

**BIOLOGI REPRODUKSI IKAN ENDEMIK BONTI-BONTI
Paratherina striata Aurich, 1935 DI DANAU MAHALONA,
KABUPATEN LUWU TIMUR, SULAWESI SELATAN**

**Reproductive Biology of Endemic Fish Bonti-bonti *Paratherina striata*
(Aurich, 1935) in Lake Mahalona, East Luwