnifex* dengan standar penggunaan kandungan nutrisi invertebrate**

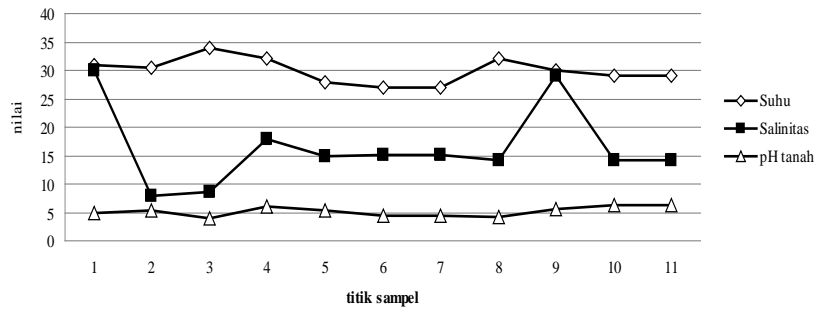
Nilai perbandingan karbon dan nitrogen *C. bonduc* yang lebih rendah dibandingkan spesies lain juga disebabkan nilai nitrogen yang besar. Berdasarkan hasil tersebut seharusnya spesies inilah yang dijadikan sumber makanan utama *C. carnifex*, sedangkan hasil pengamatan analisis lambung didapat bahwa *C. carnifex* memakan *H. tiliaceus* dan *D. trifoliata* yang memiliki nilai nutrisi melebihi standar. Preferensi makanan *C. carnifex* mungkin ditunjukkan karena kebiasaan makanan spesies tersebut tidak terpengaruh oleh kandungan nutrisi daun, tetapi terpengaruh oleh jumlah ketersediaan sumber makanan, mengingat *H. tiliaceus* memiliki nilai Kepadatan Relatif (KR) tertinggi sebesar 55,77% dan Frekuensi Relatif (FR) tertinggi sebesar 35,48% di area tersebut.





### Hubungan keberadaan *Cardisoma carnifex* dan sumber makanan *Cardisoma carnifex* dengan kondisi lingkungan

Kondisi lingkungan yang mempengaruhi kehidupan *C. carnifex* dapat dilihat melalui analisis deskriptif yang dilakukan dengan membandingkan faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, penetrasi cahaya dan pH tanah pada tiap titik sampel dengan data referensi. Hasil pengukuran suhu, salinitas, pH tanah dan penetrasi cahaya memiliki kisaran nilai yang tidak terlalu berbeda antar titik sampel suhu, salinitas dan penetrasi cahaya (Gambar 3.6 dan 3.7).



**Gambar 3.6** Kisaran nilai suhu, salinitas dan pH tanah antar titik sampel di hutan mangrove Muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap

Suhu pada daerah pengambilan sampel berkisar antara 27 °C dan 34 °C, walaupun suhu maksimum cukup tinggi namun *C. carnifex* dapat tetap hidup menyesuaikan pada habitat hutan mangrove Muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap. Berdasarkan pengamatan personal, kepiting ini juga cenderung berada di luar lubang saat matahari terik. Micheli *et al.* (1991) menyatakan bahwa *C. carnifex* memiliki daya tahan terhadap temperatur tinggi dan kelembaban yang rendah. Suhu juga akan mempengaruhi daya bertahan hidup *C. carnifex* terlihat dari cara spesies ini dalam tipe membuat lubang untuk mengurangi kekeringan.

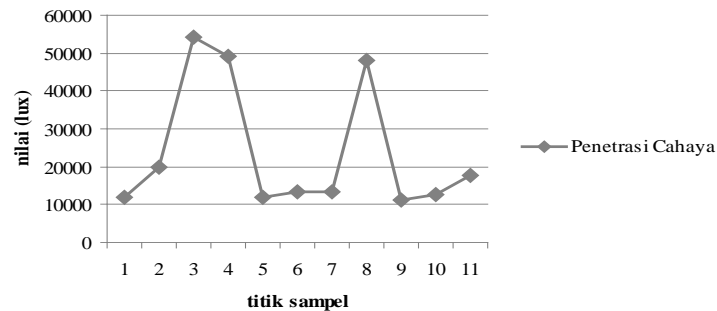
Hasil pengukuran salinitas menunjukkan kisaran nilai yang besar antara 7,9‰ dan 30‰. Hal tersebut dikarenakan sampel hanya ditemukan pada daerah berjarak 75 m dari 105 m dari bibir pantai dimana kondisi substrat akan semakin kering, mengeras/berpasir. Salinitas daerah mangrove secara umum berkisar antara 0‰ dan 50‰, akan berubah sesuai dengan pasang surut purnama dan perbani. Curah hujan atau evaporasi juga menyebabkan fluktuasi salinitas. Iklim, hidrologi, topografi dan pasang surut mengontrol salinitas yang pada gilirannya akan mempengaruhi pertumbuhan dan produktifitas hutan mangrove. Salinitas mempunyai pengaruh yang kuat terhadap kompetisi antarspesies (Jones, 1984).

Nilai pH tanah yang didapat berkisar antara 3,9 dan 6,2 menunjukkan bahwa daerah pengambilan sampel cenderung asam. Tanah mangrove cenderung netral hingga sedikit asam. Hal tersebut dikarenakan aktivitas bakteri pereduksi sulfur dan adanya tanah liat asam. Uraian tersebut sesuai dengan pernyataan Nybakken (1992), dimana kondisi tanah asam menyebabkan air interstitial serta lumpur dan pasir di sekitarnya bersifat 'buffer' terhadap air permukaan.

Nilai penetrasi cahaya mempunyai kisaran yang besar antara 11.090 lux dan 54.300 lux karena kondisi pada saat pengambilan sampel tidak selalu terik (Gambar 3.7). Hasil tersebut terlihat pada kondisi lapangan bahwa kisaran area pengambilan sampel berada di daerah naungan dan bebas naungan (sedikit pohon) vegetasi mangrove.

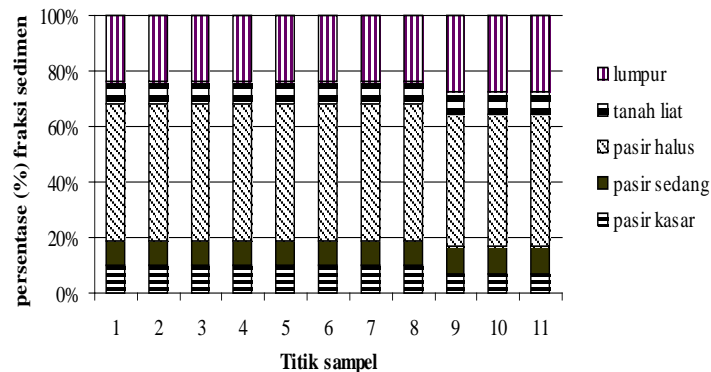
Nilai penetrasi cahaya tidak berhubungan langsung terhadap *C. carnifex*, tetapi akan mempengaruhi suhu dan vegetasi mangrove di sekitar habitat *C. carnifex* sebagai sumber

makanan. Jumlah penetrasi cahaya akan mempengaruhi proses fotosintesis vegetasi mangrove.



**Gambar 3.7** Kisaran nilai penetrasi cahaya antar titik sampel di hutan mangrove Muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap

Berdasarkan hasil analisis pengukuran komposisi sedimen pada area sampling memiliki tekstur substrat pasir liat berlumpur dengan kandungan liat 8%, lumpur berkisar antara 24% dan 27%, pasir kasar berkisar antara 47% dan 50%, pasir sedang berkisar antara 9% dan 10% dan pasir halus berkisar antara 7% dan 10% (Gambar 3.8). Jenis tekstur yang paling dominan adalah pasir kasar. Tekstur tersebut terdapat pada jarak 75 m dan 105 m dari bibir pantai yang semakin jauh dari tepian dan semakin kering dimana *C. carnifex* hanya ditemukan pada area dengan jenis tekstur tersebut.



**Gambar 3.8** Komposisi tekstur substrat pada area sampling di hutan mangrove Muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap

Pengaruh substrat terhadap organisme tidak hanya secara fisik tetapi juga kimiawi, dikarenakan antara partikel yang mengendap di estuaria kebanyakan bersifat organik. Hal ini mengakibatkan substrat akan sangat kaya bahan organik yang menjadi cadangan makanan besar bagi organisme estuaria. Besarnya luas permukaan relatif terhadap volume partikel yang sangat kecil berarti tersedia daerah yang sangat luas untuk pertumbuhan bakteri (Nybakken, 1992). Pertumbuhan bakteri yang baik akan mempengaruhi tingkat dekomposisi seresah daun mangrove sebagai sumber makanan *C. carnifex*.

Kondisi lingkungan tempat hidup *C. carnifex* yang tertangkap di kawasan hutan mangrove muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap masih dalam kondisi baik sesuai dengan



kisaran nilai suhu, salinitas, penetrasi cahaya, pH tanah dan jenis tekstur substrat yang dibutuhkan *C. carnifex* untuk dapat bertahan hidup.

Hasil analisis korelasi yang dilakukan antara keberadaan *C. carnifex* dan sumber makanan *C. Carnifex* dengan kondisi lingkungan di area penelitian hutan mangrove Muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap menunjukkan jenis dan tingkat keeratan hubungan yang bervariasi. Hubungan tersebut telah dikaji dengan mengkorelasikan nilai keberadaan jumlah individu vegetasi sumber makanan terhadap kondisi lingkungan.

*A. ilicifolius* menunjukkan hubungan positif dengan keeratan hubungan rendah terhadap fraksi pasir sedang dan lumpur, dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sama sebesar 0,066. Hal ini menunjukkan bahwa *A. ilicifolius* akan tumbuh pada jenis fraksi pasir sedang dan lumpur.

*D. trifoliata* menunjukkan hubungan positif dengan keeratan rendah terhadap salinitas dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,202; pH dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,003; fraksi pasir sedang dan lumpur dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sama sebesar 0,074. Hal ini menunjukkan bahwa *D. trifoliata* dapat tumbuh pada kisaran salinitas antara 7,9‰ dan 30‰, dengan pH berkisar antara 3,9 dan 6,2 serta terletak pada kondisi sedimen pasir sedang dan lumpur.

*H. tiliaceus* menunjukkan hubungan positif dengan keeratan rendah terhadap suhu dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,006 dan penetrasi cahaya dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,256; sedangkan pada pasir kasar dan pasir halus *H. tiliaceus* menunjukkan hubungan positif dengan keeratan sedang dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sama sebesar 0,515. Hal ini menunjukkan bahwa *H. tiliaceus* dapat tumbuh pada suhu berkisar antara 27 °C dan 34 °C dengan penetrasi cahaya berkisar antara 11.090 lux dan 54.300 lux dan berkembang baik sekali pada kondisi sedimen pasir kasar dan pasir halus.

*C. bonduc* menunjukkan hubungan positif dengan keeratan rendah terhadap suhu dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,086; penetrasi cahaya dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,285; pasir kasar dan pasir halus dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sama sebesar 0,205. Hal ini menunjukkan bahwa *C. bonduc* juga dapat tumbuh pada suhu berkisar antara 27 °C dan 34 °C dengan penetrasi cahaya berkisar antara 11.090 lux dan 54.300 lux serta berkembang baik pada kondisi sedimen pasir kasar dan pasir halus.

Korelasi keseluruhan yang didapat menunjukkan hubungan positif dengan keeratan rendah antara preferensi makanan dengan faktor lingkungan. Hal tersebut memperlihatkan sulitnya menentukan faktor lingkungan yang berpengaruh langsung satu dengan lainnya.

Preferensi makanan *C. carnifex* yang tertangkap di kawasan hutan mangrove muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap tidak terpengaruh oleh kualitas sumber makanan karena spesies tersebut tidak memilih sumber makanan yang sesuai untuk memenuhi standar pemenuhan kebutuhan nutrisi. Keberadaan *C. carnifex* tergantung terhadap kondisi lingkungan dimana *C. carnifex* memakan *H. tiliaceus* yang tersedia cukup banyak sebagai sumber makanan di alam.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### *Kesimpulan*

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Preferensi makanan *C. carnifex* yang tertangkap di kawasan hutan mangrove muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap pada waktu pasang purnama dan perbani terdiri atas sumber nabati yaitu material tumbuhan *H. tiliaceus* dan *D. trifoliata*. yang memiliki nilai nutrisi





rendah, sehingga memungkinkan bagi *C. carnifex* memakan jenis material lain selain tumbuhan/nabati untuk memenuhi kebutuhan nitrogen tubuhnya sebagai *opportunistic omnivora*.

2. Keberadaan *C. carnifex* tergantung terhadap kondisi lingkungan dimana *C. carnifex* memakan *H. tiliaceus* yang tersedia cukup banyak sebagai sumber makanan di alam.

### Saran

Preferensi makanan *C. carnifex* di hutan mangrove Muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap telah diketahui sebagai informasi dasar. Sumber makanan utama adalah material tumbuhan *H. tiliaceus* sehingga perlu dilakukan upaya menjaga keberadaan spesies vegetasi tersebut dan hutan mangrove daerah Muara Sungai Donan Segara Anakan Cilacap pada umumnya sebagai upaya untuk tetap mempertahankan fungsi *C. Carnifex* dalam ekosistem mangrove.

### PUSTAKA

- APHA, AWWA and WPCF. 1985. Standard Methods of the Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association, American Water Waste Association and Water Pollution Control Federation, NewYork.
- Bosire, J.O.,F. Dahdouh-Guebas, J.G. Kairo, J. Kanzungu, F. Dehairs and N. Koedam. 2005. Litter Degradation and CN Dynamics in Reforested Mangrove Plantations at Gazi Bay, Kenya. *Biological Conservation*, 126: 287-295.
- Bouillon, S., G.F. Dahdouh, Rao A.V.V.S., N. Koedam and F. Dehairs. 2003. Sources of Organic Carbon in Mangrove Sediments: Variability and Possible Ecological Implications. *Hydrobiologia*, 495: 33-39.
- Chapman, V.J. 1977. Wet Coastal Ecosystems. *Ecosystems of The World I*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Duke, N.C. 2006. Australia's Mangroves: The Authoritative Guide to Australia's Mangrove Plants. University of Queensland, Brisbane.
- Elevitch, C.R. and L.A.J Thomson. 2006. *Hibiscuss tiliaceus* (beach hibiscus). Species profile for pacific Island Agroforestry. URL: <http://www.traditionaltree.org>. 04 Agustus 2009.
- Gillikin, D.P. and A. Verheyden, 2001. A Field Guide to Kenyan Mangroves. URL: <http://www.mangrovecrabs.com>. 02 Februari 2009.
- Hermann, R. 2008. Impact of Benthic Organisms and Anthropogenic Activities in The Hinterland on The Carbon and Nutrient-Biogeochemistry in The Mangrove Fringed Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. Unpublished. Zentrum für Marine Tropenökologie, Bremen.
- Hogarth, P. 2007. The Biology of Mangroves and Seagrasses second edition. Department of Biology of York. Oxford University Press Inc, New York.
- Jones, D.A. 1984. Crabs of The Mangal Ecosystem. *Hydrobyology of the mangal*. Dr W. Junk Publisher, The Hague.
- Kusmana, C. 1997. Metode Survei Vegetasi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Krebs, C.J. 1998. *Ecological Methodology* 2<sup>nd</sup> ed. Addison-Wesley Educational Publisher Inc. Menlo Park, California.
- Linton, SM. and P. Greenway. 2007. A review of Feeding and Nutrition of Herbivorous Land Crabs: Adaptation to Low Quality Plant Diets. *J.Comp. Physiol B*, 177: 269-286.
- Micheli, F., F.Gherardi and M.Vannini. 1991. Feeding and Burrowing Ecology of Two East African Mangrove Crabs [*Neosarmatium meinerti* & *Cardisoma carnifex*]. *Marine Biology*, 111: 247-254.
- Minitab Inc. 1998. MINITAB release 12.2. Minitab Inc, URL: <http://www.minitab.com>. 23 Nopember 2008.
- Noor, Y.R., M. Khazali and N.N Suryadiputra. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Wetlands International Indonesia Programe, Bogor
- Nordhaus, I. 2004. Feeding Ecology of The Semi-Terrestrial Crab *Ucides cordatus cordatus* (Decapoda: Brachyura) in a Mangrove Forest in Northern Brazil. Dissertation, Universität Bremen, Bremen.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan, P.T. Gramedia, Jakarta.



- Salewski, T. 2007. Abbau der Blattstreu von Mangroven und Ernährungsökologie der Dominanter Krabbenarten in der Segara Anakan Lagune, Java, Indonesien. Diplomarbeit, Fachbereich Biologie/Chemie, Universität Bremen, Zentrum für Marine Tropenökologie, Bremen.
- Skov M.W and R.G Hartnoll. 2002. Paradoxical Selective Feeding on a Low-nutrient Diet: why do mangrove crabs eat leaves? *Oecologia*, 131: 1-7.
- Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wolcott, D dan N. O'Connor. 1992. Herbivory in Crabs: Adaptations and Ecological Considerations. *Amer, Zool.*, 32: 370-381.
- Zimmerman, C.F., C.W Keefe and J. Bashe. 1997. Determination of Carbon and Nitrogen in Sediment and Particulates of Estuarine/Coastal Waters Using Elemental Analysis. National Exposure Research Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency, Ohio.



## KAJIAN PERTUMBUHAN KERANG TOTOK *Polymesoda erosa* DI LAGUNA SEGARA ANAKAN, CILACAP

Dewi Kresnasari<sup>1</sup>, Muhammad Zainuri<sup>2</sup>, Rudhi Pribadi<sup>2</sup>

1. Mahasiswa Magister SumberDaya Pantai, 2. Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang  
Email : dhewi\_ks@yahoo.com

Kerang Totok (*Polymesoda erosa*) adalah salah satu moluska yang memiliki nilai gizi serta mempunyai peluang pasar yang ekonomis. Hal tersebut menyebabkan meningkatnya permintaan pasar dan penangkapan terhadap Kerang Totok (*P. erosa*) di alam. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pertumbuhan kerang sebagai dasar pemanfaatan dan upaya mempertahankan kelestarian populasi alamnya. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2010. Metode pengumpulan data dilakukan secara *Sample Survey Method*. Penentuan stasiun sampling yang meliputi 3 stasiun, di Pulau Tiranggesik, Pulau Gombol dan Daerah Ujung Alang dilakukan berdasarkan metode pertimbangan (*purposive sampling methods*). Sampling dilakukan secara bulanan dan data diperoleh dianalisis dengan model pertumbuhan Von Bertalffy dengan pendekatan Gulland and Holt Plot Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan panjang cangkang maksimal ( $L_{\infty}$ ) di Tiranggesik sebesar 7,06299 cm dengan persamaan  $L_t = 7,06299 (1 - 2,71828^{-0,0127(t+1,34156)})$ , di Gombol sebesar 7,28455 cm dengan persamaan  $L_t = 7,28455 (1 - 2,71828^{-0,0246(t+1,03981)})$  dan di Ujung Alang sebesar 8,26126 cm dengan persamaan  $L_t = 8,26126 (1 - 2,71828^{-0,0111(t+1,3831)})$ . Nilai tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan di Gombol lebih cepat dibandingkan di daerah Tiranggesik dan Ujung Alang, terkait dengan ketersediaan makanan dan kondisi lingkungan yang lebih menunjang stasegi kehidupannya

Key words : Kerang Totok (*P.erosa*), Pertumbuhan, Von Bertalffy, Segara Anakan, Cilacap

### PENDAHULUAN

Kerang merupakan salah satu jenis moluska yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber bahan pangan alternatif. Salah satu dari sekian banyak jenis kerang di Indonesia yang sudah dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan alternatif adalah *Polymesoda erosa*. Kerang Totok *P. erosa* termasuk dalam famili Corbiculidae yang hidup di ekosistem mangrove dan banyak dijumpai di kawasan Indo-Pasifik Barat yaitu mulai dari India, Malaysia, Indonesia, Thailand, Vietnam, Burma, Philipina (Morton,1984); Australia Utara (Gimin *et. al.*, 2004) dan Amerika Tengah (Campos *et al.*, 1998). Di Indonesia kerang ini dapat dijumpai di daerah Irian dan Sulawesi (Dwiono, 2003; Widowati *et al.*, 2007), Kalimantan (Anwar, 2009; Amin, 2009) dan Segara Anakan Jawa Tengah (Hartati *et al.*, 2005; Widowati *et al.*, 2004).

Masyarakat Kampung Laut Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah, mengenal *P. erosa* sebagai Kerang Totok. Masyarakat setempat memanfaatkan kerang tersebut baik sebagai sumber bahan pangan alternatif untuk meningkatkan konsumsi gizi keluarga karena daging kerang tersebut mengandung protein yang cukup tinggi maupun sebagai sumber mata pencaharian dengan menjual kerang tersebut ke pasaran.

Namun demikian, meningkatnya permintaan pasar akan Kerang Totok (*P.erosa*) segar, berakibat pula tingginya penangkapan terhadap Kerang Totok (*P. erosa*) di alam. Berdasarkan kondisi demikian, maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui pertumbuhan kerang tersebut, sehingga diharapkan dapat diperoleh suatu acuan untuk menentukan umur dan waktu yang tepat dalam upaya pemanfaatan dengan tetap mempertahankan kelestarian populasi alamnya.



## BAHAN DAN METODA

Penelitian ini berlokasi di Segara Anakan Cilacap (07°40'51,7" LS - 07°40'60,2" LS dan 108°49'16,5" BT - 108°50'33,2" BT) dan dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2010 dengan periode pengambilan sampel dilakukan secara bulanan. Metoda penelitian yang digunakan yaitu purposive sampling yaitu mengambil sampel populasi dari suatu tempat yang telah ditentukan sebelumnya dengan melihat ciri-ciri atau sifat-sifat populasi yang dipilih secara khusus berdasarkan tujuan penelitian (Usman dan Purnomo, 2008). Pertimbangan yang diambil dalam menentukan stasiun sampel adalah bahwa pada kawasan hutan mangrove Segara Anakan tidak semuanya terdapat Kerang Totok *P.erosa* (*site specific*) dan kondisi hutan mangrove sebagai habitatnya. Dengan demikian, dalam penentuan stasiun ini hanya ditentukan pada daerah yang terdapat Kerang Totok *P.erosa* seperti Tiranggesik (stasiun 1), Pulau Gombol (stasiun 2) dan Ujung alang (stasiun 3). Setiap stasiun terdapat sembilan titik yang berbeda pada setiap periode pengambilannya dengan menggunakan transek kuadrat berukuran 5 m x 5 m x 10 cm (kuantitatif). Sampel Kerang Totok *P.erosa* diambil seluruhnya dengan mempergunakan tangan pada saat air surut terendah agar memudahkan dalam pencarian dan pengambilan sehingga dapat memperkecil kemungkinan tidak terambilnya seluruh sampel. Kerang yang sudah diambil dikumpulkan dalam kantong plastik yang diberi sedikit air laut. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar suhu di dalam kantong plastik tidak terlalu panas.

Laju pertumbuhan kerang totok *P.erosa* dapat digambarkan melalui histogram frekuensi panjang yang dibagi dalam cohort. Analisis pemisahan kelompok-kelompok umur kerang berdasarkan ukuran panjang dengan menggunakan metode Petersen sebagai dugaan awal. Metode ini merupakan salah satu grafis untuk memisahkan data sebaran frekuensi panjang ke dalam beberapa distribusi normal (Effendie, 1979; Sparre dan Vanema, 1999; Schweers *et al.*, 2006; Bagher *et al.*, 2007; Ramesh, *et al.*, 2009). Pendugaan parameter pertumbuhan Von Bertalanffy yang diperoleh digunakan persamaan "Gulland dan Holt plot" untuk parameter  $L_{\infty}$  sedangkan untuk parameter  $k$  dan  $t_0$  dengan persamaan Von Bertalanffy plot.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan kerang *P.erosa* dapat diamati dengan melihat pertambahan ukuran cangkang kerang. Secara umum pengukuran panjang merupakan salah satu parameter untuk mengetahui pertumbuhan kerang. Metode pengukuran pertumbuhan Kerang Totok *P.erosa* dengan menggunakan aplikasi metoda Pettersen menunjukkan hasil estimasi pertumbuhan panjang cangkang berkisar 5,5 – 6,34 cm di Stasiun 1. Hasil estimasi pertumbuhan cangkang berkisar 5,15 – 6,83 cm di Stasiun 2 dan hasil estimasi pertumbuhan cangkang berkisar 5,8 – 7,0 cm di Stasiun 3. Hasil selengkapnya disajikan pada tabel 1, 2 dan 3 serta gambar 1, 2, dan 3.

Nilai  $a$  dan  $b$  pada persamaan regresi digunakan untuk menghitung parameter  $K$ ,  $L$  dengan pendekatan Gulland dan Holt, sedangkan  $t_0$  dihitung menggunakan rumus empiris kemudian diperoleh persamaan pertumbuhan von Bertalanffy untuk Stasiun 1, yaitu:  $L_t = 7,06299 (1 - 2,71828^{-0,0127(t+1,34156)})$ , Stasiun 2 yaitu :  $L_t = 7,28455 (1 - 2,71828^{-0,0246(t+1,03981)})$  dan Stasiun 3, yaitu:  $L_t = 8,26126 (1 - 2,71828^{-0,0111(t+1,3831)})$ . Nilai tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang cangkang di stasiun 2 lebih cepat dibandingkan di stasiun 1 dan 3, sedangkan nilai panjang cangkang maksimal tertinggi diperoleh pada stasiun 3 dan terendah pada stasiun 1 (Gambar 4). Berdasarkan hasil penelitian, hasil estimasi kelompok umur populasi *P.erosa* pada stasiun 1 diperoleh nilai koefisien pertumbuhan panjang asimtotik atau panjang infinity ( $L_{\infty}$ ) sebesar 7,06299 dengan koefisien pertumbuhan ( $K$ ) sebesar 0,0127, pada stasiun 2 diperoleh nilai koefisien pertumbuhan panjang asimtotik atau panjang infinity ( $L_{\infty}$ ) sebesar 7,28455 dengan koefisien pertumbuhan ( $K$ ) sebesar 0,0246 dan pada stasiun 3



diperoleh nilai koefisien pertumbuhan panjang asimtotik atau panjang infinity ( $L_{\infty}$ ) sebesar 8,26126 dengan koefisien pertumbuhan (K) sebesar 0,0111. Hal ini terkait dengan ketersediaan makanan dan kondisi lingkungan di stasiun 2 menunjang pertumbuhan kerang totok sehingga pertumbuhan untuk mencapai panjang cangkang maksimum ( $L_{\infty}$ ) lebih cepat dibandingkan di Stasiun 1 dan 3.

Tabel 1. Estimasi pertumbuhan panjang cangkang Kerang Totok *P.erosa* di Stasiun 1

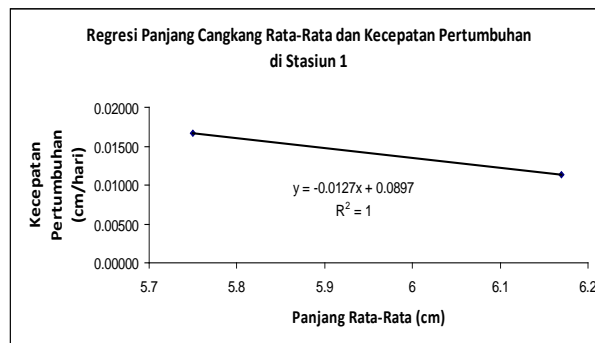
No	▲ t (hari)	L1 (cm)	L2 (cm)	▲ L (cm)	Lt (cm)	▲ L/ ▲ t (cm/hari)
1	30	5.5	6	0.5	5.75	0.01667
2	30	6	6.34	0.34	6.17	0.01133

Tabel 2. Estimasi pertumbuhan panjang cangkang Kerang Totok *P.erosa* di Stasiun 2

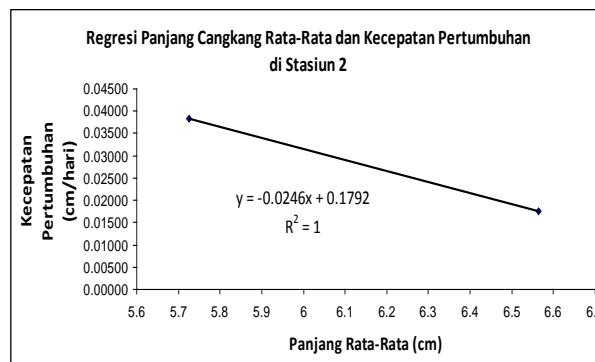
No	▲ t (hari)	L1 (cm)	L2 (cm)	▲ L (cm)	Lt (cm)	▲ L/ ▲ t (cm/hari)
1	30	5.15	6.3	1.15	5.725	0.03833
2	30	6.3	6.83	0.53	6.565	0.01767

Tabel 3. Estimasi pertumbuhan panjang cangkang Kerang Totok *P.erosa* di Stasiun 3

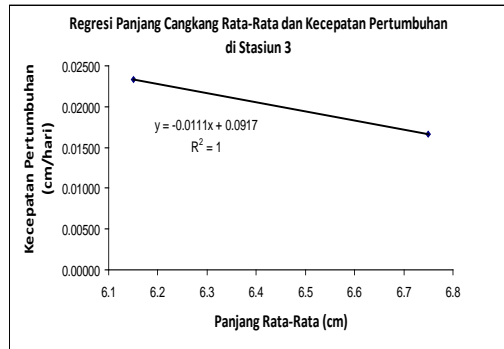
No	▲ t (hari)	L1 (cm)	L2 (cm)	▲ L (cm)	Lt (cm)	▲ L/ ▲ t (cm/hari)
1	30	5.8	6.5	0.7	6.15	0.02333
2	30	6.5	7	0.5	6.75	0.01667



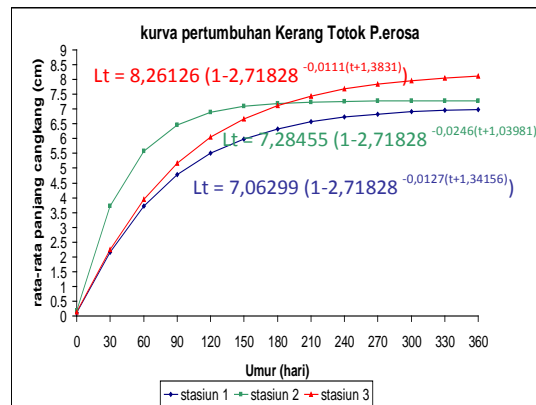
Gambar 1. Regresi panjang cangkang rata-rata dan kecepatan pertumbuhan Kerang Totok (*P.erosa*) di Stasiun 1



Gambar 2. Regresi panjang cangkang rata-rata dan kecepatan pertumbuhan Kerang Totok (*P.erosa*) di Stasiun 2



**Gambar 3. Regresi panjang cangkang rata-rata dan kecepatan pertumbuhan Kerang Totok (*P. erosa*) di Stasiun 3**



**Gambar 4. Kurva pertumbuhan *P. erosa* pada stasiun 1, 2 dan 3**

Nilai  $L_{\infty}$  yang berbeda menurut Widodo (1986); Sparre dan Vanema (1999); Gosling (2003), berkaitan erat dengan makanan dan kondisi perairan. Nilai  $k$  yang berbeda terkait dengan laju metabolisme. Nilai  $k$  yang meningkat menunjukkan bahwa semakin cepat organisme mencapai panjang maksimum. Pertumbuhan suatu biota dipengaruhi oleh makanan baik jenis dan jumlahnya untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Selain asupan makanan, faktor lingkungan juga mempengaruhi pertumbuhan (Effendie, 1979; Steffani dan Branch 2003). Hal tersebut juga diperjelas oleh Gosling (2003), bahwa pertumbuhan suatu biota sangat berkaitan dengan pola atau kebiasaan makan, sedangkan kebiasaan makan suatu biota dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan.

Nilai  $L_{\infty}$  paling kecil terdapat pada stasiun 1. Hal ini disebabkan lokasi pada stasiun 1 cenderung terbuka sehingga kondisi lingkungannya lebih berfluktuatif dibandingkan stasiun lainnya. Kondisi yang demikian akan mempengaruhi pertumbuhan kerang, karena energi yang diperoleh dari makanan lebih banyak digunakan untuk proses adaptasi, walaupun ketersediaan makanan tercukupi. Proses adaptasi ini membutuhkan energi yang cukup tinggi, di mana energi tersebut akan diambil dari protein yang terdapat di dalam makanan. Tentunya proses ini menghambat pertumbuhan kerang karena protein yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan akan diuraikan menjadi energi untuk adaptasi dengan lingkungannya. Berbeda dengan stasiun 3 yang mempunyai nilai  $L_{\infty}$  paling besar. Lokasi pada stasiun 3 cenderung lebih tenang dan tertutup. Dengan demikian energi yang berasal dari makanan akan digunakan oleh tubuh untuk metabolisme, pergerakan, produksi organ seksual, perawatan bagian tubuh atau mengganti sel-sel yang sudah tidak terpakai sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan ukuran.



Kecepatan pertumbuhan di stasiun 2 paling cepat diantara stasiun lainnya. Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan pertumbuhan kerang yaitu faktor makanan. Kerang Totok merupakan jenis bivalvia yang hidup di daerah pasang surut, kegiatan pencarian makan akan dipengaruhi oleh gerakan pasang surut air. Selama air pasang, kerang akan secara aktif menyaring makanan yang melayang dalam air (*filter feeding*) yang diperoleh dari lingkungannya. Partikel - partikel organik tersebut berasal dari serasah mangrove yang akan mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme menjadi detritus. Jumlah serasah tersebut akan berdampak pada kuantitas detritus yang dihasilkan. Detritus inilah yang menjadi sumber makanan bernutrisi tinggi untuk berbagai jenis organisme perairan (khususnya detritifor) yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh organisme tingkat tinggi dalam jaring-jaring makanan.

Produksi serasah disuatu wilayah akan dipengaruhi oleh kerapatan mangrove. Menurut Zamroni dan Rohyani (2008), kerapatan pohon mempengaruhi produksi serasah. Meningkatnya kerapatan pohon akan terkait erat dengan produksi serasah. Hal ini sesuai dengan pengamatan di lapangan bahwa kerapatan mangrove tertinggi terdapat stasiun 2 yaitu sebesar 733 ind/ha dan kerapatan mangrove terendah terdapat pada stasiun 3 sebesar 337 ind/ha. Selain tingkat kerapatan, laju produksi serasah juga dipengaruhi oleh jenis mangrove dan umurnya. Spesies mangrove yang paling mendominasi di stasiun 2 adalah *Avicennia alba*. Menurut Lacerda *et al.*, (1995) dan Siswanto (2003), *Avicennia* sp. dan *Rhizophora* sp. menghasilkan serasah yang dua kali lebih cepat terdekomposisi dan merupakan penyumbang karbon lebih banyak dibandingkan *S. alba*. Hal ini menjelaskan ketercukupan kesediaan makanan pada stasiun 2 dan 3, dibandingkan dengan stasiun 1, yang diapresiasi oleh biota Kerang Totok (*P. erosa*) dalam bentuk pertumbuhan yang lebih baik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan Biro Kerjasama Luar Negeri, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional yang telah memberikan Beasiswa melalui Program Double Degree, Program Beasiswa Unggulan Bidang Perencanaan dan Pengelolaan Sumberdaya Kelautan, Program Magister Manajemen Sumberdaya Pantai, Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang, sehingga terlaksananya program dan penelitian ini.

#### PUSTAKA

- Amin, R. 2009. *Potensi Kerang Kepah (Polymesoda erosa) di Perairan Pemangkat Sambas Kalimantan Barat*. Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Anwar, K. 2009. *Ekobiologi Dan Pola Distribusi Ukuran Kerang Kepah (Polymesoda erosa) di Perairan Pantai Peniti Kabupaten Pontianak Kalimantan Barat*. Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Bagher, N. S. M., Negar, G., Preetha, K dan Simin, D.M. 2007. *Population Growth of the Venerid Bivalve Cirrenita callipyga in the Hendijan Coast, Persian Gulf*. Pakistan Journal of Biological Sciences. Vol 10 (18) : 3185 – 3189.
- Campos, Eleazar Ruiz., Peña, Jorge Cabrera., Cruz Rafael A., Palacios, José A. 1998. *Crecimiento y ciclo reproductivo de Polymesoda radiata (Bivalvia:Corbiculidae) en Costa Rica*. Rev. biol. Trop. Vol.46 (3) : 1 - 6
- Dwiono, S.A.P. 2003. *Pengenalan Kerang Mangrove, Geloina erosa dan Geloina expansa*. Balitbang Sumberdaya Laut, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta. Oceana, Vol. XXVIII, No. 2 : 31 - 38.
- Effendie, M.1.1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 111 hal.
- Gimin, R; Mohan, R;Thin, L.V.; and Griffiths, A.D. 2004. *The Relationship of dimension and shell volume to live weight and soft tissue weight in the mangrove clam, Polymesoda erosa (Solander, 1786) from notherm Australia Articles Naga*. Worldfish Centre Quarterly. Vol. 27 No. 3 & 4 Jul-Dec 2004 Pp. 32-35



- Gosling, E. 2003. *Bivalve Molluscs. Biology, Ecology and Culture*. Fishing News Books, a division of Blackwell Publishing. 443 hal.
- Hartati, R., I. Widowati dan Y. Ristiadi. 2005. *Histologi Gonad Kerang Totok P.erosa Polymesoda erosa (Bivalvia : Corbiculidae) dari Laguna Segara Anakan, Cilacap*. Jurnal Ilmu Kelautan. Vol 10 (3) : 119 – 125.
- L. D. Lacerda, L. D., V. Ittekkot dan S. R. Patchineelam. 1995. Biogeochemistry of Mangrove Soil Organic Matter: a Comparison Between *Rhizophora* and *Avicennia* Soils in South-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Vol 40 : 713–720.
- Morton, B.1984. *A Review of Polymesoda erosa (Geloina) Gray 1842 (Bivalvia: Corbiculidae) from Indo-Pasific Mangroves*. Journal Asian Marine Biology. pp77 – 86.
- Ramesh, R., Ravichandran, R dan Rameshkumar, G. 2009. Analysis of Age and Growth Rate of *Turbo brunneus*. World Journal of Dairy and Food Sciences. 4 (1) : 56-64.
- Schweers, T., Wolff, M., Koch, V. dan Duarte, F. S. 2006. *Population dynamics of Megapitaria squalida (Bivalvia: Veneridae) at Magdalena Bay, Baja California Sur, Mexico*. Journal International Biol Trop. Vol. 54 (3): 1003-1017.
- Siswanto. 2003. Produktivitas Serasah dan Dekomposisi Daun Mangrove di Kawasan Hutan Mangrove Segara Anakan, Cilacap. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Steffani, C. N dan George M. Branch. 2003. Growth rate, condition, and shell shape of *Mytilus galloprovincialis*: responses to wave exposure. Marine Ecology Progress Series. Vol. 246: 197–209.
- Usman, H. dan Purnomo, S.A. 2008. *Metodologi Penelitian Sosial*. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta.
- Widodo, J. 1986. Population Dynamics Models For Population Analysis In Fisheries. Oseana. Vol XI (1) : 11 – 16. ISSN 0216-1877.
- Widowati, I., Dwiono, S.A.P dan Hartati, R. 2004. *Laporan Penelitian : Kajian Bioreproduksi dan Biogenetik Kerang Totok Polymesoda erosa dan Aplikasinya dan Budidayanya Sebagai Upaya Restocking dan Pelestariannya di Kawasan Konservasi Segara Anakan, Cilacap*. Riset Unggulan Terpadu IX. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional. (Unpublish).
- Widowati, I., Suprijanto, Y dan R. Pribadi. 2007. *Kajian Dampak Tailing PT. Free Port Terhadap Perairan Muara Ajkwa dan Sekitarnya*. PT. Ecostar Engeneering.
- Zamroni, Y dan Rohyani, I. S. 2008. *Produksi Serasah Hutan Mangrove Di Perairan Pantai Teluk Sepi, Lombok Barat*. Biodiversitas. Vol 9 (4) : 284-287.





## PENGARUH PENGGUNAAN LAHAN KOTA TERHADAP KUALITAS SUMBERDAYA PERAIRAN SUNGAI CODE, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Sudarmadji<sup>1</sup> dan Guna Gumilang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Geografi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. <sup>2</sup> Alumni Program Ilmu Lingkungan  
Email : Sudarmadji@geo.ugm.ac.id

Sungai Code merupakan sungai yang bermata air di daerah gunungapi Merapi, yang secara alamiah mempunyai kualitas air yang baik. Sungai ini mengalir ke arah selatan, melalui Kota Yogyakarta, sebelum bertemu dengan Sungai Opak di bagian Selatan. Aktivitas manusia, termasuk penggunaan lahan menyebabkan kualitas air sungai Code menjadi menurun. Penelitian ini dilakukan sepanjang aliran Sungai Code, dari daerah hulu ke hilir dengan tujuan untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh penggunaan lahan perkotaan dan aktivitas penduduk terhadap kualitas air dan kualitas biologi dari Sungai Code dengan mengambil 10 buah titik pengamatan yang ditentukan secara sistematis, yang mewakili kondisi sungai Code sebelum masuk daerah Kota, di dalam Kota dan setelah meninggalkan Kota Yogyakarta. Pengamatan dan pengambilan sampel dari 10 titik pengamatan dilakukan selama bulan Juni sampai Juli 2007, dengan pertimbangan bahwa aliran pada waktu itu rendah. Analisis data dilakukan secara spasio temporal, dengan mengkaitkan parameter kualitas air, dan makrozoobenthos sebagai bioindikator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: makro-zoobenthos dapat digunakan untuk menelusuri perubahan kualitas air sungai Code. Berdasarkan kelimpahan, kawasan sebelum dan setelah Kota yang didominasi oleh lahan pertanian tergolong tercemar sedang, ditunjukkan dengan besarnya kelimpahan *Melanoides* dan *Limnaea*, sedangkan di kawasan dalam Kota yang didominasi oleh permukiman padat terdapat makrozoobenthos yang melimpah berupa *Tubifex* dan *Chironomus*. Secara spasial dapat diketahui bahwa baik TSS, BOD dan Posfat akan bertambah tinggi ketika sungai melewati daerah perkotaan. Kualitas fisik-kimia air berpengaruh terhadap kondisi makrozoobenthos. Parameter tersebut adalah TSS, BOD dan Posfat. Dari hasil penelitian ini dapat terlihat bahwa perubahan kualitas perairan Sungai Code dari hulu ke hilir dipengaruhi oleh penggunaan lahan, terutama penggunaan lahan untuk daerah perkotaan, termasuk di dalamnya aktivitas penduduk yang membuang limbah kota ke dalam sungai Code

Key words : penggunaan lahan kota, makrozoobenthos, kualitas air

### PENDAHULUAN

#### *Latar Belakang*

Sungai Code merupakan salah satu sungai yang melintas dalam Kota Yogyakarta (selain dua sungai besar yang lain yaitu Sungai Winongo dan Sungai Gadjahwong), dengan panjang kurang lebih 35 km. Sungai Code mengalir melewati dua Kabupaten (Sleman dan Bantul) dan Kota Yogyakarta berawal dari Gunungapi Merapi dan bermuara di Sungai Opak, untuk selanjutnya masuk ke Samudra Hindia (Anonimus, 1994).

Sungai Code menarik untuk diteliti karena melewati pusat kota Yogyakarta yang di dalamnya terdapat banyak aktivitas yang berkaitan dengan permukiman, perdagangan, perkantoran, pendidikan, rumah sakit, hotel dan industri. Apabila dibandingkan dengan Sungai Winongo dan Sungai Gadjahwong yang tidak melewati tengah kota Yogyakarta, Sungai Code paling banyak terpapar oleh segala macam limbah sisa dari aktivitas penduduk di sekitarnya. Paparan yang tanpa henti dapat mengakibatkan sungai ini menjadi tercemar.

Adanya pencemaran akan menipiskan kandungan oksigen dalam air karena oksigen digunakan mikroorganisme untuk mengurai bahan pencemaran selanjutnya akan mengurangi keanekaragaman biota air dan menambah jumlah organisme air yang toleran terhadap kandungan oksigen dalam air yang rendah. Keberadaan organisme air dapat digunakan sebagai indikator kualitas air sungai. Apabila dilengkapi dengan pengukuran parameter fisik dan kimia air, maka organisme air akan memberikan informasi kualitas air yang lebih akurat.



Biota air sering dipakai sebagai bioindikator kualitas air sungai karena dapat memberikan respon yang lebih aktual tentang organisme individu atau populasi dari pada pendugaan respon dengan cara fisik dan kimia. Di samping itu dilihat dari segi finansial penggunaan indikator biologi relatif lebih murah. Hewan bentos merupakan hewan akuatik yang seluruh masa hidupnya di dasar perairan (sungai, kolam, danau atau laut), baik yang menggali lubang, sessil, atau merayap di dasar perairan (Odum, 1996). Bentos berada di dasar sungai dan bergerak relatif lambat, serta merupakan bagian integral sungai, dan mempunyai kisaran toleransi yang berbeda-beda. Secara Terus-menerus bentos akan terkena substansi aliran sungai, sehingga lebih sesuai apabila dipakai sebagai bioindikator penduga pencemaran sungai.

Penelitian ini akan menginvestigasi kualitas air Sungai Code berdasarkan penggunaan lahan mulai sebelum kota, dalam kota hingga setelah kota dan menggunakan bioindikator makrozoobentos.

### ***Tujuan Penelitian***

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menginvestigasi kualitas air Sungai Code di kawasan sebelum kota, dalam kota, dan setelah kota dengan menggunakan bioindikator makrozoobentos; dan
2. Menganalisis pengaruh parameter fisik-kimia lingkungan terhadap kelimpahan makrozoobentos di Sungai Code pada kawasan sebelum kota, di dalam, dan setelah kota.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode survai, informasi yang dikumpulkan dari setiap stasiun sampling mewakili seluruh populasi. Pengambilan sampel memakai metode *purposive sampling*, yakni: pengambilan sampel pada suatu wilayah dilakukan dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu.

### ***Bahan dan Alat***

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Makrozoobentos ukuran diatas 0,5 mm yang tertangkap dengan jala Surber, Eckman grab, dan pengumpulan datu atau tanaman;
2. Chemical tetrimetri merupakan bahan untuk mengukur DO; dan
3. Alkohol 70% untuk menawetkan koleksi sampel (makrozoobentos)

Penelitian ini menggunakan beberapa alat yaitu:

1. pH meter untuk mengukur pH; Jala Surber dan Eckman Grab untuk mengambil sampel makrozoobentos;
2. *stop watch* untuk mengukur kecepatan aliran sungai;
3. Tongkat meteran untuk mengukur kedalaman sungai;
4. Perangkat tetrimetrik untuk mengukur DO;
5. Roll meter untuk mengukur lebar sungai; dan
6. Peta rupa bumi 1:25.00 daerah penelitian.

### ***Data dan Cara Pengumpulannya***

Data yang dibutuhkan selama penelitian berupa: a).data primer (kecepatan arus, suhu, pH, DO, BOD, COD, TSS, Nitrat, Fosfat dan Sulfida) yang diperoleh dari survai lapangan, kemudian dianalisis di laboratorium dan b). data sekunder, meliputi: data pendukung yang ada



kaitannya dengan penelitian, meliputi: konsentrasi beberapa parameter lingkungan Sungai Code Tahun 2001 yaitu kandungan fosfat Sungai Code.

Pengambilan sampel dilakukan pada minggu kedua Juni 2007, minggu pertama Juli dan sampai dengan minggu keempat Juli 2007. Pengambilan sampel sebanyak tiga kali dalam sebulan dilakukan untuk menghindari faktor kebetulan, sehingga diharapkan dapat memperoleh hasil yang baik. Lokasi pengambilan sampel meliputi 10 lokasi sampling 3 stasiun pada bagian utara (ringroad utara), 4 stasiun di bagian tengah dan 3 stasiun pada daerah selatan (ringroad selatan). Teknik pengambilan sampel bentos ditunjukkan pada Tabel 1. Pengukuran kecepatan arus, suhu, DO dan pH dilakukan *in situ*. TSS, BOD, COD, sulfida, nitrat, dan fosfat dianalisis di laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan secara komposit. Analisis laboratorium dilakukan terhadap sampel air (TSS, pH, DO, BOD, COD, Sulfida, Nitrat, Fosfat) dianalisis di laboratorium dengan metode standar analisis. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif.

**Tabel 1. Teknik Pengambilan Sampel**

Kedalaman air	Tipe arus	Tipe substrat	Survey kualitatif	Survey kuantitatif
Dangkal (kurang dari 1 meter)	Cepat	Berbatu besar	Jaring tangan, memindahkan batu dengan tangan	Jala <i>Surber</i>
	Sedang	Kerikil	Jaring tangan, menendang sesuatu yang menghalangi substrat	Jala <i>Surber</i>
	Lambat	Kerikil, pasir	Sekop	<i>Corer</i>
	Sangat lambat (tenang)	Pasir, lumpur	Sekop	<i>Corer</i>
Sedang (1-3 meter)	Lambat	Kerikil, pasir	Sekop	<i>Eckman grab, corer</i> di puncak tiang
	Statis	Pasir, lumpur	Sekop	<i>Eckman grab, corer</i> di bagian tengah
Dalam (lebih dari 3 meter)	Sangat lambat	Pasir, lumpur	Sekop	<i>Eckman grab, Ponar grab</i>
	Statis	Pasir lumpur	Sekop	Menyelam
		Substrat kompak	Sekop	Ponar grab

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Deskripsi Daerah Penelitian*

Bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS) Code memanjang yang membentang sepanjang 30 km, dan merupakan DAS tingkat 3. Elevasi tertinggi ± 2.150 m, sedangkan pada pertemuan dengan kali Opak ketinggian ± 37 m, diatas elevasi permukaan laut. Secara administrasi DAS Code melewati 3 wilayah administrasi, yaitu Sleman, Yogyakarta, dan Bantul. Batas wilayah penelitian merupakan sepanjang aliran Sungai Code, dimulai dari akhir Sungai Boyong yang merupakan pertemuan dengan sungai kecil sampai keluar ke Sungai Opak.

#### *Sebelum Kota (Bagian Hulu)*

Daerah penelitian sebelum masuk Kota Yogyakarta merupakan kawasan penyangga dalam pengendalian banjir. Kawasan ini berperan penting dalam mendukung kelestarian



Sungai Code secara keseluruhan. Titik pengamatan sebelum kota dibagi menjadi tiga bagian. Penjelasan masing-masing stasiun adalah sebagai berikut:

- a. Stasiun 1 pengamatan terletak di Jembatan Jembatan Ngentak, Ngaglik, Depok, Sleman, Daerah ini merupakan pertemuan akhir Sungai Boyong dengan sungai kecil yang dibendung untuk pengendalian banjir dan saluran irigasi. Pada sisi kanan-kiri ini masih merupakan lahan produktif bagi pertanian (sawah irigasi), permukiman, dan kebun, jauh dari pengaruh aktivitas kota. Secara visual warna air sungai di stasiun 1 masih bening. Substrat dasar sungai adalah berbatu, tanaman terdapat di pinggiran sungai adalah eceng gondok dan rumput.
- b. Stasiun 2. terletak di Jembatan Sinduadi, Desa Sinduadi, Depok, Sleman. Pada sisi kiri daerah ini terdapat pemukiman-pemukiman, pada sebelah kanan masih terdapat sawah irigasi. Substrat dasar adalah batu. Secara visual warna air sungai masih bening, masih terlihat beberapa jenis ikan kecil seperti pada stasiun 1.
- c. Stasiun 3 terletak di Jembatan (Pogungrejo), Desa Sariharjo, Ngaglik, Sleman. Stasiun pengamatan 3 merupakan daerah pengamatan terakhir sebelum memasuki Kota Yogyakarta, daerah ini sudah mulai padat, pada sisi kanan dan kiri penggunaan lahannya didominasi oleh pemukiman. Secara visual air sungai berwarna hijau, substrat dasar batu yang banyak dilapisi oleh lumut.

#### *Dalam kota*

- a. Stasiun 4. terletak di Jembatan Gondolayu Yogyakarta. Daerah ini padat akan aktivitas perkotaan, pada bantaran sungai terdapat pemukiman baik yang permanen maupun semi permanen. Secara visual dasar sungai tidak terlihat karena air sungai terlihat keruh kecoklatan, substrat dasar adalah pasir, batu dan lumpur.
- b. Stasiun 5 terletak pada Jembatan Keparakan, Bintaran Yogyakarta. Pemukiman-pemukiman di daerah ini lebih padat dari pada stasiun 4 sehingga dasar sungai tidak terlihat. Substrat dasar sungai di stasiun 5 adalah pasir, batu dan lumpur.
- c. Stasiun 6. terletak di Jembatan Tungkak, Yogyakarta. Daerah ini padat akan pemukiman pada bantaran sungai pemukiman seluruhnya permanen. Dasar sungai tidak terlihat akibat keruh kecoklatannya air sungai, substrat dasar adalah pasir, batu dan lumpur.
- d. Stasiun 7. terletak di Jembatan Karangajen, Yogyakarta. Tingkat kepadatan bangunan di daerah pengamatan ini lebih rendah dari pada stasiun 4-6, pada sisi kiri terdapat beberapa daerah kosong dan pada kanan terdapat sawah irigasi. Air berwarna coklat tetapi kondisi stasiun 7 lebih jernih dibandingkan stasiun 4-6, beberapa jenis ikan kecil mulai terlihat. Substrat dasar stasiun 7 adalah lumpur, batu dan pasir.

#### *Daerah Setelah Kota (Bagian Hilir)*

Daerah pengamatan setelah melewati Kota Yogyakarta memperlihatkan berakhirnya dari padatnya pemukiman penduduk dan aktivitas kota, pemanfaatan lahan daerah ini adalah berupa sawah irigasi, ladang, pemukiman dan kebun. Pada bagian ini terdapat 3 lokasi stasiun yaitu

- a. Stasiun 8 terletak di Jembatan Abang, Ngoto, Bangunharjo, Sewon, Bantul. Kanan kiri tepian sungai terdapat sawah irigasi, kemudian baru terdapat pemukiman penduduk, dan pekarangan. Air sungai berwarna hijau; tidak terlalu keruh namun dasar sungai tidak terlihat; batu, pasir, dan sedikit lumpur merupakan substrat dasar sungai stasiun 8.



- b. Stasiun 9 terletak di Jembatan Pacar, Wonokromo, Jetis, Bantul. Pemanfaatan lahan daerah pengamatan stasiun 9 adalah lahan pertanian (padi dan jagung). Vegetasi daerah ini adalah bambu dan semak-semak. Warna air hijau agak bening sehingga dasar air sungai dapat terlihat. Substrat dasar sungai di kawasan ini adalah pasir, dan batu.
- c. Stasiun 10 berlokasi di Jembatan Kembangsono, Desa Trimulyo, Jetis, Bantul. Daerah pengamatan ini merupakan daerah akhir dari Sungai Code sebelum masuk ke Sungai Opak. Vegetasi di tepi sungai kawasan ini didominasi oleh tanaman bambu. Substrat dasar kawasan ini adalah batu dan pasir. Pemanfaatan lahan pada daerah ini adalah pertanian dan pemukiman penduduk. Penggunaan lahan dan sumber-sumber pencemar potensial yang masuk ke dalam Sungai Code ditunjukkan pada Tabel 2.

**Kemelimpahan Makrozoobentos**

Kemelimpahan makro zoobentos selama penelitian (Juni-Juli 2007) pada masing-masing stasiun ditunjukkan pada Tabel 3 hingga Tabel 5. Selanjutnya dari tabel tersebut dapat dideskripsi lebih lanjut berdasarkan lokasinya, baik di luar maupun di dalam kota.

*Sebelum Kota (Bagian Hulu)*

**Tabel 2. Penggunaan Lahan dan Sumber-sumber Pencemar Potensial**

No.	Lokasi Sampling	Deskripsi penggunaan lahan				Sumber-sumber Pencemar potensial
		Pemukiman	Industri	Pertanian	Vegetasi	
1.	Ngentak	sedikit	-	Banyak	Sedang	Limbah pertanian
2.	Sariharjo	sedang	-	Banyak	Sedikit	Limbah pertanian
3.	Pogungrejo	sedang	-	Sedang	Sedang	Limbah pertanian dan domestik
4.	Gondolayu	banyak	Banyak	-	-	Limbah domestik dan industry
5.	Keparakan	banyak	Banyak	-	-	Limbah domestik dan industry
6.	Tungkak	banyak	Banyak	-	-	Limbah domestik dan industry
7.	Karagkajen	sedang	Sedang	Sedikit	sedikit	Limbah domestik dan industry
8.	Ngoto	sedang	-	Sedang	sedang	Limbah domestik dan pertanian
9.	Pacar	sedikit	-	Banyak	sedikit	Limbah pertanian
10.	Kembangsono	sedikit	-	Banyak	banyak	Limbah pertanian

Makrozoobentos yang ditemukan pada stasiun 1-3 adalah *Ephemera*, *Leuctra*, *Ecdyomurus*, *Nemunera*, *Perla*, *Ephemerela*, *Caenis*, *Baetis*, *Hydropsyche*, *Hydroptila*, *Melanoides*, *Limnaea*, *Planaria*, dan *Branchyptera*. Dari keempat belas genus makrozoobentos yang diperoleh pada stasiun satu sampai tiga, terdapat tujuh organisme yang merupakan indikator perairan bersih, lima organisme indikator perairan tercemar ringan, dan dua indikator perairan tercemar sedang. Makrozoobentos yang tergolong indikator perairan bersih adalah *Ephemera*, *Leuctra*, *Ecdyomurus*, *Nemunera*, *Perla*, *Planaria*, dan *Branchyptera*, tercemar ringan adalah *Ephemerela*, *Caenis*, *Baetis*, *Hydropsyche*, *Hydroptila* dan tercemar sedang ialah *Melanoides*, dan *Limnaea*. Kemelimpahan *Limnaea* (14 ind/m<sup>2</sup>) dan *Melanoides* (101 ind/m<sup>2</sup>) yang tergolong organisme indikator perairan tercemar sedang menempati urutan peringkat pertama dan kedua pada kemelimpahan di setiap stasiun pengamatan dan setiap waktu pengamatan. Kemudian disusul organisme indikator perairan bersih yaitu *Perla* (42 ind/m<sup>2</sup>), *Ecdyomurus* (24 ind/m<sup>2</sup>), dan *Branchyptera* (24 ind/m<sup>2</sup>); *Baetis* (15 ind/m<sup>2</sup>) dan *Hydropsyche* (15 ind/m<sup>2</sup>) termasuk dalam indikator perairan tercemar ringan; *Ephemera* (13 ind/m<sup>2</sup>), *Nemunera* (12 ind/m<sup>2</sup>) dan *Leuctra* (11 ind/m<sup>2</sup>) yang tergolong indikator perairan bersih; *Hydroptila* (9 ind/m<sup>2</sup>), *Caenis* (9 ind/m<sup>2</sup>), dan *Ephemerela* (6 ind/m<sup>2</sup>) termasuk indikator perairan tercemar ringan; dan yang terakhir *Planaria* (5 ind/m<sup>2</sup>) tergolong indikator perairan bersih. Sedangkan Makrozoobentos yang tidak terdapat pada stasiun sebelum kota adalah *Chironomus* dan *Tubifex*.



Tabel 3. Makrobentos Sungai Code pada Minggu kedua Juni 2007

No	Genus	St 1.	St 2.	St 3.	St 4	St 5.	St 6	St 7	St 8.	St 9.	St 10.
1	Ephemera	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Leuctra	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Ecdyomurus	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Nemunera	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1
5	Perla	7	8	1	0	0	0	0	0	0	4
6	Ephemerela	1	0	2	5	0	0	0	0	0	0
7	Caenis	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1
8	Baetis	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1
9	Hydropsyche	0	0	9	2	3	2	5	2	4	6
10	Hydroptila	0	1	3	0	0	0	0	0	2	0
11	Melanoides	4	10	12	6	7	2	1	1	3	3
12	Limnaea	1	8	26	5	3	4	8	4	2	6
13	Tubifex	0	0	0	0	3	21	35	10	5	0
14	Chironomous	0	0	0	1	0	9	13	7	6	0
15	Planaria	0	1	2	0	1	0	0	0	0	1
16	Branchyptera	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	Total	27	42	58	19	17	38	62	24	24	23

Pada stasiun 1 pengamatan Sungai Code kelimpahan *Limnaea* dan *Melanoides* begitu besar, nutrisi yang masuk berasal dari kegiatan pertanian sebelum dan sekitar kawasan penelitian. Setelah stasiun 1 hingga memasuki stasiun 2 (Jembatan Sariharjo) mulai bermunculan pemukiman penduduk, kelimpahan hewan akuatik ini semakin meningkat seiring dengan bertambahnya pemukiman penduduk hingga tertinggi pada stasiun 3 (Jembatan Pogungrejo).

Pada kawasan penelitian sebelum kota, *Melanoides* dan *Limnaea* (organisme tercemar sedang) memiliki kelimpahan tertinggi dibanding makrozoobentos lainnya, hal ini menunjukkan bahwa organisme tersebut di dalam habitatnya mampu memanfaatkan kelimpahan makanan (bahan organik tersuspensi, algae, dan tanaman air) sebagai sumber nutrisi bagi kebutuhan hidupnya. Ketersediaan nutrisi (sisa pupuk) yang merupakan limbah kegiatan pertanian (terutama nitrogen, fosfor, dan kalium) meningkatkan pertumbuhan ganggang/algae dan tanaman air sebagai sumber makanan sehingga meningkatkan *Melanoides* dan *Limnaea*.

Dampak negatif lain dari kegiatan pertanian terhadap makrozoobentos adalah pemakaian insektisida. *Melanoides* (sumpil/keong runcing) dan *Limnaea* (sumpil bulat/keong kecil bulat) termasuk dalam marga Gastropoda dan berordo Molluska (keong), merupakan hewan akuatik khas perairan tawar yang hidup di sungai, danau, atau rawa-rawa. Cangkang genus *Melanoides* berbentuk panjang meramping, panjang cangkang dapat mencapai 2,5-6 cm (tergantung jenisnya), warna cangkang coklat muda hingga coklat kehitaman; sedangkan cangkang *Limnaea* berbentuk oval panjang, panjang cangkang dapat mencapai 2,5 cm dengan lebar 1,5 cm, berwarna coklat muda hingga coklat kehitaman.

Distribusi organisme ini mulai dari hulu hingga hilir sungai. Hewan akuatik tersebut tergolong herbivor, pemakan ganggang/algae dan tanaman air. Kehadiran *Limnaea* merupakan keong yang merugikan manusia karena hewan ini berperan sebagai inang perantara untuk cacing hati. Ketidakhadiran *Tubifex* (cacing rambut) dan *Chironomus* (cacing darah) di kawasan stasiun sebelum kota disebabkan ketidakmampuannya memanfaatkan makanan yang ada dan minimnya endapan lumpur yang kaya akan bahan organik merupakan habitat kesukaannya (Oemarjati dan Wardhana, 1990). Kelimpahan mikrobentos daerah sebelum kota ditunjukkan pada stasiun 2 sebagai wakilnya (Gambar 1).



**Tabel 4. Hasil pengukurn Makrobentos Sungai Code pada Minggu pertama Juli 2007**

No	Genus	St 1.	St 2.	St 3.	St 4	St 5.	St 6	St 7	St 8.	St 9.	St 10.
1	Ephemera	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1
2	Leuctra	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Ecdyomurus	4	6	0	0	0	0	0	0	1	0
4	Nemunera	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Perla	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Ephemerela	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1
7	Caenis	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1
8	Baetis	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2
9	Hydropsyche	0	0	4	1	2	1	1	4	0	1
10	Hydroptila	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0
11	Melanoides	1	17	10	6	2	12	4	5	11	3
12	Limnaea	5	6	30	6	4	3	9	10	3	7
13	Tubifex	0	0	0	0	2	16	24	7	8	1
14	Chironomous	0	0	0	0	1	2	6	0	0	1
15	Planaria	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
16	Branchyptera	8	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	Total	31	41	48	13	12	34	44	26	26	18

**Tabel 5. Hasil pengukuran Makrobentos Sungai Code pada Minggu keempat Juli 2007**

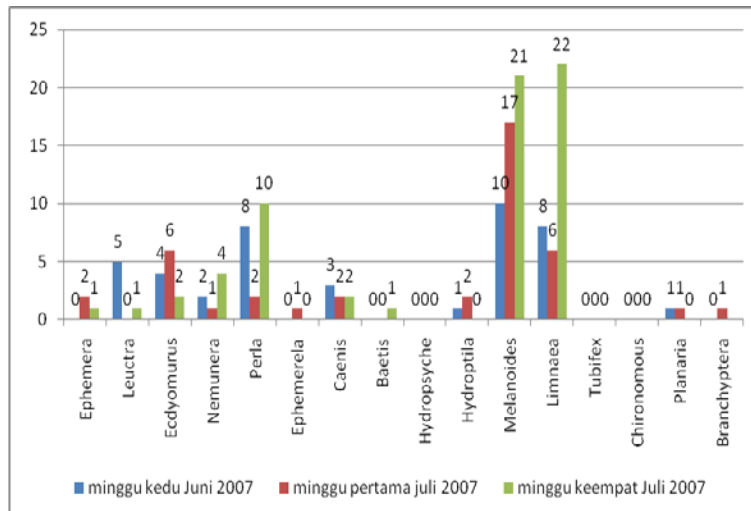
No	Genus	St 1.	St 2.	St 3.	St 4	St 5.	St 6	St 7	St 8.	St 9.	St 10.
1	Ephemera	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0
2	Leuctra	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1
3	Ecdyomurus	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0
4	Nemunera	1	4	0	0	0	0	0	0	2	1
5	Perla	9	10	0	0	0	0	0	0	1	3
6	Ephemerela	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
7	Caenis	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Baetis	6	1	1	0	0	0	0	0	3	4
9	Hydropsyche	0	0	2	2	1	1	0	0	0	1
10	Hydroptila	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
11	Melanoides	17	21	9	15	12	16	7	10	14	10
12	Limnaea	6	22	37	28	2	9	8	11	7	2
13	Tubifex	0	0	0	2	7	11	23	19	0	0
14	Chironomous	0	0	0	0	0	2	2	19	1	0
15	Planaria	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Branchyptera	6	0	5	0	0	0	0	0	0	1
	Total	59	64	56	49	23	39	40	59	31	23

*Didalam kota*

Makrozoobentos yang ditemukan pada setiap stasiun di dalam kota adalah *Hydropsyche*, *Hydroptila*, *Melaoides*, *Limses*, *Planaria*, *Tubifex*, dan *Chironomous*. Makrozoobentos yang tergolong indikator perairan bersih di kawasan kota adalah *Planaria* (2 ind/m<sup>2</sup>) yang ditemukan pada stasiun 5 (Jembatan Keparakan, Bintaran). Organisme yang tergolong hidup di perairan tercemar ringan adalah *Ephemerela* (7 ind/m<sup>2</sup>) ditemukan di stasiun 4 (Jembatan Gondolayu), *Hydropsyche* (21 ind/m<sup>2</sup>) ditemukan di seluruh stasiun kawasan koa, dan *Hydroptila* (1 ind/m<sup>2</sup>) ditemukan di stasiun 5 (Jembatan Keparakan, Bintaran. Organisme indikator perairan tercemar sedang adalah *Melanoides* (63 ind/m<sup>2</sup>) dan *Limnaea* (89 ind/m<sup>2</sup>) ditemukan diseluruh kawasan kota. Yang terakhir adalah *Tubifex* (144 ind/m<sup>2</sup>) dan *Chironomous* (36 ind/m<sup>2</sup>) merupakan bioindikator perairan tercemar berat yang ditemukan di seluruh stasiun daerah kota. Kemelimpahan *Chironomous* dan *Tubifex* masih rendah di stasiun 4 (Jembatan Gondolayu) dan 5 (Jembatan Keparakan) namun ketika memasuki stasiun 5 kemelimpahan



*Tubifex* meningkat sementara *Chironomous* masih rendah, ketika sampai pada stasiun 6 (Jembatan Tungkak) kemelimpahan kedua makrozoobentos ini naik dan pada stasiun 7 (Jembatan Karangajen) kemelimpahan *Tubifex* (82 ind/m<sup>2</sup>) dan *Chironomous* (21 ind/m<sup>2</sup>) mencapai nilai tertinggi. Dampak kegiatan perkotaan menimbulkan efek negatif bagi makrozoobentos. Efek dari pembangunan adalah bertambahnya muatan sedimen yang masuk ke dalam sungai sehingga mengubah sistem perairan. Substrat yang tadinya batu dan pasir akan tertutup oleh sedimen ditambah lagi dengan masuknya sampah ke sungai, semakin menambah endapan lumpur. Mayoritas serangga yang merupakan makrozoobentos indikator perairan bersih akan berkurang drastis; mereka tidak menyukai substrat lumpur, karena tubuh mereka tidak mempunyai suatu alat yang cukup untuk melekatkan diri dengan substrat; hanya *Planaria* organisme indikator perairan bersih ditemukan di kawasan dalam kota pada stasiun 4, itu pun dengan jumlah yang kecil (2 ind/m<sup>2</sup>).

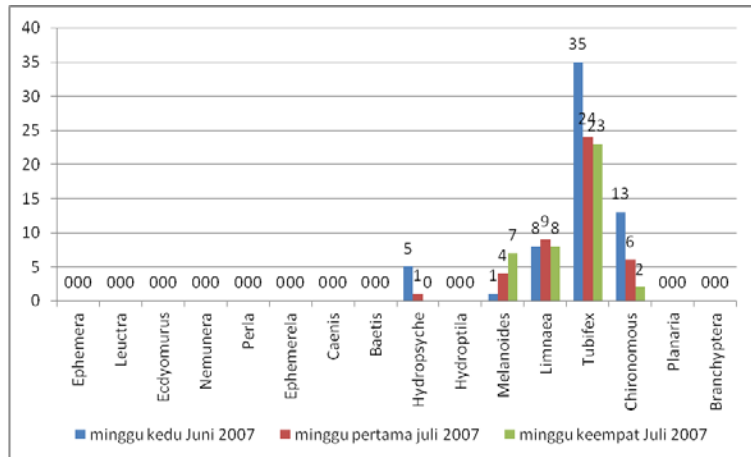


**Gambar 1. Kemelimpahan makrozoobentos di St. 2 mewakili Daerah Sebelum Kota**

Limbah industri di dalam kota memberikan dampak negatif terhadap makrozoobentos. Kegiatan industri biasanya mengeluarkan limbahnya melalui pipa saluran limbah ke badan air (sungai). Ketika limbah masuk ke badan air, konsentrasi bahan-bahan pencemar akan berubah sebagai hasil dari empat proses alami (pengenceran, biodegradasi, amplifikasi dan sedimentasi). Apabila sungai terlampaui banyak menerima bahan pencemar, maka sedimen akan menjadi anaerobik dan atau terbebani logam berat sehingga akan mereduksi serangga air.

Dampak negatif lain dari kawasan kota terhadap makrozoobentos ialah adanya limbah domestik yang masuk ke sungai baik berupa cair maupun padat (sampah) akan menaikkan populasi organisme yang toleran terhadap pencemaran berat dan menurunkan populasi organisme perairan bersih. *Chironomous* (cacing darah) dan *Tubifex* (cacing rambut) merupakan bioindikator perairan tercemar berat ditemukan pada kawasan di dalam kota, karena habitat hewan ini di substrat berlumpur, dan juga mereka mampu memanfaatkan tingginya kandungan bahan organik yang tersuspensi. Hewan akuatik ini tidak dijumpai pada kawasan sebelum kota, karena substrat dasar perairan tidak berupa endapan lumpur. Semakin tinggi kandungan bahan organik di dalam suatu perairan semakin besar pula kemelimpahan cacing darah dan cacing rambut, dan dalam keadaan minim oksigen pun hewan-hewan tersebut dapat hidup. *Tubifex* (cacing rambut) atau dengan nama lokal “lur” termasuk dalam kelas Oligochaeta (cacing tanah), hidup di perairan tawar dengan substrat dasar lumpur, ukuran kecil tubuh kecil seperti rambut, berwarna coklat kemerahan. Apabila kondisi habitat organisme ini mendukung hidupnya, maka *Tubifex* dapat dijumpai di suatu perairan dalam jumlah besar (mencapai) ribuan.





**Gambar 2. Kemelimpahan makrozoobentos di stasiun 7 (dalam Kota) Setelah Kota (Bagian Hilir)**

Hewan makrobenetos yang diperoleh pada stasiun pengamatan setelah kota adalah: *Ephemera*, *Leuctra*, *Ecdyomurus*, *Nemunera*, *Perla*, *Ephemerella*, *Caenis*, *Baetis*, *Hydropsyche*, *Hydroptila*, *Melanoïdes*, *Limnaea*, *Tubifex*, *Chironomous*, *Planaria*, dan *Branchyptera*.

Enam belas genus yang diperoleh daristasiun pengamatan setelah kota, terdapat dua genus indikator perairan tercemar berat (*Tubifex* dan *Chironomous*), dua genus indikator perairan tercemar sedang (*Limnaea* dan *Melanoïdes*), lima genus indikator tercemar ringan (*Caenis*, *Ephemerella*, *Hydroptila*, *Hydropsyche*, dan *Baetis*), dan tujuh genus indikator perairan bersih (*Planaria*, *Leuctra*, *Neunera*, *Ephemera*, *Branchyptera*, *Echdyomurus*, dan *Perla*).

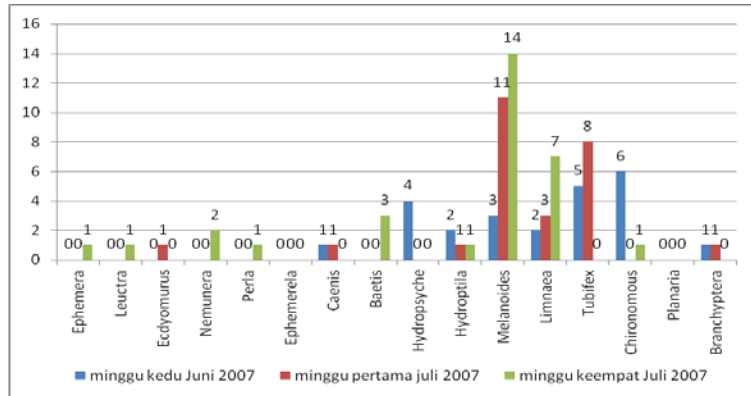
Kemelimpahan hewan makro yang termasuk dalam hewan indikator perairan tercemar berat dan tercemar ringan cukup besar pada daerah pengamatan setelah kota. Nilai total kemelimpahan *Tubifex* adalah (50 ind/m<sup>2</sup>) dan *Chironomous* (34 ind/m<sup>2</sup>); *Melanoïdes* (60 ind/m<sup>2</sup>) dan *Limnaea* (51 ind/m<sup>2</sup>). Kemelimpahan *Tubifex* (36 ind/m<sup>2</sup>), *Chironomous* (26 ind/m<sup>2</sup>), *Melanoïdes* (16 ind/m<sup>2</sup>) dan *Limnaea* (25 ind/m<sup>2</sup>) cukup tinggi pada stasiun 8 (Jembatan Ngoto). Kemudian mengalami penurunan sampai pada stasiun 10, kecuali *Melanoïdes* juga naik beberapa poin pada stasiun 9 sampai (28 ind/m<sup>2</sup>) (*Ephemera*, *Leuctra*, *Ecdyomurus*, *Nemunera*, *Perla*, *Ephemerella*, *Caenis*, *Baetis*, *Hydroptila*, *Planaria* dan *Branchyptera* tidak dijumpai pada stasiun 8, baru muncul di stasiun 9 sampai 10 dengan jumlah individu dibawah 10 ind/m<sup>2</sup>. Kemunculan hewan-hewan indikator perairan bersih dan tercemar ringan tersebut tidak lepas dari kondisi habitat yang mendukung kehidupan mereka, kepadatan penduduk berkurang pada stasiun 9 dan 10 dan pemanfaatan lahan didominasi untuk pertanian.

Seperti pada kawasan sebelum kota, *Melanoïdes* dan *Limnaea* juga mempunyai kemelimpahan terbesar pada daerah setelah kota, hal tersebut disebabkan oleh karena adanya limbah pertanian yaitu sisa pupuk yang memberikan nutrisi bagi pertumbuhan ganggang dan tanaman air dan penggunaan insektisida yang mereduksi organisme perairan bersih. Adanya *home* industri tahu dan tempe di sekitar stasiun 9 yang membuang limbahnya ke sungai turut menambah beban pencemaran bahan organik.

Pada daerah setelah kota, pencemaran sungai masih tinggi hal ini ditandai dengan masih tingginya kemelimpahan *Tubifex* dan *Chironomous*, meskipun tidak setinggi di dalam kota, hal tersebut menandakan sungai belum berhasil melakukan *self purification*. Measuki perairan Kembangsongo (stasiun 10), kondisi air sungai sudah membaik hal ini ditandai dengan menurunnya *Tubifex* dan *Chironomous* secara drastis dan memunculkan makrozoobentos



indikator perairan bersih (*Planaria*, *Leuctra*, *Nemunera*, *Ephemera*, *Branchyptera*, *Echdyomurus*, dan *Perla*).



**Gambar 3. Kemelimpahan makrozoobentos di stasiun 9 (Setelah Kota)**

Kemelimpahan makrozoobentos yang bervariasi pada kawasan sebelum kota, di dalam kota, dan setelah kota Sungai Code, dapat dijadikan indikator kualitas air sungai, dengan melihat besaran kemelimpahan makrozoobentos pada suatu kawasan. Hasil penilaian status kualitas air Sungai Code ditunjukkan pada Tabel 6. Terlihat bahwa di bagian tengah kota perairan Sungai Code termasuk ke dalam pencemaran berat, sedangkan di bagian hulu dan bagian hilir termasuk tercemar ringan. Faktor lingkungan yang menyebabkannya adalah perbedaan penggunaan lahan, di mana di penggunaan lahan untuk daerah perkotaan banyak menghasilkan limbah yang sebagai hasil sampingan dari aktivitas penduduk.

**Kualitas Air**

Berdasarkan hasil penelitian pada 9 parameter (Tabel 7) menunjukkan variasi menurut ruang, yang dapat terlihat bahwa dari hulu ke arah kota kecuali suhu, pH dan DO, kadar parameter bertambah tinggi, setelah meninggalkan kota berangsur turun kembali. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh limbah domestik dan limbah industri telah menyebabkan kualitas air menjadi lebih buruk, dan berangsur membaik setelah meninggalkan kota. Bila dikaitkan dengan kemelimpahan makrozoobenthos, terlihat bahwa berubahnya kualitas air sejalan dengan berubahnya kemelimpahan makrozoobentos tersebut. Beberapa parameter sudah melebihi baku mutu kelas 1 atau kelas 2.

**Tabel 6. Status Kualitas Air Sungai Code berdasarkan Kemelimpahan Makrozoobentos**

Kawasan	Kemelimpahan makrozoobentos		Status Perairan	Faktor lingkungan
	Dominan	Tidak ada		
Sebelum kota	<i>Melanoides</i> <i>Limnaea</i>	<i>Chironomus</i> <i>Tubifex</i>	Tercemar sedang	Limbah Pertanian (sisa pupuk dan insektisida)
Di dalam kota	<i>Tubifex</i> <i>Limnaea</i> <i>Chironomus</i>	<i>Ephemera</i> <i>Leuctra</i> <i>Echdyomurus</i> <i>Nemunera</i> <i>Branchyptera</i> <i>Perla</i> <i>Caenis</i> <i>Baetis</i>	Tercemar berat	Limbah kora : Domestik emukiman, rumah sakit, perkantoran, rumah makan, hotel, apotik, supermarket, mall, dsb) Non domestik (industri dan transportasi)
Setelah kota	<i>Melanoides</i> <i>Limnaea</i>	-	Tercemar sedang	Limbah pertanian (sisa pupuk dan insektisida) dan industri tahu-tempe

Tabel 7. Rerata hasil pengukuran parameter fisik-kimia air di Sungai Code selama Juni – Juli 2007

Stasiun	Kec. arus (m/dt)	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Fosfat (mg/L)	Sulfida (mg/L)
1	0,25	29,67	7,37	6,93	3,73	14,33	8,33	0,05	0,01	0,004
2	0,21	30,50	7,37	5,63	3,87	15,33	5,33	0,04	0,03	0,006
3	0,32	28,67	7,47	7,40	4,33	18,33	6,33	0,20	0,06	0,008
4	0,41	29,33	7,43	7,20	4,60	12,67	10,33	0,05	0,05	0,000
5	0,32	30,50	7,37	7,37	4,50	19,33	11,33	0,01	0,03	0,002
6	0,27	31,00	7,40	6,97	5,53	24,33	10,33	0,03	0,03	0,017
7	0,13	30,00	7,77	7,13	5,67	15,33	16,00	0,08	0,03	0,015
8	0,57	30,00	7,43	7,13	4,33	13,33	11,67	0,05	0,02	0,009
9	0,37	28,50	7,30	6,33	4,50	9,33	11,33	0,04	0,02	0,008
10	0,41	28,33	7,33	6,43	3,80	12,33	10,67	0,03	0,01	0,005

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bioindikator makrozoobentos untuk investigasi kualitas air di Sungai Code maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Indikator biologi makrozoobentos dapat digunakan untuk menilai kualitas air Sungai Code pada kawasan sebelum kota, kota, dan setelah kota. Berdasarkan kelimpahan. Di daerah sebelum kota, *Limnaea* dan *Melanoides* sebagai indikator perairan tercemar sedang yang dominan, tidak ditemukan indikator perairan tercemar berat (*Tubifex* dan *Chironomus*). Pada kawasan kota yang dominan adalah *Tubifex* dan *Chironomus* yang merupakan indikator perairan tercemar, sedangkan di daerah kawasan setelah kota yang dominan adalah makrozoobentos perairan tercemar sedang yaitu, *Melanoides* dan *Limnaea*
2. Parameter fisik-kimia (kecepatan arus, suhu, pH, DO, BOD, COD, Nitrat, Fosfat, dan Sulfida) air tidak semua mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos di Sungai Code. TSS, BOD dan Fosfat. Di tengah kota kelimpahan makrobenthos terkait dengan kualitas air.
3. Kualitas air Sungai Code di hulu relatif baik, tetapi setelah di tengah kota menjadi lebih buruk, dan berangsur membaik setelah meninggalkan kota. Perubahan kualitas berkaitan dengan penggunaan lahan, terutama lahan kota yang banyak menghasilkan limbah domestik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Artanti, W. 2004. Kajian Pemanfaatan Potensi Keanekaragaman Hayati Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Progo Hulu. Tesis Magister Pengelolaan Lingkungan. UGM Yogyakarta.
- Bapedalda DIY, 2001. Laporan Pelaksanaan Program Kali Bersih tahun 2001. Prop. DIY,
- De Zwaet, D. And Triverdi, R.C. 1994. *Manual on Integrated Water Quality Evaluation*, Netherlands Ministry of Foreign Affairs, Directorate General for International Cooperation, Biomonitoring Indian Rivers II, RIVM and DGIS Project, 110-111
- Ellenberg, H. 1991. *Biological Monitoring Signal from the Environment*, Vieweg Braunschweig.
- Guna Gumilang, 2008. Bioindikator Makrozoobentos untuk Investigasi Kualitas Air Sungai Code daerah Istimewa Yogyakarta. Tesis. UGM-Yogyakarta
- KMNLH, 1997. *Agenda 21 Indonesia, Strategi Nasional untuk Pembangunan Berkelanjutan*. KMNLH-Jakarta.
- Warren, C.E. 1971. *Biology and Water Pollution Control*, W.B. Co. Philadelphia.
- Chapman, D. (ed). 1991. *Water Quality Assessment, A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Chapman and Hall London



## KAJIAN LINGKUNGAN PERAIRAN SUNGAI POLAGA, KAITANNYA DENGAN PEMANFAATAN LAHAN DAN PERSEPSI MASYARAKAT DALAM SUB-DAS POLAGA KABUPATEN PEMALANG

R. Abdullah Musa<sup>1</sup>, Endang Widyastuti<sup>2</sup>, dan Begananda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>. Magister Sains Ilmu Lingkungan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, <sup>2</sup> Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, <sup>3</sup>. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email : musa\_dongkal@yahoo.co.id

Sub-daerah aliran sungai (sub-DAS) Polaga terletak di sebelah tenggara Kabupaten Pemalang, merupakan bagian dari DAS Comal. Luasnya + 89,4 km<sup>2</sup>. Penelitian terhadap kualitas perairan menggunakan metode survai. Teknik pengambilan sampel fisik, kimiawi dan mikrobiologi perairan adalah *stratified random sampling*. Penelitian terhadap jenis pemanfaatan lahan dilakukan dengan teknik “tidak langsung”. Pengambilan sampling persepsi masyarakat dilakukan dengan teknik *purposive sampling*. Data parameter fisik – kimiawi perairan sungai dianalisis secara deskriptif. Hasil analisis parameter fisik – kimiawi dan mikrobiologi berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Polaga masih dalam kondisi sedang dan berada dalam kisaran baku mutu air kelas III, kecuali parameter COD (rata-rata 54,3 mg/l), nitrit (0,17 mg/l) dan total fosfat (2,19 mg/l), kandungan bakteri coliform dan colifecal berada di kisaran baku mutu air kelas III hal ini berkaitan dengan komposisi pemanfaatan lahan terdiri dari hutan tanaman 49%, ladang/tegalan 20%, semak belukar 15%, persawahan 14% dan permukiman 2%. Persepsi masyarakat yang berada di Sub-DAS Polaga termasuk masih rendah. Hasil analisis menggunakan metode analisis faktor didapatkan bahwa antara faktor rendahnya penyuluhan sangat berkorelasi dengan pola hidup yang kurang berwawasan lingkungan yaitu faktor membuang limbah MCK dan sampah langsung ke sungai. Faktor pendapatan rendah dan pendidikan rendah juga berpengaruh tapi tidak sekuat faktor penyuluhan.

### PENDAHULUAN

Sungai Polaga terletak di Kabupaten Pemalang, merupakan sub-daerah aliran sungai (sub-DAS) dari DAS Comal, melewati tiga kecamatan di wilayah selatan Kabupaten Pemalang, yakni Watukumpul, Bodeh dan Bantarbolang. Lahan di sekitar aliran sungai dimanfaatkan untuk pertanian, perkebunan, perhutanan dan pemukiman. Lereng-lereng di bagian hulu dan tengah berpotensi tinggi untuk longsor, karena mempunyai kerentanan tinggi terhadap gerakan tanah (Bappeda Kabupaten Pemalang, 2003). Kondisi lereng Sungai Polaga yang sebagian besar berupa lereng curam dan disertai dengan kemiringan lapisan batuan (litologi) searah dengan kemiringan lerengnya, sangat berpotensi untuk menyebabkan lereng-lerengnya mudah bergerak sehingga rentan terhadap bahaya longsor terutama di musim hujan (Wahjono, 1988).

Data mengenai kualitas air Sungai Polaga belum tersedia, sehingga status mutu air Sungai Polaga belum diketahui secara pasti, padahal data kualitas air sungai adalah salah satu referensi penting dalam upaya perencanaan pengelolaan suatu DAS (Asdak, 2004). Diperlukan suatu pendataan kualitas sungai sebagai *baseline* yang dapat digunakan oleh para pihak yang berkepentingan baik langsung maupun tidak langsung dengan keberadaan Sungai Polaga.

### METODE PENELITIAN

#### *Metode Pengambilan Sampel*

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survai. Pengambilan sampel fisik, kimiawi dan biologi perairan dilakukan dengan teknik *stratified random sampling*. Penentuan *site* pengukuran berdasarkan “*Baseline site*”, yakni untuk mendapatkan suatu basis perbandingan di antara stasiun-stasiun karena perbedaan ketinggian (*altitude*) sungai dari



hulu ke hilir dan adanya kondisi alami yang menonjol dari masing-masing bagian wilayah tertentu. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Manly (2009), bahwa stratifikasi dapat digunakan dengan mempertimbangkan suatu keadaan yang homogen dalam suatu ruang (*spatial*). Stasiun pengukuran dari hulu ke hilir berjumlah 6 titik, yakni: (1) Desa Bongas; (2) Ex-Dukuh Legok; (3) Desa Cikadu (4) Desa Longkeyang; (5) Desa Purana. Penelitian dilakukan selama tiga bulan, yakni antara bulan Juni sampai dengan Agustus 2009 dengan selang waktu pengambilan sampel ulangan adalah 4 minggu.

Pengukuran parameter fisik, kimiawi dan mikrobiologi dilakukan dengan pengulangan sebanyak tiga kali selang 4 minggu. Pengukuran dilakukan baik secara langsung di tempat (*in-situ*) dan di laboratorium. Laboratorium yang digunakan adalah Laboratorium Lingkungan dan Laboratorium Pengajaran Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Data-data mengenai jenis lahan yang berada di Sub-DAS Polaga didapatkan melalui data sekunder. Sumber data yang digunakan adalah peta digital rupa bumi dari Bakosurtanal edisi tahun 2000 dan 2001. Penghitungan luas masing-masing jenis lahan dilakukan dengan metode tidak langsung, menggunakan program *software "Autocad 2006"*. Survei tentang persepsi masyarakat dilakukan berdasarkan *Purposive sampling*, yakni sampel ditentukan secara sengaja, yakni kelompok masyarakat desa terdiri dari kepala keluarga (KK) yang dipilih berdasarkan letak rumahnya dekat dengan Sungai Polaga. Teknik pengambilan sampel ini termasuk jenis rancangan non-probabilitas (Faisal, 2007).

#### ***Variabel Penelitian dan Prosedur***

Prosedur atau cara kerja dalam pengambilan sampel, pengamatan dan pengukuran parameter kualitas air sungai sebagian besar mengacu pada American Public Health Association (APHA) tahun 1992 dan metode uji Standar Nasional Indonesia (SNI). Survei mengenai persepsi masyarakat dilakukan dengan wawancara langsung ke responden yang terdiri dari kepala keluarga (KK). Jumlah responden dari masyarakat diambil sebanyak 380 KK yang berhubungan langsung dengan keberadaan Sungai Polaga.

#### ***Analisis Data***

Metode analisis dalam penentuan kualitas perairan sub-DAS Polaga adalah dengan menggunakan pendekatan pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Penambahan parameter kalsium (Ca) dan silika (Si) dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh dari batuan dasar sungai.

Analisis persepsi masyarakat menggunakan analisis faktor, yakni memperpadat variabel data menjadi variabel berjumlah lebih sedikit. Dillon dan Goldstein (1984), menyatakan bahwa analisis faktor adalah teknik mereduksi data dengan memusatkan sebagian dari variasi total adalah "*sharing*" variabel tertentu dengan variabel lainnya dalam suatu kesatuan. Secara visual korelasi antar variabel digambarkan dalam diagram "*plot-loading*" berdasarkan analisis faktor.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### ***Pemanfaatan Lahan di Sub-DAS Polaga***

Komposisi pemanfaatan lahan secara umum di sub-DAS Polaga adalah hutan buatan 49% (43,66 km<sup>2</sup>), ladang/tegalan 20% (18 km<sup>2</sup>), semak belukar 15 % (13,57 km<sup>2</sup>), persawahan 14% (12,01 km<sup>2</sup>) dan permukiman 2% (2,16 km<sup>2</sup>). Secara detil dapat dilihat pada Tabel. 1.

Komposisi pemanfaatan lahan berdasarkan perhitungan dari peta, didapatkan bahwa lahan hutan buatan dengan luas 11,72 km<sup>2</sup> atau 13,1% dominan pada cakupan stasiun II, lahan ladang/tegalan dengan luas 15,1 km<sup>2</sup> atau 16,9% dominan pada cakupan stasiun IV dan lahan



persawahan dengan luas 4,24 km<sup>2</sup> atau 4,7% terdapat pada cakupan stasiun I. Lahan hutan belukar dan permukiman hampir tidak berbeda komposisinya tiap stasiun pengukuran.

**Tabel. 1. Luas lahan berdasarkan jenis pemanfaatannya tiap stasiun pengukuran**

Stasiun Pengukuran	Luas Lahan Berdasarkan Jenis Pemanfaatannya (km <sup>2</sup> )					Jumlah (km <sup>2</sup> )
	Hutan buatan	Ladang/tegalan	Semakbelukar	Persawahan	Permukiman	
Stasiun I	3,07 (3,4%)	0,49 (0,5%)	4,26 (4,8%)	4,24 (4,7%)	0,25 (0,3%)	12,3 (14%)
Stasiun II	11,72 (13,1%)	0,88 (1,0%)	0,41 (0,5%)	2,75 (3,1%)	0,35 (0,4%)	16,0 (18%)
Stasiun III	5,24 (5,9%)	1,30 (1,5%)	1,75 (2,0%)	1,08 (1,2%)	0,56 (0,6%)	9,9 (11%)
Stasiun IV	8,11 (9,1%)	15,1 (16,9%)	4,44 (5,0%)	2,04 (2,3%)	0,43 (0,5%)	30,1 (34%)
Stasiun V	8,97 (10%)	0,14 (0,2%)	1,27 (1,4%)	1,30 (1,5%)	0,33 (0,4%)	12,0 (13%)
Stasiun VI	6,55 (7,3%)	0,13 (0,1%)	1,44 (1,6%)	0,71 (0,8%)	0,24 (0,3%)	9,1 (10%)
Jumlah (km <sup>2</sup> )	43,66 (49%)	18,00 (20%)	13,57 (15%)	12,01 (14%)	2,16 (2%)	89,4 (100%)

**Kualitas Air Sungai Polaga**

*Parameter Fisik dan Kimiawi*

**Tabel. 2. Hasil pengukuran parameter fisik, kimiawi dan mikrobiologi Sungai Polaga**

No.	Parameter	Satuan	Stasiun						Rata-rata	Kelas Mutu Air *)		
			1	2	3	4	5	6		I	II	III
<b>Fisika</b>												
1	Kec. Arus	m/s	0.49	0.51	0.42	0.35	0.43	0.37	0.426 ± 0,06			
2	Kedalaman	cm	0.28	0.35	0.43	0.28	0.23	0.23	0.300 ± 0,08			
3	Penetrasi cahaya	cm	0.25	0.5	0.5	0.25	0.3	0.3	0.350 ± 0,12			
4	Suhu udara	°C	25.5	29	29.67	30.67	33.67	30.33	29.806 ± 2,65			
5	Suhu air	°C	21.67	23	24.67	27	29.67	30	26.000 ± 3,46			
6	TSS	mg/l	8.67	8	14	12	7.67	25.67	12.667 ± 6,84	50	50	400
7	TDS	mg/l	181.2	183.6	181.11	175.67	151.67	152	170.871 ± 14,97	1000	1000	1000
8	Konduktivitas	µmhos/cm	162.7	175.8	176.85	208.51	207.65	197.38	188.147 ± 19,02			
9	Alkalinitas	mg/l	23.66	21.5	15	18.16	10.66	17.33	17.718 ± 5,942			
<b>Kimia Anorganik</b>												
10	DO	mg/l	7.42	7.47	7	7.33	7.63	7.57	7.403 ± 0,22	6	4	3
11	BOD	mg/l	1.42	1.33	0.97	1.33	1.94	2.49	1.578 ± 0,54	2	3	6
12	COD	mg/l	79.2	68	38.67	53.33	45.33	41.33	54.311 ± 16,13	10	25	50
13	pH		7.67	8	8	8	8	7.67	7.889 ± 0,17	(6-9)	(6-9)	(6-9)
14	CO2	mg/l	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd			
15	Kesadahan	mg/l	34.07	33.67	35.27	35.27	36.473	36.072	35.137 ± 1,10			
16	Kalsium	mg/l	35.46	26.6	34.87	35.65	27.75	28.6	31.488 ± 4,26			
17	Nitrat (NO3-N)	mg/l	0.42	0.38	0.36	0.19	0.15	0.21	0.286 ± 0,11	10	10	20
18	Nitrit (NO2-N)	mg/l	0.13	0.18	0.16	0.18	0.25	0.15	0.175 ± 0,04	0.06	0.06	0.06
19	Amoniak (NH3-N)	mg/l	0.44	0.64	0.52	0.35	0.42	0.8	0.528 ± 0,17	0.5	(-)	(-)
20	Orthophospat	mg/l	0.54	0.76	0.46	0.74	0.74	0.57	0.635 ± 0,13			
21	Phospat Total	mg/l	0.88	1.01	4.47	3.62	1.26	1.94	2.196 ± 1,50	0.2	0.2	1
22	Silikat	mg/l	58.96	84.45	85.42	75.1	62.06	71.04	72.835 ± 11,05			
<b>Mikrobiologi</b>												
23	Total Coliform	mg/l	695	670	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	1000	5000	10000
24	Total Colifekal	mg/l	>1100	780	>1100	>1100	630	>1100	>1100	100	1000	2000
<i>Keterangan:</i>												
*) Kelas Mutu Air berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air												

Hasil Pengukuran parameter fisik, kimiawi dan mikrobiologi dapat dilihat pada Tabel 2. Kualitas air Sungai Polaga secara fisik dan kimiawi dan mikrobiologi berdasarkan klasifikasi baku mutu air dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, masih dapat dikategorikan sebagai air sungai kelas III. Parameter yang melebihi kisaran baku mutu air kelas III adalah COD (rata-rata 54,3 mg/l), nitrit (rata-rata 0,17 mg/l) dan total fosfat (rata-rata 2,19 mg/l).

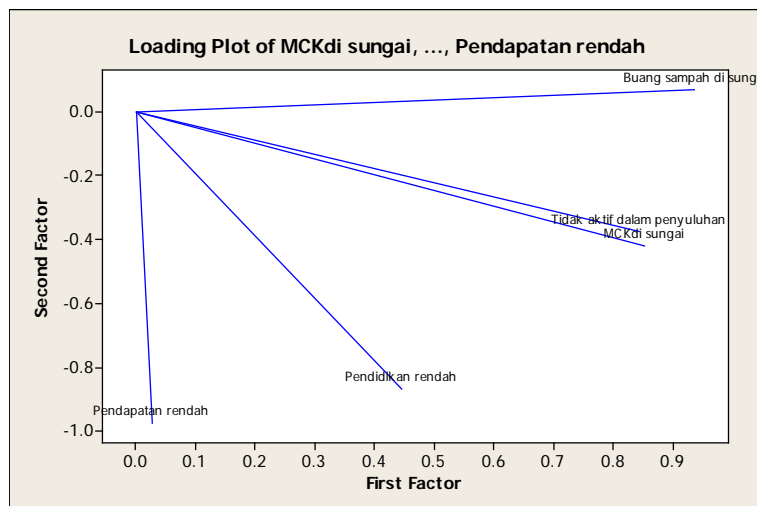
Kondisi sebagian lahan dalam sub-DAS Polaga yang rentan longsor diperkirakan akan mempengaruhi kualitas air Sungai Polaga. Beberapa parameter seperti kalsium (Ca) dan silika (Si) dapat digunakan untuk memperkuat adanya pengaruh tersebut. Kandungan silika di Sungai Polaga tinggi (rata-rata 72,84 mg/l) dibandingkan dengan kandungan kalsium (rata-rata 31,49 mg/l). Hal ini menunjukkan bahwa intensitas penggerusan batuan dasar (lembah sungai) oleh arus air terjadi pada Formasi Rambatan. Purnomo (2002) menyatakan bahwa longsor terjadi pada lereng yang tersusun dari batuan Formasi Rambatan berupa perselingan antara batupasir tufa, dan tufa pasiran, sebagian bersisipan dengan breksi. Williams *et al.* (1982) menyatakan bahwa golongan tufa adalah termasuk endapan vulkanis dan termasuk dalam kelompok piroklastik (letusan gunung api) yang bersifat andesitik, sehingga kandungan mineral  $\text{SiO}_2$ nya tinggi.

#### Parameter Mikrobiologi

Hasil pengukuran parameter mikrobiologi yang terdiri dari total bakteri *coliform* dan total bakteri *colifecal* menunjukkan nilai rata-rata melebihi 1100 jml/100ml. Total *coliform* yang terdapat di perairan sungai Polaga pada bagian hulu didapatkan nilai yang masih di bawah nilai mutu air kelas I, yakni stasiun 1 terdapat 695/100 ml dan di stasiun 2 adalah 670/100 ml. Dari stasiun III sampai stasiun VI jumlahnya melebihi nilai mutu air kelas satu, namun masih di bawah nilai mutu air kelas dua. Total *colifecal* semuanya melebihi batas nilai mutu air kelas satu.

#### Persepsi Masyarakat

Variabel yang digunakan untuk analisis dipilih sebanyak 5 variabel yang dianggap sebagai variabel paling berpengaruh. Variabel tersebut adalah (1) pendidikan rendah (tamat SD + tidak sekolah); (2) pendapatan rendah (< Rp. 500,000.-); (3) tidak aktif dalam penyuluhan; (4) membuang limbah MCK langsung ke sungai dan (5) membuang sampah ke sungai.



Gambar 1. Grafik *plot loading* hubungan korelasi antar variabel berdasarkan analisis faktor menggunakan software "Minitab release 14.13".

Output hasil analisis faktor terhadap kelima variabel yang telah dipilih sebelumnya menunjukkan 2 faktor yang tidak dirotasi dapat menjelaskan 91,2% dari seluruh variabilitas data. Setelah dilakukan rotasi (dengan *loading varimax*), variabilitasnya tidak berubah yakni menjadi 91,2%. Urutan hasil rotasi dari yang bernilai loading tertinggi hingga terendah, untuk faktor 1 urutan variabelnya adalah membuang sampah ke sungai (0,938), membuang limbah MCK ke sungai (0,860), tidak aktif dalam penyuluhan (0,846), pendapatan rendah (0,028) dan



pendidikan rendah (0,444). Loading kelima variabel tersebut ditunjukkan dalam grafik “*plot-loading*” seperti diperlihatkan dalam Gambar 1.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemanfaatan lahan mempunyai andil terhadap nilai COD, nitrit dan fospat yang tinggi dan menunjukkan intensitas masukan bahan organik yang tinggi.
2. Kondisi lahan di kawasan sub-DAS Polaga yang berlereng labil dan mudah tererosi secara umum dapat terindikasi dengan adanya kandungan silika dan kalsium yang berasal dari batuan dasar yang banyak mengandung kedua unsur tersebut
3. Faktor utama yang berpengaruh pada persepsi masyarakat adalah perilaku membuang air limbah MCK ke sungai, membuang sampah ke sungai dengan rendahnya aktifitas penyuluhan. Faktor lainnya adalah variabel pendapatan rendah dan pendidikan rendah yang berkorelasi cukup kuat.

Saran yang diberikan adalah:

1. Alternatif pengelolaan lahan yang dapat diterapkan adalah dengan menerapkan sistem *agroforestry*, yakni percampuran antara pepohonan, semak/belukar, tanaman semusim dan atau ternak dalam satu lahan yang sama.
2. Proses pengolahan bahan baku air minum minimal adalah untuk mengurangi kandungan toksik (nitrit) dan mikrobiologi patogen, serta kandungan-kandungan fisik-kimiawi lainnya yang dipersyaratkan.
3. Program peningkatan pengetahuan melalui pendidikan dan penyuluhan ke masyarakat harus lebih diintensifkan terutama mengenai cara pengolahan lahan dalam sub-DAS Polaga yang benar dan ditunjang dengan pola hidup yang sehat.

## DAFTAR PUSTAKA

- APHA, AWWA and WPCF. 1992. *Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water 18<sup>th</sup> Edition*. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. Washington
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2004. *Standar Nasional Indonesia; Standar Pengujian Air Sumber dan Limbah Cair*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Bappeda Kabupaten Pemalang . 2003, *Penyelidikan dan Pemetaan Geologi Lingkungan di Kecamatan Belik dan Watukumpul, Kabupaten Pemalang*, Pemerintah Kabupaten Pemalang.
- Dillon, W. R. and M. Goldstein. 1984. *Multivariate Analysis; Methods and Applications*. John Wiley & Sons. New York.
- Faisal, S. 2007. *Format-format Penelitian Sosial*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Manly, B. F. J. 2009. *Statistics for Environmental Science and Management – Second Edition*. CRC Press. New York.
- Purnomo, H. 2002. *Laporan Pemeriksaan Gerakan Tanah di Desa Legok, Kecamatan Watukumpul, Kabupaten Pemalang*, Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung
- Wahjono. 1988. *Laporan Hasil Pemeriksaan Gerakan Tanah di Dukuh Nalidin dan Grunggung, Desa Medayu, Kecamatan Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah*. Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Sub Direktorat Geologi Teknik- Departemen Pertambangan dan Energi. Bandung
- Williams H., F. J. Turner., C. M. Gilbert. 1982. *Petrography An Introduction to the Study of Rocks in Thin Sections – Second Edition*. W. H. Freeman and Company. New York





## KARAKTERISTIK HIDROLOGI SEBAGAI DASAR PENGELOLAAN DAS CISADANE

**M. Fakhruddin**

*Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor*

*E-mail : mfakhruddin@limnologi.lipi.go.id*

Sungai Cisadane merupakan sumber daya yang sangat diperlukan dalam pembangunan Jabodetabek. Daerah tengah dan hulu Cisadane merupakan daerah resapan air yang sebagai sumber air bersih dan irigasi (22.052 ha) di Bogor-Tangerang-Jakarta. Tetapi disisi lain alih fungsi lahan juga semakin meningkat sehingga fluktuasi debit Sungai Cisadane semakin besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik hidrologi DAS Cisadane, antara lain : pola curah hujan, kondisi topografi dan aliran sungai, dan perubahan penggunaan lahan, dan hasilnya diharapkan menjadi dasar dalam pengelolaan DAS. Hasil analisa Peta Topografi luas DAS Cisadane pada *outlet* Bendung Pasarbaru 1.256 km<sup>2</sup>, panjang sungai utama 103 km, kemiringan sungai utama 0,02, panjang DAS 76 km dan nilai kerapatan aliran 2,8 km/km<sup>2</sup>. Analisa perbandingan debit maksimum dengan minimum dari tahun 1992 sampai 2008 pada Stasiun Pasarbaru menunjukkan peningkatan. Analisa curah hujan menunjukkan bahwa hujan tahunan wilayah tengah DAS Cisadane yang diwakili oleh Stasiun Empang sebesar 4.209 mm (234 m dpl) dan Stasiun Katulampa 4.013 mm (300 m dpl), wilayah hulu Stasiun Cianten Herang 3.667 mm (975 m dpl) dan Stasiun Citeko 2.795 mm (920 m dpl), dan wilayah hilir Stasiun Pasar Baru 1.004 mm (13 m dpl) dan Tangerang 1.304 mm (13 m dpl). Berdasarkan curah hujan yang besar dan hari hujan yang merata sepanjang tahun maka wilayah tengah DAS Cisadane (Bogor) merupakan daerah yang mempunyai potensi besar dalam memasok air bersih. Analisa perubahan penggunaan lahan DAS Cisadane antara tahun 1996 sampai 2006 menunjukkan bahwa luasan sawah berkurang 170 ha, kebun berkurang 1.980 ha, sedangkan tegalan/ladang meningkat sekitar 3.300 ha. Luasan hutan sekitar 16.710 ha tahun 2006 yang mengalami penurunan 674 ha bila dibandingkan tahun 1996. Penggunaan lahan daerah terbangun (kedap air) tahun 2006 seluas 19.600 ha yang meningkat 1.500 ha dari tahun 1996, tetapi bila dibandingkan dengan RTRW 2010 masih jauh dari yg direncanakan yaitu 46.000 ha. Kekurangan air dan banjir di DAS Cisadane dikhawatirkan semakin besar bila luasan daerah terbangun masih dipertahankan dalam menyusun tata ruang yang akan datang.

Kata Kunci : fluktuasi debit, perubahan penggunaan lahan, curah hujan, DAS Cisadane

### PENDAHULUAN

Kawasan Jabopunjur merupakan pusat pemerintahan, industri, dan perdagangan serta penduduknya sangat padat. Menurut data yang dilaporkan Syarifuddin Akil (2003) kawasan ini merupakan pusat perekonomian, investasi di Kawasan Barat Indonesia yang mencapai sekitar 80% dari total investasi nasional, dari investasi ini sebagian besar (75%) berada di kawasan Jabodetabek, sehingga kawasan ini menopang ekonomi nasional yang sangat penting. Perkembangan penduduk di kawasan ini pada 20 tahun terakhir dilaporkan Fadjri Alihar (2003) meningkat lebih dari dua kali. Kondisi ini menuntut tersedianya sarana dan prasarana yang memadai. Konsekuensi dari semua ini adalah kebutuhan air bersih yang semakin meningkat dari tahun ketahun. Tetapi disisi lain tekanan terhadap sumber daya lahan juga semakin meningkat. Lahan-lahan yang semula dapat berfungsi sebagai peresapan air hujan diubah menjadi bangunan-bangunan perkantoran dan pemukiman, sehingga mengancam ketersediaan air bersih.

Sungai Cisadane merupakan sumber daya yang sangat diperlukan bagi aktivitas pembangunan kawasan Jabodetabek. DAS Cisadane bagian hulu yang mencapai sekitar 25 % luas DAS, tersebar di sekitar Gunung Pangrango, Gunung Salak dan Gunung Halimun merupakan daerah resapan air bagi kawasan Bogor-Tangerang-Jakarta. Berdasarkan hasil penelitian Hendro Wibowo (2003) curah hujan yang potensial menjadi sumber air pada DAS Cisadane sebesar 3.886.258.668 m<sup>3</sup>/tahun. Disamping itu DAS Cisadane juga menghasilkan



produk-produk pertanian yang dicerminkan oleh luasan lahan pertanian sawah tadah hujan, sawah teknis, dan tegalan mencapai 34% dan luas perkebunan 22% dari total luas DAS. Sedangkan pemukiman tersebar di bagian tengah terutama Bogor, Serpong hingga Tangerang di bagian hilir seluas 15% dari total DAS Cisadane.

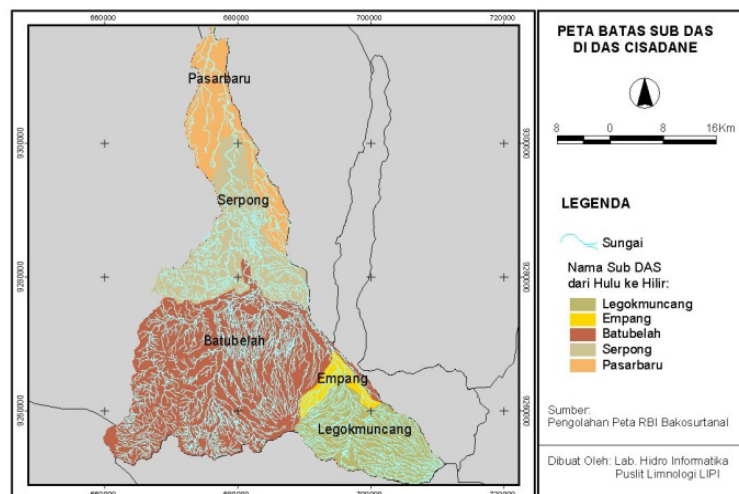
DAS Cisadane merupakan kawasan *hinterland* dari pusat ekonomi dan pemerintahan (Jakarta) sehingga kondisi ini mempercepat proses alih fungsi lahan atau tekanan penduduk terhadap lahan juga semakin meningkat seiring dengan perkembangan kawasan Jabodetabek. Akibatnya fluktuasi debit aliran Sungai Cisadane semakin besar. Pada waktu kemarau aliran sangat kecil dan berlangsung lama, tetapi ketika musim hujan debitnya meningkat sangat tajam. Kondisi ini tentu mengancam kelestarian produksi pertanian, atau mengakibatkan peningkatan biaya untuk budidaya pertanian. Disamping itu apabila kondisi ini terus berlanjut maka dikhawatirkan akan terjadi penurunan pasokan air bagi wilayah perkotaan atau hilir baik yang berupa air tanah maupun air permukaan yang melalui Sungai Cisadane.

Berdasarkan kondisi tersebut di atas maka diperlukan rencana pengelolaan kawasan DAS Cisadane guna menjaga kelangsungan ketersediaan air untuk berbagai keperluan tersebut. Oleh karena itu penelitian ini dimaksudkan untuk mengungkapkan karakteristik hidrologi sebagai dasar menyusun rencana pengelolaan DAS Cisadane.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi

Daerah kajian ini didasarkan pada batas-batas hidrologi wilayah Sungai Cisadane (Gambar 1). Menurut administrasi pemerintahan termasuk wilayah Kabupaten Bogor, Kotamadya Bogor, Kabupaten dan Kotamadya Tangerang. Daerah hulu DAS Cisadane merupakan pegunungan berapi yang sudah tidak aktif, seperti : Gunung Gede, Gunung Pangrango, Gunung Halimun, dan Gunung Salak.



Gambar 1. Wilayah DAS Cisadane

### Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dengan melakukan pengamatan atau pengukuran langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder didapatkan dari data yang telah dikumpulkan pada penelitian-penelitian sebelumnya atau yang telah dikumpulkan oleh instansi terkait, antara lain : data curah hujan, data debit aliran sungai, peta rupa bumi, peta penggunaan lahan, peta tanah, peta topografi, dan peta rencana tata ruang wilayah.



### ***Pengolahan dan Analisa Data***

Pengolahan data fisik daerah kajian yang berkaitan dengan aspek ruang dianalisis dengan Sistem Informasi Geografi, antara lain : distribusi penggunaan lahan, topografi dan curah hujan. Analisa perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan membandingkan penggunaan lahan yang bersumber dari Peta Rupa Bumi Bakosurtanal tahun 1996, interpersi citra Spot tahun 2006, dan RTRW tahun 2010 yang bersumber dari Pemda. Analisa kondisi aliran Sungai Cisadane dilakukan dengan membandingkan debit minimum dan debit maksimum dalam kurun waktu panjang. Analisa curah hujan digunakan pendekatan *Polygon Thiessen* dan analisa statistik.

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### ***Luas DAS dan Topografi***

Hasil analisa Peta Topografi luas DAS Cisadane pada outlet Bendung Pasarbaru sebesar 1.256 km<sup>2</sup>, panjang sungai utama 103 km, kemiringan sungai utama 0,02, panjang DAS 76 km dan kerapatan aliran 2,8 km/km<sup>2</sup>. Nilai kerapan aliran ini menunjukkan bahwa DAS Cisadane mempunyai kemampuan yang lambat dalam mengataskan air (Hendro Wibowo, 2003).

Topografi DAS Cisadane bervariasi mulai datar hingga sangat curam. Di bagian hulu terutama di daerah Gunung Salak dan Gunung Pangrango kemiringan lerengnya sebagian besar termasuk agak curam hingga sangat curam. Di bagian tengah kemiringan lerengnya sebagian besar datar hingga landai. Di bagian hilir kemiringan lereng kurang dari 3%. Sedangkan elevasi pada DAS Cisadane sebagian besar berada dibawah 100 m dari permukaan air laut dan yang berkisar antara 2.000 - 3.000 m dpl berada di sekitar puncak Gunung Pangrango, Gunung Salak dan Gunung Halimun.

### ***Pola Curah Hujan***

Data yang digunakan untuk analisa curah hujan berasal dari 20 stasiun curah hujan yang tersebar dari hulu sampai hilir DAS Cisadane, dengan periode pencatatan 10 sampai 31 tahun (Tabel 1).

Tabel 1 di atas memberikan informasi bahwa di Dramaga paling sering terjadi hujan, yaitu rata-rata hari hujan 218/tahun (59%). Kemudian daerah berikutnya yang kejadian hujan per tahunnya juga tinggi adalah di Citeko 201 hari (55%). Sedangkan daerah yang kejadian hujannya dibawah rata-rata (lebih kecil 149 hari) adalah Pasir Bogor, Cimulang, Jasinga, Sawangan, Tangerang, Serpong dan Pasarbaru.

Bila berdasarkan rata-rata hujan tahunan paling tinggi di Stasiun Empang sebesar 4.209 mm, sedangkan rata-rata hujan tahunan terendah di Stasiun Pasarbaru sebesar 1.004 mm. Pada umumnya besaran curah hujan dipengaruhi oleh ketinggian tempat (*altitude*), semakin tinggi tempat curah hujan juga semakin besar. Tetapi pada kasus DAS Cisadane bagian tengah jumlah curah hujan melebihi curah hujan di hulu. Hujan tahunan di Stasiun Cianten Herang dan Stasiun Citeko yang terletak pada bagian hulu dengan ketinggian di atas 900 m dpl sebesar 3.667 mm dan 2.795 mm, tetapi masih lebih rendah dari curah hujan di Stasiun Empang 4.209 mm yang ketinggiannya hanya 234 m dpl dan Stasiun Katulampa 4.013 mm (300 m dpl).

Berdasarkan curah hujan dan jumlah hari hujan yang terjadi pada wilayah tengah DAS Cisadane, maka wilayah tengah (Bogor) mempunyai potensi yang besar dalam memasok air bersih. Curah hujan yang besar tetapi terdistribusi relative merata sepanjang tahun, sehingga prosentase air hujan yang terinfiltrasi menjadi lebih banyak.



**Tabel 1. Stasiun Curah Hujan di DAS Cisadane**

No.	Nama Stasiun	Altitude (m)	Lama pencatatan (tahun)	Curah hujan tahunan (mm)	Hari hujan (hari)
1	Cianten Herang	975	13	3667	156
2	Citeko	920	18	2795	201
3	Pasir Bogor	725	22	3487	147
4	Pondok Gede	488	14	3327	162
5	Ciawi	438	23	3417	184
6	Katulampa	300	22	4013	155
7	Karacak	275	17	3290	156
8	Dramaga	250	18	3838	218
9	Empang	234	31	4209	172
10	Cimanggu	212	17	3764	165
11	Cihiedeng	188	14	3002	158
12	Atang Sanjaya	163	14	2868	184
13	Cimulang/Rancabungur	138	11	3109	125
14	Parung	113	18	3968	151
15	Jasinga	75	13	2873	154
16	Cikopomayak	75	10	2661	121
17	Sawangan	63	12	1897	109
18	Serpong	50	16	1689	91
19	Pasarbaru	13	23	1004	77
20	Tangerang	13	16	1304	101

**Kondisi Aliran Sungai Cisadane**

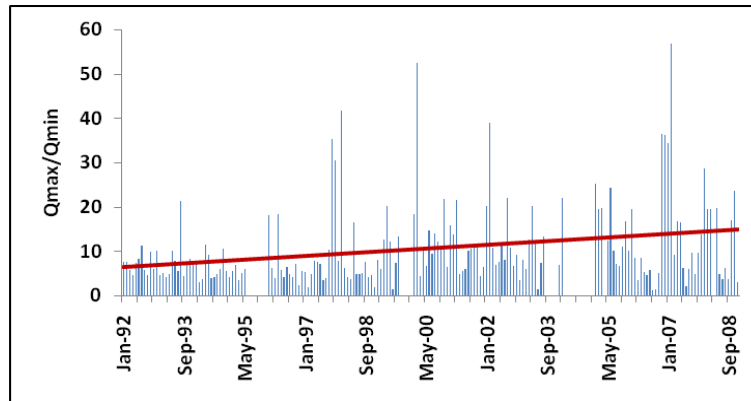
Salah satu indikator untuk penilaian kondisi DAS adalah perbandingan antara debit maksimum dengan debit minimum, semakin besar perbandingan tersebut maka menunjukkan kondisi DAS yang semakin kritis. Ketika musim hujan terjadi peningkatan aliran permukaan, tetapi pada saat musim kemarau aliran kecil atau *baseflow* rendah.

Perbandingan debit maksimum dan debit minimum di Stasiun Pasarbaru selama kurun waktu 1992 hingga 2008 cenderung meningkat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Debit tahunan maksimum cenderung meningkat, tetapi disini lain debit minimum cenderung berkurang. Perbandingan debit maksimum dan minimum yang cenderung meningkat ini mengindikasikan bahwa kondisi DAS Cisadane sudah mengalami kekritisitas. Ketika musim penghujan air hujan hanya sebagian kecil yang dapat diresapkan ke dalam tanah, sehingga aliran sungai meningkat secara tajam. Atau dengan kata lain air hujan yang menjadi cadangan air tanah hanya sedikit, sehingga aliran dasar di sungai menjadi kecil.

**Evaluasi Penggunaan lahan DAS Cisadane**

Evaluasi perubahan penggunaan lahan didasarkan pada penggunaan lahan DAS Cisadane yang bersumber dari Peta Rupa Bumi Bakosurtanal tahun 1996 dan hasil interpretasi citra Spot tahun 2006. Selain itu juga dibandingkan dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) tahun 2010 yang bersumber dari RTRW Kabupaten Bogor, Kotamadya Bogor, Kabupaten Tangerang dan Kotamadya Tangerang.

Daerah Aliran Sungai merupakan suatu sistem hidrologi yang tersusun oleh masukan, proses dan luaran. Proses yang terjadi di dalam DAS akan mengalih ragamkam masukan yang berupa hujan menjadi luaran yang berupa hasil air (kualitas dan kuantitas). Apabila proses yang terjadi dalam DAS masih berjalan dengan baik maka fluktuasi aliran permukaan pada outlet DAS mempunyai perbedaan yang relatif kecil dan kandungan sedimen juga kecil.



**Gambar 2. Perbandingan debit maksimum-minimum Stasiun Pasarbaru**

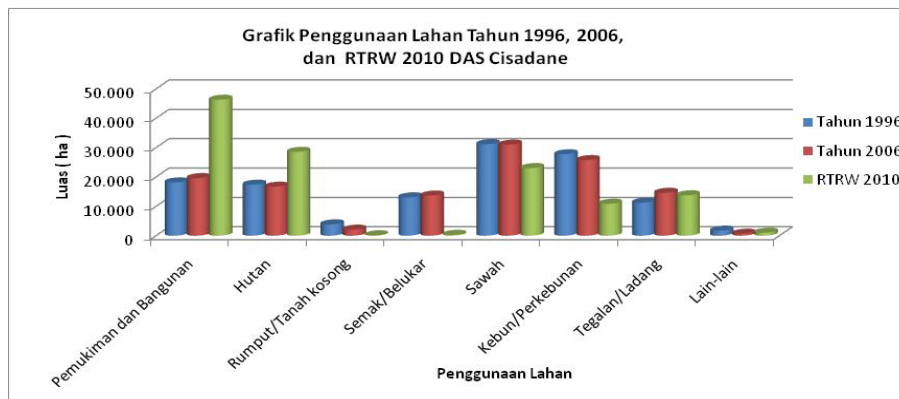
Proses yang terjadi dalam DAS dipengaruhi oleh faktor hidrologi, geomorfologi, geologi, topografi, klimatologi, tanah, dan penggunaan lahan. Faktor tersebut saling terkait satu sama lainnya dan penggunaan lahan merupakan faktor yang cepat berubah sesuai dengan perkembangan jumlah penduduk dan tingkat sosial ekonomi masyarakat.

Urbanisasi yang terjadi di negara-negara berkembang seperti Indonesia, pada umumnya merubah penggunaan lahan dari lahan pertanian menjadi lahan pemukiman, dari hutan menjadi areal pertanian atau dengan kata lain dari lahan yang mempunyai fungsi resapan air hujan tinggi menjadi rendah. Menurut Leopold (1968) pada prinsipnya pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap aliran permukaan diklasifikasikan menjadi empat perubahan, yaitu : puncak aliran, volume limpasan, kualitas air dan perubahan/pemunculan aliran air.

Penggunaan lahan DAS Cisadane tahun 1996, 2006 dan RTRW 2010 disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan analisa penggunaan lahan tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan luasan bangunan dan pemukiman antara tahun 1996 sampai 2006, sehingga menjadi 19.600 ha atau terjadi peningkatan daerah terbangun (kedap air) sekitar 1.500 ha. Tetapi bila dibandingkan dengan rencana tata ruang tahun 2010 masih jauh dibawahnya yang mencapai 46.000 ha.

Perubahan jenis penggunaan lahan dari lahan yang semula dapat meresapkan air hujan menjadi lahan yang sukar bahkan kedap air (daerah terbangun) akan mempengaruhi jumlah air hujan yang meresap dalam tanah, yang selanjutnya menjadi cadangan air tanah, akibatnya ketika musim kemarau terjadi kekeringan. Perubahan penggunaan lahan tersebut juga mempengaruhi kekasaran permukaan lahan, permukaan lahan yang semula dapat menyimpan air (*surface storage*) dan menahan air (*surface detention*) berubah menjadi lahan yang relatif datar/halus sehingga ketika terjadi hujan air langsung mengalir menuju outlet DAS, waktu konsentrasi semakin cepat yang berakibat meningkatkan potensi banjir.

Kondisi kekurangan air dan banjir di DAS Cisadane akan semakin besar lagi bila luasan daerah terbangun seperti pada RTRW 2010 masih dipertahan dalam menyusun tata ruang yang akan datang, yaitu 230% dari kondisi penggunaan lahan tahun 2006. Oleh karena itu, untuk meningkatkan jumlah air hujan yang meresap ke dalam tanah terutama pada daerah terbangun sebaiknya dibangun sumur-sumur resapan baik yang dibangun di rumah penduduk maupun oleh institusi pada lahan/bangunan pemerintah/swasta. Sumur resapan ini sangat efektif dalam meningkatkan resapan air hujan pada suatu lahan terbangun, hampir semua air hujan dapat ditampung dan diresapkan melalui sumur resapan tersebut.



**Gambar 3. Grafik penggunaan lahan DAS Cisadane tahun 1996, 2006 dan RTRW 2010**

Luasan hutan DAS Cisadane pada tahun 2006 sebesar 16.710 ha, menurun sekitar 674 ha dibandingkan tahun 1996, sedangkan pada RTRW 2010 luasan hutan dialokasikan sekitar 28.500 ha terutama pada daerah pegunungan sampai lereng yang landai. Pada lahan hutan, permukaan tanahnya sebagian besar dipenuhi dengan serasah yang berfungsi menahan pukulan air hujan, memperlambat aliran permukaan dan karena proses lebih lanjut dapat meningkatkan bahan organik tanah, sehingga tanah lebih gembur, mikroorganisme tumbuh dengan subur, yang semua ini akan menambah kapasitas infiltrasi maupun permeabilitas tanah. Selain itu akar tumbuhan juga meningkatkan kapasitas infiltrasi maupun permeabilitas air. Disamping itu, dalam skala DAS Cisadane vegetasi hutan berfungsi dalam menjaga iklim meso, terutama suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin, sehingga laju kehilangan air karena penguapan menjadi lebih kecil. Jika terjadi penebangan pohon-pohon hutan atau bahkan mengkonversi hutan menjadi areal bukan hutan, misal : pemukiman, perkantoran dan pertanian, maka fungsi-fungsi tersebut akan berkurang bahkan dapat hilang dan akibatnya mengganggu keseimbangan air dalam suatu DAS.

Jenis penggunaan lahan DAS Cisadane yang juga mengalami perubahan antara tahun 1996 sampai 2006 adalah sawah berkurang sekitar 170 ha dan kebun berkurang 1.980 ha, sedangkan tegalan/ladang meningkat sekitar 3.300 ha. Penggunaan lahan sawah, kebun, tegalan/ladang pada tahun 2006 masih lebih rendah bila dibandingkan dengan rencana tata ruang wilayah tahun 2010.

### KESIMPULAN

1. Kondisi DAS Cisadane bila berdasarkan perbandingan debit maksimum dengan debit minimum antara tahun 1992 hingga 2008 sudah menunjukkan kecenderungan yang semakin kritis.
2. Wilayah tengah DAS Cisadane (Bogor) merupakan daerah yang mempunyai potensi besar dalam memasok air bersih, yang didasarkan pada curah hujan tahunan tertinggi (Stasiun Empang 234 m dpl sebesar 4.209 mm dan Stasiun Katulampa 300 m dpl sebesar 4.013 mm) dan terdistribusi relative merata sepanjang tahun.
3. Kondisi kekurangan air dan banjir di DAS Cisadane akan semakin besar lagi bila alih fungsi lahan tidak dikendalikan dan luasan daerah terbangun seperti pada RTRW 2010 masih dipertahankan dalam menyusun tata ruang yang akan datang. Oleh karena itu, untuk meningkatkan jumlah air hujan yang meresap ke dalam tanah terutama pada daerah terbangun sebaiknya dibangun sumur resapan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Penerbit IPB Press. Bogor
- Doorenbos, J and Pruitt, W.O. 1981. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Via Delle Terme di Caracalla, Rome, Italy.
- Estiningtyas, W., dan L. I. Amien. 2006. Pengembangan Model Prediksi Hujan Dengan Metode Filter Kalman Untuk Menyusun Skenario Masa Tanam. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Jurnal SDL 2006. versi on line. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Fadjri Alihar. 2003. Rencana Tata Ruang Kawasan Bopunjur Sebuah Tinjauan Aspek Demografi dalam Manajemen Bioregional Jabotabek : Tantangan dan Harapan. Puslit Biologi LIPI. Bogor.
- Fakhrudin, M. dll. 2009. Kajian Model Pengelolaan DAS Untuk Menjaga Kestinambungan Ketersediaan Air pada DAS Cisadane. Laporan Akhir Program Insentif Bagi Peneliti dan Perekayasa Puslit Limnologi LIPI. Jakarta
- Hendro Wibowo, 2004. Kajian Hidroklimatologi Dalam Kaitannya dengan Bencana Kekeringan di DAS Cisadane. Seminar Nasional Limnologi, Puslit Limnologi LIPI. Bogor
- Hendro Wibowo. dll. 2003. Pengelolaan Sumberdaya Perairan DAS Cisadane. Laporan Akhir Pengembangan Riset Unggulan Kompetitif LIPI, Puslit Limnologi LIPI. Bogor
- Syarifuddin Akil. 2003. Kebijakan Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional dalam Manajemen Bioregional Jabotabek : Tantangan dan Harapan. Puslit Biologi LIPI. Bogor.
- Seyhan, E, 1977, Fundamentals of Hydrology, Geografisch Institute der Rijksuniversiteit Utrecht Netherland.
- U.S. Soil Conservation Service. 1972. Hydrology. National Engineering Handbook. Section 4, Washington D.C. dalam : Sitanala Arsyad. 1989. Konservasi Tanah dan Air. IPB. Bogor.
- Ward, A.D. and Elliot, W.J. 1995. Environmental Hydrology. Lewis Publishers. New York. USA.



## PHENETIC RELATION OF *Mystus* spp AS A BASE OF SPECIES SELECTION IN CONSERVATION

M. Fajar Yuliawan, Dian Bhagawati, and W. Lestari

Faculty of Biology, University of Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email : w.lestari@lycos.com

*Bagridae* family is a tropical freshwater catfish distributes from Southwest Africa, South and East Asia. There are 32 species belong to five genus were recorded in Indonesia but approximately 7% of diversity is declining. This leads to put Indonesia as one of Hot spot country. Therefore, conservation is recommended. To do so, it needs information on phenetic relation especially in species selection. This research was carried out on September 2008. The aims of research were to determine species richness of *Bagridae*, morphological characteristics of *Mystus* spp and phenetic relations within them. Survey with purposive random sampling method was applied 15 sites in Serayu River. Closeness of relationship within *Mystus* spp was analyzed by cluster with NTSYS 1.80 program. The result showed that in Serayu River was inhabited by three species of *Bagridae*. There were *Mystus nigriceps* with 43 individuals, *Mystus nemurus* with 13 individuals and *Mystus micracanthus* with 7 individuals. It seems that *Mystus micracanthus* was the smallest population and got first priority to be conserved. This species has closest relation to *Mystus nigriceps* with association coefficient 0.55. Meanwhile between *Mystus micracanthus* and *Mystus nemurus* detected the association coefficient was 0.21. The closestness relation reflects on the similarity in life requirements such as natural habitat. And information on natural habitat of *Mystus nigriceps* could be utilized as site references for conservation of the smallest population *Mystus micracanthus*.

*Key words* : *Bagridae*, *Mystus* spp, phenetic relationship, conservation

### PENDAHULUAN

Familia *Bagridae* terdiri atas 5 genera yaitu *Pelteobagrus*, *Mystus*, *Leiocassis*, *Bagroides*, dan *Bagrichtys*. Di Indonesia tercatat ada 11 spesies dari genus *Mystus*. Tiga spesies yaitu *Mystus sabanus*, *M olyroides* dan *M baramensis* merupakan spesies endemik Pulau Kalimantan. Sementara di Pulau Jawa tercatat ada 7 spesies yaitu *Mystus wyckii*, *M planiceps*, *M nigriceps*, *M nemurus*, *M micracathus*, *M gulio* dan *M bimaculatus* (Kottelat, et, al, 1993). *Mystus nemurus* dan *M micracathus* telah diupayakan untuk dibudidayakan.

Kebanyakan ikan anggota dari familia *Bagridae* dapat ditemukan pada sungai-sungai di Pulau Jawa dengan kriteria perairan yang keruh, arus lambat, dan kondisi substrat lunak (Hee, 2002). Namun sebagian besar sungai di Pulau Jawa seperti Sungai Ciliwung, Sungai Progo, dan Sungai Brantas diduga sudah mengalami pencemaran dengan kondisi pH kurang dari 5, oksigen terlarut kurang dari 4, BOD serta COD lebih dari 100 mg/l (KLH, 2005). Pencemaran merupakan salah penyebab menurunnya keanekaragaman ikan sungai di Indonesia. Hal ini menempatkan Indonesia sebagai *hot spot* dengan laju kehilangan spesies sebesar 7% pertahun (IUNCN, 2007). Berpijak pada masalah ini maka upaya konservasi harus segera dilaksanakan.

Upaya konservasi keanekaragaman hayati idealnya dilakukan pada seluruh spesies, tetapi karena keterbatasan dana maka spesies dengan populasi yang kecil dan terexploitasi menjadi target utama seperti ikan ikan dari familia *Bagridae*. Untuk itu diperlukan kajian kekerabatan phenetik dalam pemilihan spesies lain yang dapat dijadikan acuan ikan target konservasi. Hubungan kekerabatan akan menggambarkan hubungan antara satu spesies dengan lainnya termasuk spesies yang hidup di masa silam sebagai perkembangan filogenetiknya. Hubungan kekerabatan dapat digambarkan berdasarkan kekerabatan fenetik yaitu banyaknya sifat yang tampak dan kekerabatan filogenetik yaitu berdasarkan asal-usul nenek moyang yang sesuai dengan perkembangan atau proses evolusi (Davis and Heywood dalam Sukmaningsih, 1999).





## BAHAN DAN METODA

Penelitian ini menggunakan metode survai dengan *Purposive Random Sampling*. Lima belas stasiun penangkapan ikan dipilih secara acak di Sungai Serayu bagian hilir. Specimen ikan dari familia *Bagridae* ditangkap menggunakan jala tebar dengan mata jaring 3 cm.

Karakter morfologi yang diamati adalah sirip, bentuk garis rusuk (*linea lateralis*), bentuk sirip ekor, panjang sirip lemak, letak mulut, Panjang tubuh seluruhnya (*Total Length*), panjang tubuh baku (*Standard Length*) dan tinggi badan (Saainin, 1984). Hubungan kekerabatan dari familia *Bagridae* ditelusuri dengan menentukan Satuan Taksonomi Operasional, menyeleksi sifat dan ciri morfologi yang dapat dibandingkan untuk memberi gambaran secara umum yang dinyatakan dengan kode biner, menyusun data hasil pengamatan ciri-ciri morfologi ke dalam bentuk tabel atau matrik untuk semua wakil *species* sampel yang merupakan satuan taksonomi dan menentukan hubungan kekerabatan ikan berdasarkan nilai koefisien asosiasi.

Perbedaan jenis kelamin *Mystus spp* diamati berdasarkan organ seks sekunder berupa papilla yang menonjol di depan lubang genital. Ikan jantan memiliki *papila externa* di muka lubang genital, sedangkan ikan betina tidak memiliki papilla (Rukayah *et al.* 2003)

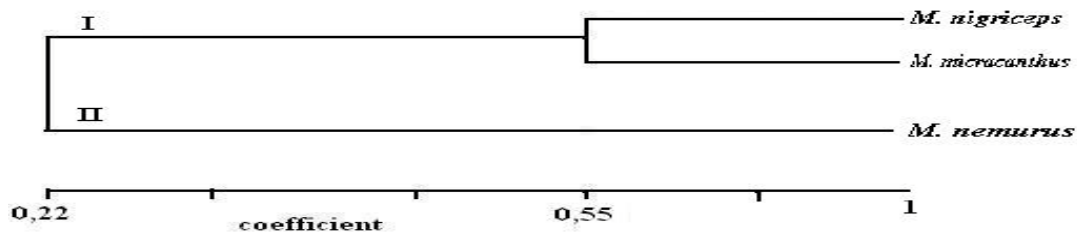
Hubungan kekerabatan *species* ikan anggota familia *Bagridae* yang tertangkap dianalisis *Cluster* menggunakan program NTSYS 1.80 untuk memperoleh fenogram kekerabatan (Rohlf, 1993).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Ikan familia *Bagridae* yang tertangkap di Sungai Serayu selama penelitian berjumlah 63 individu yang terdiri atas *Mystus nigriceps* 43 individu, *Mystus nemurus* 13 individu, dan *Mystus micracanthus* 7 individu (Tabel 1). Pada stasiun 1, 2 dan 3 tidak ditemukan ikan ini. *Mystus* mulai tertangkap pada stasiun 4 sampai muara sungai di stasiun 15 dan stasiun 6 (Pelumutan) merupakan stasiun yang paling kaya dengan ditemukannya ketiga spesies berjumlah 12 individu.

Tabel 1. Sebaran dari *Mystus spp.*

No	Jumlah Individu						Total
	<i>M nigriceps</i>		<i>M nemurus</i>		<i>M micracanthus</i>		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	2	-	-	-	-	2
5	1	2	2	1	-	1	7
6	5	4	2	-	-	1	12
7	3	2	-	2	1	-	8
8	5	1	1	1	-	1	9
9	1	3	1	-	-	1	6
10	2	-	-	1	-	-	3
11	1	1	-	-	-	-	2
12	3	1	1	-	1	-	6
13	2	3	-	1	-	1	7
14	-	1	-	-	-	-	1
15	-	-	-	-	-	-	-
	23	20	7	6	2	5	63



**Gambar 1. Fenogram Kekekabatan Fenetik dari *Mystus* spp**

Fenogram kekerabatan (Gambar 1) menunjukkan *Mystus* spp dikelompok menjadi 2 yaitu kelompok I terdiri atas *M. nigriceps* (A) dan *M. micracanthus* (C) serta kelompok II yang terdiri atas *M. nemurus* (B).

*Mystus nigriceps* (A) dan *M. micracanthus* (C) memiliki hubungan kekerabatan yang paling dekat dengan nilai koefisien asosiasi 0,55. Kedua *species* ikan ini mempunyai persamaan karakter morfologi antara lain bentuk tubuh kombinasi pipih picak; jarak mata dengan ujung moncong 0,5-1,1 cm; perbandingan panjang baku dengan panjang total 1:1,3; panjang total tubuh 5 kali lebarnya; tinggi sirip punggung 2-3 cm; sirip lemak lebih panjang dari sirip dubur; rumus jari-jari sirip dubur A. 11-12 serta panjang batang ekor 1,5-2,5 cm.

Perbedaan morfologi diantara kedua *species* tersebut diantaranya *M. micracanthus* memiliki perbandingan panjang kepala dengan panjang total tubuh lebih panjang dari *M. nigriceps*; dasar sirip punggung lebih pendek; serta sirip dada dan sirip perut lebih pendek. Perbedaan utama yang mudah dikenali antara *M. micracanthus* dengan *M. nigriceps* adalah *M. micracanthus* memiliki sirip lemak yang jauh lebih pendek (1,5 cm) dibandingkan dengan *M. nigriceps* (6 cm).

Hubungan kekerabatan antara kelompok I (*M. nigriceps* dan *M. micracanthus*) dan kelompok II (*Mystus nemurus*) dengan nilai koefisien asosiasi 0,22 (Gambar 1). Perbedaan antara kelompok I dengan kelompok II antara lain bentuk tubuh; letak mata; perbandingan panjang baku dan panjang total; perbandingan panjang total dengan lebar tubuh; tinggi sirip punggung; panjang sirip lemak; panjang sirip dada; panjang sirip perut; rumus jari-jari sirip dubur; serta tinggi dan panjang batang ekor. Perbedaan utama yang mencolok adalah *M. nemurus* memiliki tubuh picak (lebar tubuh lebih besar dari pada tingginya); mata terletak relatif ditengah-tengah kepala; sirip punggung lebih tinggi; sirip lemak sama panjang dengan sirip dubur. Di samping itu, ciri utama lainnya adalah *M. nemurus* mempunyai batang ekor yang lebih panjang dan lebar.

Hasil perhitungan nilai koefisien asosiasi yang telah diperoleh di samping digunakan sebagai dasar pengelompokan untuk mendukung identifikasi *Mystus*, juga dapat dimanfaatkan sebagai acuan untuk upaya konservasinya. Hal tersebut dapat dilakukan melalui pendekatan dengan mengacu pada *species* lain yang memiliki hubungan kekerabatan terdekat dengan *M. micracanthus*, mengingat bahwa keberadaan *species* tersebut di alam sudah makin berkurang.

Selama dilakukan penelitian *M. micracanthus* yang tertangkap jumlahnya paling sedikit dibandingkan dua *species* lainnya (Tabel 1). Oleh karena itu, diperlukan upaya konservasi terhadap ikan tersebut, yang dapat dilakukan secara *in-situ* maupun *ex-situ*.



Upaya konservasi secara *ex-situ* yang bisa diterapkan antara lain dengan domestikasi. Domestikasi mencakup 3 tahapan antara lain dengan mempertahankan *species* agar bisa tetap hidup dalam lingkungan akuakultur, menjaga agar tetap bisa tumbuh, dan mengupayakan agar bisa berkembang biak dalam lingkungan akuakultur (Effendi, 2002). Pelaksanaan tahapan-tahapan tersebut memerlukan pengetahuan mengenai kondisi habitat alami *species* target. Namun kondisi habitat dari *M. micracanthus* belum bisa digambarkan karena dalam penelitian ini *M. micracanthus* hanya ditemukan sedikit pada beberapa stasiun sehingga data yang tersedia belum mencukupi. Untuk itu kondisi habitat alami yang digunakan untuk domestikasi bisa mengacu pada ikan yang memiliki hubungan kekerabatan terdekat dengan *M. micracanthus* yaitu *M. nigriceps*. Adapun kondisi fisik dan kimia habitat alami *M. nigriceps* yaitu bersubstrat lunak dengan kisaran kedalaman 1-2 m; temperatur berkisar antara 20 – 26<sup>0</sup>C; kecepatan arus 0,3 – 0,7 m/s; serta pH 6,0 – 7,0. Selain itu, upaya konservasi juga bisa dilakukan secara *in-situ*. Upaya konservasi ini dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain menjaga habitat alami dari *M. micracanthus*, membatasi penangkapan ikan secara berlebihan, serta adanya peraturan tentang larangan menangkap ikan dengan alat yang berbahaya dan jaring dengan mata jaring yang kecil. Di samping itu, juga diperlukan adanya peningkatan pemahaman masyarakat tentang konservasi dengan tujuan membentuk manusia yang peduli terhadap kelestarian dan pemanfaatan keragaman hayati yang seimbang dan berkelanjutan (BAPPENAS, 2003).

### KESIMPULAN

Di Sungai Serayu bagian hilir terdapat tiga *species* ikan familia *Bagridae*, yaitu *Mystus nigriceps*, *Mystus nemurus*, dan *Mystus micracanthus*.

Hubungan kekerabatan terdekat dari ketiga *species* adalah antara *Mystus nigriceps* dan *Mystus micracanthus* dengan nilai koefisien asosiasi (*rs*) 0,55.

### PUSTAKA

- Adjie, B. 1997. Analisis Kekerabatan Anggota Polypodiaceae yang Tumbuh di Kabupaten Banyumas. Skripsi Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto (tidak dipublikasikan)
- Adisoemarto, S. 2008. Taksonomi Asas, Konsep, dan Metode. Universitas Lampung, Bandar Lampung
- Adriyanto, E. 2002. Hubungan Kekerabatan Fenetik Spesies Ikan Ekonomis Penting di Perairan Segara Anakan Cilacap. Skripsi Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto (tidak dipublikasikan)
- Affandi, R., D. S. Sjafei., M. F. Rahardjo., dan Sulistiono. 1992. Iktiologi. Institut Pertanian Bogor (ITB), Bogor
- BAPPENAS. 2003. Indonesian Biodiversity Strategy and Action plan 2003-2020. Bappenas, Jakarta
- Effendi, I. 2002. Pengantar Akuakultur. Penebar Swadaya, Jakarta
- Gotto, H.E. 1982. Animal Taxonomy. The Institute of Biology's Studies Biology no. 143. Edward Arnold Publisher, London
- Hee, N. H. 2000. The Identity of *Mystus nigriceps* (Valen Ciennes in Cuvier and Valenciennes, 1840) with The Description of A New Bagrid Catfish (Teleostei : Siluriformes) From Southeast Asia. *The Raffles Bulletin of Zoology* 2002 50(1):161-168. [http://rmb.rnus.edu.sg/rbz/biblio/50/50rbz\\_161-168](http://rmb.rnus.edu.sg/rbz/biblio/50/50rbz_161-168). Diakses tanggal 23 Februari 2008
- Iskandar, J. 2000. Konservasi Keanekaragaman Hayati. *Ragam Warta Kehati*. 11-14
- IUCN, 2007, Red of list threatened species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Cambridge. <http://www.redlist.org>.
- Kantor Lingkungan Hidup. 2005. Status Lingkungan Hidup Indonesia 2005. <http://www.menlh.go.id> Diakses tanggal 1 Mei 2009
- Kottelat, M., A.J. Whitten, S.N. Kartikasari, dan S. Wirjoatmodjo. 1993. Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi (Ikan Air Tawar Indonesia dan Sulawesi). Periplus Editions, Singapura
- Rohlf, F. J. 1993. Numerical Takxonomy and Multivariate Analysis System. Aplied Biostatistic Inc., 3 Heritugn Lane, setauket, New York



- Rukayah, S., I. Sulisty, dan Setijanto. 2003. Kajian Strategi Reproduksi Ikan Senggaringan (*Mystus nigriceps*) di Sungai : Upaya Menuju Diversifikasi Budidaya Perairan. Laporan Penelitian. Fakultas Biologi. Unsoed. Purwokerto.
- Saanin, H. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Jilid I. Bina Cipta , Bandung
- Sokal, R. R. and P. H. A Sneath. 1963. Principles of Numerical Taxonomy. W. H. Freeman and Company, San Francisco and London
- Sukmaningsih, T. 1999. Hubungan Kekerbatan Fenetik Jenis-jenis Ikan Budidaya di BBI Ngranjek Magelang. Skripsi Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto (tidak dipublikasikan)
- Tjitrosoepomo, G. 1993. Taksonomi Umum. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Utarini, D. S. R., Pulungsari, A. E., Setyaningrum, N., dan Piranti. A. S. 1998. Komposisi Makan Komunitas Ikan di Bendung Gerak Serayu, Jawa Tengah. Laporan Hasil Penelitian Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto



## EKOLOGI IKAN UCENG (*Nemachilus fasciatus* C.V.) DI SUNGAI BANJARAN KABUPATEN BANYUMAS

**Slamet Risyanto, Isdy Sulistio, dan Erwin Riyanto Ardli**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

Telah dilakukan penelitian ekologi ikan uceng (*Nemachilus fasciatus* C.V.) di Sungai Banjaran Kabupaten Banyumas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji aspek ekologi yang meliputi ukuran populasi, struktur populasi dan distribusinya. Metode penelitian yang digunakan adalah metodologi survei, dengan tehnik pengambilan sampel secara stratified random sampling atau secara acak bertingkat. Sungai Banjaran dibagi menjadi 9 stasiun yaitu 3 (tiga) stasiun pada bagian hulu sungai, 3 (tiga) stasiun pada bagian tengah sungai dan 3 (tiga) stasiun pada bagian hilir sungai. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data populasi ikan *N. fasciatus* sebanyak 230 ekor/162 m<sup>2</sup> atau rata-rata hasil tangkapan ikan *N. fasciatus* = 1,41 ekor per m<sup>2</sup> atau 141 ekor/100m<sup>2</sup>, hasil pengukuran panjang total ikan *N. fasciatus* 230 ekor diperoleh kisaran panjang dari 58-75 mm. Distribusi atau sebaran *N. fasciatus* adalah mengelompok.

Kata kunci : ekologi, ikan uceng, Sungai Banjaran

### PENDAHULUAN

Wilayah Banyumas memiliki potensi sumberdaya hayati perikanan yang cukup tinggi, salah satu diantaranya adalah ikan uceng (*Nemachilus fasciatus* C.V.). *N. fasciatus* sebagai sumberdaya perikanan di perairan umum dapat dibagi dalam dua bagian yaitu *N. fasciatus* yang dimanfaatkan untuk dikonsumsi sebagai sumber protein hewani dan diperdagangkan sebagai ikan hias (Sinaga, 1995).

Keberadaan ikan uceng (*N. fasciatus*) di perairan umum sudah semakin jarang ditemukan. Padahal *N. fasciatus* ini sangat digemari diberbagai kalangan masyarakat, karena rasanya sangat gurih dan mengandung banyak asam lemak tidak jenuh, juga berkalori tinggi, serta mengandung DHA-EPA (*Decosa Hexaenoat Acid - Eicosa Pentaenoat Acid*) yang sangat baik untuk kesehatan manusia (Supangat, 1995). Ikan *N. fasciatus* ini sangat susah ditangkap karena hidupnya dibebatuan serta ukuran tubuh yang kecil.

*N. fasciatus* termasuk ikan yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi, berdasarkan survei pendahuluan harga jual di pasar tergolong tinggi (40–50 ribu rupiah/kg) dibandingkan ikan air tawar lainnya. *N. fasciatus* termasuk ikan yang belum dibudidayakan. Potensi *N. fasciatus* di perairan Sungai Banjaran belum banyak diketahui. Pada umumnya, masyarakat hanya dapat menangkap serta mengkonsumsi tanpa mengetahui tentang populasinya yang semakin sedikit apabila dilakukan penangkapan secara terus menerus tanpa ada usaha budidayanya.

*N. fasciatus* merupakan ikan liar yang belum dibudidayakan. *N. fasciatus* merupakan jenis ikan liar yang ada di perairan Sungai Banjaran yang sangat potensial untuk dikembangkan. Selain itu, ikan *N. fasciatus* salah satu ikan yang tahan hidup pada kandungan oksigen rendah dan dapat hidup juga pada kekeruhan air yang tinggi. *N. fasciatus* hidup di bebatuan dan air yang mengalir agak deras sebagai perlindungan hidupnya serta ukuran tubuhnya yang maksimal hanya 10 cm (Sinaga, 1995). *N. fasciatus* biasanya ditangkap dengan menggunakan jaring atau kail (pancing). Ikan ini merupakan ikan air tawar yang penyebarannya meliputi kawasan Indomalaya; Sumatera, Jawa dan Malaysia, serta terdapat sedikit di Afrika yang terbatas di Ethiopia dan Maroko (Fish Base, 2006). Di wilayah Banyumas *N. fasciatus* ditemukan di beberapa sungai antara lain Pelus, Banjaran (Setijanto, 1985; Sinaga, 1995; Soemarjanto, 1995), dan Logawa (Supangat, 1995; Lestari, 2004). Namun demikian, penelitian ekologi terhadap ikan uceng (*N. fasciatus*) belum pernah dilakukan.



## METODE PENELITIAN

Hewan uji adalah ikan uceng (*N. fasciatus*) yang tertangkap di Sungai Banjaran dan sampel air Sungai Banjaran. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, dengan tehnik pengambilan sampel secara *stratified random* atau sampel acak berlapis, dilakukan pada perairan Sungai Banjaran meliputi 9 (sembilan) stasiun. Pengambilan sampel dilakukan pada siang hari dan dilakukan sebanyak 6 (enam) kali ulangan dengan selang waktu pengambilan 10 (sepuluh) hari. Penentuan stasiun terpilih meliputi 3 (tiga) bagian yaitu bagian hulu 3 (tiga) stasiun, bagian tengah 3 (tiga) stasiun dan bagian hilir 3 (tiga) stasiun.

### Tahap Penelitian

Pengambilan sampel *N. fasciatus* dengan menggunakan alat-alat tangkap yaitu *electro shocker* 12 volt dan seser. Penggunaan *electro shocker* 30 kali “on” radius  $\pm 1 \text{ m}^2$  berdasarkan observasi pendahuluan. *N. fasciatus* yang diperoleh kemudian dicatat bentuk dan warna aslinya, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik tebal atau botol sampel yang diberi pengawet alkohol 70 % dan diberi label dimasukkan kedalam ember plastik lalu ditutup rapat. Spesimen yang akan difoto diusahakan masih dalam keadaan hidup, kemudian dimasukkan ke dalam ember plastik yang dilengkapi dengan aerator. Spesies yang didapat dicatat dan yang belum teridentifikasi dibawa ke laboratorium Taksonomi Fakultas Biologi Unsoed untuk diidentifikasi dengan menggunakan buku determinasi dan identifikasi ikan (Saenin, 1984; Kottelat *et al.*, 1993). *N. fasciatus* yang sudah terkumpul kemudian diukur panjang totalnya dan ditimbang dengan timbangan analitik dengan kepekaan 0,2 g. Pengukuran kualitas air yang meliputi faktor fisika dan kimia adalah sebagai syarat hidup *N. fasciatus* dapat dilihat pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Pengukuran Parameter Kimia & Fisika Air

No	Parameter yang diukur	Satuan	Metode/alat yang digunakan	Sumber Pustaka
1	pH	1 – 14	Kertas pH	
2	Oksigen terlarut	mg/L	Winkler	APHA, 2005
3	CO <sub>2</sub> bebas	mg/L	Winkler	APHA, 2005
4	Alkalinitas	mg/L	Metode lunge	-
5	Suhu	°C	Thermometer dengan skala 100	-
6	Kedalaman	cm	Tali berskala dengan diberi beban	-
7	Kecepatan arus	m/dt		-
8	Ketinggian	m/dpl	Altimeter	-

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan uji “F” (Anova) menggunakan SPSS “12”.

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perairan Sungai Banjaran, Purwokerto Kabupaten Banyumas. Penelitian dilakukan selama dua bulan yang dimulai pada 22 Oktober 2007 sampai dengan tanggal 10 Desember 2007.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Usaha penangkapan ikan di perairan umum secara terus menerus (*overfishing*) dapat membahayakan populasi ikan *N. fasciatus*. Fluktuasi populasi ikan *N. fasciatus* terlihat pada hasil penelitian mulai tahun 1995 sampai tahun 2006. Terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Fluktuasi jumlah tangkapan *N. fasciatus* tahun 1995 sampai dengan 2006**

No	Sungai	Σ pengambilan sampel	Σ ikan	Sumber Pustaka	Metode/alat
1	Logawa	36 x	450 ekor	Supangat, 1995	Jaring & seser
		24 x	123 ekor	Lestari, 2004	Jaring & electro shocker
2	Banjaran	25 x	400 ekor	Sinaga, 1995	Jaring & seser dan electro shocker
		20 x	340 ekor	Soemarjanto, 1995	Jaring & seser
		25 x	360 ekor	Sinaga <i>et al.</i> 2000	Electro shocker /alat strum & seser
		18 x	160 ekor	Pambudi, 2006	Pancing & seser
3	Pelus	24 x	270 ekor	Harun, 2004	Jaring & seser
		18 x	200 ekor	Pambudi, 2006	Pancing & seser

Menurunnya cadangan suatu sumberdaya tidak hanya disebabkan oleh terjadinya overfishing (penangkapan berlebihan), tetapi juga dapat disebabkan oleh rusaknya habitat dari ikan tersebut. Oleh karena, itu dalam pengelolaan sumber daya perikanan, pengaturan tidak hanya difokuskan pada tingkat pengelolaan tetapi juga diarahkan kepada pengaturan lingkungan. Habitat *N. fasciatus* di sungai meliputi substrat dasar, kualitas air, kecepatan arus, sumber pakan dan kedalaman. Salah satu hal yang paling menentukan perkembangan populasi ikan adalah kualitas air yang pada saat ini telah banyak tercemar baik oleh bahan anorganik maupun organik (Lestari, 2004).

Kabupaten Banyumas merupakan wilayah yang banyak dilintasi oleh beberapa sungai antara lain sungai yang melewati wilayah kota Purwokerto adalah Sungai Banjaran yang masuk Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu dimana merupakan sungai alami yang mengalir sepanjang tahun. Tata guna lahan di sekitar Satuan Wilayah Sungai (SWS) Banjaran sangat bervariasi yaitu berupa hutan damar, ladang atau perkebunan, persawahan, perikanan dan pemukiman penduduk. Kondisi tataguna lahan di sekitar sungai diduga berpengaruh terhadap perubahan kualitas air sungai karena adanya masukan bahan pencemar atau bahan organik atau non-point pollutant (Lestari, 2004).

Hasil pengamatan sifat pertumbuhan *N. fasciatus* pada 230 ekor diperoleh data panjang total tubuh ikan antara 58 – 75 mm dan berat tubuh 3,33 – 3,75 g. Sifat pertumbuhan ini termasuk kelompok pertumbuhan allometrik yaitu pertumbuhan panjangnya lebih cepat dari pertumbuhan beratnya dengan ditunjukkan oleh nilai  $b = 0,04 - 0,35$  ( $b < 3$ ).

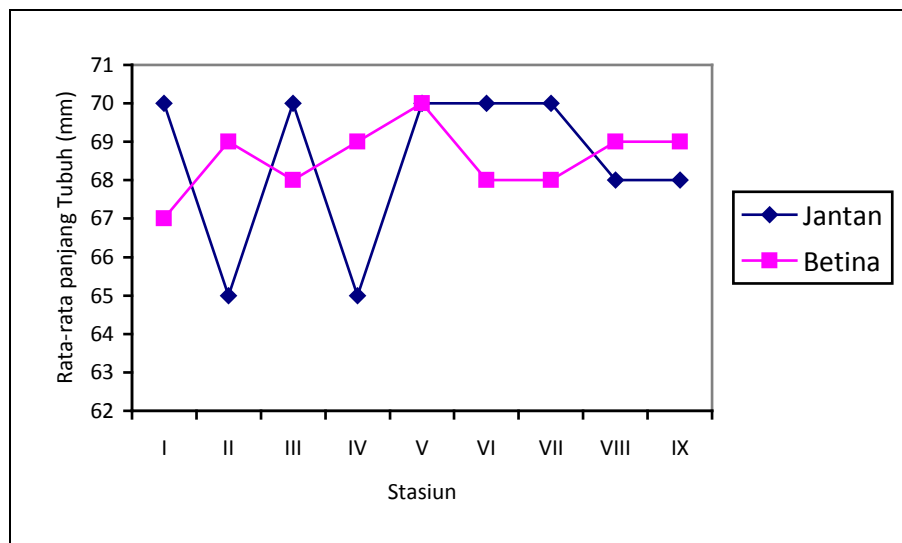
**Tabel 2. Sifat pertumbuhan *N. fasciatus* N = 230**

No	Sampel	Panjang total (mm)	Berat total (g)	Nilai a	Nilai b	Sifat pertumbuhan
1.	230	58 - 75	3,33 - 3,75	1,28-7,76	0,04-0,35	Allometrik
2.	Jantan 102	58 - 75	2,23 - 3,75	3,30	0,07	Allometrik
3.	Betina 128	58 - 73	2,71 - 3,75	11,59	0,31	Allometrik

**Tabel 3. Analisis ragam panjang tubuh rata-rata ikan *N. fasciatus* di 9 stasiun pengamatan**

Sumber ragam	Jumlah Kuadrat	Derajat bebas	Rata-rata kuadrat tengah	F.hitung	F. tabel		Significan
					0,05 %	0,01%	
Antar stasiun	35	8	4,388	0,474 <sup>NS</sup>	2,02	2,66	0,872 <sup>NS</sup>
Dalam stasiun	1100,399	119	9,247				
Total	1135,500	127					

Keterangan : NS = Non significant



**Gambar 1.** Rata-rata panjang tubuh ikan *N. fasciatus* jantan dan betina pada 9 stasiun pengamatan.

Pada Gambar 1, grafik rata-rata panjang tubuh ikan betina (N=128) antar stasiun pengamatan bervariasi berkisar 67 – 70 mm, secara statistik menunjukkan tidak berbeda nyata, walaupun dalam pengamatan mendapatkan data pada stasiun IX terdapat ikan panjang tubuh terpendek 58 mm, sedang panjang tubuh terpanjang 74 mm diperoleh pada stasiun III. Panjang tubuh ikan jantan (N=102) antar stasiun pengamatan bervariasi berkisar 65 – 70 mm, secara statistik menunjukkan tidak berbeda nyata walaupun dalam pengamatan mendapatkan data pada stasiun II terdapat ikan panjang tubuh terpendek 58 mm, sedangkan panjang tubuh terpanjang 75 mm diperoleh pada stasiun III. Kondisi demikian bisa saja terjadi karena faktor lingkungan dari Sungai Banjaran yang memiliki arus air kuat mulai dari hulu sampai hilir, sehingga ikan *N. fasciatus* sebagai ikan lokal sudah beradaptasi dalam waktu lama dengan lingkungan sebagai habitatnya.

Suhu perairan bervariasi menurut stasiun pengamatan. Berdasarkan hasil pengukuran suhu perairan selama penelitian berkisar 19–29 °C. Kisaran suhu perairan makin ke muara semakin meningkat. Peningkatan ini dipengaruhi oleh ketinggian dari permukaan laut, musim, cuaca, naungan, waktu pengukuran, kedalaman air dan kegiatan manusia di sekitar perairan tersebut (Sumawidjaja, 1975). Hal ini sesuai dengan pendapat Cholik *et al.*, (1982) bahwa suhu air untuk daerah tropis tidak banyak bervariasi dan yang terbaik untuk kehidupan organisme perairan berada pada kisaran 25 – 32 °C.

Berdasarkan pengamatan derajat keasaman (pH) yang telah dilakukan, maka data pH diperoleh berkisar 6,80 – 7,10. Dari data tersebut dapat dinyatakan bahwa perairan Sungai Banjaran cenderung bersifat netral. Swingle (1963) menyatakan bahwa nilai pH perairan umum biasanya berkisar 4,0 – 9,0, kemudian Wardoyo (1978) mendukung bahwa kehidupan organisme perairan secara wajar bila nilai pH berkisar 5,0 – 9,0.

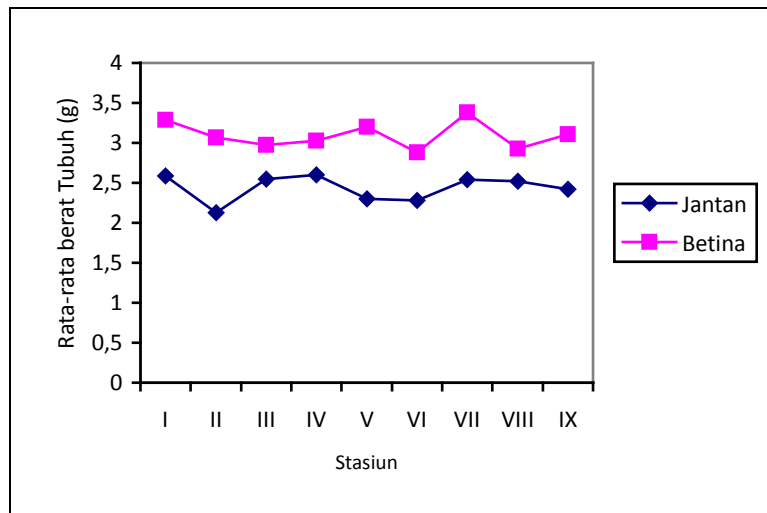
Hasil pengukuran oksigen terlarut selama penelitian berkisar 4,65 – 9,56 ppm. Berdasarkan hasil tersebut maka perairan Sungai Banjaran masih layak bagi kehidupan organisme air. Hal ini didukung oleh NTAC (1986) yang menyatakan bahwa kandungan oksigen 2 ppm pada perairan yang tidak mengandung senyawa beracun sudah cukup mendukung kehidupan organisme air.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh data kecepatan arus berkisar 16,75 – 40,16 cm/dt. Kecepatan arus pada masing-masing stasiun pengamatan dapat



dilihat pada lampiran 3. Kecepatan arus merupakan ciri utama ekologi sungai dan merupakan faktor pembatas utama bagi kehidupan organisme perairan. Kecepatan arus dipengaruhi oleh kecuraman, gradien permukaan, substrat dasar dan lebar sungai (Odum, 1971). Macan (1980) mengemukakan bahwa kisaran arus termasuk dalam kategori kuat berkisar 50 – 100 cm/dt dan kategori sedang berkisar 25 – 50 cm/dt.

Dari data yang diperoleh selama penelitian dibandingkan dengan keterangan - keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa kecepatan arus Sungai Banjaran yang menjadi obyek penelitian masih layak untuk kehidupan ikan *N. fasciatus*.



Gambar 2. Rata-rata berat tubuh ikan *N. fasciatus* jantan dan betina pada 9 stasiun pengamatan.

Tabel 4. Analisis ragam terhadap berat tubuh rata-rata ikan *N. fasciatus* di 9 stasiun pengamatan.

Sumber ragam	Jumlah Kuadrat	Derajat bebas	Rata-rata kuadrat tengah	F. hitung	F. tabel		Signifikan
					0,05%	0,01%	
Antar stasiun	2,136	8	0,267	2,003	2,02	2,66	0,052 <sup>NS</sup>
Dalam stasiun	15,858	119	0,133				
Total	17,994	127					

Keterangan : NS = Non significant

### Aspek Ekologi *N. fasciatus*

#### Ukuran Populasi dan Struktur Populasi

Populasi adalah kumpulan individu sejenis yang berada pada ruang (habitat) dan waktu tertentu; saling berinteraksi serta mampu bertukar informasi genetik untuk mempertahankan kelangsungan kehidupannya (Suwasono *et al.*, 1996). Hasil penelitian yang dilakukan selama 2 (dua) bulan di Sungai Banjaran Kabupaten Banyumas diperoleh populasi ikan *N. fasciatus* sebanyak 230 ekor yang terdiri dari : 102 ekor jantan dan 128 ekor betina. Rasio kelamin jantan dan betina adalah 1 : 1,25, artinya rasio kelamin ikan di di Sungai Banjaran masih relatif seimbang.

Menurut Jalil *et al.*, (2003). Pembagian kelompok ikan berdasarkan panjang terdiri atas ukuran ikan kecil (62 – 115 mm), ikan sedang (116 – 168 mm) dan ikan besar (> 169 mm). Dengan demikian ikan *N. fasciatus* termasuk kelompok ikan kecil. Selanjutnya mengatakan bahwa untuk menghitung struktur populasi biasanya digunakan pengukuran panjang dan berat ikan yang dikelompokkan (Tabel 4.8 dan 4.9).



**Tabel 4.8. Hasil pengukuran ikan *N. fasciatus* jantan dan betina berdasarkan panjang.**

No	Ukuran	Panjang (mm)		Jumlah (ekor)	
		Jantan	Betina	Jantan	Betina
1	Terpanjang	75	74	5	3
2	Terpendek	58	58	3	2

**Tabel 4.9. Hasil pengukuran ikan *N. fasciatus* jantan dan betina berdasarkan berat**

No	Ukuran	Berat (gram)		Jumlah (ekor)	
		Jantan	Betina	Jantan	Betina
1	Terberat	3,81	3,75	1	2
2	Teringan	1,39	2,01	1	2

Hasil pengukuran panjang total ikan *N. fasciatus* sebanyak 230 ekor diperoleh kisaran panjang dari 58 – 75 mm, berat berkisar 1,39 – 3,81 g (Tabel 4.8 dan 4.9). Berdasarkan stasiun pengambilan sampel ditemukan kisaran rata-rata 68 mm. Berdasarkan data panjang tubuh ikan dapat dibagi dalam 4 (empat) kelompok yaitu : panjang tubuh ikan terpendek 58 mm, panjang tubuh 67 – 69 mm, panjang tubuh 70 – 74 mm dan ikan yang terpanjang adalah 75 mm. Dengan menggunakan pendekatan analisis Bhattacharya yang didasarkan pada modulus panjang tubuh ikan, ikan *N. fasciatus* di Sungai Banjaran terdapat 4 (empat) kelompok umur, maka dapat diduga bahwa populasi ikan *N. fasciatus* mempunyai 4 (empat) kali frekuensi pemijahan dalam satu musim.

*Distribusi N. fasciatus di Sungai Banjaran*

Berdasarkan data hasil tangkapan ikan *N. fasciatus* di Sungai Banjaran pada stasiun I – IX secara berurutan adalah dari (4,78 %, 5,65 %, 7,83 %, 10,43 %, 11,74 %, 12,61 %, 13,91 %, 15,65 % dan 17,39 %) (Tabel 4.10). Data ini menunjukkan bahwa jumlah ikan makin meningkat ke arah hilir.

**Tabel 4.10. Hasil penangkapan ikan *N. fasciatus* di Sungai Banjaran pada stasiun I – IX.**

No	Stasiun	Jumlah (ekor)			Prosentase %
		Jantan	Betina	Total (ekor)	
1	I	5	6	11	4,78
2	II	5	8	13	5,65
3	III	8	10	18	7,83
4	IV	11	13	24	10,43
5	V	13	14	27	11,74
6	VI	13	16	29	12,61
7	VII	14	18	32	13,91
8	VIII	16	20	36	15,65
9	IX	17	23	40	17,39
Jumlah		102	128	230	100,0

Distribusi atau sebaran populasi *N. fasciatus* di Sungai Banjaran tidak lepas dari terdapatnya korelasi antar jenis kelamin jantan dan betina dengan faktor fisika kimia, juga korelasi antar besarnya populasi dengan faktor fisika kimia, karena keduanya merupakan faktor biologis yang tidak dapat dipisahkan dengan distribusi populasi.

Berdasarkan data populasi ikan yang tertangkap di Sungai Banjaran tampak bahwa distribusi atau sebaran *N. fasciatus* tersebar tidak menyebar merata dan populasi banyak dijumpai di daerah hilir dan muara sungai. Pada daerah hilir terdapat pertemuan dua sungai yaitu Sungai Logawa dan Sungai Banjaran, sehingga di muara sungai didapatkan jumlah



populasi tertinggi karena populasi *N. fasciatus* yang terbawa arus sungai berasal dari dua komunitas yaitu Sungai Banjaran dan Sungai Logawa.

### KESIMPULAN

1. Kondisi lingkungan perairan Sungai Banjaran baik fisika maupun kimia secara umum masih baik untuk pertumbuhan ikan.
2. Faktor yang memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan ikan adalah kecepatan arus dan suhu air.
3. Pola distribusi populasi *N. fasciatus* adalah tersebar tidak menyebar merata dengan jumlah populasi dibagian hilir lebih besar dari pada bagian hulu sungai atau populasi menurun ke arah hulu sungai.
4. Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa faktor lingkungan diketahui bahwa besar populasi berkorelasi positif sangat nyata dengan CO<sub>2</sub> bebas, suhu air, dan suhu udara, namun berkorelasi negatifnya dengan ketinggian faktor arus berpengaruh negatif terhadap panjang tubuh ikan *N. fasciatus*, semakin kuat arus, tubuh ikan menjadi lebih pendek.
5. Suhu air dan suhu udara berkorelasi positif sangat nyata dengan jenis kelamin ikan *N. fasciatus*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Beckman, W.C. 1962. The Freshwater Fishes of Syria and Their General Biology Management. Food Agricultural Organization Rome.
- Cholik, F.T. Artati dan R. Arifuddin. 1982. Pengelolaan Kualitas Air Kolam Ikan. Direktorat Jenderal Perikanan Bekerjasama Dengan International Research Centre, Jakarta.
- Fish Base. 2006. Spesies Summary for *Nemachilus fasciatus*. [http://filaman.ifm-geomar.de/summary/spesies\\_summary.php?id=12265](http://filaman.ifm-geomar.de/summary/spesies_summary.php?id=12265). (15/06/2006).
- Hariyadi, S. 1983. Studi Makanan Alami Ikan Mujair, Nila, Lele dan Ikan Mas di Situ Ciburuy, Kabupaten Bandung. Karya Ilmiah Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kottelat, M., A.J. Whitten, SN Kartikasari. Dan Wirjoatmojo. 1993. Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi. Edisi Dwi Bahasa Inggris-Indonesia Perplus Edition. Indonesia.
- Lagler, K.F. 1961. Freshwater Fishery Biology Second Edition, W.M.C. Brown CO. Dubugus, Iowa.
- Lagler, K.F., J.E. Bardach and R.R. Miller. 1977. Ihtyology John Wiley and Sons, Inc; New York.
- Lestari, W. 2004. The Fish Community of A Tropical Organically Polluted River: a case Study of Logawa River, Central Java, Indonesia. Mathematisch Naturwissenschaftlichen Fakultaten der Geor-August-Universitaet zu Gottingen.
- Macan, T.T. 1980. Freshwater Biology. Logman, London.
- NTAC. 1986. Water Quality Criteria National Training Aquacultur Course. Federal water Pollution Control Administration, Washington.
- Nikolsky, G.V. 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press, New York.
- Odum, E.P. 1972. Fundamental Ecology. W.B. Saunders. Co. Ltd, Tokyo.
- Saanin, H. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Cetakan Kedua. Jilid I dan II Bina Cipta, Bandung.
- Scheffler, W.C. 1987. Statistika Untuk Biologi, Farmasi Kedokteran dan Ilmu Yang Bertautan. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Setijanto. 1985. Inventarisasi dan Deskripsi Ikan-ikan Yang Tertangkap di Sungai Banjaran-Kranji Purwokerto Jawa Tengah. Skripsi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Sinaga, T.P. 1995. Bioekologi Komunitas Ikan di Sungai Banjaran Kab. Banyumas Jawa Tengah. Tesis Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Solikhin, B.P. 2006. Indeks Kematangan Gonad dan Fekunditas serta Karakter Morfologi Ikan Brek (*Puntius orphoides*) yang Tertangkap di Sungai Banjaran Kabupaten Banyumas Skripsi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Soemarjanto. 1995. Bioekologi Komunitas Ikan di Sungai Banjaran-Kranji Purwokerto. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.



- Supangat . 1995. Studi Analisis Isi Lambung, Sifat Pertumbuhan, Fekunditas, Indeks Kematangan Gonad dan Rasio Kelamin Ikan Uceng Di Sungai Logawa Purwokerto Kabupaten Banyumas. Skripsi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Sumawijaya, K. 1975. Survey Ekology. Perikanan Darat daerah Aliran Sungai. Aspek-aspek Penyelamatan Perikanan di Perairan Umum. Departemen Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Swingle, H.S. 1963. Methods of Analysis for Waters Organic Matter and Pond Bottom Soils. Used in Fisheries research. Auburn University Press.
- Wardoyo, S. 1978. Kriteria Kualitas Air Untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. Training Analisa Dampak Lingkungan. Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Yustina dan Arnentis, 2002. Aspek Reproduksi Ikan Kapiék (*Puntius schwane feldi* Bleeker) di Sungai Rangau Riau, Sumatera. Jurnal Matematika dan Sains Institut Teknologi Bandung, Bandung.



## PENGGUNAAN CACING *Diopatra neapolitana* SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN LOGAM BERAT KADMIUM (CD) DI SUNGAI DONAN KABUPATEN CILACAP

**Hernayanti, Slamet Santoso, dan Sri Lestari**

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*  
*Email : hernayanti@yahoo.co.id*

Berbagai aktivitas yang berlangsung di sekitar Sungai Donan dapat meningkatkan jumlah limbah cair yang mengandung materi pencemar, antara lain logam berat kadmium (Cd). Logam berat Cd merupakan bahan pencemar berbahaya karena tidak dapat terdegradasi oleh organisme di lingkungan dan terakumulasi di lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks. Jenis organisme yang dapat digunakan sebagai bioindikator untuk pencemaran logam berat adalah cacing *Diopatra neapolitana*. Tujuan penelitian adalah mengetahui kandungan logam berat Cd di perairan, sedimen dan dalam tubuh cacing *D. neapolitana*. Pengambilan sampel cacing dilakukan secara komposit di beberapa tempat dengan metode sistemik random sampling pada tiga stasiun sebanyak 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat Cd dalam tubuh cacing *D. neapolitana* berkisar antara 1,06 – 3,12 ppm dan kandungan logam berat Cd dalam perairan dan sedimen berturut-turut berkisar antara 0,14 – 1,03 ppm dan 0,85 – 2,75 ppm.

Kata Kunci : Bioindikator, cacing *Diopatra neapolitana*, kadmium

### PENDAHULUAN

Sungai Donan secara geografis terletak di Kabupaten Cilacap Propinsi Jawa Tengah. Bagian hulu Sungai Donan berada di daerah Jeruk Legi dan bermuara di Segara Anakan. Sungai Donan mempunyai arti penting bagi kesejahteraan penduduk Cilacap dan sekitarnya. Berbagai aktivitas yang berlangsung di sekitar Sungai Donan tentu akan diikuti dengan adanya peningkatan jumlah limbah cair yang mengandung materi pencemar. Limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke sungai tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu, sehingga menimbulkan pencemaran air. Akibat lanjut pencemaran air adalah menurunnya kualitas air sungai dan menimbulkan gangguan terhadap ekosistem Sungai Donan.

Limbah yang memberi kontribusi cukup besar dalam mencemari Sungai Donan adalah limbah anorganik berupa logam berat. Logam berat yang mencemari Sungai Donan antara lain kadmium (Cd). Logam berat Cd merupakan bahan pencemar berbahaya karena logam berat tidak dapat terdegradasi oleh organisme di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks. Limbah logam berat tersebut berasal dari industri-industri yang berada di sepanjang Sungai Donan.

Jenis organisme yang dapat digunakan sebagai bioindikator untuk pencemaran logam berat adalah cacing *D. neapolitana* karena cacing *D. neapolitana* merupakan organisme bentik yang hidup di dasar perairan. Dasar pertimbangan penggunaan cacing *D. neapolitana* sebagai bioindikator karena cacing tersebut bersifat menetap (*sessile*), organisme penyaring makanan (*filter feeder*) dan mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat Cd ke dalam jaringan tubuh.

Logam berat Cd biasanya terikat oleh senyawa-senyawa lain membentuk suatu molekul. Ikatan tersebut berupa bahan anorganik yaitu klorida dan karbonat. Di perairan Cd ditemukan dalam bentuk ion dari garam-garam tersebut yang kemudian diserap dan ditimbun dalam tubuh organisme perairan. Cd dalam air laut berbentuk senyawa klorida ( $CdCl_2$ ), di air tawar berbentuk senyawa karbonat ( $CdCO_3$ ) dan di air payau berbentuk senyawa  $CdCl_2$  dan  $CdCO_3$ . Logam Cd biasanya bercampur dengan logam lain terutama dalam penambangan seng dan timah hitam. Logam Cd bersifat tahan panas sehingga dipakai dalam industri plastik dan tahan



korosi sehingga dipakai dalam pelapisan besi atau baja (Darmono, 1995). Palar (1994) menyatakan bahwa logam Cd memiliki kemampuan untuk mengikat gugus S dan karboksil (-COOH) dari molekul-molekul protein, asam amino serta menggantikan keberadaan logam-logam lain yang terdapat dalam protein seperti logam Cu yang pada kondisi normal berfungsi dalam pembentukan ikatan kovalen koordinasi antar molekul protein.

Forbes dan Forbes (1994) menyatakan bahwa cacing *D. neapolitana* hidup sebagai deposit feeder dengan cara mencari sampah-sampah untuk membuat rumah tabungnya. Tabung tersebut tipis dan dibangun dari sekresi mucus yang diproduksi oleh glandula pada permukaan ventral segmen, bagian luar tabung tersusun oleh lumpur, pecahan cangkang, butiran pasir, sampah plastik dan tumbuhan serta kain bekas sebagai bahan penguat. Tabung berfungsi melindungi diri dari predator, tempat persembunyian, untuk menangkap mangsa melalui aliran air yang masuk dan yang menempel pada tabung tempat keluar-masuknya air.

Menurut Sunarto (1999) cacing *D. neapolitana* termasuk dalam phylum Annelida (beruas-ruas) class Polychaeta yang berarti mempunyai banyak rambut pada permukaan tubuhnya dan tidak dapat hidup lama atau tidak berumur panjang yaitu tidak lebih dari 2 tahun. Berdasarkan cara hidupnya cacing *D. neapolitana* termasuk ordo Errantia karena hidupnya membuat rumah berupa pipa (tube) dan membenamkan diri di dalam lumpur. Cacing *D. neapolitana* merupakan pemakan endapan dimana endapan tersebut terutama berasal dari hancuran residu substrat atau jasad tumbuhan dan hewan yang telah mati (Aziz, 1980).

Cacing berordo Errantia pada daerah tropis hidup sebagai deposit feeder atau filter feeder di dasar perairan dangkal sampai kedalaman ribuan meter secara menggerombol dan membuat rumah dari butiran-butiran pasir yang dilekatkan dengan lendir yang dikeluarkan dari kelenjar permukaan tubuhnya. Cacing *D. neapolitana* memiliki jumlah segmen yang banyak, bagian anterior mempunyai rahang dan alat tambahan yang terdiferensiasi menjadi antena. (Sunarto, 1999). Aziz (1980) menyatakan bahwa populasi Polychaeta di daerah buangan industri dengan perairan yang tercemar meningkat lebih kecil, sedangkan dalam perairan normal populasi Polychaeta dalam jumlah besar, karena bahan pencemar yang mengandung logam berat mampu menghambat pertumbuhan biota air bahkan dapat menyebabkan kematian untuk beberapa jenis biota yang peka terhadap logam berat dalam konsentrasi tinggi. Berdasarkan hal tersebut Polychaeta digunakan sebagai indikator kondisi lingkungan terhadap pencemaran. Menurut Philips (1980), organisme sebagai indikator memiliki sifat-sifat antara lain hidupnya menetap, mampu mengakumulasi pencemar, menggali lubang, memiliki siklus hidup cukup panjang, memiliki ukuran tubuh cukup besar dan mudah disampling.

## METODE

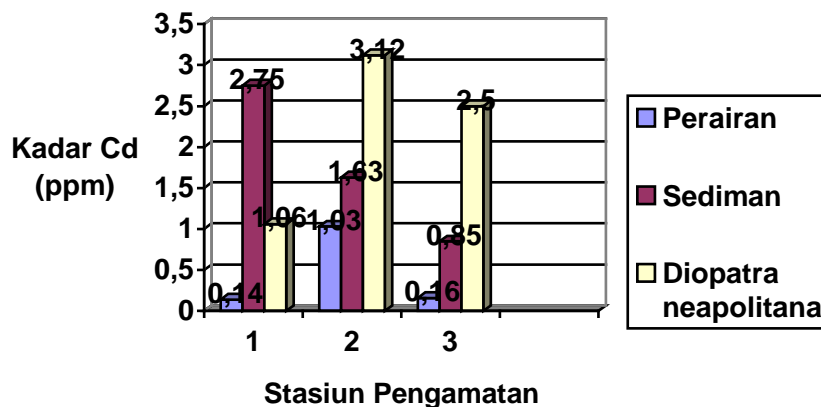
Metode yang digunakan adalah metode survei dengan berdasarkan rona lingkungan dan keberadaan cacing *D. neapolitana*. Pengambilan cacing dilakukan secara komposit di beberapa tempat dengan metode sistemik random sampling pada tiga stasiun sebanyak 3 ulangan. Stasiun pertama di dekat daerah pembuangan limbah industri minyak di Sungai Donan Kabupaten Cilacap, stasiun kedua berjarak 250 meter dan stasiun ketiga 500 meter menjauhi kawasan industri ke arah muara. Analisis logam berat Cd dilakukan dengan metode AAS di Laboratorium Lingkungan, Fakultas Biologi UNSOED.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sungai Donan merupakan salah satu perairan dinamik di wilayah Kabupaten Cilacap, karena merupakan percampuran (mixing) antara perairan tawar dan laut. Perubahan kualitas air sebagai penentu daya dukung potensi sumberdaya hayati perairan sangat ditentukan oleh

faktor daya tampung dari ekosistem perairan. Hubungan dinamik dari keseimbangan komposisi komponen unsur hara, bahan organik dan biomassa sangat penting bagi kemandirian ekosistem perairan, namun hubungan kemandirian tersebut akan terganggu bila terjadi masukan bahan bersifat racun, radioaktif ataupun suhu panas. Masuknya bahan pencemar akan mampu menurunkan potensi sumber daya hayati. Pencemaran dari bahan-bahan industri yang mengandung bahan berbahaya, seperti logam berat cenderung meningkatkan kasus keracunan dan gangguan kesehatan.

Berdasarkan hasil analisis, kandungan logam berat Cd di perairan, sedimen dan dalam tubuh cacing *Diopatra neapolitana* disajikan dalam gambar berikut :

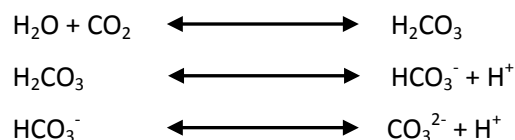


Gambar 1. Diagram batang kadar Cd di perairan, sedimen dan tubuh *Diopatra neapolitana*

Kandungan logam berat Cd terendah di setiap stasiunnya terdapat di perairan. Rendahnya kadar Cd di perairan ini disebabkan adanya absorpsi organisme air. Demayo *et al* (1980) menyatakan bahwa rendahnya kandungan logam berat Cd di dalam air disebabkan oleh adanya absorpsi organisme perairan yang hidup di dalamnya.

Palar (1994) menyatakan bahwa pH di perairan dapat mempengaruhi kandungan logam berat Cd dalam air karena semakin besar pH di perairan menyebabkan semakin kecilnya kelarutan senyawa logam berat Cd di perairan. Cd dalam air mudah tersebar merata dan biasanya dalam bentuk  $CdCl^+$  dan  $CdCl_3^-$ . Hal tersebut dibuktikan oleh hasil analisis kandungan logam berat Cd dalam air relatif rata, dari stasiun pengamatan kesatu sampai ketiga berturut-turut sebesar 0,14 ppm, 1,03 ppm dan 0,16 ppm.

Besarnya nilai pH di Sungai Donan adalah 7-8. Darmono (1995) menyatakan bahwa Cd dalam air tawar berbentuk senyawa karbonat ( $CdCO_3$ ) sedangkan dalam air payau berbentuk senyawa klorida ( $CdCl_2$ ) dan senyawa karbonat ( $CdCO_3$ ). Moore (1991) menyatakan bahwa dalam perairan dengan  $pH < 8$  melalui organisme yang berespirasi dan berfotosintesis masing-masing menghasilkan  $H_2CO_3$  dan  $CaCO_3$ . Menurut Darmono (1995) logam berat Cd akan mengendap di dasar perairan sebagai karbonat pada pH air 8. Reaksi yang terjadi di perairan dengan  $pH < 8$  adalah sebagai berikut :





Kandungan logam berat Cd pada sedimen lebih tinggi dibandingkan di perairan. Tingginya kandungan logam Cd di sedimen disebabkan karena logam berat Cd tidak mudah terurai dan cenderung mengakumulasi di sedimen kemudian mengalami mobilisasi sehingga terlepas lagi di perairan dan selanjutnya dapat masuk ke tubuh organisme perairan. Perairan payau mengandung lumpur di bagian dasar perairan pada saat pasang sehingga kadar Cd pada sedimen lebih tinggi daripada perairan. Logam berat Cd dapat mengendap dalam sedimen melalui partikel-partikel organik yang mengikat Cd di perairan.

Kandungan logam berat pada sampel cacing *D. neapolitana* menunjukkan kadar yang bervariasi. Cd dalam sedimen yang berbentuk kompleks akan diikat oleh bahan organik dan didegradasi menjadi bentuk ion sehingga dapat diabsorpsi oleh cacing. Semakin banyak cacing yang merombak bahan organik akan meningkatkan jumlah CO<sub>2</sub> di perairan dan O<sub>2</sub> menurun. Berdasarkan hasil pengukuran selama penelitian pada sampel cacing *D. neapolitana* yang mampu mengabsorpsi logam berat Cd dalam sedimen. Miller (1993) menyatakan bahwa masuknya logam berat Cd dalam tubuh cacing melalui air yaitu penyerapan pada permukaan tubuh dan melalui makanan yaitu penyerapan melalui sistem pencernaan.

Kandungan logam berat Cd dalam tubuh cacing diduga karena adanya ikatan antara Cd dengan protein yang terdapat dalam tubuh cacing karena menurut Palar (1994) logam berat umumnya terikat pada protein terutama terikat pada ikatan sulfida dan disulfida. Darmono (1995) menyatakan bahwa protein yang mempunyai gugus sulfhidril dapat mengikat logam berat Cd membentuk kompleks logam protein dalam tubuh organisme.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan :

1. Kandungan logam berat Cd dalam tubuh cacing *D. neapolitana* berkisar antara 1,06 – 3,12 ppm
2. Kandungan logam berat Cd dalam perairan dan sedimen berturut-turut berkisar antara 0,14 – 1,03 ppm dan 0,85 – 2,75 ppm

### DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, A. 1980. Cacing Laut. *Pewarta Oseanologi* Volume VI, No. 2 LIPI Jakarta hal : 6-10
- Darmono, 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, UI Press, Jakarta
- Forbes, V.E., and T.L. Forbes. 1994. *Ecotoxicology In theory and Practice* Chapman and Hall, p. 149 – 182
- Miller, G.T. 1993. *Environmental Science : Sustaining the Earth*. 4<sup>th</sup> Edition. Wadsworth Publishing Company Belmont, Colifornia.
- Moore, J.W. 1991. *Inorganic Contaminant of Surface Water*. Springer-Verlag, New York. 334 p.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Phillips, D.J.H. 1980. *Quantitative Aquatic Biological Indicator*. Applied Science Publishers, London hal : 488.
- Sunarto, 1999. *Cara Hidup Cacing laut*. *Warta Puslibang Oseanologi* Volume VIII, No. 4 LIPI, Jakarta, hal : 7





## KARAKTER REPRODUKSI IKAN BREK (*Puntius orphoides* C.V.) HASIL TANGKAPAN DI PERAIRAN SUNGAI KLAWING PURBALINGGA, JAWA-TENGAH

Suhestri Suryaningsih<sup>1</sup>, Mammed Sagi<sup>2</sup>, Kamiso H.N.<sup>3</sup> dan Suwarno Hadisusanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi Biologi –Pgogram Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, <sup>2</sup>Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, <sup>3</sup>Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

E-mail : Hess\_bio@yahoo.com

Ikan brek (*Puntius orphoides* C.V.), merupakan anggota familia Cyprinidae yang memiliki nilai ekonomi penting, tetapi belum dibudidayakan. Permintaan yang cukup besar seluruhnya dipenuhi dari hasil tangkapan di habitat aslinya. Guna menghindari over eksploitasi perlu upaya domestikasi. Keberhasilan upaya tersebut memerlukan banyak informasi biologi, salah satu di antaranya adalah karakter reproduksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter reproduksi ikan brek hasil tangkapan di Sungai Klawing Purbalingga, Jawa-Tengah. Sampel ikan diperoleh setiap bulan, selama bulan Juni sampai dengan November 2009. Penelitian menggunakan metode survey, dengan teknik simple random sampling. Analisis data meliputi distribusi ukuran panjang, korelasi antara panjang tubuh dengan Tingkat Kematangan Gonad (TKG), korelasi antara panjang tubuh dengan fekunditas, dan korelasi antara panjang tubuh dengan Indeks Gonado Somatik (IGS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fekunditas berkisar antara 4.097 – 32. 794 sel telur. Terdapat variasi ukuran panjang tubuh, namun pada ikan betina sebagian besar (34,37%) berada pada sebaran panjang tubuh 14,3-16,2 cm, sedangkan pada ikan jantan sebagian besar (44,95%) berada sebaran panjang 12,1-14,6 cm. Hubungan antara panjang tubuh ikan betina dengan TKG berkorelasi positif mengikuti persamaan  $Y=0,169 x - 0,364$  ( $R = 0,153$ ), sedangkan pada ikan jantan berkorelasi negative mengikuti persamaan  $Y= -0,019 x + 2,165$  ( $R=0,004$ ). Hubungan antara panjang tubuh dengan IGS pada ikan betina  $Y=0,686 x -4,623$  ( $R=0,141$ ).

Kata kunci : ikan brek (*Puntius orphoides* C.V.), karakter reproduksi, Sungai Klawing

### PENGANTAR

Sungai terbesar yang mengalir di Kabupaten Purbalingga, Jawa-Tengah adalah Sungai Klawing. Sungai tersebut bersumber dari mata air di Kecamatan Karangreja, dan bermuara ke Sungai Serayu di daerah Congot, di desa Kedungbenda Kecamatan Kemangkon. Panjang Sungai Klawing dari hulu sampai ke Congot ± 55 km (Anonim, 2004).

Di Sungai Klawing setidaknya ditemukan 18 spesies ikan, diantaranya adalah ikan brek (*Puntius orphoides* C.V.) (Suryaningsih 2006). Selain ditemukan di Sungai Klawing, ikan brek banyak ditemukan di beberapa sungai lainnya di daerah eks Karesidenan Banyumas, diantaranya di Sungai Banjarn (Sukistanto, 1998) dan di Sungai Kranji (Oloan, 1990).

Di daerah eks Karesidenan Banyumas ikan brek banyak diperjual-belikan dalam bentuk segar maupun olahan, dan permintaan yang cukup besar umumnya dipenuhi dengan cara menangkap dari habitat alamnya. Apabila penangkapan dilakukan secara terus menerus, dikhawatirkan ikan brek akan mengalami over eksploitasi seperti halnya beberapa spesies ikan yang memiliki nilai ekonomi lainnya di Sungai Klawing (Sukamsipoetro, 2003).

Guna menghindari over eksploitasi, maka perlu upaya domestikasi ikan brek. Keberhasilan upaya tersebut memerlukan banyak informasi biologi, di antaranya adalah karakter reproduksi. Karakter reproduksi tertentu sering dihubungkan dengan panjang tubuh, salah satu di antaranya adalah fekunditas (Effendie, 2002), Panjang tubuh merupakan karakter morfometri yang sering digunakan karena panjang tubuh pada ikan penyusutannya sangat kecil dibandingkan dengan bobot, yang dapat menyusut dengan mudah. Atas dasar hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa karakter reproduksi ikan brek



yang meliputi Tingkat Kematangan Gonad (TKG), fekunditas, dan Indeks Gonado Somatik (IGS), yang dihubungkan dengan panjang tubuh.

### BAHAN DAN METODE

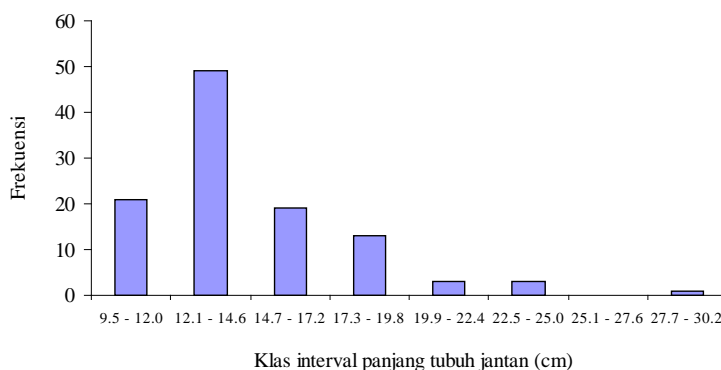
Bahan yang digunakan adalah sampel ikan hasil tangkapan di Sungai Klawing Purbalingga, Jawa-Tengah. Penelitian ini dilakukan dengan metode survey, menggunakan teknik *simple random sampling*. Pengambilan sampel dilakukan 6 kali dengan selang waktu satu bulan. Variabel yang diamati adalah TKG, fekunditas dan IGS yang dikorelasikan dengan panjang tubuh.

Penghitungan fekunditas dilakukan dengan metode gravimetri (Effendie,1979) dan ditentukan pada gonad dengan TKG III ke atas, TKG ditentukan menurut Kaya dan Hesler (dalam Effendie, 2002). IGS ditentukan berdasarkan rumus Effendie (2002).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Distribusi Ukuran Panjang*

Ikan brek yang diperoleh selama penelitian berjumlah 230 ekor yang terdiri dari 109 ikan jantan dan 121 ikan betina. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kisaran panjang total ikan jantan antara 9,5 – 30,2 cm dengan bobot antara 12,0 – 284,7 g. Distribusi panjang total yang paling dominan berada pada interval 12,0 – 14,6 cm (44,95 %), dan yang paling sedikit berada pada interval 27,7 – 30,2 cm (0,92 %). Distribusi frekuensi panjang total ikan brek secara lengkap disajikan pada Gambar 1.

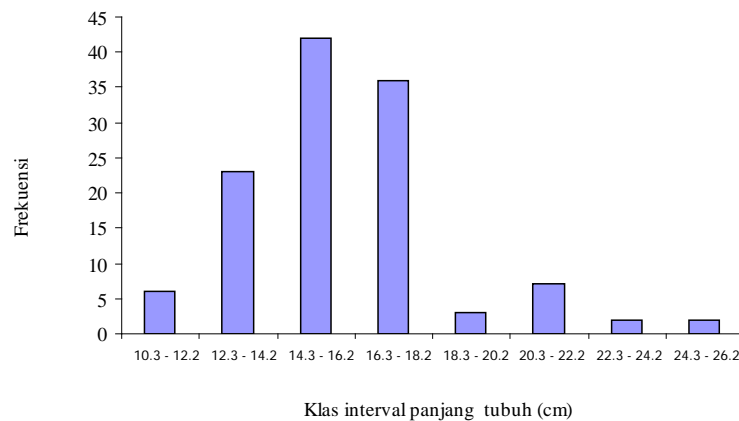


**Gambar 1. Distribusi frekuensi panjang tubuh ikan brek jantan di S.Klawing selama penelitian (Juni – November 2009), n = 109**

Pada ikan betina, hasil pengamatan menunjukkan bahwa kisaran panjang total terdapat antara 10,3 – 26,2 cm, dengan kisaran bobot antara 19,0 – 211,7 g. Distribusi panjang total yang paling dominan berada pada interval 14,3 – 16,2 cm (34,71 %), dan yang paling sedikit berada pada interval 22,3 – 24,2 cm dan pada interval 24,3 – 26,2 masing-masing sejumlah 1,65 %. Distribusi frekuensi panjang total ikan brek betina secara lengkap disajikan pada Gambar 2.

Apabila dibandingkan dengan ikan brek hasil tangkapan Suryaningsih (2006), telah terjadi penurunan ukuran panjang tubuh secara signifikan, karena ikan jantan dengan kisaran panjang total 35 cm tidak pernah tertangkap lagi, dan pada periode tersebut distribusi panjang total ikan jantan yang paling dominan berada pada interval 17,1 – 20,1 cm. Demikian pula yang terjadi pada populasi ikan betina, ikan dengan kisaran panjang total 30 cm sudah tidak tertangkap lagi, dan distribusi panjang total ikan betina yang paling dominan berada pada interval 16,3 – 19,3 cm. Terjadinya penurunan produksi dan semakin kecilnya ukuran ikan yang

tertangkap di Sungai Klawing dari beberapa spesies ikan yang memiliki nilai ekonomi, sudah dirasakan sejak beberapa tahun (Sukamsipoetro, 2003). Menurut Kottelat *et al.*(1993), *over-fishing* dan tekanan lingkungan menyebabkan banyak spesies ikan sungai terancam kelestariannya.



**Gambar 2. Distribusi frekuensi panjang tubuh ikan brek betina di S.Klawing selama penelitian ( Juni – November 2009), n = 121**

#### ***TKG dan hubungannya panjang total***

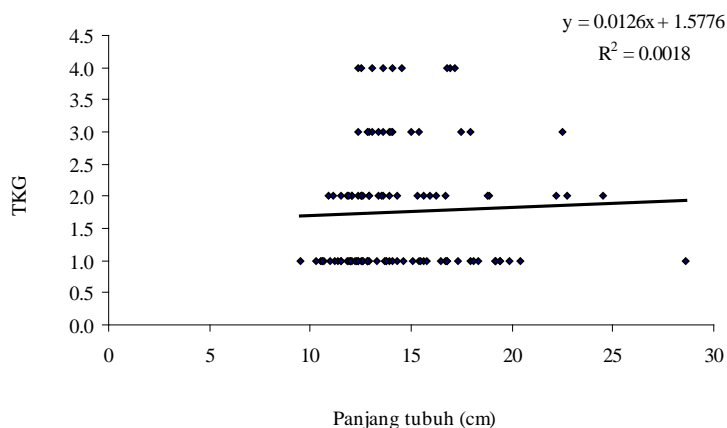
Hasil pengamatan Tingkat Kematangan Gonad menunjukkan bahwa selama enam bulan penelitian, ikan brek jantan berada pada TKG I sampai dengan IV ( Tabel 1.).Selama waktu tersebut, ikan jantan yang tertangkap mayoritas berada pada TKG I ( 48,05%), diikuti TKG III (19,37%), TKG II (17,79%) dan terakhir pada TKG IV (14,79%). Kondisi ini menunjukkan bahwa hampir di setiap bulan pengambilan sampel terdapat hampir semua TKG, tetapi pada bulan Oktober merupakan jumlah terbanyak ikan jantan berada pada TKG puncak (TKG IV).

**Tabel 1. Tingkat Kematangan Gonad ikan brek jantan yang tertangkap selama penelitian (%)**

	JUN.	JUL.	AGS.	SEP.	OKT.	NOV.	Rata-rata
TKG I	85,00	82,35	12,5	16,66	9,52	82,35	48,05
II	10,00	17,65	37,5	16,66	19,05	5,88	17,79
III	5,00	--	37,5	33,33	28,57	11,77	19,37
IV	--	--	12,5	33,33	42,86	--	14,79

Selanjutnya apabila TKG dikorelasikan dengan panjang total terlihat bahwa panjang tubuh ikan brek jantan berkorelasi positif dengan panjang total, mengikuti persamaan  $Y = 0,00126X + 1,5776$  (Gambar 3). Akan tetapi korelasinya sangat lemah, yang terlihat dari koefisien determinasinya yang sangat kecil yaitu 0,0018. Dengan kata lain hampir tidak ada korelasi antara nilai TKG dengan panjang tubuh pada ikan brek jantan .

Hasil pengamatan Tingkat Kematangan Gonad menunjukkan bahwa selama enam bulan penelitian, ikan brek betina berada pada TKG I sampai dengan IV ( Tabel 2.).Selama waktu tersebut, ikan betina yang tertangkap mayoritas berada pada TKG I (36,70 %), diikuti TKG IV (28,85 %), TKG III (18,64 %) dan terakhir pada TKG II (15,81 %). Persentase individu betina pada masing-masing TKG sedikit berbeda dengan pada ikan jantan, namun secara umum kondisi ini menunjukkan bahwa hampir di setiap bulan pengambilan sampel terdapat hampir semua TKG, dan pada bulan Oktober merupakan jumlah terbanyak ikan betina berada pada TKG puncak (TKG IV).

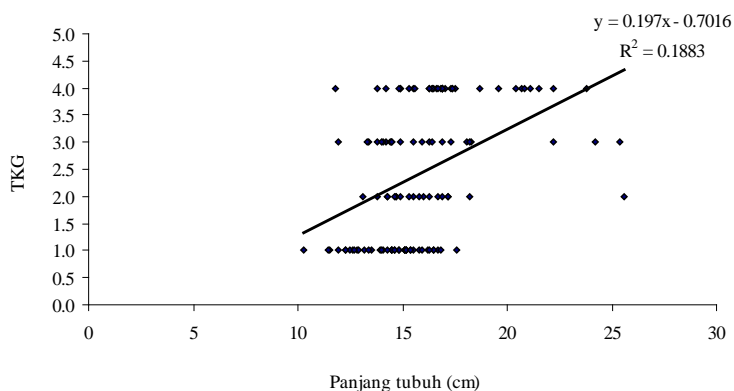


**Gambar 3 . Grafik hubungan antara panjang tubuh dengan TKG ikan brek jantan di S.Klawing selama penelitian ( Juni – November ), n = 109**

**Tabel 2. Tingkat Kematangan Gonad ikan brek betina yang tertangkap selama penelitian (%)**

	JUN.	JUL.	AGS.	SEP.	OKT.	NOV.	Rata-rata
TKG I	61,91	26,32	21,06	21,74	--	88,88	36,70
II	23,81	31,58	26,32	4,35	9,52	--	15,81
III	9,52	10,53	21,05	26,09	33,33	11,11	18,64
IV	4,76	31,58	31,58	47,83	57,14	--	28,85

Selanjutnya apabila TKG dikorelasikan dengan panjang tubuh, terlihat pada ikan brek betina menunjukkan korelasi positif, mengikuti persamaan  $Y = 0,197X - 0,7016$  (Gambar 4.). Pada ikan betina sifat korelasinya juga sangat lemah, yang terlihat dari koefisien determinasinya yang sangat kecil yaitu 0,1883. Dengan kata lain hampir tidak ada korelasi antara nilai TKG dengan panjang tubuh pada ikan brek betina .



**Gambar 4. Grafik hubungan antara panjang tubuh dengan TKG ikan brek betina di S.Klawing selama penelitian ( Juni – November ), n = 121**

**Fekunditas dan hubungannya dengan panjang tubuh**

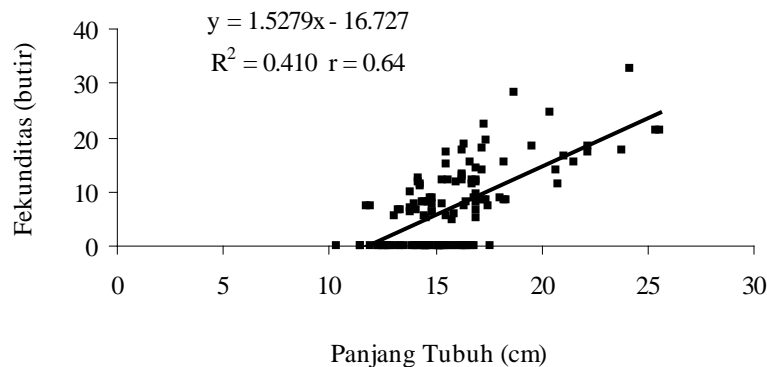
Fekunditas selama penelitian yang diamati adalah jumlah sel telur pada Tingkat Kematangan Gonad III-IV seperti disajikan pada Tabel 3. Fekunditas ikan brek berkisar antara 4.097 – 32.794 sel telur, yang merupakan variasi jumlah yang sangat besar. Variasi jumlah yang lebih besar ditunjukkan oleh populasi ikan brek dari Sungai Banjaran, Kabupaten Banyumas yang diteliti oleh Sukistanto (1998), dengan kisaran 3.222 – 32.673. Fekunditas ikan brek termasuk besar apabila dibandingkan dengan ikan gurami asal Banyumas sebesar 1.100 – 4.700 (Wjayanti *et al.*(2007) dan ikan Nila Kuning sebesar 928 – 3.220 (Sari, 2002). Kedua

species ikan tersebut telah diketahui sebagai species dengan *parental care* (menjaga telur-telurnya) dengan baik . Atas dasar hal tersebut diduga ikan brek adalah species yang tidak menjaga telur-telurnya. Batas bawah diperoleh dari ikan dengan panjang total 13,1 cm dan batas atas diperoleh dari ikan dengan panjang total 24,2 cm.

**Tabel 3. Fekunditas rata-rata ikan brek selama penelitian**

Bulan Sampling	Jumlah	Rata-rata	Std.Deviasi	Min.	Max.
1.Juni	185.998	8.857	4,099	4.480	18.276
2.Juli	239.574	12.607	5,907	4.097	21.785
3.Agustus	283.073	14.898	5,775	6.076	24.698
4. September	385.377	16.755	5,738	4.584	25.024
5.Oktober	380.753	18.131	3,306	11.078	24.453
6.November	120.939	6.718	4,177	18.855	32.794

Fekunditas lebih sering dihubungkan dengan panjang daripada dengan berat, karena panjang memiliki penyusutan yang relatif kecil, sedangkan berat dapat berkurang dengan mudah (Effendie, 2002). Menurut Helfman *et al.* (2002), bahwa ukuran ikan betina yang lebih besar akan memproduksi jumlah sel telur yang lebih besar. Gambar 5. menunjukkan hubungan antara fekunditas dengan panjang tubuh ikan brek selama penelitian. Terlihat bahwa fekunditas dengan panjang tubuh berkorelasi positif, mengikuti persamaan  $Y = 1,5279X - 1,6727$ . Korelasinya cukup erat, yang terlihat dari koefisien determinasinya yang cukup besar, yaitu 0,410..



**Gambar 5 . Grafik hubungan antara panjang total dengan fekunditas ikan brek di S.Klawing selama penelitian ( Juni – November ), n = 121**

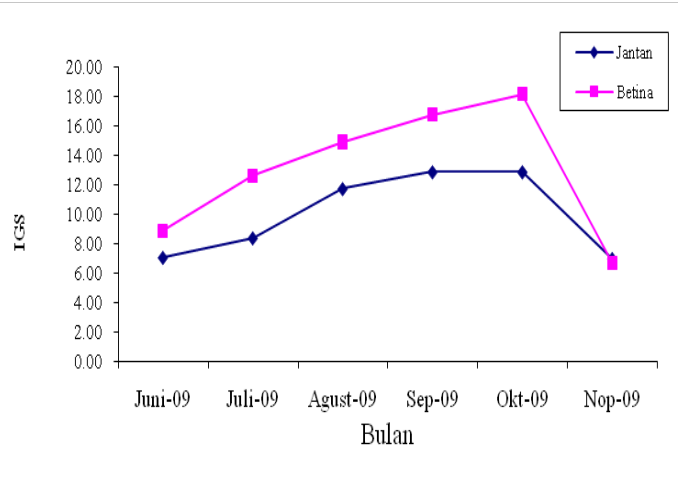
### ***IGS dan hubungannya dengan panjang tubuh***

Indeks Gonado Somatik ikan brek dan fluktuasinya selama penelitian disajikan pada Gambar 6. IGS ikan brek jantan berkisar antara 0,37 – 12,35 sedangkan ikan betina berkisar antara 0,71 – 17,89. Menurut Effendie (2002), pada umumnya IGS ikan jantan lebih kecil dari ikan betina. Nilai indeks ini akan bertambah sejalan dengan perkembangan gonad, dan mencapai batas kisaran maksimal pada saat akan terjadi pemijahan. .Nilai IGS ikan jantan yang siap mijah umumnya berkisar antara 5 – 10 %, sedangkan pada ikan betina antara 10 – 25 %. Apabila dibandingkan dengan spesies lain sesama anggota Cyprinidae yaitu *Caputa caputa umbra*, yang memiliki IGS tertinggi  $7,972 \pm 1,269$  untuk ikan jantan, dan  $8,817 \pm 0,816$  untuk ikan betina (Erdogan *et al.*, 2002), maka IGS ikan brek termasuk tinggi. Nilai IGS yang tinggi akan menghasilkan volume *milt* tinggi, sehingga memiliki kemampuan membuahi sel telur



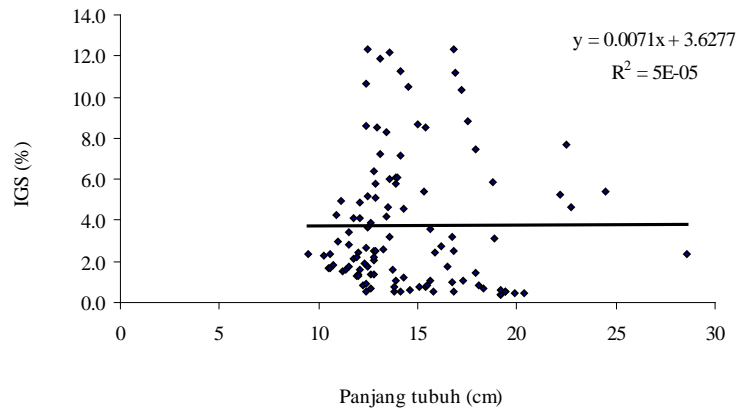
lebih banyak. Hal ini menguntungkan dipandang dari aspek reproduksi, dan pada gilirannya dari aspek konservasi.

Pada Gambar 6. nampak bahwa nilai IGS pada ikan jantan maupun betina terus meningkat secara teratur sejak bulan Juni hingga mencapai puncak pada bulan Oktober, dan kemudian menurun pada bulan November. Apabila dibandingkan dengan *Caputa caputa umbra*, puncak IGS tertinggi terjadi pada bulan Juni (Erdogan *et al.*, 2002).



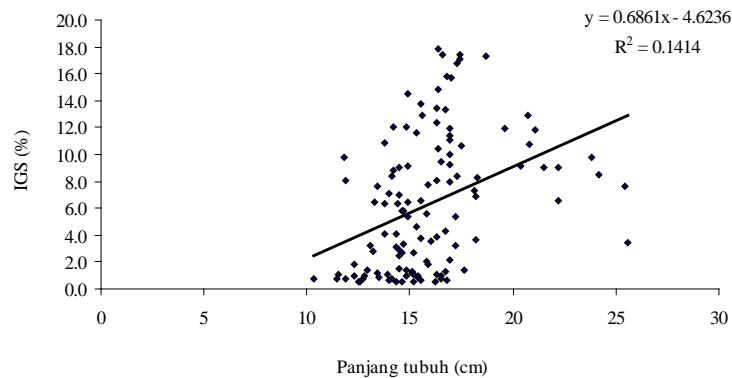
**Gambar 6. Fluktuasi nilai IGS ikan brek di S.Klawing selama penelitian (n=230)**

SeLANJUTNYA, hubungan nilai IGS dengan panjang tubuh ikan brek berkorelasi positif pada ikan jantan, mengikuti persamaan  $Y = 0,00071X + 3,6277$ , tetapi korelasinya sangat lemah, yang terlihat dari koefisien determinasinya yang sangat kecil yaitu  $5E-05$ . Dengan kata lain hampir tidak ada korelasi antara nilai IGS dengan panjang tubuh pada ikan brek jantan (Gambar 7.)



**Gambar 7 . Grafik hubungan antara panjang tubuh dengan IGS ikan brek jantan di S.Klawing selama penelitian ( Juni – November ), n = 109**

Demikian pula pada ikan brek betina, hubungan nilai IGS dengan panjang tubuh ikan brek berkorelasi positif seperti halnya pada ikan jantan, mengikuti persamaan  $Y = 0,6861X - 4,6236$ , tetapi korelasinya sangat lemah yang terlihat dari koefisien determinasinya yang sangat kecil yaitu  $0,1414$ . Dengan kata lain hampir tidak ada korelasi antara nilai IGS dengan panjang tubuh pada ikan brek jantan (Gambar 8)



**Gambar 8. Grafik hubungan antara panjang tubuh dengan IGS ikan brek betina di S.Klawing selama penelitian ( Juni – November ), n = 121**

### KESIMPULAN

1. Ikan brek hasil tangkapan di Sungai Klawing Purbalingga, Jawa –Tengah memiliki kisaran panjang tubuh 9,5 – 30.2 cm. Kisaran tersebut mengalami penurunan dibandingkan penelitian tahun 2006.
2. Hasil pengamatan TKG menunjukkan bahwa selama penelitian ikan brek berada pada TKG I – IV, dan TKG puncak terjadi pada bulan Oktober. Korelasi TKG dengan panjang tubuh adalah korelasi positif, tetapi sifat korelasinya sangat lemah sehingga individu ikan dengan panjang tubuh tertentu tidak dapat diduga berada pada TKG tertentu.
3. Fekunditas ikan brek berkisar antara antara 4.097 – 32.794 sel telur. Fekunditas ikan brek memiliki korelasi positif dengan panjang tubuh, dan sifat korelasinya cukup kuat. Oleh karena itu panjang tubuh dapat dijadikan pedoman untuk menduga bahwa makin panjang tubuh ikan betina, maka fekunditasnya semakin tinggi.
4. IGS ikan brek jantan berkisar antara 0,37 – 12,35 sedangkan ikan betina berkisar antara 0,71 – 17,89. Ikan dengan IGS tinggi ditemukan setiap bulan, tetapi IGS puncak, baik pada ikan jantan maupun betina terjadi pada bulan Oktober. Dengan demikian diduga ikan brek dapat memijah setiap bulan tetapi musim pemijahan puncak terjadi pada bulan Oktober. Hal ini diperkuat dengan kondisi TKG yang sama.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2004. *Dinas Peternakan dan Perikanan dalam Angka*. Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Purbalingga, Jawa-Tengah.
- Effendie, M. I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Dewi Sri, Bogor.
- Effendie, M.I. 2002. *Biologi Perikanan*. Pustaka Nusatama. Jakarta.
- Erdogan, O., Halil I.H., Abdulkadir C. 2002. *Annual Cycle of Gonadal Steroid and Serum Lipid in Caputa caputa umbla Guldenstaedt (1772) (Pisces, Cyprinidae)*. Turk J. Vet. Anim. Sci. 26 (2002) 1093-1096.
- Helfman, G.S., Collete, B. B., dan Facey, D. E. 2002. *The Diversity of Fishes*. A Blackwell Publishing Company. Blackwell Science Inc. 528 hlm.
- Hunter, J. R. & Goldberg, S. R. 1980. *Spawning Incidence and Batch Fecundity in Nothern Anchovy *Engraulis mordax**. Fishery Bull. 77 (3) : 641-652.
- Kottelat, M., Whitten, J., Kartikasari, S.N., & Wiryoatmdjo, S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition. CV Java Books, Jakarta.
- Oloan, H. T. S. 1990. *Studi Jenis-Jenis Ikan dan Beberapa Sifat Fisika Kimia di Sungai Kranji*. Skripsi Fakultas Biologi (Tidak Dipublikasikan) Unsoed, Purwokerto.
- Sari, Y. P. 2002. *Aspek Biologi Reproduksi Ikan Nila Kuning*. Skripsi Fakultas aaaaaabiologi (Tidak Dipublikasikan). Universitas Jenderal Soedirman., Purwokerto.



- Sukamsipoetro, S. 2003. *Ekologi Ikan Baceman (Mystus nemurus CV) di S. Klawing, Purbalingga, dan Beberapa Faktor yang Berkaitan dengan Domestikasinya*. Tesis Magister Sains Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana (Tidak Dipublikasikan). Unsoed, Purwokerto.
- Sukistanto. 1998. *Analisis Isi Lambung, Indeks Kematangan Gonad, Fekunditas, dan Sifat Pertumbuha Ikan Brek (Puntus orphoides) di Sungai Banjaraan Kabupaten Banyumas*. Skripsi Fakultas Biologi Unsoed. (Tidak Dipublikasikan ) Purwokerto.
- Suryaningsih. S. 2006. *Hubungan Kekerabatan Fenetik Spesies Ikan di Sungai Klawing, Purbalingga, Jawa-Tengah*. Laporan Hasil Penelitian (Tidak Dipublikasikan ). Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.
- Wijayanti, G. E., Suminto dan Sorta B. I. S. 2007. *Penggalian Potensi Genetik Ikan Gurami untuk Peningkatan Produksi Perikanan Air Tawar*. Laporan Hasil Penelitian ( Tidak Dipublikasikan ). Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto





## STUDI KARAKTER ANATOMI AKAR DAN DAUN ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes* (MART.) SOLM) PADA KAWASAN SUNGAI YANG TERCEMAR DI KOTA PEKALONGAN

Salman Farisi, Sumarsono, dan Siti Samiyarsih

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email : asih.fbio@gmail.com

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan karakter anatomi akar dan daun eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solm) yang hidup di kawasan Sungai Banger dan Sengkarang, Kotamadya Pekalongan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey, materi yang digunakan adalah akar dan daun eceng gondok yang diambil dari Sungai Banger dan Sungai Sengkarang. Pembuatan preparat anatomi akar dan daun menggunakan metode paraffin, pewarnaan dengan safranin 1% dalam alcohol 70%. Data dianalisis secara deskriptif untuk melihat karakter anatomi akar dan daun eceng gondok, dan uji t digunakan untuk mengetahui perbedaan karakter anatomi akar dan daun dari dua sungai yang berbeda, yaitu Sungai Banger dan Sungai Sengkarang. Parameter yang diamati adalah karakter anatomi daun yang meliputi tebal kutikula, tebal daun, tebal mesofil daun, kerapatan stomata, ukuran stomata dan karakter anatomi akar meliputi tebal epidermis dan diameter jaringan pengangkut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *E. crassipes* (Mart.) Solm yang hidup pada sungai tercemar limbah batik mengalami perbedaan yang sangat nyata pada karakter tebal daun, tebal mesofil daun dan tebal epidermis akar.

Keywords : *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms., anatomy character, contaminated.

### PENDAHULUAN

Pekalongan merupakan salah satu kota sentra industri batik yang banyak mengalami kemajuan. Dampak positif cukup dirasakan dengan adanya industri ini yaitu membuka lapangan pekerjaan dan peningkatan devisa negara. Aminah (2007) mengatakan bahwa industri batik di kota Pekalongan mampu menyerap 32,42% dari seluruh angkatan kerja. Hasil produksi telah dipasarkan ke Singapura, Thailand dan Amerika Serikat, turut meningkatkan devisa negara dari sektor ekspor barang.

Produksi batik secara berkala menyisakan cukup banyak masalah terutama dalam proses produksinya. Kebutuhan air dalam proses pencucian dan pembilasan kain batik merupakan masalah utama yang sulit terpecahkan. Astirin dan Winarno (2000) menyatakan bahwa jumlah limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi batik mencapai 80% dari seluruh jumlah air yang dipergunakan dalam proses produksinya.

Karakteristik kualitas perairan dapat diukur dari nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Semakin tinggi nilai BOD dan COD maka pencemaran yang terjadi semakin besar (Jannie *et al.*, 2005). Kadar BOD limbah tekstil dapat mencapai 967,74 mg/l, sedangkan kadar COD bisa mencapai 3840,60 mg/l. Nilai BOD dan COD ini telah melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan oleh peraturan Perundang-undangannya yaitu BOD sebesar 85 mg/l dan COD sebesar 250 mg/l (Astirin dan Winarno, 2000). Karakteristik lain dari pencemaran suatu perairan adalah adanya kandungan logam berat. Zat warna dalam pembuatan batik menghasilkan air limbah mengandung logam berat. Widodo *et al.*, (2003) menyatakan badan air yang tercemar limbah cair batik diketahui mengandung beberapa logam berat diantaranya Arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), timbal (Pb), tembaga (Cu) dan zinc atau seng (Zn).

Pembangunan industri batik yang berdekatan dengan Sungai Banger mempunyai dampak negatif. Pembuangan limbah hasil produksi batik lebih banyak di buang menuju badan Sungai Banger dibandingkan melalui pengolahan terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan Sungai



Banger mempunyai warna yang hitam akibat limbah cair batik. Sari (2008) menyatakan bahwa sungai yang berwarna kehitaman akibat tercemar limbah tekstil memiliki kadar krom dengan konsentrasi 2,64 ppm. Konsentrasi krom tersebut berada di atas ambang baku mutu kadar krom dalam limbah yaitu 0,25 ppm.

Rumuningsih (2009) menambahkan pemeriksaan kadar kualitas sungai pada bulan Mei sampai Juni 2009 menunjukkan kualitas perairan di Sungai Banger sudah tidak memenuhi standar ambang batas pembuangan limbah menuju badan sungai. Zat warna yang terkandung di limbah batik menyebabkan nilai beberapa logam berat dan COD yang tinggi. Hasil pengukuran kadar logam dan COD yang pada Sungai Banger diperoleh data sebagai berikut Cu 0,11 mg/l, CN 0,02 mg/l, sedangkan kadar COD sebesar 267 mg/l. Keadaan ini mencerminkan bahwa Sungai Banger sudah tercemar.

Menurut Osturk *et al.*, (2005) tanaman yang dapat mengakumulasi logam berat melebihi batas ambang dalam perairan yang tercemar sering disebut sebagai tanaman *hiperakumulator*. Berbagai jenis tumbuhan hiperakumulator sering dimanfaatkan sebagai agen fitoremediasi. Fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan, untuk meminimalisasi dan mendetoksifikasi polutan yang berada pada lingkungan (Fauziah *et al.*, 2005; Osturk *et al.*, 2005; Hu, 2006). Tumbuhan air yang dikenal sebagai fitoremediator pada perairan yang tercemar limbah antara lain *Hydrilla Verticillata*, *Ceratophyllum demersum* L. *Scirpus grossus* L. *Nasturtium officinale*, *Lemna minor* L., *Monochoria hastata*, *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms (Sari, 2008 dan Harun *et al.*, 2008).

Eceng gondok atau *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms merupakan jenis tumbuhan air yang mampu menyimpan dan mereduksi logam berat dari perairan tercemar dalam organ akar. Menurut Fauziah, akar eceng gondok mampu menyerap logam Cu sebanyak 24 mg/l. Selain itu mampu mereduksi 81% arsenik dari 400 ppb perairan yang tercemar limbah dan menyimpannya dalam organ akar. Selain organ akar, organ daun eceng gondok juga berperan dalam akumulasi logam berat. Kondisi habitat alaminya dapat mengakumulasi logam Zn sebanyak 32.2 µg/g (Harun *et al.*, 2008). Pada kondisi perairan tercemar limbah daun eceng gondok mampu mengakumulasi Zn sebesar 39 mg/l (Fauziah *et al.*, 2005). Oleh karena itu organ akar dan daun eceng gondok. berperan sangat penting sebagai bioakumulator logam berat dalam suatu perairan.

Selain Sungai Banger di kota Pekalongan terdapat Sungai Sengkarang yang mempunyai keseimbangan ekologi masih cukup baik. Pertumbuhan biota air di sungai ini masih cukup terjaga, akan tetapi pertumbuhan eceng gondok lebih mendominasi dibandingkan dengan tumbuhan lain. Aliran air sungai yang tenang merupakan habitat yang cocok untuk laju pertumbuhan eceng gondok. (Supartono, 2008).

Sungai Sengkarang masih bisa dikatakan sebagai sungai yang tidak tercemar, hal ini dikarenakan dalam pengujian kualitas air pada bulan Mei–Juni 2009 menunjukkan bahwa pemeriksaan beberapa logam dan COD yang terkandung di dalam sungai masih cukup kecil. Kadar Cu 0,02 mg/l, kadar Cn 0,11 mg/l, sedangkan kadar COD sebesar 30 mg/l.

Pertumbuhan eceng gondok di Sungai Banger dan Sungai Sengkarang mempunyai kelimpahan yang sama banyak. Akan tetapi, tumbuhan yang hidup di lingkungan yang berbeda akan menyebabkan perbedaan karakter anatomi sebagai penyesuaian dengan habitatnya. Hidayat (1995) menyatakan ketahanan struktural diartikan sebagai sifat atau karakter anatomi organ yang berhubungan dengan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Nurwakidah (2006) melaporkan karakter anatomi akar pada daerah tercemar memiliki epidermis yang tersusun oleh beberapa lapis sel. Selain itu, pada daun menunjukkan ada



perbedaan pada jumlah stomata, ketebalan mesofil dan ketebalan lapisan kutikula (Lestari, 2005; Atikawati, 2005).

Penelitian mengenai eceng gondok sebagai agen fitoremediator telah banyak dilaporkan. Akan tetapi, pengkajian perbedaan struktur anatomi akar dan daun eceng gondok di Sungai Sengkarang dan Sungai Banger belum pernah dilakukan.

### **TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakter anatomi akar dan daun eceng gondok. yang tumbuh di kawasan Sungai Banger dan Sungai Sengkarang.
2. Mengetahui perbedaan karakter yang terdapat pada struktur anatomi akar dan daun eceng gondok di kawasan Sungai Banger dan Sungai Sengkarang

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode survei. Sampel akar dan daun eceng gondok diambil dari dua lokasi yaitu Sungai Banger dan Sungai Sengkarang, Kota Pekalongan. Masing-masing lokasi dipilih 5 tumbuhan dan diambil akar dan daunnya. Pembuatan preparat anatomi dengan metode *embedding*, pewarnaan dengan safranin 1% dalam alkohol 70% (Sass, 1951). Parameter yang diamati adalah karakter anatomi daun yang meliputi tebal kutikula, tebal mesofil daun, tebal daun, ukuran stomata, kerapatan stomata per satuan luas daun, dan karakter anatomi akar meliputi tebal epidermis dan diameter berkas pengangkut. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji t untuk mengetahui perbedaan karakter anatominya.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

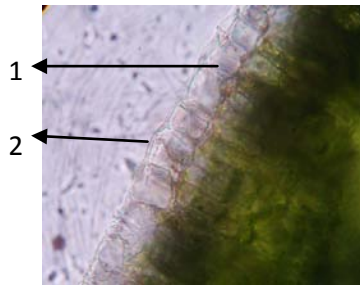
Sifat perairan yang berbeda dari kedua sungai menyebabkan perbedaan pada karakter morfologinya, eceng gondok yang tumbuh di Sungai Banger mempunyai morfologi yang lebih kecil dibandingkan dengan yang tumbuh di Sungai Sengkarang (Lampiran 1, gambar A dan B). Perbedaan morfologi ternyata juga berpengaruh terhadap perbedaan karakter anatomi eceng gondok di kedua sungai, hal ini sesuai pernyataan Warier dan Saroja (2008) bahwa eceng gondok yang tumbuh pada perairan yang mengandung limbah mempunyai ukuran sel yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh pada perairan yang tidak mengandung limbah.

#### ***Anatomi daun eceng gondok***

Pengamatan terhadap struktur anatomi daun tersusun oleh jaringan pelindung (epidermis), jaringan dasar (mesofil) dan jaringan pengangkut (xilem dan floem). Jaringan epidermis terletak pada bagian atas dan bawah daun. Adanya lapisan kutikula menjadikan jaringan epidermis semakin kuat sebagai jaringan pelindung. Jaringan mesofil terletak di antara dua jaringan epidermis yang terdiri dari parenkim palisade atas yang berbatasan dengan epidermis atas dan parenkim palisade bawah yang berbatasan dengan epidermis bawah. Di antara jaringan palisade atas dan bawah terdapat jaringan spons dengan kristal Ca-oksalat bentuk jarum (rafida). Jaringan pengangkut terletak di antara jaringan mesofil terdiri dari xilem dan floem.

#### ***Tebal Kutikula***

Kutikula merupakan lapisan yang melapisi dinding luar epidermis, yang terbentuk dari senyawa lemak (kutin), pektin, hemiselulosa dan lilin, berfungsi untuk mengurangi transpirasi daun (Gb.1).

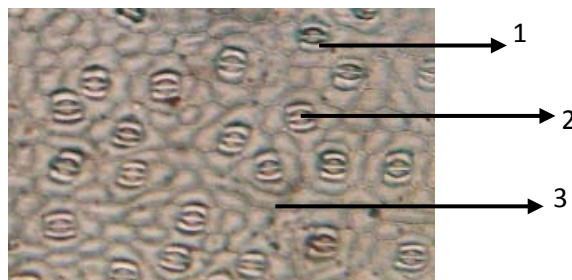


**Gambar. 1. Penampang melintang daun eceng gondok (perbesaran 400x). Keterangan : 1. epidermis, 2. kutikula**

Tebal kutikula pada eceng gondok di Sungai Sengkarang secara umum mempunyai tebal antara 1- 1.75  $\mu\text{m}$ . Sedangkan di Sungai Banger mempunyai tebal antara 1-1.25  $\mu\text{m}$ . Hasil analisis uji t menunjukkan bahwa tebal kutikula daun eceng gondok yang terdedah limbah cair batik maupun yang tidak terdedah limbah cair batik tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan eceng gondok mempunyai sistem metabolisme yang toleran terhadap polutan limbah cair batik sehingga tidak mengembangkan ketahanan struktural pada kutikulanya. Fahn (1995) menyatakan bahwa pada tumbuhan air mempunyai struktur kutikula yang tipis. Karakter ini dimiliki tumbuhan air, karena pada tumbuhan air tidak terpengaruh oleh terjadinya evaporasi akibat intensitas cahaya matahari yang tinggi. Qaisar *et. al*, (2005) menambahkan kutikula yang tipis merupakan ciri dari tumbuhan akuatik yang tidak perlu merespon lingkungan dalam menghadapi cekaman kekeringan. Hal ini dikarenakan suplai air yang melimpah dari lingkungan.

#### ***Ukuran Stomata dan Kerapatan Stomata***

Stomata merupakan salah satu derivat epidermis. Setiap stomata terdiri dari dua sel penutup yang mengelilingi lubang (porus). Stoma daun eceng gondok bersifat hipostomatik, dan mempunyai tipe parasitik (Gb.2).



**Gambar 2. Stomata daun eceng gondok, tipe parasitik, (perbesaran 100x). Keterangan: 1. Sel Penutup, 2. Porus, 3. Epidermis**

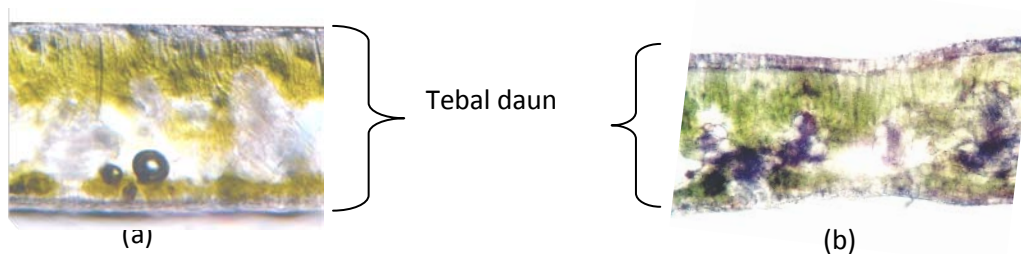
Kerapatan stomata pada daun yang berada di Sungai Banger adalah 60-78  $\text{mm}^2$  dan mempunyai panjang stomata antara 30-42,5  $\mu\text{m}$ , sedangkan di Sungai Sengkarang kerapatan stomatanya adalah 83-142  $\text{mm}^2$  dan panjang antara 35-45  $\mu\text{m}$ . Hasil analisis uji t menunjukkan adanya perbedaan yang tidak nyata antara keduanya. Daun eceng gondok di Sungai Sengkarang mempunyai jumlah stomata yang lebih banyak di dibandingkan dengan yang ada di Sungai Banger. Perairan Sungai Banger yang banyak mengandung limbah cair batik menyebabkan konsumsi  $\text{CO}_2$  semakin tinggi, sehingga berpengaruh terhadap kerapatan stomata, dan ukuran stomata lebih kecil. Hal ini didukung oleh Salisbury dan Ross (1991) yang menyatakan bahwa kerapatan stomata dipengaruhi ketersediaan  $\text{CO}_2$  di udara. Semakin tinggi konsentrasi  $\text{CO}_2$  di udara maka jumlah stomata persatuan luas semakin sedikit sehingga proses transpirasi dapat berkurang. Qaisar *et. al*, (2005) melaporkan stomata eceng gondok

mempunyai ukuran yang lebih pendek pada kondisi tercemar yaitu panjang rata-ratanya adalah 5  $\mu\text{m}$ , sedangkan pada tanaman kontrol mempunyai panjang 7  $\mu\text{m}$ .

### **Tebal Daun dan Tebal Mesofil Daun**

Tebal daun eceng gondok di Sungai Banger berkisar antara 370-510  $\mu\text{m}$ , sedangkan di Sungai Sengkarang mempunyai tebal daun antara 610-830  $\mu\text{m}$ . Hasil analisis uji t menunjukkan bahwa tebal daun eceng gondok di Sungai Banger dan Sungai Sengkarang memberikan hasil yang berbeda sangat nyata. Tebal mesofil daun di Sungai Banger 340-460  $\mu\text{m}$ , sedangkan di Sungai Sengkarang mempunyai tebal mesofil 550- 770  $\mu\text{m}$ . Hasil analisis uji t terhadap tebal mesofil pada daun eceng gondok di Sungai Banger dan Sengkarang menunjukkan hasil berbeda sangat nyata.

Adanya perbedaan yang sangat nyata dari struktur ketebalan daun dan ketebalan mesofil dapat dilihat dari struktur ruang udara yang terdapat di dalam mesofil. Sungai Banger yang telah tercemar limbah cair batik mempunyai ruang udara yang lebih sempit dibandingkan dengan ruang udara di Sungai Sengkarang. Hal ini dapat dikatakan bahwa adaptasi secara anatomi bagi suatu tumbuhan adalah tebal daun dan tebal mesofil daun (Gb.3).



**Gambar 3. Penampang melintang daun eceng gondok (a) di Sungai Sengkarang ; (b) di Sungai Banger (perbesaran 100x)**

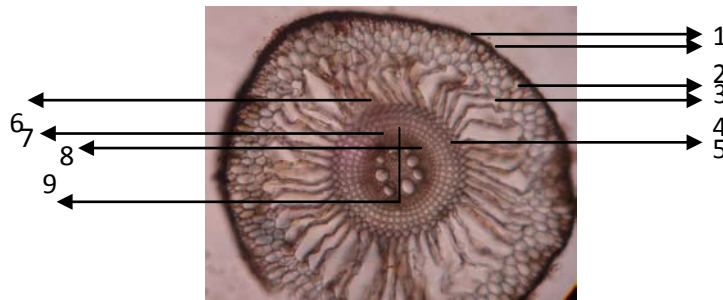
Tumbuhan eceng gondok yang berada di Sungai Banger mempunyai karakter anatomi daun yang lebih tipis dibandingkan di Sungai Sengkarang. Pencemaran yang terjadi pada Sungai Banger lebih didominasi oleh pencemaran limbah batik yang mengandung zat warna dan logam berat. Logam berat dalam limbah cair batik dapat mengganggu pembentukan jaringan spons pada tumbuhan. Fauziah *et. al*, (2005) menyatakan bahwa bersamaan dengan pengangkutan unsur hara maka logam berat yang terkandung dalam limbah terbawa dari akar menuju daun yang akan diakumulasi di daun. Logam-logam yang ada bersifat imobil dan semakin hari semakin mengalami akumulasi. Logam yang terakumulasi dapat mengganggu laju pertumbuhan sel, yaitu mengurangi kecepatan pembelahan sel. Luković *et. al*, (2005) menambahkan bahwa tumbuhan yang terdedah logam berat dalam konsentrasi yang besar, secara langsung akan mengurangi aktivitas pembelahan sel.

### **Anatomi akar eceng gondok**

Pengamatan pada akar eceng gondok menunjukkan bahwa struktur akar dari luar ke dalam tersusun oleh epidermis, eksodermis, korteks, trabikulae, endodermis, jaringan pengangkut (Gb.4). Qaisar *et. al*, (2005) menyatakan jaringan paling luar dari akar eceng gondok yang berfungsi sebagai pelindung adalah epidermis. Di bawah epidermis terdapat jaringan parenkim korteks yang membentuk hipodermis, korteks trabikulae, parenkim korteks, dan endodermis dengan pita caspary yang tidak begitu jelas. Trabikulae merupakan modifikasi parenkim korteks pada tumbuhan air yang berbentuk seperti benang dan diselingi ruang udara yang cukup besar. Jaringan pengangkut terdiri dari xilem dan floem terletak di sebelah dalam



jaringan kortek yang tersusun secara radial. Sedangkan pada bagian paling dalam dari akar adalah parenkim empulur.



**Gambar 4.** Penampang melintang akar eceng gondok (perbesaran 100x). Keterangan : 1. Epidermis, 2. Hipodermis, 3. Eksodermis, 4. Trabekulae, 5. Korteks dalam, 6. Endodermis, 7. Xilem, 8. Floem, 9. Stele.

#### ***Tebal epidermis akar***

Epidermis akar mempunyai satu lapisan sel. Dibawah epidermis adalah eksodermis yang tersusun oleh 2-3 lapis sel dan mempunyai ukuran lebih besar dibandingkan dengan ukuran epidermisnya. Menurut Qaisar *et. al*, (2005) pada eceng gondok mempunyai struktur yang khas dari anatomi akarnya berupa trabikulae. Trabikulae merupakan bagian dari parenkim korteks yang sel-selnya memanjang dan diselingi oleh ruang udara.

Hasil analisis uji t terhadap tebal epidermis akar eceng gondok menunjukkan berbeda sangat nyata antara tumbuhan yang tumbuh di Sungai Banger dan Sungai Sengkarang. Rata-rata tebal epidermis yang berada di Sungai Banger adalah 7,5- 9,2  $\mu\text{m}$ , sedangkan di Sungai Sengkarang antara 12,5-13,75  $\mu\text{m}$ . Akar eceng gondok yang tumbuh di Sungai Banger mempunyai epidermis yang lebih tipis. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa epidermis akar eceng gondok yang hidup di Sungai Banger melakukan adaptasi pada daerah yang terdedah limbah. Menurut Qaisar *et. al*, (2005), bahwa akar eceng gondok yang terdedah limbah tekstil mempunyai ukuran sel yang lebih kecil dibandingkan dengan tumbuhan kontrolnya. Hal ini dapat dilihat pada seluruh jaringan penyusun akar kecuali endodermis. Thomas (1983) menyatakan bahwa eceng gondok yang hidup pada lingkungan tercemar akan berakibat terhadap laju pertumbuhannya. Ketidakseimbangan nitrogen yang terkandung di dalam limbah tekstil akan terserap oleh akar dan menyebabkan sel mengalami reduksi sehingga ukurannya lebih kecil.

#### ***Diameter Berkas Pengangkut***

Berkas pengangkut pada *E. crassipes* Solm. terdiri dari xilem dan floem yang letaknya bergantian. Menurut Fahn (1991) bahwa tipe berkas pengangkut pada akar mempunyai tipe radial yang artinya letak xilem dan floem bergantian menurut susunan jari-jari lingkaran. Diameter xilem berkas pengangkut eceng gondok yang hidup di Sungai Sengkarang adalah antara 50-72  $\mu\text{m}$ , sedangkan di Sungai Banger mempunyai diameter antara 47,5-65  $\mu\text{m}$ . Eceng gondok mampu mengakumulasi logam berat yang terkandung di dalam epidermis sehingga tidak berpengaruh terhadap diameter berkas pengangkut.

Struktur trabikulae yang panjang dan berwarna hitam merupakan mekanisme penyaringan polutan dari limbah cair batik sehingga zat hara yang masuk ke dalam xilem mempunyai konsentrasi polutan yang lebih rendah. Trabikulae merupakan jaringan yang diduga sebagai penyimpan logam terbesar akibat kepekatan warna yang ditimbulkan cukup gelap. Prasad (1991) menambahkan logam berat berupa kadmium (Cd) masuk sampai akar menuju stele melalui jalur simplastik menembus sel-sel korteks akar.



## KESIMPULAN

1. Stuktur anatomi daun eceng gondok terdiri dari epidermis, mesofil (parenkim palisade, parenkim spons) dan berkas pengangkut. Sedangkan struktur anatomi akar terdiri dari epidermis, eksodermis, korteks, trabikulae, endodermis dan berkas pengangkut.
2. Karakter anatomi daun meliputi tebal daun dan tebal mesofil, serta tebal epidermis akar *eceng gondok* yang tumbuh di Sungai Banger mempunyai ukuran lebih tipis dibandingkan dengan yang tumbuh di Sungai Sengkarang. Selain itu, juga mempunyai kerapatan stomata lebih rendah dan ukuran stomata lebih kecil.

## DAFTAR REFERENSI

- Aminah. 2007. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kesadaran Hukum Pengusaha dalam Rangka Penegakan Hukum Lingkungan ( Studi Kasus Industri Kecil Batik Kota madya Pekalongan). Tesis (Tidak Dipublikasikan). Perpustakaan Universitas Indonesia, Jakarta.
- Astirin, O.P dan Winarno, K. 2000. Upaya Perbaikan Kualitas Limbah Cair Industri Batik Dengan Pemanfaatan Ekstrak Yeast. Laporan Kegiatan (tidak dipublikasikan). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Atikawati. 2005. Studi Karakter Anatomi Daun *Rhizopora mucronata* Lam. pada Daerah Perairan Tercemar. Skripsi (Tidak Dipublikasikan). Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto
- Dickison, W. C. 2000. Intregative Plant Anatomy. Harcourt Academic Press, San Diego
- Fahn, A. 1995. Anatomi Tumbuhan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Fauziah. Y., Syafrianti, dan S. Wariyanti 2005. Akumulasi Logam Cupprum (Cu) dan Zincum (Zn) di Perairan Sungai Siak Dengan Menggunakan Bioakumulator Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). Laporan Penelitian (tidak dipublikasikan). Laboratorium Biologi Jurusan PMIPA FKIP Universitas Riau. Pekanbaru
- Harun, N. H., P. M. Tuah, N. Z. Markom, M. Y. Yusof. 2008. Distribution of Heavy Metals in *Monochoria hastata* and *Eichornia crassipes* in Natural Habitats. International Conference on Environmental Research and Technology, Universitas Malaysia.
- Hidayat, E.B. 1995. Anatomi Tumbuhan Berbiji. Penerbit ITB, Bandung
- Hu C., L. Zhang, D. Hamilton, W. Zhou, T. Yang D. Zhu. 2007. Physiological Responses Induced by Copper Bioaccumulation in *Eichhornia crassipes* (Mart.) J. Hydrobiologia 579 :211–218
- Jannie, S. C. L Peterson dan G. Moller. 2005. Biodegradability BOD5, COD and Toxicology of Biodiesel Fuels, University of Idaho.
- Luković, J.\*, Krstić, L., Halgašev, M., Merkulov, L. J., Nikolić. 2005. The Influence of Different Concentrations of Cadmium on Structural Characteristics of Poplar Clones Root. Proceedings of The Balkan Scientific Conference of Biology In Plovdiv (Bulgaria)
- Nurwakidah, N. 2006. Studi Penyesuaian Diri *Acanthus ilicifolius* L. Terhadap Lingkungan yang Berbeda Ditinjau dari Karakter Anatomi Akar. Skripsi (Tidak Dipublikasikan). Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto
- Ozturk M., I. Alyanak, S. Sakcali, A. Guvensen. 2005. Multipurpose Plant Systems For Renovation Of Waste Waters. The Arabian Journal for Science and Engineering, Vol 30: 2C
- Qaisar. M, Z. Ping, S. M. Rehan, I. Ejaz ul, A. M. Rashid, H. Yousaf. 2005. Anatomical Studies on Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* Solms) Under The Influence of Textile Wastewater. Journal of Zhejiang University Science 6B(10):991-998
- Rumuningsih S., 2009. Laporan Pengujian Sungai Kota Pekalongan. Kantor Lingkungan Hidup Kota Pekalongan, Pekalongan
- Salisbury , F. B. dan C. W. Ross. 1991. Fisiologi Tumbuhan Jilid 1. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Sari, R. M. 2008 Uji Kemampuan Akumulasi Logam Krom dalam Medium Air yang Terkontaminasi Limbah Cair Tekstil Oleh *Ceratophyllum demersum* L. dan *Scirpus grossus* L. Skripsi (Tidak dipublikasikan) Sekolah Tinggi Ilmu Hayati ITB, Bandung
- Sass, J. E. 1951. Botanical Microtechnique. Third Edition. The Iowa State Coolage Press. Iowa



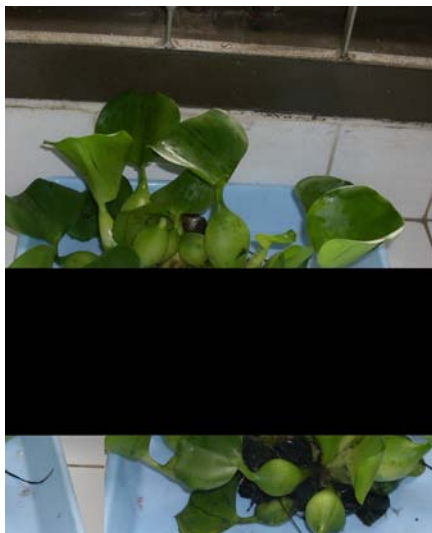
Supartono T. 2008. Agar Eceng Gondok Tidak Bikin Gondok. URL: <http://katabermakna.blogspot.com/agar-eceng-gondok-tidak-bikigondok.html/> diakses tanggal 3 Mei 2008

Warier, R. R. dan S. Saroja. 2008. Histochemical Studies on Water Hyacinth With Particular Ref Water Pollution. International Journal of Intergrative Biology (IJIB) Vol (3) : 96-99

### LAMPIRAN



Tanaman *E. crassipes* (Mart.) Solm. Di Sungai Sengkarang (kiri) dan Di Sungai Banger (kanan)



Morfologi *E. crassipes* (Mart.) Solm. di Sungai Sengkarang (kiri) dan di Sungai Banger (kanan)





## RASIO NITRAT-FOSFAT PEMICU BLOOMING *Microcystis* DI PERAIRAN WADUK SUTAMI MALANG

Catur Retnaningdyah<sup>1</sup>, Suharjono<sup>1</sup>, Agoes Soegianto<sup>2</sup>, dan Bambang Irawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang; <sup>2</sup>Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Email : catur@ub.ac.id

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi rasio nitrat-fosfat terhadap pertumbuhan *Microcystis* yang dikulturkan bersama-sama dengan komunitas plankton lain secara insitu pada media alami di waduk Sutami. Penelitian dilakukan April-Nopember 2009 dengan eksperimen semu menggunakan rancangan acak lengkap empat ulangan. Air waduk Sutami yang berisi komunitas plankton termasuk *Microcystis* diberi perlakuan lima variasi konsentrasi nitrat-fosfat (10, 20, 40, 80, dan 160). Sebagai kontrol yaitu air waduk Sutami yang tidak diberi penambahan nutrisi. Eksperimen menggunakan karamba dari kantung plastik transparan diameter 1 m dan panjang 1,5 m yang ditanamkan ke perairan dengan bambu. Penghitungan kelimpahan *Microcystis* dan kualitas fisiko-kimiawi perairan dilakukan tiap tiga hari sampai 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi rasio nitrat-fosfat perlakuan akan semakin besar kelimpahan *Microcystis* yang bisa didukung oleh media. Berdasarkan koefisien korelasi Pearson, kelimpahan *Microcystis* dari waduk Sutami yang ditumbuhkan bersama-sama dengan plankton lain pada berbagai rasio nitrat-fosfat berkorelasi nyata secara positif dengan kadar nitrat, nitrit, total fosfat, konduktivitas, pH, rasio nitrat-fosfat perlakuan dan nilai KMnO<sub>4</sub> perairan. Blooming *Microcystis* di perairan waduk Sutami dapat terjadi pada kadar nitrat perairan yang tinggi dengan rasio nitrat-fosfat terlarut yang tinggi.

Kata Kunci: Blooming *Microcystis*, rasio nitrat-fosfat, waduk Sutami

### PENDAHULUAN

Hasil monitoring terhadap plankton yang ada di waduk Sutami yang terletak di daerah Malang Jawa timur selama tahun 2004 sampai bulan Maret 2006 ditemukan adanya kodominansi jenis *Microcystis*, *Synedra* sp dan *Ceratium* sp. (Samino dan Retnaningdyah, 2004 dan 2006; Retnaningdyah dan Samino, 2005 dan 2006). Blooming *Microcystis* juga pernah terjadi pada tahun 2002 di perairan tersebut (Retnaningdyah dkk, 2002). *Microcystis* merupakan salah satu jenis *blue-green algae* (Cyanobacteria) yang pada kondisi blooming dapat menghasilkan racun (*microcystin*) yang mempunyai sifat toksik tinggi baik terhadap tumbuhan maupun hewan sampai dapat menyebabkan kematian (Barnes & Mann, 1991; Romanowska-Duda *et al*, 2002; Ferrão-Filho *et al*, 2002; Oberholster *et al.*, 2004; Closs *et al*, 2006; Samino dan Retnaningdyah, 2006 ).

Pengendalian terhadap blooming *Microcystis* yang sedang terjadi di perairan dapat dilakukan dengan mengurangi bahan pencemar penyebab blooming. Hasil penelitian sebelumnya oleh Retnaningdyah (2008) dan Retnaningdyah dkk. (2010) menunjukkan bahwa kandungan nitrat dan fosfat secara positif dapat mempengaruhi pertumbuhan *Microcystis* di media selektif. Blooming *Microcystis* dapat terjadi di media B12 yang mempunyai rasio nitrat:fosfat sebesar 20, 40 atau 80 asalkan kandungan fosfat di media tersebut sebesar 0,4 mg/L dan semakin tinggi kandungan nitrat yang diberikan di media B12 (8-64 mg/L) secara nyata dapat mengakibatkan semakin tinggi kelimpahan *Microcystis*.

Hasil penelitian di daerah subtropik secara umum dapat disimpulkan bahwa blooming dari cyanobacteria cenderung dapat terjadi pada danau dengan rasio massa TN:TP kurang dari 29 yang (Smith, 1983; Fujimoto & Sudo, 1997). Hasil penelitian di daerah Swedia menunjukkan bahwa blooming *Microcystis* dipicu oleh tingginya konsentrasi nutrisi dalam kombinasi rasio N:P yang rendah yaitu kurang dari 10 (Stahl-Delbanco *et al.*, 2003). Sedangkan penelitian di danau hipereutrofik China (Xie *et al.*, 2003) mendapatkan hasil yang bertentangan dengan hal



di atas yang menunjukkan bahwa rendahnya rasio TN:TP adalah bukan merupakan penyebab blooming *Microcystis* tetapi sebagai hasil dari blooming tersebut. Blooming dapat terjadi pada rasio TN:TP < 29 atau TN:TP > 29 dengan nutrien (N, P) yang cukup tinggi. Blooming tidak dapat terjadi pada perairan dengan konsentrasi P yang rendah meskipun keberadaan N mencukupi. Berdasarkan hasil penelitian di atas dan belum adanya informasi penelitian dalam kajian yang sama di daerah tropik, maka tujuan penelitian adalah menentukan perbedaan respon pertumbuhan *Microcystis* yang dikulturkan bersama-sama dengan komunitas plankton lain secara insitu pada media alami di waduk Sutami dengan berbagai variasi rasio nitrat-fosfat. Untuk selanjutnya hasil ini diharapkan dapat dipakai sebagai landasan penelitian berikutnya dan juga tindakan dalam rangka pengendalian blooming *Microcystis* di perairan.

## BAHAN DAN METODA

Penelitian dilakukan secara eksperimen semu insitu di waduk Sutami Malang Jawa Timur, Indonesia menggunakan rancangan acak lengkap. Pengambilan sampel air untuk perlakuan, *Microcystis* dan plankton lain dilakukan di Waduk Sutami. Penghitungan *Microcystis* dan sebagian kualitas air dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang. Pengukuran kadar nitrit, Total P dan Total Kjeldahl N dilakukan di Laboratorium Perum jasa Tirta I Malang. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus sampai Nopember tahun 2009.

Eksperimen menggunakan kantung plastik transparan diameter 1 m dan panjang 1,5 m dimasukkan ke perairan dengan menggunakan karamba dari bambu. Plastik dijaga supaya bisa terbenam di perairan dan sekitar 10 cm dari kantung plastik tersebut berada di atas permukaan air. Untuk menjaga supaya air hujan tidak bisa masuk ke dalam perlakuan, maka disediakan plastik yang bisa digunakan untuk menutup perlakuan sewaktu-waktu hujan turun. Penempatan perlakuan eksperimen *in situ* di waduk Sutami dilakukan secara *random* atau acak.

300 L contoh air dari waduk Sutami yang didalamnya sudah berisi komunitas *Microcystis* dan plankton lain pada kedalaman 0-50 cm dimasukkan ke dalam masing-masing kantung plastik perlakuan kemudian diberikan lima perlakuan penambahan nitrat-fosfat yang konsentrasinya didasarkan penelitian sebelumnya. Perlakuan tersebut adalah rasio nitrat-fosfat 10 dengan penambahan nitrat 8 mg/L dan fosfat 0,8 mg/L, rasio nitrat-fosfat 20 dengan penambahan nitrat 8 mg/L dan fosfat 0,4 mg/L rasio nitrat-fosfat 40 dengan penambahan nitrat 16 mg/L dan fosfat 0,4 mg/L, rasio nitrat-fosfat 80 dengan penambahan nitrat 32 mg/L dan fosfat 0,4 mg/L, rasio nitrat-fosfat 160 dengan penambahan nitrat 32 mg/L dan fosfat 0,2 mg/L. Sebagai kontrol disediakan kantung plastik yang tidak diberi perlakuan penambahan nutrisi. Pengulangan penelitian dilakukan sebanyak empat kali pada waktu yang sama. Sedangkan untuk pembandingan kondisi waduk Sutami pada saat penelitian, maka setiap dilakukan sampling pada perlakuan dan kontrol, juga dilakukan pengambilan sampel di perairan waduk Sutami di luar perlakuan tersebut. Inkubasi dilakukan insitu di waduk Sutami selama 30 hari.

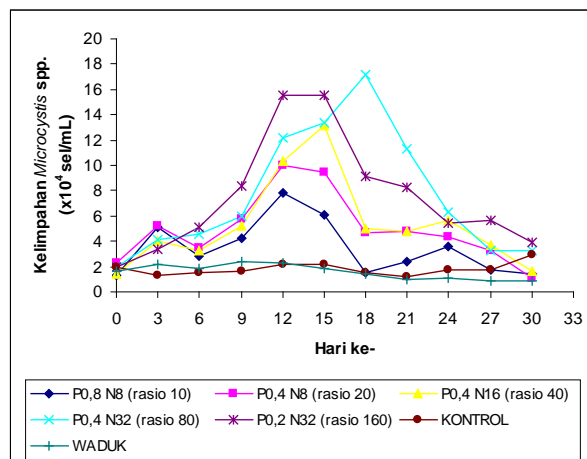
Untuk mengetahui pengaruh nutrisi dan plankton lain terhadap pertumbuhan *Microcystis*, maka pada setiap perlakuan tersebut dilakukan pengukuran kualitas air dan penghitungan terhadap kelimpahan *Microcystis* setiap tiga hari sekali sampai 30 hari. Setelah dilakukan pengadukan pada tiap perlakuan, kemudian dilakukan pengambilan sampel air sebanyak tiga liter dengan menggunakan alat pencuplik air (*water sampler*) vertikal yang berkapasitas satu liter. Sampel air tersebut merupakan akumulasi dari air yang diambil pada kedalaman  $\pm$  0-25 cm, 50-75 cm dan 100-125 cm di bawah permukaan air (masing-masing kedalaman di ambil 1 liter). Sebagian sampel air hasil sampling tersebut digunakan untuk

mengukur kualitas air yaitu nilai pH, DO, suhu air, konduktivitas, kadar nitrat, nitrit, ammonia, Total Kjeldahl N, Fosfat total dan nilai  $KMnO_4$  dengan cara menurut Clesceri *et.al* (1998).

Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan menyaring 1 liter air tersebut dengan menggunakan jaring plankton yang mempunyai ukuran 406 pori-pori per inci dan diameter 12 cm. Sampel plankton yang tersaring dijadikan 15 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi untuk dihitung kelimpahan sel *Microcystis* menurut metode Joung *et.al* (2006). Data penghitungan kelimpahan *Microcystis* tiap hari dikompilasi dan dibuat grafik pola pertumbuhan. Keterkaitan atau interaksi antara *Microcystis* dengan faktor fisiko-kimiawi dan plankton yang lain dinalisis dengan mencari koefisien korelasi Pearson.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola pertumbuhan *Microcystis* yang diinteraksikan dengan plankton lain dari waduk Sutami pada berbagai rasio hasil penelitian tahap kedua dapat dilihat pada Gambar 1. Semakin tinggi rasio nitrat-fosfat dengan kadar nitrat perairan yang tinggi dapat mengakibatkan semakin besar kelimpahan maksimum *Microcystis* yang bisa didukung oleh media tersebut. Hal ini tidak sesuai dengan pendapat dari Smith (1983) dan Fujimoto & Sudo (1997) tentang “pengaturan TN terhadap TP” yang menyatakan bahwa blooming cyanobacteria cenderung dapat terjadi pada danau dengan rasio massa TN terhadap TP kurang dari 29. Dan juga tidak sesuai dengan pendapat Stahl-Delbanco *et. al* (2003) yang menunjukkan bahwa blooming *Microcystis* di daerah Swedia dipicu oleh tingginya konsentrasi nutrisi dalam kombinasi rasio N terhadap P yang rendah yaitu kurang dari 10.



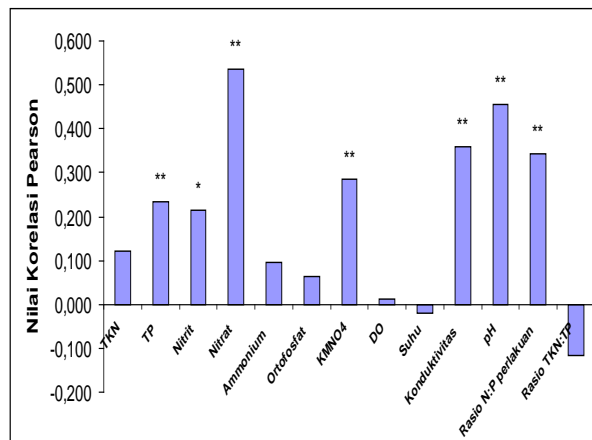
**Gambar 1. Pola pertumbuhan *Microcystis* yang diinteraksikan dengan plankton lain dari waduk Sutami pada berbagai rasio nitrat-fosfat**

Berdasarkan hasil perhitungan korelasi Pearson antara parameter lingkungan dengan kelimpahan *Microcystis* (Gambar 2), dapat dilihat bahwa kelimpahan *Microcystis* di waduk Sutami yang ditumbuhkan bersama-sama dengan plankton lain pada berbagai rasio N:P berkorelasi nyata secara positif dengan kadar nitrat, nitrit, total fosfat, konduktivitas, pH, rasio N:P perlakuan dan nilai  $KMnO_4$  perairan.

Pada penelitian ini, berdasarkan hasil analisis korelasi terbukti bahwa nitrat bersama nitrit berkorelasi positif terhadap pertumbuhan *Microcystis*. Korelasi kadar nitrat dan nitrit dengan kelimpahan *Microcystis* selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. Menurut Qiang Hu (2000) nitrat bersama dengan nitrit dan ammonia merupakan sumber utama nitrogen bagi pertumbuhan mikroalga, digunakan sebagai sintesis asam amino dan protein.



Menurut pendapat Dokulil & Teubner (2000) salah satu penyebab blooming *Microcystis* adalah tingginya nitrat.

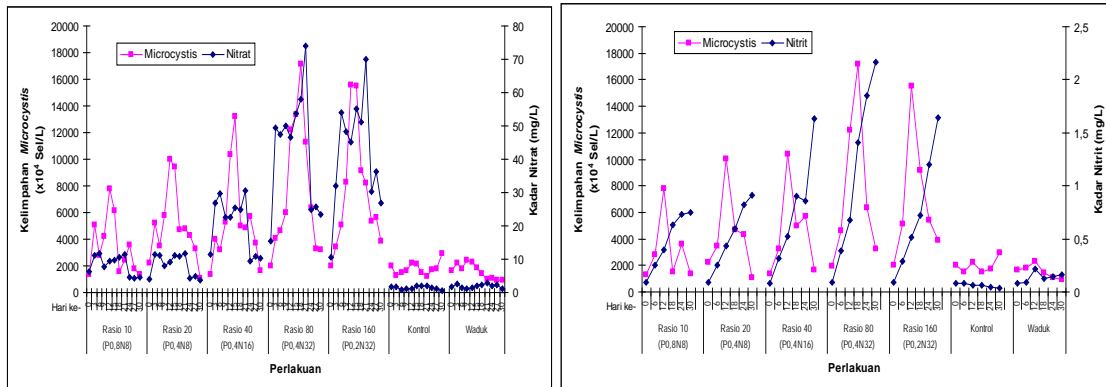


**Gambar 2.** Nilai koefisien korelasi Pearson antara kelimpahan *Microcystis* dengan faktor lingkungan (Keterangan: \* menunjukkan berbeda nyata pada  $\alpha$  0,05 dan \*\* menunjukkan nyata sekali dengan  $\alpha$  0,01).

Menurut Ramirez dan Bicudo (2005), *Microcystis* merupakan bioindikator untuk daerah perairan yang bersifat eutrofik dengan kadar nitrat yang tinggi, karena organisme ini memanfaatkan nitrat yang digunakan sebagai sumber energi dalam menghasilkan sel-sel baru dan koloni. Semakin tinggi nitrat di lingkungan akan dapat memicu pertumbuhan *Microcystis* sehingga kemungkinan bisa sampai terjadi blooming. Kondisi blooming ini bisa terjadi mengingat menurut Verspagen (2006) dikatakan blooming apabila kelimpahan sel *Microcystis* di perairan lebih dari 10.000 sel/mL.

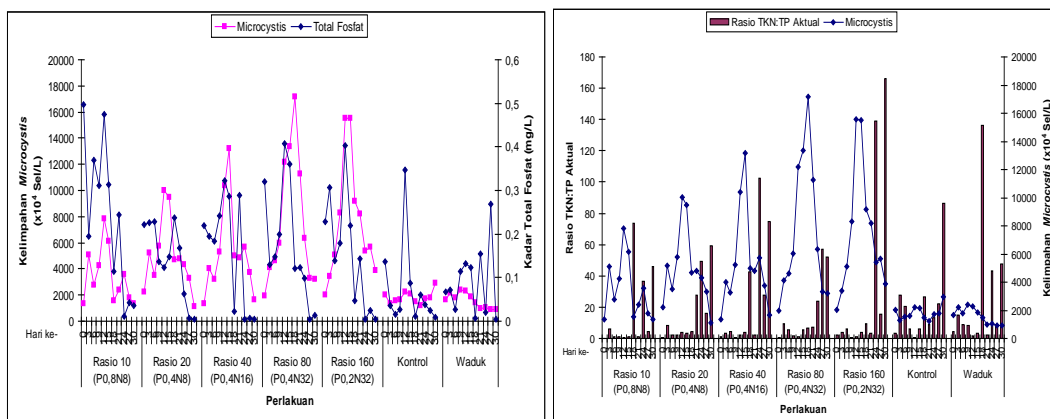
Kadar fosfat di perairan yang dibutuhkan untuk memicu terjadinya blooming adalah rendah. Pada penelitian ini, fosfat yang dibutuhkan untuk memicu pertumbuhan yang cepat dari *Microcystis* adalah 0,2-0,4 mg/L. Hasil sesuai dengan pendapat Sharpley (2003), bahwa di ekosistem perairan unsur fosfor (P) merupakan nutrisi pembatas. Sedangkan menurut Davis dan Masten (2004), unsur P merupakan nutrisi vital bagi pertumbuhan alga. Oleh karena itu, apabila seluruh fosfor habis digunakan maka pertumbuhan organisme akan terhenti walaupun nutrisi lain melimpah. Sedangkan apabila ketersediaan fosfor mencukupi, maka peningkatan konsentrasi nitrat akan memicu terjadinya *blooming* alga. Berdasarkan hasil analisis korelasi ditemukan bahwa kadar total fosfat berkorelasi positif terhadap kelimpahan *Microcystis* sedangkan kadar ortofosfat tidak berkorelasi nyata (Gambar 2). Menurut Heathwaite *et. al* (2000), kebutuhan alga secara umum terhadap fosfor jauh lebih rendah daripada kebutuhan terhadap karbon dan nitrogen (106C : 16N : 1P). Apabila rasio ketersediaan N dan P adalah 30:1, maka fosfor akan habis sebelum nitrogen digunakan seluruhnya. Sedangkan apabila rasio ketersediaan N dan P adalah 6:1, maka nitrogen akan cepat habis dan pertumbuhan menjadi terhambat.

Di perairan unsur fosfor umumnya berada dalam bentuk fosfat. Ortofosfat merupakan senyawa fosfat yang bersifat larut air sehingga dapat secara langsung dimanfaatkan oleh organisme termasuk fitoplankton dan tumbuhan air yang lain. Senyawa ini banyak digunakan sebagai penyubur tanah. Aliran air dapat membawa senyawa ortofosfat dari areal pertanian ke perairan.



**Gambar 3. Interaksi antara kadar nitrat dan nitrit terhadap kelimpahan *Microcystis***

Pada penelitian ini, penurunan konsentrasi ortofosfat pada perlakuan terjadi pada 12 hari pertama, kemudian seiring dengan penurunan kelimpahan *Microcystis* terjadi kenaikan kadar ortofosfat dan terjadi penurunan lagi. Penurunan ini menandakan bahwa *Microcystis* memanfaatkan nutrisi fosfat yang tersedia untuk pertumbuhannya. Hal tersebut diduga berkaitan dengan ketersediaan nutrisi lain dalam media terutama nitrat. Sedangkan terjadinya peningkatan kadar ortofosfat diduga berasal dari degradasi sel-sel *Microcystis* yang telah mati. Fosfor dalam sel merupakan senyawa fosfat organik. Kematian menyebabkan sel lisis dan terurai sehingga senyawa fosfat terlepas ke dalam media. Hal tersebut juga menyebabkan adanya penambahan ortofosfat pada media. Semakin banyak kematian sel, maka diduga senyawa fosfat yang terlepas ke dalam media semakin banyak. Hal ini juga didukung oleh terjadinya penurunan kadar total fosfat pada saat terjadinya peningkatan kadar ortofosfat. Total fosfat dapat mencerminkan kandungan fosfat organik yaitu fosfat yang terikat pada jaringan organisme. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan adanya korelasi positif antara kadar total fosfat dengan kelimpahan *Microcystis* (Gambar 4).



**Gambar 4. Interaksi antara kadar Total Fosfat dan Rasio Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) terhadap Total Fosfat (TP) aktual dengan kelimpahan *Microcystis***

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat ada kecenderungan bahwa pada kelimpahan *Microcystis* yang tinggi mengakibatkan nilai rasio TKN:TP yang rendah. Hasil analisis korelasi menunjukkan hasil yang sesuai yaitu diperoleh nilai negatif meskipun nilai tersebut tidak nyata pada tingkat signifikansi 0,05 (Gambar 2). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian di danau hipereutrofik China (Xie *et. al*, 2003) yang menunjukkan bahwa rendahnya rasio TN terhadap TP adalah bukan merupakan penyebab blooming *Microcystis* tetapi sebagai hasil dari blooming tersebut. Blooming dapat terjadi pada rasio TN terhadap TP < 29 atau > 29 dengan nutrisi (N, P) yang cukup tinggi.



Nilai pH semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu inkubasi. Hasil analisis korelasi juga menunjukkan adanya korelasi yang positif antara pH dengan kelimpahan *Microcystis*. Menurut Goldman & Horne (1983) pH perairan dapat berpengaruh terhadap kelimpahan dan keragaman plankton. Sel *Microcystis* umumnya kodominan pada daerah yang bersifat basa bersama plankton lain seperti *Anabaena*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, dan *Closterium*. Sedangkan menurut Ratcliffe (1977 dalam Palmer dan Roy, 2001) dan Obelhoster (2006) fitoplankton jenis Cyanophyceae (Cyanobacteria) dapat dominan pada perairan dengan pH di atas 7. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran pH pada penelitian ini yaitu ditemukan nilai 8,9-10,6.

Nilai konduktivitas (daya hantar listrik) dan nilai  $KMnO_4$  juga berkorelasi secara positif terhadap kelimpahan *Microcystis*. Hal ini wajar oleh karena nilai konduktivitas dapat menunjukkan besarnya ion-ion yang ada di perairan. Semakin tinggi nitrat maka ion-ion terlarut di perairan akan semakin besar. Sedangkan *Microcystis* merupakan bagian dari bahan organik, sehingga dengan semakin melimpahnya *Microcystis* maka dapat mengakibatkan bahan organik semakin tinggi dan nilai  $KMnO_4$  juga semakin meningkat.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Semakin tinggi rasio N:P pada media alami air waduk Sutami yang diberi penambahan variasi nitrat dan fosfat semakin besar kelimpahan maksimum *Microcystis* yang bisa didukung oleh media tersebut. Kelimpahan *Microcystis* dari waduk Sutami yang ditumbuhkan bersama-sama dengan plankton lain pada berbagai rasio N:P berkorelasi nyata secara positif dengan kadar nitrat, nitrit, total fosfat, konduktivitas, pH, rasio N:P perlakuan dan nilai  $KMnO_4$  perairan. Blooming *Microcystis* di perairan waduk Sutami dapat terjadi pada kadar nitrat perairan yang tinggi dengan rasio Nitrat:fosfat terlarut yang tinggi.

Pengendalian blooming *Microcystis* di perairan dapat dilakukan dengan monitoring secara rutin kandungan N dan P di perairan. Apabila dari hasil monitoring di waduk Sutami ditemukan kadar nitrat yang tinggi dengan kandungan ortofosfat minimal 0,4 mg/L, maka pihak pengelola waduk Sutami harus segera bertindak untuk menurunkan kadar nitrat tersebut dan juga perlu dilakukan pengawasan terhadap sumber-sumber nitrat dari aktivitas manusia di sekitar waduk.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini adalah sebagian dari Hibah Penelitian Strategis Nasional tahun anggaran 2009 yang dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional melalui DIPA Universitas Brawijaya, maka bersama ini diucapkan terima kasih kepada : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Rektor Universitas Brawijaya, Perum Jasa Tirta I Malang Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Brawijaya Malang

### PUSTAKA

- Barnes, R.S.K. & K.H. Mann. 1991. *Fundamentals of Aquatic Ecology*. Blackwell Science. London. 270 pages.
- Clesceri, L.S., A.E. Greenberg & A.D. Eaton. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 20<sup>th</sup> Ed., Washington.
- Closs, G., B. Downes, A. Boulton. 2006. *A Scientific Introduction Freshwater Ecology*. Blackwell Publishing. Malden USA
- Davis, M.L. dan Masten, S.J. 2004. *Principles of Environmental Engineering and Science*. McGraw-Hill companies, Inc. New York
- Dokulil, M.T. & K. Teubner. 2000. Cyanobacterial Dominance in Lakes. *Hydrobiologia*. 438: 1-12



- Ferrão-Filho, A.S., P. Domingos, S. M. F. O. Azevedo, 2002, Influences of a *Microcystis aeruginosa* Kützing bloom on zooplankton populations in Jacarepaguá Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil), *Limnologia*, 32: 295-308
- Fujimoto, N., R. Sudo. 1997. Nutrient-limited growth of *Microcystis aeruginosa* and *Phormidium tenue* and competition under various N:P supply ratios and temperatures. *Limnol. Oceanogr.*, 42(2): 250-256
- Goldman, C.R. & A.J. Horne. 1983. *Limnology*. Mc. Graw Hill International Book Co., New York.
- Heathwaite, L., Phil H. dan Rachel D. 2000. Pathways of Phosphorus Transport in *Agriculture and phosphorus management: the Chesapeake Bay*. editor Sharpley A.N. CRC Press. Boca Raton
- Joung, S.H., C.J. Kim, C.Y. Ahn, K.Y. Jang, S.M. Boo, H.M. Oh. 2006. Simple method for a cell count of the colonial Cyanobacterium *Microcystis* sp. *The Journal of Microbiology*. 44(5):562-565
- Oberholster, P.J, Botha dan Grobbelaan, (2004), *Microcystis* spp. : Source of Toxic Mikrocytstins in Drinking Water. *African Journal of Biotechnology*, 3(3):159 – 168.
- Palmer, M.A. dan D.B.Roy. 2001. An Estimate of The Extent of Dystrophic, Oligotrophic, Mesotrophic, and Eutrophic standing fresh water in Great Britania. Joint Nature Conservation Committee Report. Peterborough.
- Qiang Hu, Westerhoff, P; Vermaas, W. 2000. Removal of Nitrate from Grounwater by Cyanobacteria : Quantitative Assesment of Factors Influencing Nitrate Uptake. *Applied and Environmental Microbiology*.
- Ramirez, J.J. dan C.E.M. Bicudo. 2005. Diurnal and Spatial (Vertical) Dynamics of Nutrients (N, P, Si) in Four Sampling Days (Summer, Fall, Winter and Spring) in A Tropical Shallow Reservoir and Their Relationships with The Phytoplankton Community. *Braz. J. Biol.* 65(1): 141-157
- Retnaningdyah, C., Prayitno, Y. Rosyitawati, M.Y.C Dewi, A.N. Hartini, 2002. Potensi Mikroalga sebagai Bioindikator Tingkat Pencemaran Bahan Organik di Perairan Waduk. National Seminar on Research and Studies Research Grant conducted by Ministry of National Education, Directorate General of Higher Education, TPSDP, Jakarta December 27-28.
- Retnaningdyah, C. Dan S. Samino. 2005. Monitoring Dinamika Komunitas Fitoplankton dan Zooplankton di Waduk Sutami Malang Periode 2005. Laporan Penelitian Kerjasama Perum Jasa Tirta I dengan Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Sertifikat No. ID03/0127
- Retnaningdyah, C. Dan S. Samino. 2006. Monitoring Dinamika Komunitas Fitoplankton dan Zooplankton di Waduk Sutami Malang Periode Bulan Januari-Maret 2006. Laporan Penelitian Kerjasama Perum Jasa Tirta I dengan Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Sertifikat No. ID03/0127
- Retnaningdyah, C. 2008. Keterkaitan Kualitas Air dengan Dinamika Populasi *Microcystis* spp. di Waduk Sutami, Malang, Jawa Timur. Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV, diselenggarakan oleh Pusat penelitian Limnologi-LIPI, Bogor, 15 Oktober 2008.
- Retnaningdyah, C., Suharjono, A. Soegianto, B. Irawan, 2010, Respon Pertumbuhan *Microcystis* Hasil Isolasi dari Waduk Sutami pada Berbagai Kombinasi Nitrat dan Fosfat di Media Selektif B-12, Makalah dipresentasikan secara oral pada Seminar Nasional Basic Science VII, diselenggarakan oleh Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang, 20 Pebruari 2010.
- Romanowska-Duda, Z., J. Mankiewicz, M. Tarczyńska, Z. Walter, M. Zalewski. 2002. The Effect of Toxic Cyanobacteria (Blue Green Algae) on Water Plants and Animal Cells. *Polish Journal of Environmental Studies*. 11(5): 561-566
- Samino, S. dan C. Retnaningdyah, 2004. Monitoring Dinamika Komunitas Fitoplankton dan Zooplankton di Waduk Sutami Malang Periode Bulan Oktober sampai Desember 2004. Laporan Penelitian Kerjasama Perum Jasa Tirta I dengan Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Sertifikat No. ID03/0127
- Samino, S. dan C. Retnaningdyah, 2006. Evaluasi Sifat Toksik *Microcystis* spp. Terhadap Beberapa Ikan dari Waduk Sutami untuk Pengembangan *Early Warning System* dalam *Blooming* Mikroalga. Laporan Penelitian Kerjasama Perum Jasa Tirta I dengan Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Sertifikat No. ID03/0127
- Sharpley, A.N. 2003. *Agriculture and phosphorus management: the Chesapeake Bay*. CRC Press LLC. Boca Raton
- Smith, V.H. 1983. Low nitrogen to phosphorus ratios favor dominance by blue-green algae in lake. *Science*. 221:669-671



- Stahl-Delbanco, A., L.A. Hansson, M. Gyllstrom. 2003. Recruitment of resting stages may induce blooms of *Microcystis* at low N:P ratios. *J. of Plankton Research*. 25(9): 1099-1106.
- Verspagen, J.M.H. 2006. Benthic-Pelagic Coupling in the Population Dynamics of the Cyanobacterium *Microcystis*. Ph.D Thesis. Universiteit Utrecht, Nederlands





## VORASITAS KEONG MURBEI (*Pomacea canaliculata*) TERHADAP TUMBUHAN AIR TENGGELAM SEBAGAI LANDASAN ALTERNATIF PENANGANAN GULMA AIR

Niken T.M. Pratiwi, Ety Riani, Ristiyanti M. Marwoto, Eka H. Sutanto, dan Pungky Kumaladewi<sup>5</sup>

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor  
E-mail : Niken\_tm\_pratiwi@yahoo.com

Keong murbei diduga lebih efektif bila dimanfaatkan untuk mengendalikan gulma air tenggelam seperti *Cabomba caroliniana*, *Vallisneria* sp., dan *Egeria densa*. Diduga perbedaan variasi cangkang akan mempengaruhi tingkat konsumsi keong murbei terhadap gulma air. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium dalam dua tahap, terhadap tiga kelompok ukuran keong. Tahap pertama dilakukan untuk mendapatkan dan membandingkan nilai vorasitas keong murbei terhadap ketiga gulma air tersebut dengan desain percobaan RAK, sedangkan tahap kedua dilakukan untuk mempelajari tingkat konsumsi dua populasi keong murbei (*P. canaliculata*) yang memiliki variasi cangkang berbeda (cangkang kuning dan coklat) terhadap gulma air *Vallisneria spiralis* dengan desain percobaan faktorial. Hasil penelitian tahap pertama menunjukkan bahwa nilai vorasitas keong murbei (*P. canaliculata*) terhadap *V. spiralis* paling besar (berbeda nyata  $p < 0,05$ ) dibandingkan *E. densa* dan *C. caroliniana*. Nilai vorasitas keong murbei terhadap *E. densa* dan *C. caroliniana* cenderung sama (tidak berbeda nyata ( $p \geq 0,05$ )). Semua nilai vorasitas terendah terdapat pada kelompok panjang 1,75-1,9 cm.. Semua nilai vorasitas tertinggi terdapat pada kelompok panjang 3,5-3,6 cm. Hasil penelitian tahap kedua menunjukkan bahwa tingkat konsumsi terbesar untuk keong murbei cangkang kuning adalah 3,9614 gram/hari pada ukuran 3,45 cm, sedangkan konsumsi terendah adalah 0,8776 gram/hari pada ukuran 2,25 cm. Selanjutnya pada populasi keong murbei cangkang coklat, berturut-turut adalah 3,6583 gram/hari pada ukuran 3,85 cm, serta 0,6048 gram/hari pada ukuran 2,12 cm. Tingkat konsumsi rata-rata berdasarkan kelompok ukuran menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya ukuran. Hasil analisis statistik tingkat konsumsi rata-rata dengan menggunakan *Anova: Two-Factor with Replication* menunjukkan bahwa variasi cangkang tidak mempengaruhi tingkat konsumsi keong murbei terhadap *V. spiralis* ( $p \geq 0,05$ ). Tingkat konsumsi keong murbei dipengaruhi oleh kelompok ukuran yang digunakan ( $p < 0,05$ ). Uji lanjut BNT menunjukkan bahwa tiap kelompok ukuran memiliki tingkat konsumsi yang berbeda nyata pada taraf  $\alpha 0,05$ . Berdasarkan hasil penelitian ini juga diketahui bahwa kelompok ukuran sedang (2,99-3,22 cm) lebih berpotensi dalam penanganan gulma air *Vallisneria spiralis*.

Kata kunci: Vorasitas, keong Murbei (*Pomacea canaliculata*), penanggulangan tumbuhan air

### PENDAHULUAN

Keong murbei (*Pomacea canaliculata*) merupakan spesies yang kosmopolitan (Suharto 2003 in Min and Yan 2006). Namun, distribusi dan daya adaptasi keong murbei tersebut justru menjadikannya sebagai salah satu organisme yang dikhawatirkan akan menjadi hama pertanian yang rakus dan agresif (Hendarsih-Suharto *et al.* 2006; Chapin *et al.* 2000 in Min and Yan 2006).

Keong murbei memakan tanaman berdaun lunak serta memiliki toleransi makanan yang luas. Di Cina, makanan keong murbei meliputi alang-alang dan bermacam tumbuhan air (Purchon 1977, Halwart 1994 in Min and Yan 2006).

Di lain pihak, Porte *et al.* (2006) mencoba memanfaatkan keong murbei untuk mengontrol gulma-gulma di persawahan. Di Jepang, introduksi *P. canaliculata* telah dilaporkan sebagai agen yang sangat mungkin sebagai pengendali gulma (Okuma *et al.* 1994; Wada 2004 in Ranamukhaarachchi and Wickramasinghe 2006). Beberapa jenis tanaman air yang berpotensi menjadi gulma adalah *Cabomba caroliniana*, *Ceratophyllum* sp., *Egeria densa*, *Eichhornia crassipes*, *Hydrilla verticillata*, *Pistia stratiotes*, *Myriophyllum* sp., *Nymphaea* sp., *Vallisneria* sp., dan lain-lain.



Diperlukan informasi tentang tingkat kerakusan (vorasitas) keong murbei (*P. canaliculata*) untuk keperluan pengelolaan gulma air. Pengelolaan dimaksudkan untuk menjaga keseimbangan ekologis antara pengendalian gulma air tenggelam dengan waktu penebaran dan pemanenan keong yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai vorasitas (tingkat kerakusan) keong murbei (*P. canaliculata*) pada rentang panjang tubuh tertentu terhadap tiga spesies gulma air tenggelam, yaitu *Cabomba caroliniana*, *Egeria densa*, dan *Vallisneria spiralis*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian diawali dengan observasi awal untuk mempelajari perilaku keong di habitat aslinya, baik reproduksi atau pun kebiasaan makanannya. Observasi mengenai kebiasaan makanan dimaksudkan untuk mendapatkan jenis makanan yang tepat untuk diujikan dalam penelitian utama. Observasi mengenai aspek reproduksi dimaksudkan untuk memperoleh contoh uji yang berasal dari populasi yang sama.

Hasil observasi menunjukkan bahwa keong murbei mulai memakan daun segar ketika panjang tubuh yang dicapai  $\geq 1,5$  cm. Secara fisik, daun yang disukai adalah daun yang lebar, lembut, tidak keras, mudah robek, dan bertulang daun rapuh.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-April 2009, terhadap beberapa kelompok ukuran keong di Laboratorium Riset Tumbuhan Air. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan dan membandingkan nilai vorasitas keong murbei terhadap ketiga gulma air, yaitu *Cabomba caroliniana*, *Egeria densa*, dan *Vallisneria spiralis* melalui percobaan dengan rancangan acak kelompok.

### **Biota Uji**

#### *Keong murbei (*Pomacea canaliculata*)*

Keong murbei yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari satu indukan. Gambaran umum dari keong murbei disajikan pada Gambar 1. Klasifikasi Ampulariidae ini diperoleh berdasarkan TROPMED Technical Group (1986) in Baoanan and Pagulayan (2006); Lamarck (1882) in Baoanan and Pagulayan (2006)

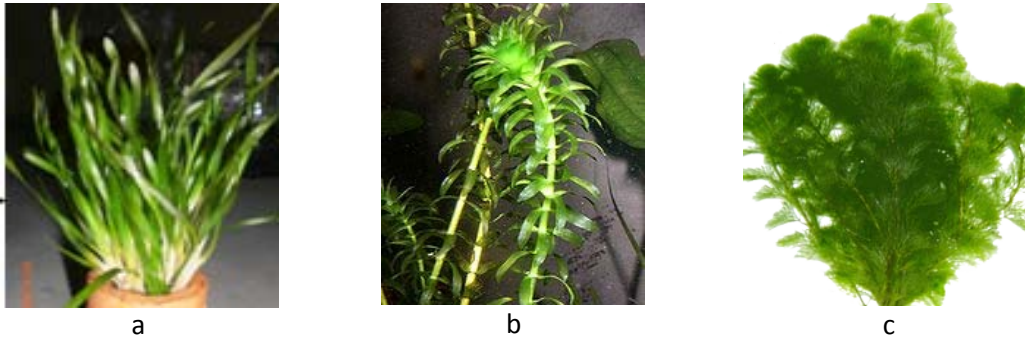


**Gambar 1. *Pomacea canaliculata***

*Tumbuhan air*

Terdapat tiga jenis tumbuhan air yang digunakan dalam pengujian. Ketiga jenis tumbuhan air tersebut disajikan pada Gambar 2. Secara fisik *V. spiralis* memiliki struktur daun yang relatif lebar, lembut dan lunak, tulang daun yang tipis dan mudah patah, serta jaringan ikat yang mudah robek. Sebaliknya, daun *E. densa* memiliki kelembutan yang relatif sama dengan *V. spiralis*, tetapi memiliki tulang daun sangat lentur yang menyebabkan daun *E. densa* sulit dipatahkan. *C. caroliniana* mempunyai daun yang paling sempit dan hampir sulit

dibedakan dengan tulang daunnya. Disamping itu, pertulangan daun *C. caroliniana* juga sangat lentur.



Gambar 2. a) *Cabomba caroliniana* (Der Wasserpflanzenversand Fur 2009), b) *Egeria densa* (Wikipedia 2009), c) *Vallisneria spiralis* (Arefjev 2009)

### Metode Penelitian

#### Pengelompokan keong

Keong murbei mulai memakan makrofita saat mencapai panjang 1,5 cm lalu mulai dapat dikonsumsi saat mencapai panjang 3,5 cm. Oleh karena itu, dalam penelitian tahap pertama, kelompok ukuran yang dipakai mulai dari kelompok ukuran 1,75-1,9 cm; 2,3-2,5 cm; 2,75-2,85 cm; 3,0-3,1 cm; dan 3,5-3,6 cm. Sedikitnya dikumpulkan tiga ekor keong dalam tiap kelompok ukuran.

Sebelum diuji, keong-keong tersebut terlebih dahulu diadaptasikan dengan kondisi laboratorium dan diberi makan gulma yang ingin diujikan selama satu minggu. Hal itu bertujuan agar keong-keong uji terbiasa memakan ketiga gulma tersebut.

#### Penentuan vorasitas keong murbei

Penentuan vorasitas dilakukan melalui prosedur sebagai berikut. Pada pengamatan awal dilakukan penimbangan bobot basah masing-masing gulma yang dipakai ( $w_0$ ). Pada akhir pengamatan dilakukan penimbangan bobot basah gulma yang tidak habis termakan keong ( $w_t$ ) kembali. Nilai vorasitas selama selang waktu tersebut ( $w_v$ ) diperoleh dari selisih antara  $w_0$  dan  $w_t$  ( $w_v = w_0 - w_t$ ). Nilai  $w_v$  dibagi lama waktu pengamatan ( $t$ ) untuk mendapatkan nilai vorasitas per hari.

### Analisis Data

Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (Matjik dan Sumertajaya 2000). Hipotesis yang dapat diuji dari rancangan percobaan adalah terdapat perbedaan laju vorasitas (kerakusan) keong murbei (*P. canaliculata*) terhadap sekurang-kurangnya satu di antara tiga jenis gulma (*Cabomba caroliniana*, *Vallisneria spiralis*, dan *Egeria densa*).

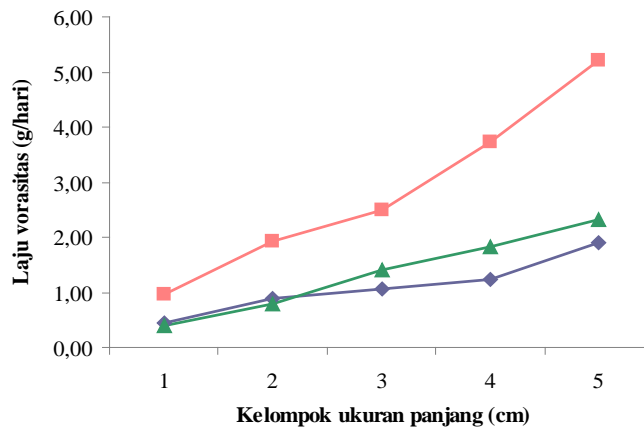
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah hasil penelitian laju vorasitas *Pomacea canaliculata* terhadap *Cabomba caroliniana*, *Vallisneria spiralis*, dan *Egeria densa* yang dilakukan selama tiga hari (Gambar 3). Pada penelitian ini digunakan asumsi yaitu, faktor reproduksi, morfologi, dan jenis kelamin terhadap aktivitas keong murbei tidak diperhitungkan.

Berdasarkan hasil analisis ragam pada taraf  $\alpha=0,05$  diperoleh bahwa  $F_{hitung} > F_{Tabel}$  sehingga dapat disimpulkan berhasil tolak  $H_0$ . Hal ini mengandung arti bahwa setidaknya

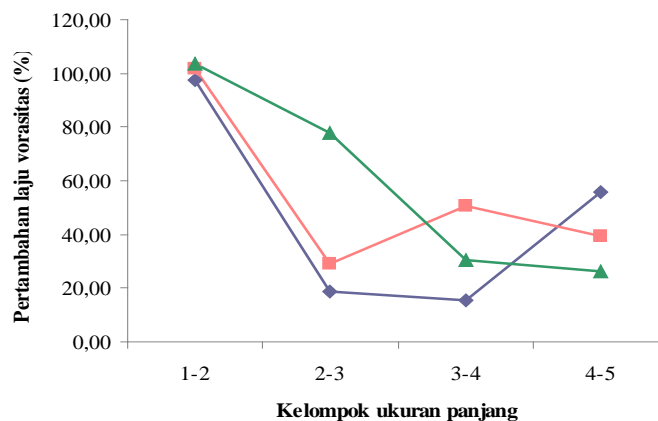


terdapat laju vorasitas yang berbeda keong murbei (*P. canaliculata*) terhadap salah satu dari ketiga jenis gulma air tenggelam yang diujikan.



**Gambar 3.** Grafik laju vorasitas keong murbei terhadap ketiga gulma air tenggelam (*C. caroliniana*, *V. spiralis*, *E. densa*)

Pertambahan laju vorasitas (Gambar 4) selama pengujian menunjukkan adanya kecenderungan penurunan pertambahan laju. Namun, penurunan tersebut bukan berarti menunjukkan penurunan jumlah makanan yang dikonsumsi keong-keong murbei tersebut.



**Gambar 4.** Grafik pertambahan laju vorasitas keong murbei terhadap ketiga gulma air tenggelam (*C. caroliniana*, *V. spiralis*, *E. densa*)

Berdasarkan hasil uji lanjutan, yakni uji beda nyata terkecil (BNT), terlihat bahwa laju vorasitas keong murbei terhadap *Vallisneria spiralis* berbeda nyata serta lebih besar dari *Cabomba caroliniana* dan *Egeria densa*. Antara laju vorasitas keong murbei terhadap *Cabomba caroliniana* dan *Egeria densa* tidak berbeda nyata.

Laju vorasitas keong murbei terhadap *V. spiralis* lebih besar dan berbeda nyata terhadap dua gulma lainnya. Ketiga jenis gulma yang dipakai merupakan gulma air tenggelam yang lebih disukai keong murbei (*P. canaliculata*) daripada gulma air mencuat (Bachman 1960; Bonetto and Tassarà 1987 in Cazzaniga 2006). Namun diantara ketiganya, *V. spiralis* lebih disukai daripada *C. caroliniana* dan *E. densa*.

Hasil penelitian Porte *et al.* (2006) menunjukkan bahwa keong murbei sangat menyukai tunas-tunas muda dari famili rerumputan. Berdasarkan hasil observasi awal, keong murbei



memiliki preferensi tertinggi terhadap daun pepaya (*Carica papaya*) yang memiliki struktur daun yang lebar, lembut, tidak keras, mudah robek, dan bertulang daun rapuh. Dibandingkan dengan dua jenis gulma air tenggelam lain yang diuji, *V. spiralis* memiliki struktur yang jauh lebih mirip famili rerumputan yang dimaksud dalam Porte *et al.* (2006). Secara fisik *V. Spiralis* memiliki struktur daun yang relatif lebar, lembut dan lunak, tulang daun yang tipis dan mudah patah, serta jaringan ikat yang mudah robek. Daun *E. densa* memiliki kelembutan yang relatif sama dengan *V. spiralis*, tetapi memiliki tulang daun sangat lentur yang menyebabkan daun *E. densa* sulit dipatahkan. *C. caroliniana* mempunyai daun yang paling sempit dan hampir sulit dibedakan dengan tulang daunnya. Struktur fisik antara *E. densa* dan *C. caroliniana* hampir sama, tapi dengan struktur daun yang berbeda.

Di antara ketiga gulma air tenggelam yang diujikan, *V. spiralis* memiliki daun yang paling lebar dan tulang daun yang paling rapuh. Di samping itu, daun *E. densa* lebih lebar daripada *C. caroliniana*. Diduga struktur fisik yang dimiliki oleh *V. spiralis* tersebut lebih disukai oleh keong murbei. Grafik laju vorasitas keong murbei teradap ketiga gulma air tenggelam menunjukkan bahwa keong murbei relatif lebih menyukai *E. densa* daripada *C. caroliniana*. Meskipun demikian, hasil uji BNT menunjukkan bahwa laju vorasitas terhadap keduanya tidak berbeda nyata. Dengan kata lain, keong murbei memiliki preferensi yang sama terhadap *E. densa* dan *C. caroliniana*. Berdasarkan hasil pengamatan tampak bahwa *V. spiralis* merupakan makanan yang digemari oleh *P. Canaliculata*. Morfologi daun *V. spiralis* yang menyerupai semai padi di sawah juga menjadi salah satu alasan gulma air tersebut sangat digemari keong murbei. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan Purchon (1997) *in* Min dan Yan (2006).

*Vallisneria spiralis* sangat berpotensi menjadi gulma mengingat daya adaptasinya yang tinggi. Bahkan di Kepulauan Chatham, Selandia Baru, spesies ini telah dilaporkan sebagai gulma layaknya *Egeria densa* dan *Hydrilla verticilata* (ECAN 2008). Kemampuan adaptasinya yang luar biasa ini bahkan mampu bersaing dengan *Hydrilla verticilata* yang terkenal sangat ganas. Dalam kondisi nutrien yang terbatas, ternyata *V. spirallis* mampu menekan dan mengalahkan dominansi pertumbuhan *H. verticilata* (Van *et al.* 1999).

Kemampuan keong murbei dalam mengkonsumsi gulma air merupakan salah satu alasan penggunaan keong murbei sebagai agen pengendali gulma. Penggunaan keong murbei sebagai pengendali gulma ini merupakan saran alternatif selain penggunaan herbisida untuk penanganan gulma. Isu terbaru di sektor pertanian adalah pertanian organik dengan mengurangi penggunaan herbisida dan pestisida. Selain berpotensi sebagai pengendali gulma, kotoran dari keong murbei dapat menjadi pupuk yang menyuburkan tanah pertanian. Diharapkan hasil pertanian dengan menggunakan agen pengendali gulma biologis keong murbei juga dapat meningkatkan hasil panen, selain memberantas gulma. Di samping itu, sifat keong murbei yang sangat rakus mampu mengimbangi tumbuhnya gulma di lahan pertanian atau di ekosistem perairan.

Berdasarkan uraian tersebut, tampak bahwa keong murbei dapat digunakan sebagai pengendali gulma secara biologi, dengan syarat-syarat tertentu di antaranya melalui pemanenan secara periodik. Dengan demikian keberadaan keong murbei dapat berperan untuk menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Di samping itu, manfaat lain yang dapat diambil adalah pemanfaatan keong murbei hasil pemanenan sebagai sumber protein alternatif.

## KESIMPULAN

Keong murbei (*Pomacea canaliculata*) pada semua kelompok ukuran panjang menunjukkan nilai laju vorasitas terhadap *Vallisneria spiralis* yang lebih tinggi dibandingkan



terhadap *Egeria densa* dan *Cabomba caroliniana*. Dengan demikian keong murbei dapat digunakan sebagai pengendali gulma secara biologi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arefjev O. 2009. *Vallisneria spiralis* (wasserschraube). [terhubung berkala]. [http://www.terrino.de/list\\_items.php?searchString\[seller\]=Pflanzenprofi](http://www.terrino.de/list_items.php?searchString[seller]=Pflanzenprofi) [18 Feb 2009].
- Baoanan ZG & Pagulayan RC. 2006. Taxonomy of golden apple snails (Ampullariidae), p. 25-36. *In*: Joshi RC & Sebastian LS (eds.). Global advances in ecology and management of golden apple snails. Phil Rice, Ingeneria, FAO. Manila, Filipina.
- Cazzaniga NJ. 2006. *Pomacea canaliculata*: Harmless and useless in its natural realm (Argentina), p. 37-60. *In*: Joshi RC & Sebastian LS (eds.). Global advances in ecology and management of golden apple snails. Phil Rice, Ingeneria, FAO. Manila, Filipina.
- Cazzaniga NJ 2006. *Pomacea canaliculata*: Harmless and useless in its natural realm (Argentina), p. 37-60. *In* : Joshi RC, Sebastian LS (eds.) Global advances in ecology and management of golden apple snails. Phil Rice, Ingeneria, FAO. Manila, Filipina.
- Der Wasserpflanzenversand Fur. 2009. *Cabomba caroliniana*. [terhubung berkala]. <http://www.wasserpflanzen-freunde.de/catalog/images/cabomba-caroliniana.gif> [22 Feb 2009].
- Ding BY, Gao SQ, Jiang WM & Jin XF. 2005. Invasion and spreading of *Cabomba caroliniana* revealed by RAPD markers. Chinese Journal of Oceanology and Limnology 23(4): 406-413.
- [ECAN] Environment Canterbury. 2008. Chatham islands pest management strategy 2008-2018. [terhubung berkala]. [http://www.cic.govt.nz/pdfs/pest-Management/PestStrategy0818\\_ChathamstrategyPartVSupportinginformationSections1-3.pdf](http://www.cic.govt.nz/pdfs/pest-Management/PestStrategy0818_ChathamstrategyPartVSupportinginformationSections1-3.pdf) [12 Jan 2009].
- Estebenet AL & Martin PR. 2002. *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae): life-history traits and their plasticity. Biocell 26(1):83-89.32 32
- Hendarsih-Suharto, Heryanto, Marwoto RM, Mulyadi, & Siwi SS. 2006. The golden apple snail, *Pomacea* spp., in Indonesia, p. 231-242. *In*: Joshi RC & Sebastian LS (eds.). Global advances in ecology and management of golden apple snails. Phil Rice, Ingeneria, FAO. Manila, Filipina.
- Islam, AKMN. 2008. Aquatic weeds. [terhubung berkala]. [http://banglapedia.search.cm.bd/HT/w\\_0045htm](http://banglapedia.search.cm.bd/HT/w_0045htm). [18 Jan 2009].
- Matjik AA & Sumertajaya M. 2000. Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab. IPB Press. Bogor. 73-76 hlm.
- Min W & Yan X. 2006. The golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) in China, p. 285-289. *In*: Joshi RC & Sebastian LS (eds.). Global advances in ecology and management of golden apple snails. Phil Rice, Ingeneria, FAO. Manila, Filipina.
- Porte D, Uphoff N, & Verzola R. 2006. Using golden apple snails for weed control, p. 505-506. *In*: Joshi RC & Sebastian LS (eds.). Global advances in ecology and management of golden apple snails. Phil Rice, Ingeneria, FAO. Manila, Filipina.
- Ranamukhaarachchi SL & Wickramasinghe S. 2006. Golden apple snails in the world: Introduction, impact, and control measures, p. 133-152. *In*: Joshi RC & Sebastian LS (eds.). Global advances in ecology and management of golden apple snails. Phil Rice, Ingeneria, FAO. Manila, Filipina.
- Van TK, Wheeler GS, & Center TD. 1999. Competition between *Hydrilla verticillata* and *Vallisneria americana* as influenced by soil fertility. Aquatic Botany 62: 225-233.
- Wikipedia. 2009. *Egeria densa*. [terhubung berkala]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Egeria\\_densa/](http://en.wikipedia.org/wiki/Egeria_densa/) [18 Feb 2009].
- Wikipedia. 2009. *Vallisneria spiralis*. [terhubung berkala]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Vallisneria\\_spiralis](http://en.wikipedia.org/wiki/Vallisneria_spiralis) [18 Feb 2009].



## DISTRIBUSI VERTIKAL NUTRIEN DAN POTENSI TERJADINYA *BLOOMING ALGAE* PADA MUSIM KEMARAU DI ZONA LAKUSTRIN WADUK MRICA BANJARNEGARA

**Agatha Sih Piranti, Sudarmadji, Suwarno Hadisusanto dan Agus Maryono**

Stratifikasi suhu di zona lakustrin waduk akan berpengaruh terhadap faktor abiotik dan biotik perairan. Tujuan penelitian ini adalah 1) Mengkaji distribusi vertikal nutrisi dan biomassa alga di waduk Mrica pada periode musim kemarau, 2) Mengkaji hubungan antara nutrisi dan biomassa alga di berbagai kedalaman kolom air untuk mengetahui potensi kemungkinan terjadinya *blooming alga* pada periode musim kemarau di waduk Mrica. Penelitian dilakukan di waduk Mrica Banjarnegara menggunakan metode survai bulan Maret – September 2009. Hubungan antara nutrisi dan klorofil di kolom air zona lakustrin waduk Mrica  $Y = -4.323 - 2.102 (TP) + 5.621 (TN) - 1.124 (NO_3) - 47.911 (PO_4) - 4.036 (NH_4)$ . Proses pencampuran lapisan epilimnetik dan hipolimnetik terjadi di waduk Mrica karena di waduk Mrica tidak terjadi stratifikasi suhu yang sangat mencolok sehingga pencampuran antara epilimnetik dengan hipolimnetik masih dimungkinkan setiap saat ketika terjadi gerakan arus. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang kuat antara konsentrasi nutrisi dan pola operasional waduk (water retensi) dengan biomassa alga (klorofil) di zona lakustrin waduk Mrica pada periode musim kemarau. Pola operasional waduk Mrica yang menggunakan target level dan adanya flushing dapat mengurangi beban masukan internal waduk sehingga tidak terjadi penumpukan nutrisi hasil pembusukan di lapisan terdalam kolom air sehingga di waduk Mrica kecil kemungkinan terjadinya *blooming alga* di musim kemarau.

Kata kunci : nutrisi, distribusi vertikal, *blooming alga*.

### PENDAHULUAN

Secara longitudinal waduk dibedakan menjadi 3 zona yaitu riverine, transisi dan lakustrin. Di zona lakustrin merupakan zona yang terdalam dari waduk dan mempunyai karakteristik seperti danau dalam hal intensitas sinar matahari yang diterimanya, stratifikasi suhu, jenis organisme, dan produksi materi organik. Berdasarkan intensitas sinar matahari yang diterima oleh waduk maka secara fisik pada zona lakustrin dibagi menjadi 3 zona yaitu fotik/trofogenik, trofolitik dan afotik. Berdasarkan kemampuan mendapatkan sinar matahari maka suhu menjadi berubah seiring dengan kedalaman waduk sehingga kolom air yang terdapat perubahan suhu yang drastis disebut termoklin. Termoklin memisahkan daerah yang hangat epilimnion dengan daerah yang dingin di dasar perairan disebut hipolimnion. Dengan menurunnya suhu maka kandungan oksigen akan meningkat. Meningkatnya oksigen juga ditentukan oleh pertukaran oksigen di permukaan perairan dan fotosintesis alga dan tumbuhan air lainnya, respirasi hewan dan tumbuhan serta proses-proses kimia yang memerlukan oksigen.

Stratifikasi suhu ini di zona lakustrin ini akan berpengaruh terhadap faktor abiotik dan biotik perairan termasuk alga. Di lapisan hipolimnion, sumber oksigen terlarut hampir tidak ada, kecuali jika terjadi pembalikan massa. Kemampuan fitoplankton (alga) tumbuh tergantung pada keberadaan cahaya dan ketersediaan nutrisi dan juga tergantung pada eksternal nutrisi loading dan proses internal dalam waduk itu sendiri (beban masukan internal). Beban masukan internal adalah bahan organik yang dihasilkan oleh sirkulasi nutrisi di perairan waduk.

Eutrofikasi adalah proses meningkatnya konsentrasi nutrisi yang ditandai dengan meningkatnya biomassa alga (*blooming alga*). Nutrisi penyebab eutrofikasi masuk ke waduk dapat berasal dari 2 sumber yaitu dari daerah aliran sungai (DAS) dan dari perairan waduk itu sendiri. Fluktuasi nutrisi di waduk dan respon biologi yang ditimbulkannya dipengaruhi oleh faktor iklim, hidrologi, geologi dan fisiografi wilayah. Respon biologi yang diindikasikan oleh



tumbuhnya biomassa algae terhadap fluktuasi nutrisi waduk akan mencerminkan produktivitas atau kesuburan (status trofik) perairan tersebut. Pertumbuhan biomassa algae selain ditentukan oleh nutrisi juga ditentukan oleh kondisi iklim setempat (cahaya dan suhu) serta pola operasional waduk sesuai peruntukannya. Oleh karena itu, penelitian ini dirancang dengan tujuan untuk :

1. Mengkaji distribusi vertikal nutrisi dan biomassa algae di waduk Mrica pada periode musim kemarau.
2. Mengkaji hubungan antara nutrisi dan biomassa algae di berbagai kedalaman kolom air untuk mengetahui potensi kemungkinan terjadinya blooming algae pada periode musim kemarau di waduk Mrica.

Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat sebagai bahan informasi bagi pengelola waduk terhadap potensi terjadinya blooming algae pada musim-musim tertentu agar dapat diupayakan pengaturan pengelolaan agar tidak terjadi blooming algae.

### METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di waduk Mrica Banjarnegara menggunakan metode survei dengan teknik *purposive sampling* selama periode musim kemarau (Maret – September 2009). Pengambilan sampel dilakukan dengan interval waktu satu bulan yaitu di berbagai kedalaman kolom air di zona lakustrin, yaitu di kedalaman 0 meter, 2 meter, 5 meter, 10 meter, 20 meter dan 30 meter. Parameter penelitian ini adalah nutrisi (TN, TP, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>), dan biomassa algae (klorofil). Data yang diperoleh dilakukan analisis regresi menggunakan *software* program SPSS.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

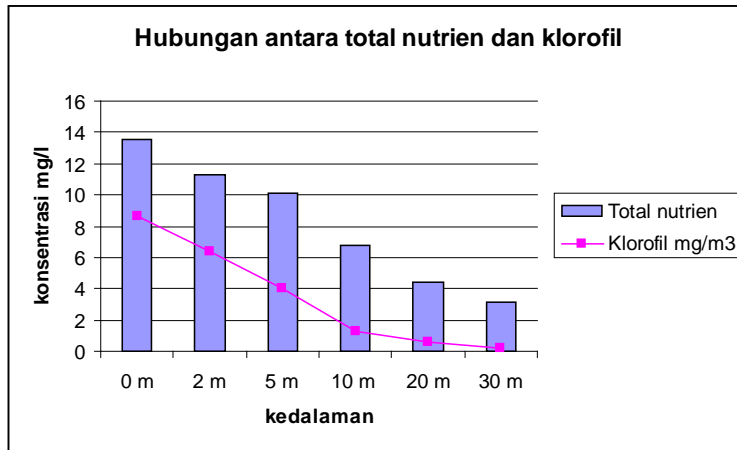
Tingkat trofik suatu danau dan waduk didasarkan pada 2 faktor yaitu besarnya produktivitas di permukaan perairan (epilimnion) dan kondisi fisik kimia seperti temperatur, cahaya, nutrisi dan oksigen terlarut di hipolimnion pada perairan yang terstratifikasi (Horne & Goldman, 1994). Interaksi antara penetrasi cahaya, temperatur, oksigen, pengadukan oleh angin dan konsentrasi nutrisi di kedalaman kolom air akan menentukan terjadinya blooming algae (Loiselle, et al., 2007).

Distribusi nutrisi di berbagai kedalaman di zona lakustrin menunjukkan bahwa semakin dalam kedalaman air maka kandungan total nutrisi menjadi semakin sedikit dan selanjutnya akan merespon dengan menurunnya jumlah klorofil (Grafik 1). Semakin rendahnya kandungan nutrisi di kedalaman disebabkan karena nutrisi telah digunakan untuk proses metabolisme organisme dan algae. Organisme dan algae di badan air akan mengkonsumsi oksigen selama proses respirasi. Hal ini menghasilkan CO<sub>2</sub> yang akan digunakan untuk fotosintesis. Semakin rendahnya kandungan klorofil tidak hanya disebabkan oleh karena rendahnya kandungan total nutrisi namun juga disebabkan karena cahaya tidak sampai ke dasar perairan. Fotosintesis terjadi di zona fotik, tetapi respirasi terjadi dimana-mana di dalam perairan (di seluruh kolom air bahkan sampai ke dasar perairan), sehingga hasil bersihnya adalah permukaan air cenderung kaya akan oksigen terlarut, dan berkurang dengan bertambahnya kedalaman.

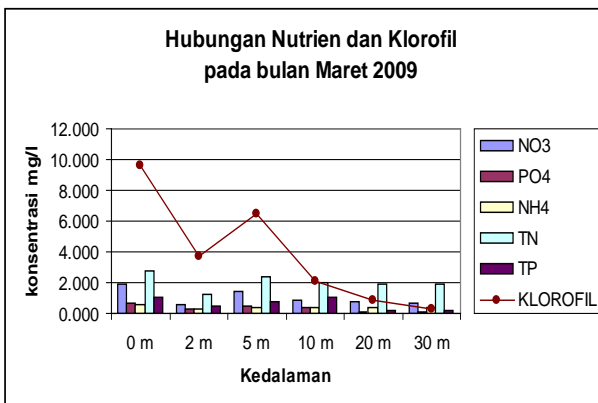
Selama musim kemarau (Maret – September 2009) konsentrasi klorofil paling tinggi berada di kedalaman 0 meter (permukaan) dan akan menurun terus sampai kedalaman 30 meter (Grafik 1a – 1g). terkecuali pada bulan Maret konsentrasi klorofil menurun pada kedalaman 2 meter namun kemudian meningkat lagi pada kedalaman 5 meter. Hal ini disebabkan pada waktu malam hari sebelum pengambilan sampel pada bulan Maret terjadi hujan yang sangat deras sehingga inflow sungai Serayu tinggi mencapai 98 m<sup>3</sup>/dt. Inflow yang membawa nutrisi akan masuk ke waduk sebagai aliran densitas berupa *interflow* sehingga



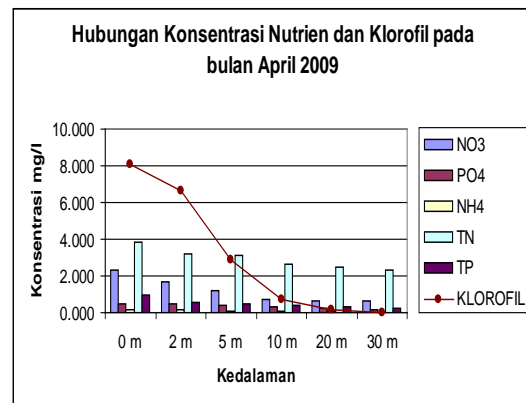
pada kedalaman 5 meter konsentrasinya tinggi dan direspon oleh meningkatnya klorofil di kedalaman tersebut. *Interflow* biasa di waduk dan terjadi pada pertengahan musim panas, ketika suhu *inflow* lebih kecil dari air permukaan dan lebih besar dari pada suhu air hipolimnetik. *Interflow* akan memberi sumbangan oksigen terlarut ke badan air karena *interflow* membawa air yang sangat tinggi oksigennya (Thornton *et al.*, 1990).



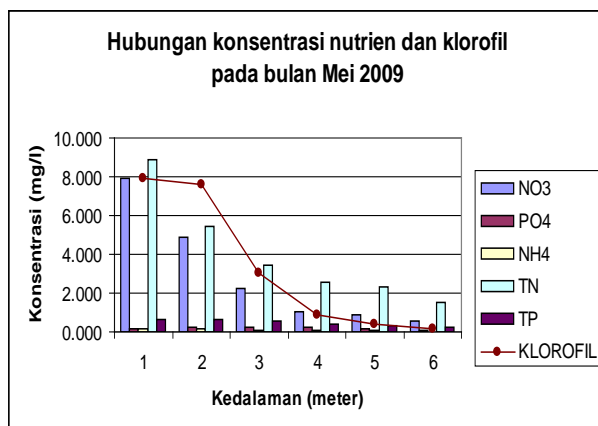
**Grafik 1 : Fluktuasi konsentrasi nutrisi di kolom air waduk Mrica (kedalaman 0 – 30 meter) selama musim kemarau (Maret – September 2009)**



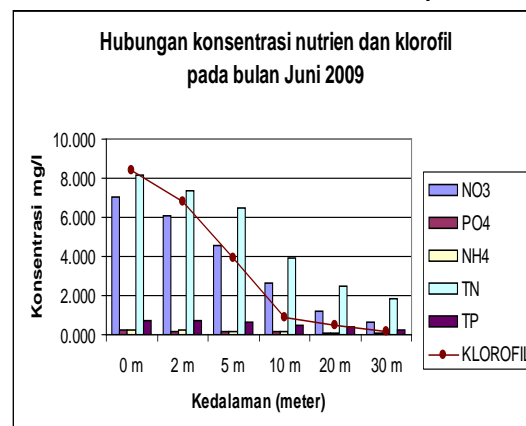
**Grafik 1a. Nutrien & klorofil bulan Maret 2009**



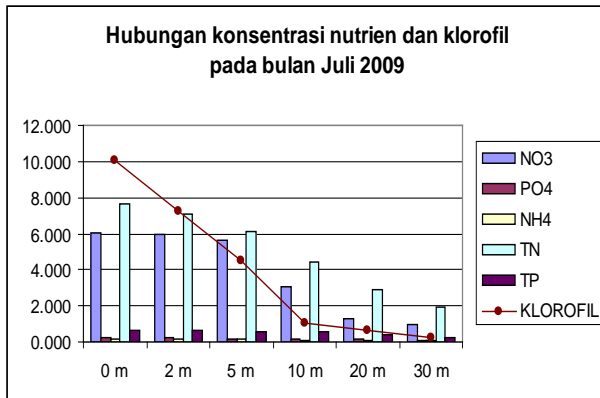
**Grafik 1b. Nutrien & klorofil bulan April 2009**



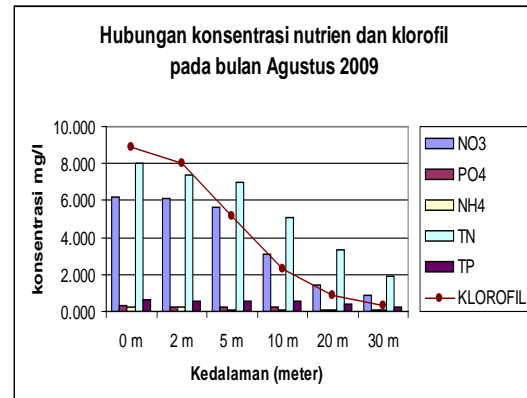
**Grafik 1c. Nutrien & Klorofil bulan Mei 2009**



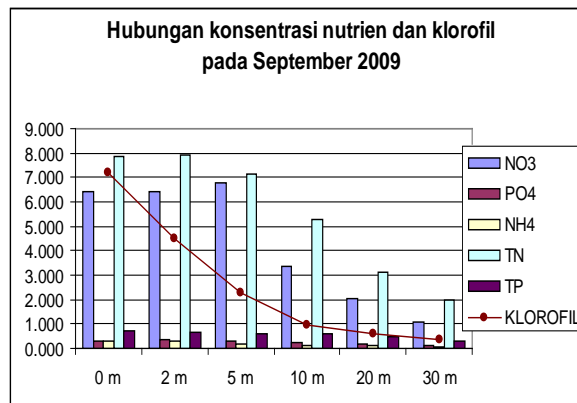
**Grafik 1d. Nutrien & Klorofil bulan Juni 2009**



Grafik 1e. Nutrien & Klorofil bulan Juli 2009



Grafik 1f. Nutrien & Klorofil bulan Agustus 2009



Grafik 1g. Nutrien & Klorofil bulan September 2009

Berdasarkan analisis regresi menunjukkan bahwa ada hubungan yang kuat antara masing-masing nutrien (TN, TP, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, dan NH<sub>4</sub>) dengan biomassa algae berdasarkan kedalaman kolom air di zona lakustrin waduk Mrica Banjarnegara dengan arah hubungan yang negatif. Hal tersebut berarti bahwa pertumbuhan algae sangat ditentukan oleh keberadaan nutrien di kolom air yaitu dengan menurunnya kandungan nutrien akan menurunkan jumlah biomassa algae di zona lakustrin waduk Mrica. Persamaan regresi dan koefisien regresi serta koefisien determinasi masing-masing nutrien sebagai berikut :

Tabel 1. Persamaan regresi hubungan antara nutrien dan klorofil di kolom air zona lakustrin waduk Mrica

No	Variabel		R	R <sup>2</sup>	Persamaan
	independent	dependent			
<b>Linier</b>					
1	TN	Klorofil	0.967	0.935	$Y = - 4.127 + 1.777 (TN)$
2	TP	Klorofil	0.868	0.753	$Y = - 4.637 - 15.549 (TP)$
3	NO <sub>3</sub>	Klorofil	0.975	0.950	$Y = - 1.704 + 1.746 (NO_3)$
4	PO <sub>4</sub>	Klorofil	0.892	0.795	$Y = - 4.110 + 32.523 (PO_4)$
5	NH <sub>4</sub>	Klorofil	0.988	0.970	$Y = - 5.207 + 52.370 (NH_4)$
<b>Berganda</b>					
1	TN,TP,NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> , NH <sub>4</sub>	Klorofil	0.985	0.970	$Y = - 4.323 - 2.102 (TP) + 5.621 (TN) - 1.124 (NO_3) - 47.911 (PO_4) - 4.036 (NH_4)$

Fluktuasi nutrien selama musim kemarau (Maret – September 2009) dari awal musim kemarau (Maret) meningkat terus sampai akhir musim kemarau (September). Pada musim kemarau perairan menjadi jernih karena sedimen hasil erosi yang terbawa aliran air

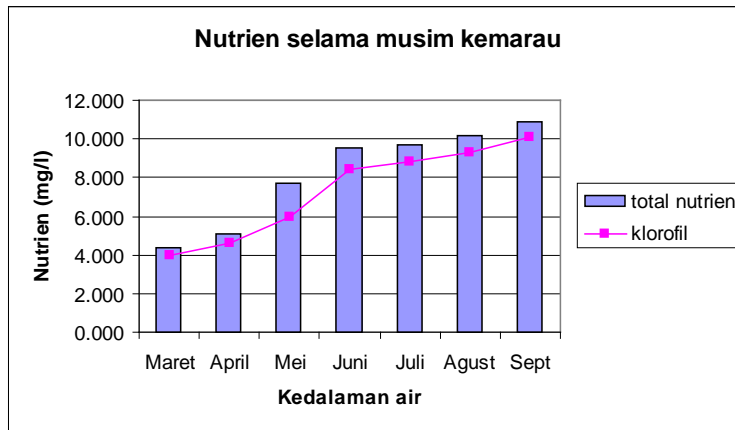
yang masuk ke waduk cenderung jumlahnya sedikit. Dengan kondisi air waduk yang jernih maka lapisan fotik menjadi lebih dalam karena penetrasi cahaya dapat masuk ke dalam kolom air dan meningkatkan konsentrasi oksigen perairan. Meningkatnya konsentrasi nutrisi selama musim kemarau berasal beban masukan internal atau berasal dari waduk itu sendiri (*in lake source*). Beban masukan internal ini dihasilkan dari sirkulasi nutrisi di perairan waduk.

**Tabel 2. Kandungan oksigen, suhu dan pH di masing-masing kedalaman kolom air**

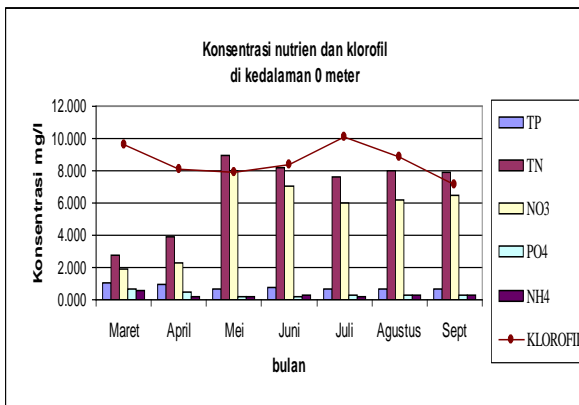
Kedalaman	Oksigen (mg/l)	Suhu (°C)	pH
0 meter	6.8	27	8.1
2 meter	6.5	27	7.7
5 meter	5.4	26	7.5
10 meter	4.7	25	7.5
20 meter	3.9	25	7.2
30 meter	3.2	25	7.7

Regenerasi nutrisi berasal dari ekskresi biota seperti algae, zooplankton dan ikan secara langsung ke lapisan trofogenik adalah suplai nutrisi yang penting untuk algae yang hidupnya melayang di perairan (fitoplankton) dan juga hasil dekomposisi bahan organik oleh bakteri di kolom air. Dinyatakan oleh Law (1993) pencampuran pada kolom air selain menyebabkan pertukaran oksigen di hipolimnetik juga pertukaran nutrisi dari permukaan air. Nutrisi organik oleh ekskresi atau hasil dekomposisi (pembusukan) di lapisan sedimen interface akan di difusi dengan laju yang lambat ke atas melewati termoklin. Waduk Mrica kondisinya tidak terstratifikasi secara nyata seperti di danau *temperate* yang mempunyai empat musim. Di danau-danau *temperate*, pada akhir periode stratifikasi musim panas ditemukan konsentrasi nutrisi yang sangat tinggi di hipolimnion dan sangat rendah di epilimnion. Hilangnya lapisan termoklin dan pencampuran epilimnetik dan hipolimnetik mencampur nutrisi permukaan sehingga memberi beban nutrisi pada badan air. Proses ini tidak terjadi di waduk Mrica karena di waduk Mrica tidak terjadi stratifikasi suhu yang sangat mencolok. Perbedaannya suhu antara epilimnion dan hipolimnion hanya berbeda 2°C sehingga pencampuran antara epilimnetik dengan hipolimnetik masih dimungkinkan setiap saat ketika terjadi gerakan arus (Tabel 1). Hal ini sesuai dengan pendapat Goldmann and Horne (1994) bahwa stratifikasi suhu di danau tropis hanya berkisar 1 – 2 °C. Kondisi ini akan mengurangi beban masukan internal di waduk Mrica karena tidak terjadi penumpukan nutrisi (hasil degradasi bahan organik di lapisan hipolimnion). Beban masukan internal juga dikurangi dengan adanya operasional waduk Mrica sebagai PLTA. Pola operasional waduk Mrica adalah berdasarkan target level yaitu ketika elevasi air mencapai minimal 231 dpl maka pintu air dibuka untuk menggerakkan turbin. Pada musim penghujan ketika air waduk melimpah, maka waduk dioperasikan terus menerus siang dan malam, namun ketika musim kemarau mungkin hanya beroperasi beberapa jam saja dalam satu hari tergantung target elevasi yang telah ditentukan.

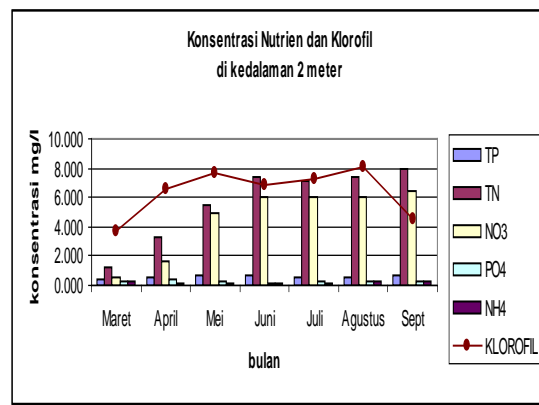
Letak posisi pintu *power intake* juga akan mempengaruhi besarnya beban masukan internal karena akan menentukan air dari lapisan mana yang digunakan untuk menggerakkan turbin apakah dari permukaan atau kedalaman kolom air. Apabila air yang digunakan berasal dari hipolimnion maka hasil pembusukan detritus di lapisan *sediment interface* akan terbawa keluar. Oleh karena itu, dengan pola operasional waduk tersebut akan mengurangi beban masukan internal waduk karena tidak terjadi penumpukan nutrisi hasil pembusukan di lapisan terdalam kolom air. Kondisi ini juga tidak akan menimbulkan blooming algae.



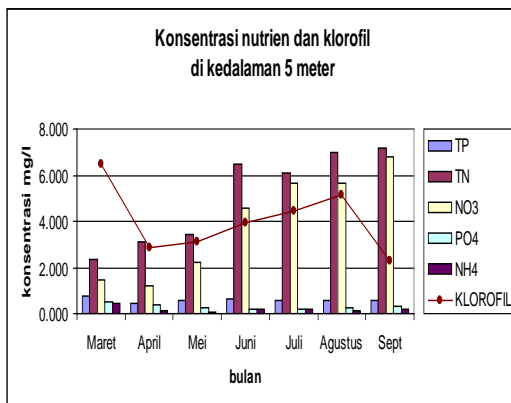
Grafik 2. Rata-rata konsentrasi nutrien selama musim kemarau di kedalaman 0 – 30 meter di zona lakustrin perairan waduk Mrica Banjarnegara



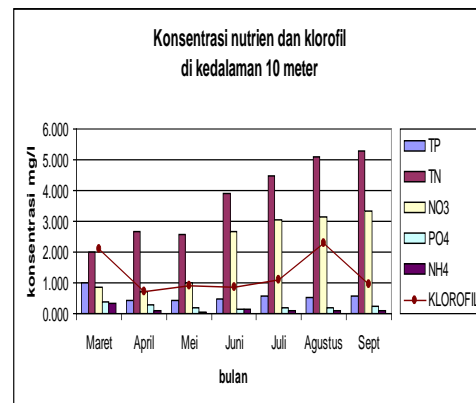
Grafik 2a. Konsentrasi nutrien di kedalaman 0 meter



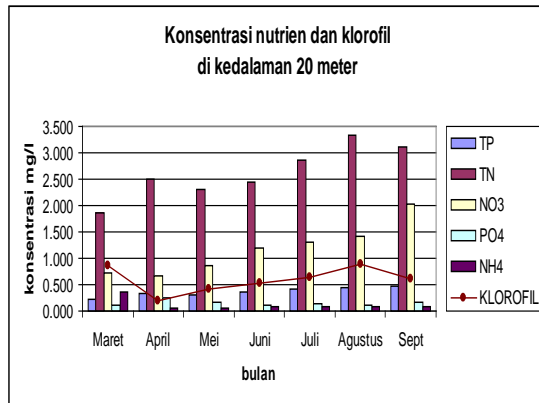
Grafik 2b. Konsentrasi nutrien di kedalaman 2 meter



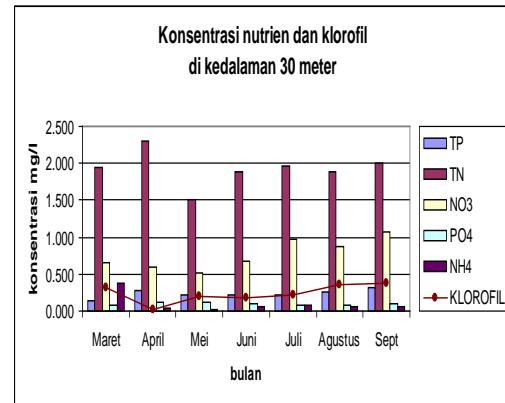
Grafik 2c. Konsentrasi nutrien di kedalaman 5 meter



Grafik 2d. Konsentrasi nutrien di kedalaman 10 meter



Grafik 2e. Konsentrasi nutrisi di kedalaman 20 meter



Grafik 2f. Konsentrasi nutrisi di kedalaman 30 meter

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Ada hubungan yang kuat antara konsentrasi nutrisi dan pola operasional waduk (water retensi) dengan biomassa algae (klorofil) di zona lakustrin waduk Mrica pada periode musim kemarau.
2. Pola operasional waduk Mrica yang menggunakan target level dan adanya flushing akan mengurangi beban masukan internal waduk sehingga tidak terjadi penumpukan nutrisi hasil pembusukan di lapisan terdalam kolom air sehingga di waduk Mrica kecil kemungkinan terjadinya blooming algae di musim kemarau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fried, S. ; Mackie, B., and Nothwehr, E., 2003. Nitrate and phosphate level positively affect the growth of algae species found in Ferry Pond. *Tillers* 4 : 21 – 24.
- Geraldes & Boavida, 2005. Seasonal water level fluctuations : Implications for reservoir limnology and management. *Lakes & Reservoirs : reaserch and Management* 2005 10 : 59 – 69.
- Harper, D., 1992. *Eutrofication of Freshwater*. Chapman & Hall. London. New York. Tokyo. Melbourne. Madras.
- Horne, A.J. and Goldman, C.R., 1994. *Lymnology*. Second edition. McGraw Hill, Inc. New York.
- Huszar, V.L.M. ; Caroco, N.F. ; Roland, F. ; and Cole, J., 2006. Nutrient-chlorophyll relationships in tropical-subtropical lakes : do temperate models fit ? *Biogeochemistry* 79 : 239 – 250, 2006
- Loiselle, S.A.; Cozar, A.; Dattilo, A.; Bracchini, L.; and Galvez, J.A. 2007. Light Limitations to Algal Growth in Tropical Ecosystems. *Freshwater Biology* 52 : 305 -312.
- Mason, C.F., 1991. *Biology of freshwater pollution*. second edition. longman Scientific & Technical. New York.
- Organization for Economic Cooperation & Development (OECD), 1982. *Eutrophication of water, monitoring assessment and control*. Paris.
- Plinski, M., and Jozwiak, T., 1999. Temperature and N : P ratio as factors causing blooms of blue-green algae in the Gulf of Gdansk. *Oceanologia* 41 (1) : 73 – 80.
- Prihartanto, 2005. Potensi eutrofikasi di danau Rawa Pening. *Alami*. Volume 10 nomor 1 : 55-61
- \_\_\_\_\_, 2008. Studi kelayakan pengerukan waduk Mrica Banjarnegara. *Laporan Penelitian*. Kerjasama UNSOED- PT. Indonesia Power UBP. Mrica Banjarnegara.
- Sandergaad, M., 2007. Nutrient Dynamics in Lakes- with Emphasis on Phosphorus,
- Tornton, J., Steel, A., and Rast, W., 1992. *Reservoirs. Water quality assessments- A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring-* Second edition. UNESCO/WHO/UNEP.
- Udawatta,R.P., Motavalli, P.P., and Garret, H.E., 2004. Phosphorus Loss and Runoff Characteristic in Three Adjacent Agricultural Watersheds with Claypan Soil. *J. Envirn. Qual.* 33 : 1709 -1719.
- Wetzel, R.G., 2001. *Limnology, Lake And River Ecosystem*. Third edition. Academic Press



## KOMPOSISI SPESIES IKAN *Indegeos* PADA EKOSISTEM WADUK PENJALIN KAB. BREBES (ACUAN : KONSERVASI & BUDIDAYA IKAN)

Siti Rukayah dan Dwi Nugroho Wibowo

*Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*

Penelitian tentang Komposisi Spesies Ikan *Indegenous* Pada Ekosistem Waduk Penjalin Kab. Brebes (Acuan :Konservasi & Budidaya) bertujuan untuk mengetahui keragaman dan kelimpahan ikan *Indegenous* serta kualitas air Waduk Penjalin. Metode penelitian yang digunakan adalah survei dengan teknik pengambilan sampel air dan spesies ikan secara *selected sampling site* untuk setiap zone horisontal perairan, yaitu *inlet*, tengah, dan *outlet*. Sampel yang diambil dilakukan dalam tiga ulangan. Pengambilan data dilakukan sekali sebulan . Data yang dikumpulkan adalah data parameter biologi ikan (jenis dan ukuran tubuh ikan),parameter fisika dan kimia air. Hasil menunjukkan keragaman spesies ikan *Indegenous* cukup rendah yaitu nilai indeks keragaman ( H) 0,00 – 1,277. Diperoleh 4 jenis ikan introduksi dengan ukuran panjang 2 – 20 cm, bobot 3 – 96 gr. Kualitas air menunjukkan status trofik Waduk Penjalin tergolong waduk oligotrof. Kesimpulan, ikan *indegenous* di Waduk Penjalin menunjukkan komposisi yang kurang mendukung untuk kelestarian species dengan status trofik oligotrof.

Kata kunci : Waduk Penjalin, spesies ikan *indegenous* , komposisi, oligotrof

### PENDAHULUAN

#### *Latar Belakang*

Waduk merupakan daerah genangan sebagai penampung air yang terbentuk karena dibendungnya daerah aliran sungai, sehingga mempunyai karakteristik sistem sungai yang mengalir (*riverine*) dan sistem waduk yang tergenang (*lakustrin*). Waduk merupakan ekosistem terbuka, sehingga dipengaruhi oleh lingkungan di sekitarnya (Odum 1994).

Waduk Penjalin merupakan waduk yang berada di Desa Winduaji Kec. Paguyangan Kab. Brebes. Secara topografi, waduk tersebut terletak pada ketinggian 365 m dpl. Di bagian timur waduk tersebut terdapat tanggul dengan ketinggian 16 m, lebar 4 m dan panjang 850 m. Luas permukaan air waduk adalah 1,25 km<sup>2</sup> dan volume 9,5 juta m<sup>3</sup>. Sumber air waduk berasal dari aliran Sungai Penjalin, Sungai Soka, Sungai Garung. Waduk Penjalin selain berfungsi untuk irigasi, juga dimanfaatkan sebagai lokasi perikanan tangkap dan budidaya serta wisata (Tarikh, 2007). Pemanfaatan yang maksimum di perairan waduk dapat dilakukan dengan usaha perikanan baik perikanan tangkap atau budidaya, sehingga pengembangan ilmu pengetahuan dan informasi mengenai sistem perairan waduk mempunyai arti penting sebagai pedoman pengelolaan yang lebih baik. Salah satu informasi mengenai sistem perairan adalah dengan mengetahui kondisi kualitas airnya baik fisik, kimia, serta biologi air. Biologi air yang masih sedikit informasinya adalah mengenai species ikan *indegenous*.

Spesies ikan *indigenous* merupakan spesies ikan yang menghuni wilayah perairan Indonesia dan bukan merupakan hasil introduksi, sehingga kajian komposisi spesies ikan *indigenous* yang mengarah kepada pelestarian (konservasi ) dan selanjutnya untuk budidaya, adalah penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi spesies ikan *indigenous* dalam upaya untuk konservasi dan budidaya. Informasi tentang komposisi spesies ikan *indigenous* pada waduk Penjalin dengan gambaran kualitas air tertentu di Waduk Penjalin masih sangat sedikit.

#### *Perumusan Masalah*

1. Bagaimana variasi parameter kualitas air Waduk Penjalin
2. Bagaimana komposisi spesies ikan *indigenous* pada waduk dengan variasi parameter tertentu.



### **Tujuan Penelitian :**

mengetahui variasi parameter kualitas air, komposisi spesies ikan *indigenous*, serta kaitan keduanya dalam upaya untuk konservasi dan budidaya.

## **BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu**

Penelitian dilaksanakan di Waduk Penjalin. Pengambilan sampel spesies ikan *indigenous* dilaksanakan di badan air waduk. Identifikasi jenis, penghitungan komposisi spesies ikan *indigenous*, dan pengukuran parameter kimia air (Tabel 1) dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Laboratorium Ekologi Fakultas Biologi UNSOED. Beberapa parameter kualitas air diukur secara *in situ* ( pH, suhu air, Daya Hantar Listrik /DHL, kandungan O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> dan transparansi). Parameter yang lain diukur secara *ex situ*.

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan untuk penentuan parameter fisika-kimia air yang ditentukan melalui sampel air dan penentuan parameter biologi melalui sampel spesies ikan *indigenous*.

Alat yang digunakan adalah alat-alat yang diperlukan di laboratorium dan di lapang, yaitu jaring tebar, *gill-net*, plankton-net, jangka sorong, termometer, *water sampler*, pH meter, turbidimeter, spektrofotometer, gelas ukur, gelas piala, buret, pipet ukur, inkubator, mikroskop, BOD, DO meter, oven, timbangan analitik, penangas, kertas tissue, dan kertas saring Whatman No. 41.

### **Rancangan Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode survei dan data sampel air dan spesies ikan *indigenous* secara *selected sampling site*. Sampel air dan spesies ikan *indigenous* diambil masing-masing dari tiga stasiun pengamatan sampel untuk setiap zona horisontal waduk, yaitu *inlet*, tengah, dan *outlet*. Pengambilan data dilakukan sekali sebulan. Data yang dikumpulkan adalah data variabel fisika-kimia air dan data variabel komposisi spesies ikan *indigenous*.

### **Pengumpulan Data**

Pengambilan sampel air dan sampel spesies ikan *indigenous* dilakukan di daerah permukaan dan badan air waduk. Pada masing-masing stasiun pengamatan diambil spesies ikan *indigenous*. Spesies ikan *indigenous* yang diambil dari badan air waduk dimasukkan dalam kantong plastik untuk kemudian dilakukan identifikasi jenis, penghitungan komposisi yang meliputi keragaman jenis, panjang dan bobot ikan.. Bersamaan dengan pengambilan spesies ikan *indigenous* dilakukan pengambilan sampel air. Keragaman spesies ikan *indigenous* dinyatakan dalam jumlah jenis yang ditentukan pada tingkat jenis.

### **Analisis Data**

Data parameter yang ditetapkan dianalisis secara statistik, sedangkan data/ informasi lain dinyatakan secara deskriptif. Variasi parameter kualitas air dalam kaitannya dengan komposisi spesies ikan *indigenous* dikaji dengan pendekatan analisis multivariat yang didasarkan pada analisis komponen utama (*Principal Component Analysis, PCA*) menurut Legendre dan Legendre (1983) dan Bengen (2000). Analisis itu digunakan dengan pertimbangan bahwa ordinasi jenis dalam ekosistem dapat dijelaskan dengan lebih tepat dari pada parameter fisika-kimia. Sebaran spesies ikan *indigenous* berdasarkan variasi parameter habitat dianalisis dengan menggunakan teknik statistika multivariat yang didasarkan pada analisis faktorial korespondensi (*Factorial Correspondence Analysis, CA*) menurut Legendre dan Legendre (1983) dan Bengen (2000). Analisis itu didasarkan pada matriks data yang terdiri atas



baris (spesies ikan *indigenous*) dan kolom (stasiun). Perhitungan analisis komponen utama dan analisis faktorial korespondensi tersebut dilakukan dengan menggunakan paket statistik *Xlstat* versi 7.

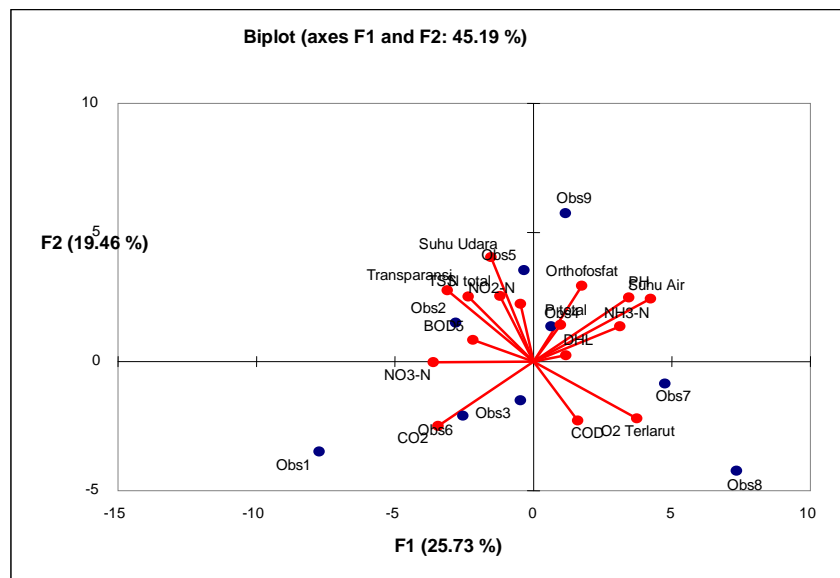
**Tabel 1. Parameter kualitas air yang diukur, metode analisis, dan peralatan digunakan (APHA, 1985).**

No	Parameter Kualitas Air (satuan)	Metode Analisis	Peralatan
	<u>Fisika</u>		
1.	TSS (mgL <sup>-1</sup> )	Gravimetri	Timbangan analitik
2.	DHL (μmhos cm <sup>-1</sup> )	Potensiometri	Konduktivimeter
3.	Transparansi (cm)	Organolepti	Keping Secchi
4.	Suhu air (°C)	Pemuaian	Termometer
	<u>Kimia</u>		
5.	O <sub>2</sub> terlarut (mgL <sup>-1</sup> )	Potensiometri	DO meter
6.	pH	Potensiometri	pH meter
7.	NO <sub>2</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	Spektrofotometri	Spektrofotometer
8.	NO <sub>3</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	Spektrofotometri	Spektrofotometer
9.	NH <sub>3</sub> -N (mgL <sup>-1</sup> )	Spektrofotometri	Spektrofotometer
10.	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (mgL <sup>-1</sup> )	Spektrofotometri	Spektrofotometer
11.	N-total (mgL <sup>-1</sup> )	Spektrofotometri	Spektrofotometer
12.	P-total (mgL <sup>-1</sup> )	Spektrofotometri	Spektrofotometer
13.	COD (mgL <sup>-1</sup> )	Titrimetri	Buret
14.	BOD (mgL <sup>-1</sup> )	Titrimetri	Buret
	<u>Biologi</u>		
15.	Plankton (indL <sup>-1</sup> )	Penyaringan	Planktonet
16.	Ikan <i>indigenous</i>	Penyortiran	<i>Gill-net</i>

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kualitas Air

Hasil analisis multifariat kualitas air yang didasarkan pada analisis komponen utama (Principal Component Analysis (PCA))



**Gambar 1 : Principal Component Analysis (PCA) : Kualitas Air Waduk Penjalin**

Komposisi suatu species dapat dilihat melalui jenis dan jumlah dari species tersebut. Hasil pengamatan yang dilakukan didapatkan 4 jenis species yaitu ikan tawes (*Puntius*





*javanicus* Blkr), ikan wader padi (*Rasbora argyrotaenia* Blkr), ikan lele lokal (*Clarias batrachus*), ikan brek (*Puntius orphoides*). Ikan – ikan ini mempunyai kebiasaan hidup yang berbeda.

Ikan brek merupakan ikan asli Indonesia. Kebiasaan pakan ikan brek berupa fitoplankton, zooplankton, potongan tumbuhan, detritus, cacing. Ciri khas ikan brek adalah adanya warna merah pada bagian selaput pelangi mata, sedikit warna merah pada operculum dan warna kecoklatan pada bagian punggung serta hitam kemerahan pada ujung-ujung semua sirip (Kottelat, at al., 1993).

Ikan tawes (*Puntius javanicus* Blkr ) merupakan ikan kosmopolit yang berada di seluruh perairan Indonesia kecuali di perairan Propinsi Papua. Ikan tawes termasuk Family Cyprinidae yang hidup di sungai, rawa, waduk, danau pada semua badan air, suhu toleransi 23<sup>o</sup>C -28<sup>o</sup>C, pH 6,0 – 7,0 dengan ketinggian 10 – 500 m ((Kottelat, at al., 1993).

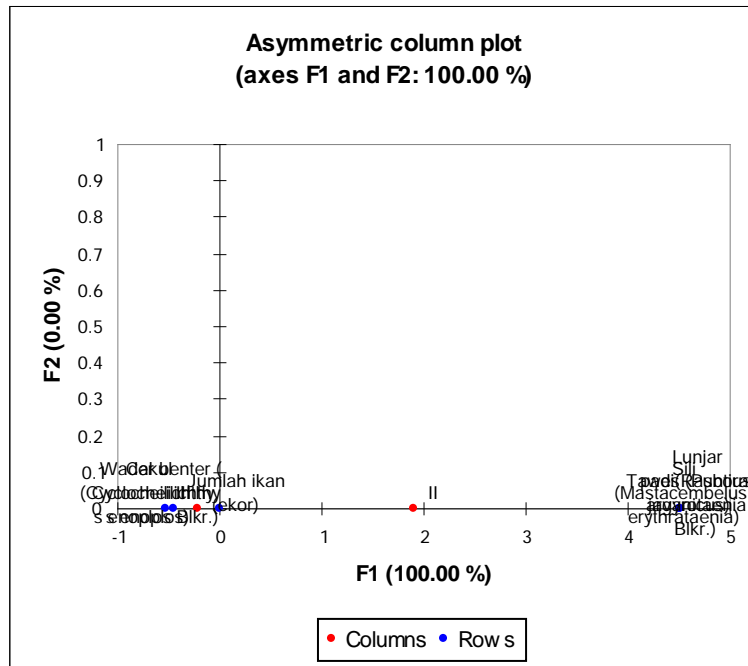
Ikan lele mempunyai ciri – ciri tubuh licin tidak bersisik dan memanjang, kepala gepeng , mulut mendatar dan diujung kepala. Memiliki 4 pasang kumis (*barbel*), sirip punggung dan sirip dubur memanjang mencapai pangkal ekor, sirip ekor berbentuk bulat, tubuh berwarna abu-abu. Di alam lele local merupakan hewan air yang memakan cacing, serangga dan udang kecil. Ikan ini memijah sepanjang tahun dan membuat sarang.

Ikan lunjar padi banyak terdapat di rawa-rawa dengan perairan jernih. Ikan lunjar termasuk family Cyprinidae dengan tubuh polos kekuningan, dengan 29-30 deret sisik sepanjang tubuh. Panjang tubuh hanya sekitar 4-5 cm, termasuk ikan omnivore yaitu pemakan segala macam bahan pakan baik bahan hewani atau nabati. Lingkungan yang disukai adalah suhu 23<sup>o</sup>C - 28<sup>o</sup>C, pH 6,0 – 7,5, memiliki mulut menghadap ke atas dan kepalanya pipih datar, hal ini untuk mengambil oksigen di permukaan air. Habitat ikan ini adalah perairan tawar yang jernih, tidak tercemar dan tidak pernah ditemukan pada perairan asin dengan daerah sebaran Asia Tenggara meliputi Indonesia, Malaysia, Thailand dan Singapura (Kottelat, at al., 1993).

**Tabel 2. Kisaran nilai kualitas air Waduk Penjalin selama penelitian**

Parameter	Waduk Penjalin
TSS	4.0-60
DHL	100 -120
Transparansi	11.0-69
Suhu Air	24.5-29.5
Suhu Udara	22.8-27
DO	4.8-9.94
pH	6.0-8.0
CO2	0.198-3.85
BOD5	0.24-9.56
COD	4.0-96
P tot	0.0133-1,4532
NH3-N	0,0533-0,7667
NO3-N	0.043-0,8906
NO2-N	0,005-0,448
N tot	6,115-11,145
Ortophospat	0.0029-0.2665

Hasil analisis multivariat didasarkan analisis factorial korespondensi (*Factorial Correspondence Analysis : CA*) variasi parameter kualitas air dengan sebaran spesies ikan *indegenuous*



Gambar 2 : CA species ikan *indegenuous* di Waduk Penjalin

### KESIMPULAN

1. Waduk Penjalin selama penelitian terjadi variasi parameter kualitas air dengan status trofik cenderung oligotrofik
2. Komposisi spesies ikan *indegenuous* menunjukkan keragaman yang rendah ( $H'$ ) 0,00 – 1,277, dengan ukuran tubuh ikan panjang 2 – 20 cm, bobot 3-96 gram.

### DAFTAR PUSTAKA

Abel, P.D. 1989. *Water Pollution Biology*. Ellis Horwood, Ltd., Chichester, England.

Aboal, M., M. Prefasi, and A.D. Asencio. 1996. The Aquatic Microphytes and Macrophytes of the Transvase Tajo-Segura Irrigation System, Southeastern Spain. *Hydrobiologia* 340 : 101 - 107.

APHA. 1985. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 16 th edition. American Public Health Association. New York.

Astuti, F., Suwarso, dan DN. Wibowo. 2003. *Eutrofikasi di Telaga Ranjeng Kabupaten Brebes ditinjau dari Kandungan Unsur Fosfor*. Tesis (Tidak Dipublikasikan). Program Pascasarjana Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.

Bardy, J.L. 1998. Biological Denitrification. *J. Water Pollution*. 72 : 705 – 709.

Berkman, H.S., C.F. Rabeni, & R.P. Boyle. 2005. Biomonitors of stream quality in agricultural areas: Fish versus Invertebrates. *Environ. Manag.* 10: 39 – 51.

Bertoli, G.C. 1996. Aquatic Vegetation of the Orinoco River Delta (Venezuela). An Overview. *Hydrobiologia* 340 : 109 - 113.

Bitton, M.D. 1994. Growth of Myriophyllum : Sedimen or Lake Waters as the Source of Nitrogen and Phosphorus. *Ecology* 59 : 1075 – 80.

Boulton, A.J., & P.S. Lake. 1992. Benthic Organic Matter and Detritivorous Macroinvertebrates in Two Intermittent Streams in South-Eastern Australia. *Hydrobiologia* 241: 107 – 118.

Brizonik, P.L. 1996. *Nitrogen. Source and Transformation in Natural Water, in Nutrient, and Natural Waters*. Wiley Interscience, New York.

Brown, J.R., R.J. Gowen, & D.S. Mlusky. 1987. The Effect of Salmon Farming on the Benthos of a Scottish Sea Loch. *J. Exp. Biol. Ecol.* 109: 39 – 51.

Deermot, R.M. 2005. Benthic Fauna in A Series of Lakes Displaying a Gradient of pH. *Hydrobiologia* 128: 31 – 38.



- Emantoko, S. 2000. Bioindikator Pencemaran Sungai. *Buletin Pusat Studi Lingkungan Ubaya* 6 : 18 – 21.
- Gray, L.J. & S.G. Fisher. 1981. Postflood Recolonization Pathway of Macroinvertebrates in a Lowland Sonoran Desert Stream. *Amer. Midland Nat.* 106: 229 – 242.
- Gupta, A. & G. Michael. 2003. Diversity, Distribution and Seasonal Abundance of Ephemeroptera in Stream Meghalaya State India. *Hydrobiologia* 228: 131 – 139.
- Harper, D. 1992. *Eutrophication of Freshwaters. Principles, problems and restoration*. Chapman and Hall, London.
- Jeffries, M., and D. Mills. 1990. *Freshwater Ecology. Principles and Applications*. John Wiley and Sons, New York.
- Kottelat, M.A., A. J. Whitten., Sri, N. K. dan Sutikno. 1993. *Fresh Water Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. C.V Java Books, Jakarta.
- Kovács, M. 1992. *Biological Indicators in Environmental Protection*. Ellis Horwood, New York.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Pub., New York.
- Legendre, P., and L. Legendre. 1983. *Numerical Ecology*. 2<sup>nd</sup> English Ed. Elsevier Science, Amsterdam.
- Mason, C.F. 1991. *Biology of Freshwater. Pollution*. 2<sup>nd</sup> ed. Longman Scientific and Technical, London.
- Mitchell, D.A. 1994. *The Evolution of Pollution Evidence by Lake sediment Pseudofossil*. Pergamon Press, Oxford.
- Odum, E.P. 1994. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi ketiga. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Richard, C. & G.W. Minshall. 2002. Spatial and Temporal Trends in Stream Macroinvertebrates Communities: The Influences of Catchment Disturbance. *Hydrobiologia* 241: 173 – 184.
- Rustami Djajaredja, S. Hatimah, Z. Arifin. 1977. *Buku pedoman Pengenalan Sumber-Sumber Perikanan Darat Bagian I (Jenis-jenis Ikan Ekonomis Penting)*. Direktorat Jendral Perikanan Departemen Pertanian, Jakarta.
- Soebelo, M. 1994. *Dasar-dasar Pengukuran Parameter Fisika Kimia Air*. Makalah. Kursus Pengolahan Limbah Cair Domestik. UNS, Solo.
- Soeriaatmadja, R.E. 1997. *Ilmu Lingkungan*. Penerbit ITB, Bandung.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1985. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill, Inc., Tokyo.
- Suwarso, Sulistyani, dan DN. Wibowo. 2003. Proses Penyuburan Telaga Ranjeng Kabupaten Brebes Ditinjau dari Ketersediaan Unsur Nitrogen. *Chimera* 8 (2): 118 – 125.
- Wallace, J.B., G.J. Lughthart, T.F. Cuffney, & G.A. Schurr. 1989. The Impact of Repeated Insecticidal Treatments on Drift and Benthos of Headwater Stream. *Hydrobiologia* 179: 135 – 147.
- Wibowo, D.N. 2004a. Potensi Gulma Air untuk Monitoring Kualitas Air Waduk. *J. Agrista* 8 (2) : 187 – 197.
- Wibowo, D.N. 2004b. Tingkat Eutrofikasi Waduk PB Soedirman Banjarnegara Berdasar-kan Kandungan Fosfor dan Nitrogen. *Biosfera* 21 (3): 126 – 131.
- Wibowo, D.N. 2005. Evaluasi Dampak Eutrofikasi Terhadap Biomassa Gulma Air (Studi Kasus di Waduk PB Soedirman-Banjarnegara. *Biosfera* 9 (3): 246 – 253.
- Wibowo, D.N. dan A.S. Piranti. 2007. Upaya Pemanfaatan Gulma Air untuk Agen Biomonitoring Status Trofik Ekosistem Waduk. *Jurnal Agrista* 11 (1): 43 – 50.
- Wibowo, D.N. dan Setijanto. 2007. *Kajian berbagai Metode Pendekatan Penggunaan Makroinvertebrata Bentik sebagai Alat Pemantau Pencemaran Organik untuk Perairan Tropik*. Laporan Penelitian (Tidak Dipublikasikan). Program Pascasarjana. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto..



## KAJIAN TINGKAT TROFIK DANAU TONDANO DI PROVINSI SULAWESI UTARA

Sofia Wantasen<sup>1)</sup>, Sudarmadji<sup>2)</sup>, Eko Sugiharto<sup>3)</sup>, dan Slamet Suprayogi<sup>4)</sup>

1. Fakultas Pertanian Univ. Sam Ratulangi, 2. Fakultas Geografi Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta, 3. Fakultas MIPA Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta, 4. Fakultas Geografi Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta  
Email: swantasen@yahoo.co.id

Danau Tondano yang terdapat di Daerah Aliran Sungai Tondano adalah danau alami yang terbentuk dari akibat bencana alam 2 juta tahun silam. Danau ini memiliki multi fungsi antara lain sebagai sumber air minum untuk masyarakat sekitar, sumber air irigasi, perikanan air tawar, pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dan pariwisata. Danau Tondano terkenal dengan obyek wisata Remboken dengan julukan *Sumaru Endo* (*which means: facing the sun*) karena dari sini wisatawan dapat menikmati matahari terbit di cakrawala hamparan air. Saat ini ekosistemnya terancam, akibat dari penggunaan pupuk kimia di lahan pertanian sekitarnya yang kurang terkendali serta perikanan sistem jaring apung yang terdapat di danau Tondano. Penelitian dilakukan dengan melakukan observasi lapangan terhadap aktivitas pertanian yang terdapat di sekitar danau Tondano dan aktivitas perikanan yang terdapat di danau Tondano. Pengumpulan data adalah secara primer dan sekunder. Pengambilan data primer adalah dengan mengambil sampel khlorofil-a di 20 lokasi danau, kemudian analisis di laboratorium, menggunakan Laboratorium *Water Laboratory Nusantara* di Manado. Pengukuran *in situ* untuk parameter kecerahan, pH dan temperatur air. Data sekunder total Nitrogen dan total Fosfat (JICA, 2000). Analisis data selanjutnya menggunakan *Arcview GIS software*. Analisis data ini digunakan untuk sebaran spasial total Nitrogen dan khlorofil-a di danau Tondano. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Khlorofil-a di permukaan Danau Tondano adalah 0,93 µg/l hingga 24,26 µg/l. Kadar rata-rata Total Nitrogen adalah 2540 µg/l, total Fosfat adalah 1700 µg/l, kadar rata-rata Khlorofil-a adalah 16,85 µg/l, kecerahan 2-2,5 meter. Khlorofil-a mengindikasikan kadar biomassa algae. Peningkatan unsur hara terutama Nitrogen dan Fosfat menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi diklasifikasikan dalam empat kategori status trofik (*Oligotrof, Mesotrof, Eutrof, Hipereutrof/Hipertrof*). Danau Tondano berada pada tingkat *Eutrof* yang mengarah ke *Hipereutrof/Hipertrof*.

Keywords: *Sumaru Endo, Trofik, Oligotrof, Mesotrof, Eutrof, Hipereutrof/Hipertrof*

### PENDAHULUAN

Danau Tondano merupakan danau alami yang memiliki multifungsi antara lain sebagai sumber air minum untuk masyarakat sekitar, perikanan air tawar, irigasi, obyek wisata dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Terdapat tiga Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang memanfaatkan air danau Tondano melalui outlet danau Tondano yaitu sungai Tondano. Diantaranya Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) Tonselama memiliki nilai monumental yang dibangun oleh Pemerintah Jepang pada Tahun 1950 dengan kapasitas 14,38 MW. Pengembangan PLTA terus dilakukan dengan pengembangan PLTA Tanggari I (18,00 MW) dan PLTA Tanggari II (19,00 MW) hingga total kapasitas adalah 51,38 MW (Dirjen Penataan Ruang Dep. PU, 2009).

Danau Tondano yang terletak sekitar 36 km dari kota Manado, selain merupakan reservoir air untuk Provinsi Sulawesi utara, adalah salah satu andalan obyek wisata disamping Bunaken. Danau dengan luas 4650 Ha (Dirjen Penataan Ruang Dep. PU, 2009), pada ketinggian 675 meter di atas permukaan laut ini, membentang antara pegunungan Lembean dan hamparan sawah yang subur. Pusat wisata disisi barat danau adalah Remboken yang mendapat julukan *Sumaru Endo* (*which means: facing the sun*) karena dari sini wisatawan dapat menikmati matahari terbit. Di sini telah dibangun bungalow, villa, lengkap dengan kolam renang dengan sumber air panas natural (dari aktivitas vulkanik). Wisatawan selain dapat



memancing, bermain ski air, berperahu melintas danau, dapat menikmati kerajinan tangan keramik, vas bunga yang terbuat dari tanah liat oleh penduduk asli desa Pulutan.

Air yang masuk ke danau ini (inlet) berasal dari empat sungai, yaitu sungai Panasen, Ranowangko, Saluwangko dan Mawalelong/Leleko dan saluran irigasi serta drainase permukiman dan keluar dari danau Tondano (outlet) menjadi aliran sungai Tondano yang melintas kota Manado menuju Laut Sulawesi. Ekstensifikasi pertanian menyebabkan hamparan sawah pada wilayah tangkapan air sungai tersebut di atas semakin luas, penggunaan pupuk kimia semakin meningkat. Keadaan ini menyebabkan kualitas air danau Tondano potensial mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Aktivitas manusia yang memanfaatkan danau bertambah dengan semakin banyaknya kegiatan budidaya perikanan dengan sistem jaring apung (*floating net*), antara lain di wilayah desa Eris, Telap, Toulimembet, Kaweng, Tounalet. Keadaan ini semakin mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas air danau Tondano, yang potensial mengancam ekosistem danau Tondano.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akibat penggunaan pupuk sintesis di persawahan sekitar danau Tondano, kegiatan perikanan budidaya sistem jaring apung terhadap ekosistem danau Tondano yang dikaji dari tingkat trofik danau. Untuk mencapai tujuan tersebut akan dilakukan analisis terhadap nitrogen total dengan spesies nitrogen di perairan danau, khlorofil-a, fosfat total dan kecerahan serta parameter penunjang seperti suhu dan pH. Diharapkan dengan pengolahan data menggunakan metode *mass balance* dan disajikan dalam peta sebaran, dapat memaparkan tingkat trofik danau Tondano saat ini, dan dengan demikian dapat memberikan masukan kepada para pengambil keputusan, langkah yang perlu dilakukan untuk melestarikan danau Tondano.

### METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui kualitas fisika kimia air danau maka metode pengambilan air danau Tondano mengacu AWWA (2005). Pemeriksaan parameter pH dan suhu, dengan alat buatan APHA, kecerahan air danau Tondano dengan alat *Seichi Disk* diameter 16 cm. Pengambilan sampel Khlorofil-a menggunakan alat sampel yang dinamakan *Stick Water Sampler*. Metode analisis yang dipergunakan untuk determinasi Khlorofil-a adalah metode *Spectrophotometric* dengan melakukan ekstrak pigmen terlebih dahulu. Jumlah lokasi pengambilan sampel adalah 20 sampel. Hasil pengukuran terhadap parameter fisik dan kimia diolah menggunakan metode keseimbangan massa (*material/mass balance*). Penyebaran spasial total nitrogen dan khlorofil-a menggunakan analisis spasial dengan *Arcview GIS software*.

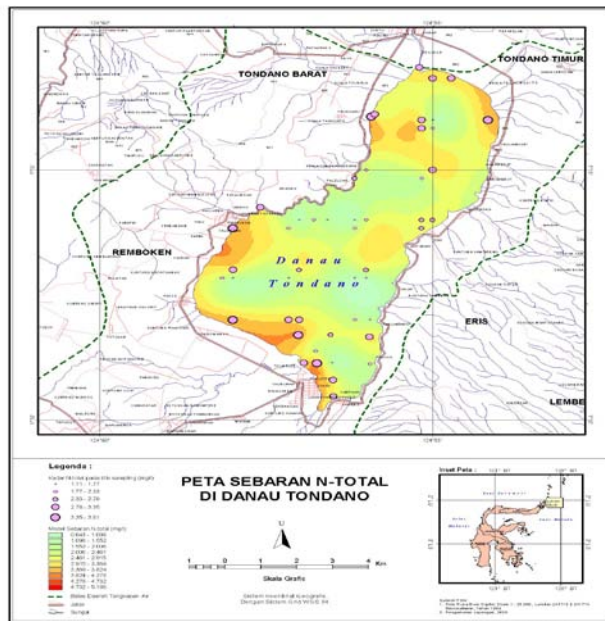
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Danau Tondano secara administrasi berada di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Hasil penelitian di lapangan menunjukkan bahwa terdapat 34 aliran *inlet* danau yang berasal dari empat sungai, saluran irigasi, saluran drainase permukiman yang mengalir masuk ke Danau Tondano, dan hanya satu *outlet* yaitu Sungai Tondano yang bermuara di Teluk Manado.

Pola tanam masyarakat umumnya sistem monokultur dengan menanam tanaman padi secara terus menerus. Penggunaan pupuk rata-rata Urea 300 kg/ha/thn, Ponska 120 kg/ha/thn dan KCl 150 kg/ha/thn (BIPP, 2006). Dari perhitungan diperkirakan tiap tahun di wilayah ini digunakan 2.737,8 ton Urea, 1.095,12 ton Ponska dan 1.368,9 ton KCl.

Penelitian di lapangan menunjukkan bahwa pemberian pupuk dominan dilakukan dengan cara menabur yaitu ditaburkan di atas permukaan tanah. Pemberian pupuk Urea dengan cara menabur/disebarkan di permukaan tanah, disamping cepat dan mudah dilakukan, juga mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan, karena akan menyebabkan





Disajikan pada Gambar 2, sebaran spasial total nitrogen di perairan danau Tondano, terlihat bahwa konsentrasi total nitrogen tertinggi adalah dari outlet penggunaan lahan persawahan serta perikanan sistem jaring apung yang dominan terdapat di sisi timur danau Tondano dan terakumulasi di outlet danau Tondano.

**Gambar 2. Sebaran Spasial Total Nitrogen di Danau Tondano**

### ***Tingkat Trofik danau Tondano***

Kondisi kualitas air danau Tondano diklasifikasikan berdasarkan eutrofikasi yang disebabkan adanya peningkatan konsentrasi unsur hara dalam air. Faktor pembatas sebagai penentu eutrofikasi adalah unsur Fosfor (P) dan Nitrogen (N). Pada umumnya rata-rata tumbuhan air mengandung Nitrogen dan Fosfor masing-masing 0,7% dan 0,09% dari berat basah. Fosfor membatasi eutrofikasi jika konsentrasi Nitrogen lebih dari delapan kali konsentrasi Fosfor, Nitrogen membatasi proses eutrofikasi jika konsentrasinya kurang dari delapan kali konsentrasi Fosfor (UNEP-IETC/ILEC, 2001 *dalam* KLH 2009). Klorofil-a adalah pigmen tumbuhan hijau yang diperlukan untuk fotosintesis. Parameter Klorofil-a mengindikasikan konsentrasi biomassa algae, dengan perkiraan rata-rata beratnya adalah 1% dari biomassa.

Eutrofikasi disebabkan oleh peningkatan konsentrasi unsur hara terutama parameter Nitrogen dan Fosfor pada air danau. Eutrofikasi diklasifikasikan dalam empat kategori status trofik yaitu:

1. *Oligotrof* adalah status trofik air danau dan/atau waduk yang mengandung unsur hara dengan konsentrasirendah, status ini menunjukkan kualitas air masih bersifat alamiah belum tercemar dari sumber unsur hara Nitrogen dan Fosfor
2. *Mesotrof* adalah status trofik air danau dan/atau waduk yang mengandung unsur hara dengan konsentrasi sedang, status ini menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi Nitrogen dan Fosfor namun masih dalam batas toleransi karena belum menunjukkan adanya indikasi pencemaran air
3. *Eutrof* adalah status trofik air danau dan/atau waduk yang mengandung unsur hara dengan konsentrasi tinggi, status ini menunjukkan air telah tercemar oleh peningkatan konsentrasi Nitrogen dan Fosfor



4. *Hipereutrof/Hipertrof* adalah status trofik air danau dan/atau waduk yang mengandung unsur hara dengan konsentrasi sangat tinggi, status ini menunjukkan air telah tercemar berat oleh peningkatan konsentrasi Nitrogen dan Fosfor.

**Tabel 1. Kriteria Status Trofik Danau**

Status Trofik	Konsentrasi rata-rata Total-N (µg/l)	Konsentrasi rata-rata Total-P (µg/l)	Konsentrasi rata-rata Klorofil (µg/l)	Kecerahan rata-rata (m)
<i>Oligotrof</i>	≤ 650	< 10	< 2.0	≥ 10
<i>Mesotrof</i>	≤ 750	< 30	< 5.0	≥ 4
<i>Eutrof</i>	≤ 1900	< 100	< 15	≥ 2.5
<i>Hipereutrof</i>	> 1900	≥ 100	≥ 200	< 2.5

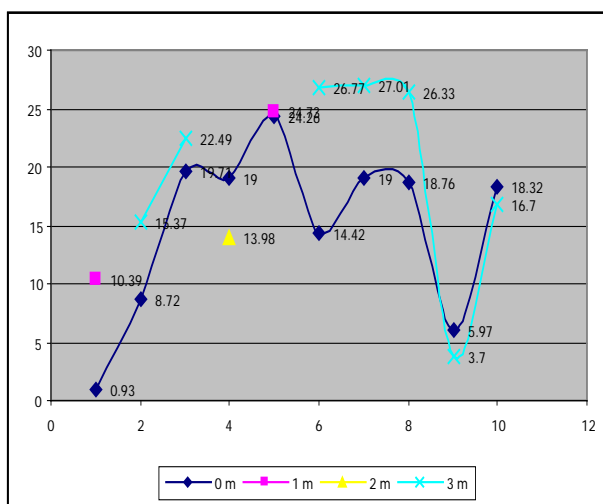
Sumber: KLH, 2009, modifikasi OECD 1982, MAB 1989, UNEP-ILEC, 2001

Hasil pengukuran di lapangan Konsentrasi rata-rata Klorofil (µg/l) dan kecerah (m) serta data sekunder untuk Konsentrasi rata-rata Total-N (µg/l) dan Konsentrasi rata-rata Total-P (µg/l) dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data Hasil Pengukuran dan Status Trofik Danau Tondano**

Status Trofik	Konsentrasi rata-rata Total-N (µg/l)	Konsentrasi rata-rata Total-P (µg/l)	Konsentrasi rata-rata Klorofil (µg/l)	Kecerahan rata-rata (m)
Hasil Pengukuran	2,54= 2540	1,7= 1700	16,85	2 - 2,5
<i>Eutrof</i>	≤ 1900	< 100	< 15	≥ 2.5
<i>Hipereutrof</i>	> 1900	≥ 100	≥ 200	< 2.5

Sumber: Data primer 2009, dan data sekunder, 2000.



Keterangan:

Lokasi 1 outlet sungai Leleko (sisi barat), lokasi 2 Wisata Sumaru Endo (sisi barat), lokasi 3 selatan danau, lokasi 4 outlet sungai Panasen (sisi selatan), lokasi 5 outlet sungai Ranoweleng (sisi selatan), lokasi 6 jaring apung Kaweng (sisi timur), lokasi 7 tengah danau, lokasi 8 jaring apung Eris (sisi timur), lokasi 9 Wisata Paleloan (sisi barat), lokasi 10 outlet danau (sisi utara).

**Gambar 3. Kondisi Klorofil-a di danau Tondano**

Klorofil-a adalah konsentrasi pigmen yang digunakan untuk proses fotosintesis dapat digunakan untuk memprediksi biomassa phytoplankton. Semua tanaman hijau mengandung klorofil-a, dengan kandungan sekitar 1 – 2% dari berat kering adalah *planktonic algae*. Selain klorofil-a, juga terdapat pigmen-pigmen yang lain yaitu klorofil b dan klorofil c, *xanthophylls*, *phycobilins*, dan *carotenes*. Konsentrasi klorofil-a di permukaan danau Tondano berkisar antara 0,93 – 24,26 µg/l, sedang konsentrasi di kedalaman 3 meter adalah 3,7 – 26,77 µg/l. Konsentrasi Klorofil-a tertinggi terdapat di kedalaman 3 meter sisi timur danau, dibandingkan dengan konsentrasi klorofil-a yang terdapat di permukaan danau (kedalaman 0 meter). Konsentrasi klorofil-a tersebut cukup tinggi apabila dibandingkan dengan kriteria







- Manahan, S.E, 2005, *Environmental Chemistry (8<sup>th</sup> edition)*, CRC Press LLC, Florida USA.
- PPSA, 2003, *Investigasi Kualitas Air Sungai dan Danau Tondano*. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah Direktorat Jendral Sumberdaya Air Proyek Pengembangan dan Pengelolaan Sumber Air Sulawesi Utara.
- PPSA, 2006, *Monitoring dan Daya Dukung Sungai dan Danau Tondano*. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah Direktorat Jendral Sumberdaya Air Proyek Pengembangan dan Pengelolaan Sumber Air Sulawesi Utara.
- Suriadikarta, D.A dan A. Adimihardja, 2001, Penggunaan Pupuk dalam Rangka Peningkatan Produktivitas Lahan Sawah, *Jurnal Litbang Pertanian* 20(4), 144-152.
- Wang P, Gao C, Yao Q, Han LX, Shen X, 2006. Temporal and Spatial Distribution Characteristics of Nitrogen Losses in Hilly Area of Taihu Lake, /<http://www.epa.gov> tanggal akses 31 maret 2009.
- Wantasen, S ; L.C. Mandey, 1999, *Kualitas Air Danau dan Sungai Tondano*, Laporan Hasil Penelitian Kerjasama CEPI-UCE dengan PPLH-SDA UNSRAT, Manado.
- Wantasen, S; J. Nebath ; B. Soeroto, 2005, *Water Quality and Biodiversity in Lake Tondano and the TondanoReiver In T.Babcock ;S.K.Wismer and B. Nurkin (eds) From Sky to Sea : Environment and Development in Sulawesi*, Departement of Geography University of Waterloo.



## KAJIAN POTENSI PENGEMBANGAN BUDIDAYA SIDAT (*Anguilla marmorata*) SEBAGAI UPAYA KONSERVASI SPESIES ENDEMIK DI DANAU POSO

**Rasidi dan Rusmaedi**

<sup>1)</sup> Peneliti Pusat Riset Perikanan Budidaya, <sup>2)</sup> Dosen Universitas Hasanuddin, Makassar

Email : rasidi@cria.indosat.net.id

Salah satu potensi sidat terbesar di Sulawesi Tengah terdapat di Danau Poso, Kabupaten Poso. Ikan sidat di Poso dikenal dengan nama daerah sogili/masapi. Jenis ikan sidat di Poso sebagian besar yang ditangkap *Anguilla marmorata* yang bernilai ekonomis tinggi. Alat tangkap yang digunakan berupa waya masapi yang dipasang di outlet danau Poso di sepanjang hulu sungai Poso. Penggunaan alat ini sangat tidak selektif karena hampir semua ukuran sidat besar dan kecil dapat tertangkap oleh alat perangkap ini. Musim penangkapan ikan sidat dewasa mengalami peningkatan pada bulan Maret—Juni tiap tahunnya. Mengingat penangkapan yang berlebihan secara terus menerus akan berakibat menurunnya produksi sidat danau Poso. Untuk mengatasi hal tersebut sebagai salah satu upaya konservasi sidat perlu adanya kebijakan pengembangan budidaya sidat di danau Poso. Pada dasarnya budidaya ikan sidat di danau Poso sudah diperkenalkan pada tahun 2008 oleh Dinas Kelautan dan Perikanan setempat melalui demplot. Berdasarkan survei yang dilakukan sebagian masyarakat sekitar danau Poso sudah ada yang membudidayakan ikan sidat, tetapi masih taraf percobaan skala rumah tangga belum ada yang secara serius menekuni budidaya sidat. Ikan sidat sebagai salah satu potensi lokal perlu dioptimalkan pengelolaannya melalui budidaya, hal ini didukung ketersediaan elver di muara sungai Poso dan peluang ekspor ikan sidat masih terbuka lebar antara lain ke Jepang, Hongkong, Taiwan dan Korea. Dengan demikian diharapkan akan memacu peningkatan nilai ekspor sektor perikanan dan kelautan umumnya.

Kata kunci : *Anguilla marmorata*, danau Poso, dan budidaya.

### PENDAHULUAN

Kabupaten Poso merupakan salah satu wilayah kabupaten di Provinsi Sulawesi Tengah, dengan wilayah daratan seluas ± 8.712, 25 Km<sup>2</sup> dan laut seluas ± 3.758 Km<sup>2</sup>. Kabupaten Poso terdiri dari 18 kecamatan, meliputi 27 desa pesisir pantai dan 20 desa di pesisir danau. Posisi strategis kabupaten ini adalah perlintasan dari kawasan utara; selatan serta timur - barat dari Pulau Sulawesi.

Potensi terbesar perikanan adalah Danau Poso beserta Daerah Aliran Sungai (DAS). Danau Poso dengan luas 36.677 Ha, merupakan sumber cadangan air tawar yang sangat besar. Selain itu juga memiliki keanekaragaman hayati termasuk, ikan endemik yaitu Sidat Danau Poso (*Anguilla* sp) (www. dkp sulteng go id, 2010). Salah satu potensi sidat terbesar di Sulawesi Tengah terdapat di Danau Poso, Kabupaten Poso. Danau Poso dan sungai Poso berada di Kabupaten Poso. Kondisi ekonomi masyarakat perlu perhatian untuk mencegah konflik terjadi lagi. Ikan sidat sebagai salah satu potensi lokal perlu dioptimalkan pengelolaannya untuk memacu peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar danau Poso dan peningkatan nilai ekspor sektor perikanan dan kelautan umumnya.

Genus *Anguilla* dengan daur hidup (*anadromus katadromus*) yang khas telah terbukti rawan terhadap penangkapan berlebihan. Akibat permintaan pasar yang meningkat terus-menerus, berbagai populasi sidat di dunia telah mengalami gejala *overfishing* pada fase dewasa maupun benih (FAO, 2007 dalam Muchsin 2003). Selain itu, adanya pembangunan PLTA di sungai Poso akan menghambat keberhasilan elver kembali ke danau Poso. Oleh karena itu perlu ada upaya konservasi sidat di danau Poso. Konservasi dalam pengertian sekarang sering diartikan pemanfaatan sumberdaya alam secara bijaksana. Konservasi juga dapat dipandang dari segi ekonomi dan ekologi, dimana dari segi ekonomi berarti mencoba mengalokasikan sumberdaya alam untuk sekarang, sedangkan dari segi ekologi konservasi merupakan alokasi sumberdaya untuk sekarang dan masa yang akan datang (Utami, 2008).



Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai potensi budidaya sidat di Danau Poso. Data dan informasi yang disajikan dalam tulisan ini merupakan hasil kajian secara global/umum, tetapi penulis berharap dapat memberikan informasi/masukan untuk pembaca dan khususnya pengambil kebijakan, sehingga di masa yang akan datang budidaya sidat dapat dikembangkan di danau Poso untuk dapat meningkatkan pendapatan pembudidaya.

## METODE

Survei dilakukan pada bulan Maret 2010. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan wawancara dengan responden terkait. Data primer merupakan data yang dikumpulkan di lapangan terutama yang berhubungan dengan pemanfaatan sumberdaya sidat dan perkembangan budidayanya di danau Poso. Sedangkan data sekunder menggunakan studi literatur yang berkaitan dengan budidaya sidat. Responden ditentukan secara sengaja (*purposive sampling*), yaitu pejabat Dinas Perikanan dan Kelautan Poso, petugas pelaksana, penangkap dan pembudidaya sidat. Kegiatan selanjutnya data yang dikumpulkan selanjutnya dievaluasi dan dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN BAHASAN

### *Aspek penangkapan*

Ikan sidat di Poso dikenal dengan nama daerah sogili/masapi. Sebagian besar jenis ikan sidat di Poso yang ditangkap adalah *Anguilla marmorata* yang bernilai ekonomis tinggi. Berdasarkan data dari petugas TPI di Tentena, musim penangkapan ikan sidat dewasa mengalami peningkatan pada bulan Maret—Juni tiap tahunnya. Alat tangkap yang digunakan berupa waya masapi yang dipasang di outlet danau Poso di sepanjang hulu sungai Poso (gambar 1 a & b).



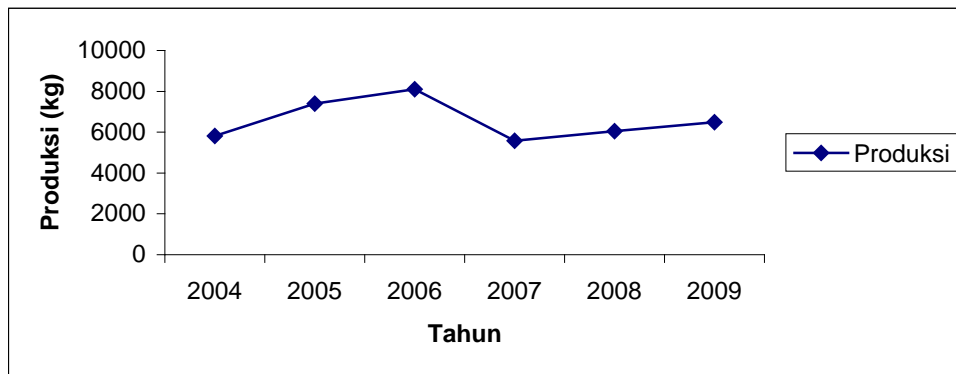
**Gambar 1 a. Waya masapi dipasang sangat rapat di outlet danau Poso**



**1.b. Bubu yang dipasang di waya masapi (sumber : anonim 2007)**

Produksi hasil tangkapan nelayan disajikan pada gambar 2, terlihat jumlah produksi dari tahun 2004 – 2009 mengalami fluktuasi, kenaikan jumlah penangkapan terjadi akibat bertambahnya jumlah penangkap yang beroperasi. Menurut informasi dari petugas Dinas KP Poso, jumlah waya masapi yang dipasang di sekitar outlet danau Poso saja sekitar 22 buah masing-masing dimiliki oleh 5-6 orang/unit waya masapi, belum termasuk waya masapi sepanjang sungai Poso. Jika hal ini dibiarkan terus-menerus dikhawatirkan pada tahun mendatang sudah tidak ada lagi sidat di danau Poso. Penurunan produksi ini diduga akibat penggunaan alat tangkap waya masapi yang sangat tidak selektif karena pemasangan alat ini sangat rapat sehingga hampir semua ukuran besar dan kecil dapat tertangkap oleh alat

perangkap ini. Oleh karena itu diperlukan pengurangan/pembatasan jumlah waya masapi yang dipasang di outlet danau Poso. Menurut informasi dari Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan sudah ada aturan yang mengatur pemasangan alat perangkap ini, tetapi implementasinya belum dapat diterapkan di masyarakat. Kendalanya antara lain penggunaan alat ini sudah turun temurun dan tuntutan ekonomi sebagai sumber pendapatan.



**Gambar 2. Produksi hasil penangkapan sidat dewasa 2004 – 2009**

#### **Potensi Budidaya Sidat**

Mengingat penangkapan yang berlebihan secara terus menerus akan berakibat menurunnya produksi sidat danau Poso, untuk mengatasi hal tersebut sebagai salah satu upaya konservasi sidat perlu adanya kebijakan pengembangan budidaya sidat di danau Poso. Potensi sumberdaya yang ada di danau Poso perlu ditingkatkan pemanfaatan tetapi dengan memperhatikan aspek konservasi sumberdayanya. Dalam tulisan ini potensi yang akan dibahas masih secara umum meliputi kualitas air, ketersediaan benih sidat, ketersediaan pakan, dan status perkembangan budidayanya.

#### **Kualitas air**

Menurut Suitha 2009, benih ikan sidat lokal, *A. bicolor* dan *A. marmorata* tumbuh baik pada suhu berkisar antara 29°C – 31°C. Kecerahan air berkisar antara 30 – 40 cm. Sedangkan pH optimal untuk pertumbuhan ikan sidat adalah 7 – 8. Oksigen Terlarut (DO), kandungan oksigen minimal yang dapat ditolelir oleh ikan sidat minimal 4 ppm Alkalinitas berkisar 50 – 300 mg/l.

Menurut Muchsin 2003, kualitas air di danau Poso sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Stasiun sampling		
		Danau Poso	Hulu sungai Poso	Sungai Poso
<b>Fisika</b>				
Suhu	0C	28-29	28-29	28-29
Kecerahan	cm	210 -- 250	30 --70	60 – 200
Kadalaman	m	-	53-94	95 – 285
Kecepatan arus	cm/dt	-	35-45	80 -- 160
<b>Kimia</b>				
pH	-	6-6,5	6,5 -7,0	6,5 -7,0
DO	mg/L	5,6 –6,2	5,4 – 6,0	5,8 – 7,0
Alkalinitas	mg/L	56 - 64	62 -- 68	64 --70

Sumber data : Muchsin, 2003



Berdasarkan tabel di atas, kualitas air di danau Maninjau masih memenuhi persyaratan baku mutu kualitas air menurut PP no 82 tahun 2001, dengan demikian parameter kualitas air danau dan sungai Poso tergolong baik untuk kehidupan biota air tawar. Hasil analisis plankton (fito dan zooplankton) di danau Poso tergolong oligotrof (Muchsin, 2003).

#### ***Ketersediaan elver***

Survei yang dilakukan pada tahun 2001 dan 2002 di perairan Sulawesi ditemukan banyak spesies leptocephali di antaranya *A. borneesis*, *A. bicolor pacifica*, *A. celebesensis* dan *A. marmorata* (Wouthusyzen *et al* 2008). Salah satu faktor untuk keberhasilan budidaya adalah tersedianya benih. Untuk kegiatan budidaya sidat didukung potensi elver di muara sungai Poso yang jumlahnya melimpah. Banyak pendapat yang berdeda mengenai musim penangkapan elver. Elver/glass eel tersedia tiap bulan pada saat bulan gelap bersamaan pasang naik di muara sungai Poso pada bulan Maret – Oktober dengan ukuran panjang 50 – 51 mm dan bobot 0,19 – 0,20 g (Muchsin, 2003), leptocephali 33-50 mm (Wouthusyzen *et al* 2008). *Anguilla marmorata* banyak muncul pada bulan Januari-Maret (Budirmawan *dalam* Anonim 2007). Elver mulai muncul pada tengah malam sampai pagi hari. Penangkapan elver berdasarkan permintaan, di antaranya pernah dikirim ke Balikpapan dan Jakarta untuk dibudidayakan.

#### ***Ketersediaan pakan***

Dalam proses kegiatan budidaya kebutuhan pakan 60-80% untuk operasional budidaya. Kendala umum yang sering dihadapi oleh pembudidaya adalah harga pakan yang tinggi sehingga biaya pakan untuk operasional budidaya juga meningkat. Oleh karena itu perlu dicari sumber bahan baku lokal yang ada di sekitar danau Poso. Sumber bahan baku lokal yang tersedia antara lain ikan-ikan rucah seperti ikan nilem, mujair dan betok yang ada di danau Poso dapat dimanfaatkan untuk pakan ikan sidat.

#### ***Potensi pasar***

Peluang ekspor ikan sidat masih terbuka antara lain ke Jepang, Hongkong, Taiwan dan Korea. Menurut informasi dari penangkap, harga sidat dewasa dari penangkap ke pengepul Rp 75.000/kg. Dengan demikian diharapkan akan memacu peningkatan pendapatan masyarakat sekitar danau khususnya dan peningkatan nilai ekspor sektor perikanan dan kelautan umumnya.

#### ***Status perkembangan budidaya***

Pada dasarnya budidaya ikan sidat di danau Poso sudah diperkenalkan melalui demplot-demplot pada tahun 2008 oleh dinas Kelautan dan Perikanan setempat. Menurut informasi dari pejabat Dinas Kelautan dan Perikanan, kendala yang dihadapi adalah biaya dana demplot yang kurang sehingga demplot yang dilaksanakan masih skala kecil, oleh karena itu perlu dukungan dari pemerintah pusat, propinsi dan investor untuk mengalokasikan dana untuk kegiatan pengembangan budidaya sidat di danau Poso.

Berdasarkan survei yang dilakukan sebagian masyarakat sekitar danau Poso sudah ada yang mencoba membudidayakan ikan sidat skala rumah tangga, tetapi belum ada yang serius menekuni usaha budidaya sidat. Hal ini disebabkan antara lain minat untuk usaha budidaya belum tinggi dan kurangnya modal usaha.



**Gambar 3. Budidaya sidat skala rumah tangga di sekitar danau Poso dan sidat hasil budidaya**

### ***Budidaya sebagai upaya konservasi sumberdaya sidat***

Sidat yang ada di danau Poso merupakan spesies endemik yang harus dijaga populasinya melalui budidaya. Segmentasi budidaya sidat antara lain penyediaan elver, pendederan, dan pembesaran. Kawasan/lokasi budidaya untuk berbagai segmen perlu segera ditetapkan. Budidaya sidat secara utuh memang belum berhasil dilakukan, tetapi untuk mengantisipasi penurunan populasi sidat di danau Poso perlu segera dilakukan upaya konservasi melalui budidaya. Salah satu solusi untuk beragam konflik kepentingan dalam kawasan yang dilindungi adalah dengan memberlakukan sistem zonasi. Sistem zonasi tersebut bertujuan mengelola kawasan secara keseluruhan, dengan merancang dan menentukan wilayah yang akan diberikan prioritas bagi kegiatan tertentu (Indrawan *et al*, 2007). Lebih lanjut menurut Utami 2008, kegiatan konservasi selalu berhubungan dengan suatu kawasan, kawasan itu sendiri mempunyai pengertian wilayah dengan fungsi utama sebagai kawasan lindung atau kawasan budidaya (UU No. 24 tahun 1992). Kawasan lindung ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian sumberdaya, sumberdaya buatan dan nilai sejarah serta budaya bangsa guna kepentingan pembangunan berkelanjutan, sedangkan kawasan budidaya yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk budidaya atas dasar potensi sumberdaya alam, sumberdaya manusia dan sumberdaya buatan. Mengacu hal tersebut di atas diperlukan penetapan lokasi/zonasi danau Poso sesuai peruntukannya, sebagian untuk kawasan budidaya sebagian lagi untuk kawasan lindung. Sehingga dalam pengembangan budidayanya difokuskan di wilayah yang diperbolehkan untuk kegiatan budidaya.

Sejalan dengan program peningkatan produksi perikanan melalui budidaya pemerintah daerah melalui Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Poso telah bertekad mengembangkan potensi danau Poso tersebut dengan menjadikan sebagai sentra budidaya air tawar ([www.dkpsulteng.go.id](http://www.dkpsulteng.go.id)). Pemerintah propinsi Sulawesi Tengah telah menyusun grand strategi konservasi dan pengembangan sumberdaya sidat danau Poso. Strategi pengembangannya mencakup tiga dimensi yaitu aspek konservasi, IPTEK dan sosial kelembagaan (Anonim, 2007). Dalam pelaksanaan strategi konservasi tersebut perlu dukungan dari pemerintah pusat, lembaga penelitian, perguruan tinggi dan masyarakat kabupaten Poso.

### ***Dukungan riset terhadap sumberdaya sidat danau Poso***

Danau Poso merupakan danau yang menjadi perhatian dunia karena potensi sumberdaya sidatnya. Sehingga banyak kegiatan riset yang telah dilakukan oleh lembaga penelitian dan perguruan tinggi baik dari dalam negeri maupun luar negeri mengenai danau Poso antara lain aspek potensi sumberdaya sidat, pendederan dan pembesaran sidat, migrasi sidat dan lainnya. Menurut informasi dari Dinas KP setempat, kajian yang dilakukan perlu juga ada kegiatan pengembangan budidaya skala besar di samping penelitian-penelitian dasar yang



sering dilakukan. Dalam rangka perencanaan pengembangan kegiatan budidaya sidat aspek-aspek yang perlu dikaji lebih lanjut antara lain zonasi lokasi lahan yang sesuai untuk budidaya, daya dukung danau, monitoring kualitas air, ketersediaan benih sidat, ketersediaan pakan, dan sosial ekonominya. Sehingga tersusun pedoman tata ruang dalam rangka pengembangan budidaya sidat berkelanjutan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Sidat yang banyak ditangkap di danau Poso *Anguilla marmorata* dengan menggunakan waya masapi. Penggunaan alat perangkap waya masapi sangat tidak selektif sehingga perlu dibatasi jumlahnya.
2. Potensi sumberdaya sidat di danau Poso perlu dikembangkan melalui kegiatan budidaya dengan memperhatikan aspek konservasinya.
3. Pengembangan budidaya sidat perlu segera dilaksanakan di danau Poso dengan dukungan dari pemerintah Pusat, Propinsi Kabupaten, masyarakat dan swasta.

### DAFTAR ACUAN

- Anonim 2007, Grand Strategi Konservasi dan Pengembangan Sumberdaya Sidat Danau Poso, Dinas Kelautan dan Perikanan Propinsi Sulawesi Tengah.
- Indrawan, M., Richard B. Primack dan jatna Supriatna, 2007. Biologi Konservasi. Edisi Revisi. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. 625 p.
- Muchsin, I 2003. Upaya Meningkatkan Keberhasilan Migrasi Anadromus Katadromus Ikan Sidat sp Di Sungai Poso Sulawesi Tengah. Kerja sama Kementrian Riset dan Teknologi dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Murti, 2008. Konservasi Sumberdaya Alam : Perspektif islam dan sains. UIN Malang Press.249 p
- Suitha, I M. 2009. Pengelolaan Usaha Pendederan dan Pembesaran Ikan Sidat di Tambak Pandu Karawang. Makalah Indoaqua 2009. Menado.
- [www.dkpsulteng.go.id](http://www.dkpsulteng.go.id). Kabupaten Poso Menuju Sentra Produksi Perikanan Air tawar. 8 September 2009. didownload pada tanggal 2 Februari 2010.
- Wouthusyzen *et al* 2009, Seasonality of Spawning by Tropical Anguillid Ell Around Sulawesi Island, Indonesia. *Naturwissenschaften* (2009) 96: p. 153–158





## USAHA PENANGKAPAN IKAN TERBANG DAN TELURNYA DI BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA

**Retno Andamari**

*Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol, Singaraja, Bali*

*Email : ipop@indosat.net.id*

Ikan terbang termasuk ikan pelagis kecil yang banyak terdapat di beberapa perairan di Indonesia diantaranya di Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Bali Utara, Maluku Tengah, Maluku Tenggara dan Papua (Fak Fak). Ikan terbang sudah di usahakan sejak tahun 1973 di Sulawesi Selatan dengan alat tangkap pakkaja (bubu hanyut) dan jaring insang (gill net). Sedangkan di daerah yang lain hanya menggunakan jaring insang kecuali di Fak-Fak banyak digunakan pakkaja oleh nelayan yang berasal dari daerah Sulawesi Selatan. Disamping ikannya yang lebih banyak diharapkan adalah telurnya yang merupakan komoditi ekspor. Pada tahun 2004 harga telur ikan terbang dapat mencapai 1 juta rupiah per kg, telur ini diekspor ke Jepang. Saat ini harga telur ikan terbang sekitar Rp.300.000,- /kg. Di Indonesia terdapat 18 jenis ikan terbang. Ikan terbang yang tertangkap pada kajian ini diantaranya jenis *Cheilopogon cyanopterus*, *C. Spilopterus*, *C.suttoni*, *C. katoptron*, *Cypselurus poecilopterus*, *Paraexocoetus brachypterus*,

*Key words : Cheilopogon , Cypselurus. ikan terbang, Paraexocoets*

### PENDAHULUAN

Usaha penangkapan ikan terbang dan telurnya sudah sejak lama dilakukan sekitar sebelum tahun tujuh puluhan. Ikan terbang ini menyebar di daerah tropis dan sub tropis. Menurut Parin (1999) terdapat 31 jenis ikan dan 18 jenis diantaranya terdapat di Indonesia (Weber dan Beaufort 1922) yang 15 jenis diantaranya sebagai koleksi di museum LIPI (Hutomo *et al*, 1985). Selain ikannya yang lebih banyak dimanfaatkan adalah telurnya untuk diekspor ke Jepang. Ekspor telur ikan terbang dari tahun ketahun semakin meningkat. Bila hal ini dilakukan secara terus menerus tanpa memperhatikan aspek reproduksinya dikhawatirkan produksi ikan terbang dan telurnya dapat terjadi lebih tangkap. Seperti ikan pelagis yang lain ikan terbang ini ditangkap dengan jaring insang (gill net) sedangkan di Sulawesi digunakan bubu yang biasa disebut pakkaja. Di Sulawesi Selatan ikan terbang disebut juga sebagai torani. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui usaha penangkapan ikan terbang termasuk telurnya yang terdapat di beberapa daerah di Indonesia serta jenis-jenis yang ada. Dengan adanya informasi ini diharapkan dapat memberikan masukan dalam pengelolaan perikanan ikan terbang.

### BAHAN DAN METODA

Kajian ini merupakan hasil pengamatan langsung di lapangan dan hasil "desk study" yang mencoba memberikan informasi tentang usaha penangkapan ikan terbang dan telurnya di beberapa daerah di Indonesia. Gambar 1 lokasi sampling ikan terbang.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Jenis Ikan Terbang*

Ikan terbang yang diamati diantaranya terdapat di daerah Pemuteran (Bali Utara), Manado (Sulawesi Utara), Rengas (Majene, Sulawesi Selatan), Noloth (Saparua, Maluku Tengah), Tual (Maluku Tenggara) dan tentunya masih banyak di daerah lain di Indonesia terdapat ikan terbang. Jenis dan lokasi disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi sampling ikan terbang

Tabel 1. Jenis ikan terbang di beberapa lokasi di Indonesia.

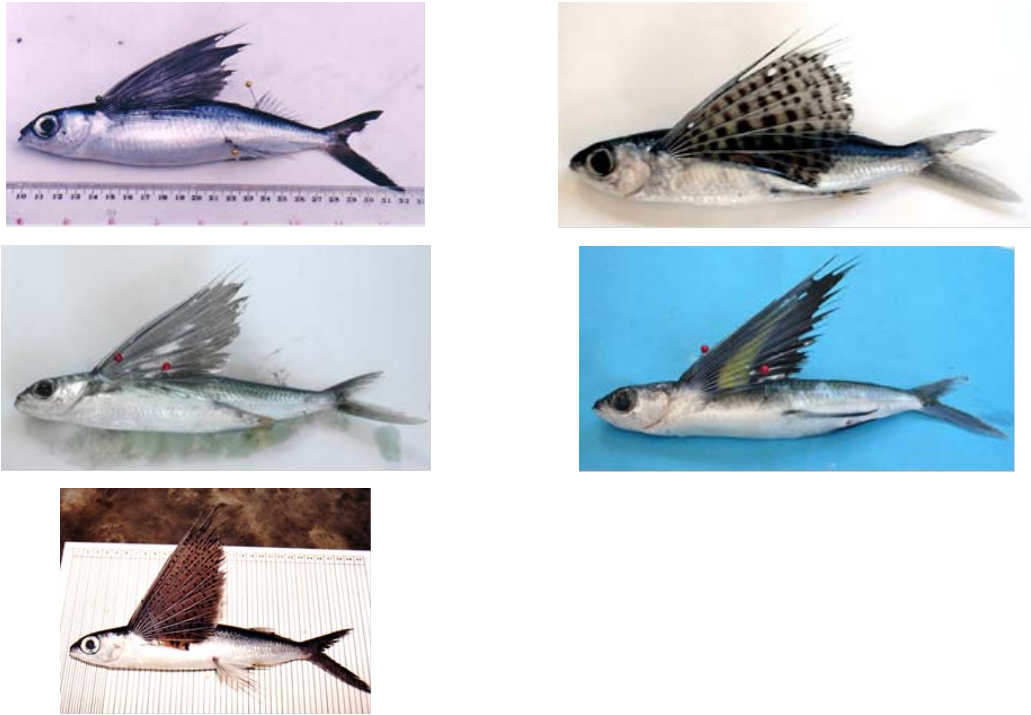
No	Lokasi	Jenis	Sumber
1	Pemuteran (Bali Utara)	<i>Paraexocoetus mento</i>	Syahailatua, A dan Andamari, R. (2010)
	Pemuteran (Bali Utara)	<i>Cypselurus poicelopterus</i>	Andamari, R (2010)
	Pemuteran (Bali Utara)	<i>Cheilopogon articeps</i>	Andamari, R (2010)
	Pemuteran (Bali Utara)	<i>Cheilopogon katoptron</i>	Andamari, R (2010)
	Pemuteran (Bali Utara)	<i>Cheilopogon oligolepis</i>	Andamari, R (2010)
	Pemuteran (Bali Utara)	<i>Cheilopogon suttoni</i>	Andamari, R. (2010)
	Pemuteran (Bali Utara)	<i>Paraexocoetus brachypterus</i>	Andamari, R. (2010)
2	Manado (Sulawesi Utara)	<i>Cheilopogon suttoni</i>	Andamari, R dan Mujimin (2005)
	Manado (Sulawesi Utara)	<i>Cheilopogon intermedius</i>	Andamari, R dan Mujimin (2005)
	Manado (Sulawesi Utara)	<i>Cheilopogon articeps</i>	Andamari, R dan Mujimin (2005)
	Manado (Sulawesi Utara)	<i>Cypselurus poicelopterus</i>	Andamari, R dan Mujimin (2005)
3	Tual (Maluku Tenggara)	<i>Cypselurus oligolepis</i>	Syam, A.R. <i>et al.</i> (2004)
		<i>Cypselurus spilopterus</i>	Syam, A.R. <i>et al.</i> (2004)
4	Nolloth,Saparua (Maluku)	<i>Cypselurus poicilopterus</i>	Andamari, R. <i>et.al</i> (1995)
	Nolloth,Saparua (Maluku)	<i>Cheilopogon suttoni</i>	Andamari, R. <i>et.al</i> (1995)
	Nolloth,Saparua (Maluku)	<i>Cypselurus cyanopterus</i>	Andamari, R. <i>et.al</i> (1995)
	Nolloth,Saparua (Maluku)	<i>Cheilopogon katoptron</i>	Andamari, R. <i>et.al</i> (1995)
5	Rengas, Majene (Sulsel)	<i>Exocoetus sp.</i>	Andamari, R dan Zubadi, T. 1994
	Rengas, Majene (Sulsel)	<i>Evoluntia micropterus</i>	Andamari, R dan Zubadi, T. 1994

### Aspek Reproduksi

Sangat penting untuk diketahui pengetahuan tentang aspek reproduksi ikan terbang diantaranya fekunditas, yaitu jumlah telur per angkatan. Fekunditas beberapa jenis ikan terbang disajikan pada Tabel 2. Menurut Sihotang (2010) seekor ikan terbang dapat menghasilkan telur sebanyak 4000 sampai 9000 butir. Dari Tabel 2 diatas dapat dilihat betapa sedikitnya fekunditas ikan terbang ini, bila telurnya diambil secara terus menerus dikhawatirkan akan semakin berkurang jumlah ikan terbang yang tersedia dialam.

### Aspek Penangkapan

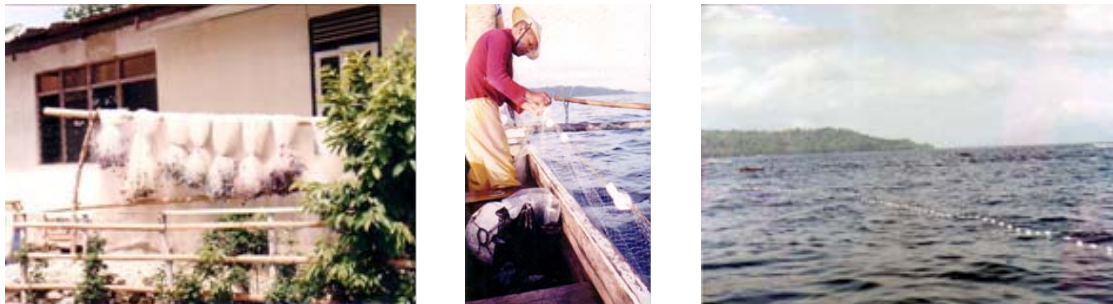
Ikan terbang ditangkap dengan jaring insang hanyut (gill net) di daerah Pemuteran, Nolloth dan Tual Gambar 3. gillnet untuk menangkap ikan terbang di daerah Nolloth dan bubu atau pakkaja di Sulawesi Selatan dapat dilihat pada Gambar 4. bubu atau pakkaja ini diberi rumbai-rumbai yang dengan harapan ikan terbang akan menempelkan telurnya pada saat memijah. Nelayan Sulawesi Selatan menangkap ikan terbang dan telurnya sampai ke Fak-Fak (Papua). Mereka menangkap pada bulan April sampai Oktober.



Gambar 2. Beberapa jenis ikan terbang yang ditemukan di lokasi sampling.

Tabel 2. Fekunditas ikan terbang menurut jenisnya.

Jenis	Fekunditas (butir)			Sumber
	Min	Maks	Rerata	
<i>C. poecilopterus</i>	5.982	25.252	13.139	Andamari, R. (2009)
<i>C. oligolepis</i>	4.740	20.789	12.741	Syam,A.R. <i>et al</i> , 2004
<i>C. spilopterus</i>	11.604	23.195	16.667	Syam,A.R. <i>et al</i> , 2004
<i>Exocoetus sp.</i>	2.439	21.640	11.706	Andamari, R dan T. Zubaidi 1994
<i>C. oxycephalus</i>	3.293	8.128	-	Nessa, M.N., 1978



Gambar 3. Jaring insang hanyut (bahan tasi) dioperasikan pagi hari di Noloth

#### Aspek Pasca Panen dan Pemasaran

Ikan terbang di daerah tertentu dijual dalam bentuk segar, tetapi pada saat musim melimpah ikan terbang dibuat ikan asin atau diasap. Telur ikan yang sudah menempel di pakkaja diambil dan dijemur serta gonad ikan terbang yang belum memijah (Gambar 5). Telur ikan terbang ini berdiameter antara 1,5 – 2 mm. Telur ikan terbang berwarna kuning keemasan mempunyai serat sehingga telurnya menggerombol dan bila dipisahkan telur dari seratnya dapat dilihat pada 6. Sedangkan juga pada Gambar 5 menunjukkan gonad ikan terbang yang belum memijah (masih didalam perut ikan) biasanya dikeringkan. Di daerah Tual (Maluku



Tenggara) ikan terbang yang telah memijah telurnya menempel pada daun-daun yang mengapung dilaut atau rumput laut dan telur-telur ini dikumpulkan dicuci dan direndam dengan garam dan dikemas dalam botol siap untuk dipasarkan (Gambar6). Harga telur ikan terbang dapat mencapai 1 juta rupiah per kg kering. pada tahun 2004. Saat ini harga telur ikan terbang hanya Rp.300.000,- per kg. Produksi telur ikan terbang tahun 2001 mencapai 420 ton.



**Gambar 4.** Bubu yang diberi rumbai-2 untuk menangkap telur ikan terbang (pakkaja) di Sulawesi Selatan



**Gambar 5.** Telur ikan terbang dari pakkaja dijemur dan gonad ikan terbang.



**Gambar 5.** Telur ikan terbang dari pakkaja dijemur dan gonad ikan terbang.

### KESIMPULAN

Penangkapan ikan terbang dan eksploitasi telurnya sudah sejak lama dilakukan. Bila hal ini dilakukan terus menerus dikhawatirkan akan terjadi lebih tangkap. Nelayan Makassar menangkap ikan terbang dan telurnya sudah sampai di Fak-Fak (Papua).



## PUSTAKA

- Andamari, R dan T. Zubaidi.1994. Aspek reproduksi ikan terbang di desa Rangas, Kabupaten Majene, Sulawesi Selatan. Jurnal Penelitian Perikanan Laut. Balai Penelitian Perikanan Laut. Jakarta. NO. 94 : 11 – 21
- Andamari, R. 2009. Fekunditas ikan terbang (*Cypselurus poicilopterus*) di perairan Buleleng, Bali. Prosiding Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia XIV, UIN Maulana Malik Ibrahim. Hal. 309 -315
- Andamari, R. 2010. Laporan survey ikan terbang di Pemuteran. (tidak dipublikasikan)
- Andamari, R. Dan Mujimin. 2005. Laporan survey ikan terbang di Manado. (tidak dipublikasikan).
- Andamari, R., T. Zubaidi, A.R. Syam, dan I.N. Edrus. 2005. Laporan survey ikan terbang di desa Noloth, Saparua, Maluku. (tidak dipublikasikan).
- Hutomo, M., Burhanudin dan S. Martosewoyo. 1985. Sumberdaya Ikan Terbang. Proyek Studi Potensi Sumber Daya Alam Indonesia. Studi Potensi Sumber Daya Hayati Ikan. LON-LIPI. Jakarta.72 hal.
- Nessa, M.N. 1978. Perikanan Ikan Terbang di Sulawesi Selatan ditinjau dari aspek penangkapan dan sosial ekonomi. Simposium Modernisasi Perikanan Rakyat, Jakarta. 22 hal.
- Parin, N.V. 1999. Exocoetidae (Flyingfish) *In* K.E.Carpenter and V.H.Nien. The living marine resources of the Western Central Pacific. FFAO, 4: 2162 – 2179
- Sihotang, S. 2010 Ikan terbang terancam. <http://forum.o-fish.com/viewtoic.php>
- Syahailatua, A. dan R. Andamari.2010. Struktur ukuran dan Faktor Kondisi Ikan terbang *Paraexocoetus mento* (Val.19470 d Perairan Indonesia. (belum dipublikasikan). 12 hal.
- Syam, A. R., T. Zubaidi dan I.N. Edrus. 2004. Aspek biologi reproduksi ikan terbang *sypsilurus oligolepis* dan *Cypsilurus spilopterus* di perairan Tual, Maluku Tenggara. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Vo. 10 no.4 : 87 - 95
- Weber, M. And L.F. De Beaufort.1922. The fishes of the ndo-Australian Archipelago. E.J.Brill, Leiden.



## FLUKTUASI SUHU PERMUKAAN LAUT BERDASARKAN PENGUKURAN *IN SITU* AIR LAUT DI BEBERAPA PERAIRAN INDONESIA

**Nurhayati**

*Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, P.O. Box. 4801/JKTF, Jakarta 11048. Telp.:(021) 64713850. Fax.(021) 64711948. Cable LONAS.  
E-mail : nurhayaty\_s@yahoo.com*

Suhu permukaan air laut perairan penting untuk difahami karena berpengaruh pada aspek distribusi organisme perairan, reaksi kimia dan ekologi organisme benthik. Oleh karenanya, perlu suatu pemahaman yang baik dari dinamika suhu permukaan laut di perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah menguraikan dan menganalisis suhu permukaan laut di beberapa perairan Indonesia. Suhu air laut diukur secara *in situ* dengan menggunakan alat sistem sensor CTD (Seabird CTD 911 plus SBE) yang dapat mengukur suhu air dan parameter lain dengan kedalaman laut secara bersamaan. Data rekaman suhu air laut dari CTD di beberapa perairan Indonesia telah dianalisa dari tahun 2003 - 2009. Hasil menunjukkan bahwa suhu permukaan laut berfluktuasi dari tempat ke tempat. Suhu rata-rata permukaan air laut yang cenderung meningkat, ini menjadi suatu indikasi dari adanya pengaruh dari pemanasan global. Efek perubahan iklim global berpengaruh nyata pada suhu permukaan laut di perairan Indonesia. Selain itu, fluktuasi suhu permukaan laut pada perairan bagian barat dan timur Indonesia cenderung dipengaruhi juga oleh sistem perubahan musim. Suhu permukaan laut di setiap perairan diuraikan dan dibahas dalam hubungannya dengan musim, radiasi pemanasan matahari dan trend pemanasan global.

Keywords : suhu permukaan laut, fluktuasi, musim, perairan Indonesia.



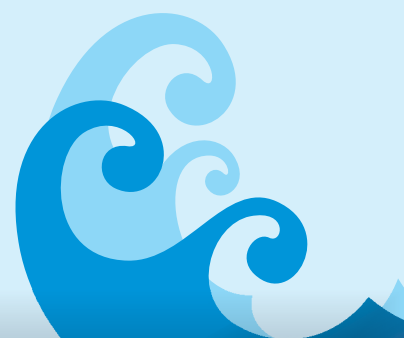
## POLA ARUS PERMUKAAN DAN KONTRIBUSINYA TERHADAP PENYEBARAN TURBIDITAS DI PERAIRAN PANTAI TELUK JAKARTA

**Nurhayati**

*Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, P.O. Box. 4801/JKTF, Jakarta 11048. Telp.:(021) 64713850. Fax.(021) 64711948. Cable LONAS.  
E-mail : nurhayaty\_s @ yahoo. com*

Pola arus di perairan penting difahami karena berpengaruh pada transport material, penyebaran pollutant, proses sedimentasi dan erosi, perikanan, aktivitas teknik pantai. Ini perlu suatu pemahaman yang baik mengenai dinamika pola arus dan variabilitasnya. Tujuan penelitian adalah untuk memahami dan menganalisis kecenderungan pola pergerakan arus permukaan dan distribusi kecepatannya di sekitar perairan Teluk Jakarta. Penelitian arus telah dilakukan pada bulan Juni 2009 pada 20 stasiun.. Arus yang terdiri kecepatan dan arah arus diukur dengan menggunakan alat direct reading CM- 2 current meter. Hasil analisa menunjukkan bahwa ada suatu aliran utama arus ke arah selatan. Kecepatan arus sesaat mencapai lebih dari 50 cm/detik dan pola arah arus cenderung menuju ke arah selatan. Selain itu dijumpai juga adanya suatu arus utama yang menuju ke arah selatan dan ini tampak nyata menuju ke pantai Teluk Jakarta. Ada sebagian arus yang pola arusnya cenderung menuju ke arah timur. Pola pergerakan utama arus ini menjadi suatu indikasi dari pola arus oleh pengaruh pasut, musim, arus kaitulistiwa selatan dan pengaruh topografi lokal perairan. Sementara arus ke arah timur diduga karena arus menyusur pantai atau longshore current. Semua arus ini terlihat nyata meyebabkan konsentrasi tinggi turbiditas di perairan Teluk Jakarta.

Keyword : arus, pola, turbiditas, distribusi, perairan Teluk Jakarta



# **Fakultas Biologi**

Universitas Jenderal Soedirman

Jalan Dr. Suparno 63 Grendeng

Purwokerto

53122

<http://www.fabiokita-unsoed.or.id/>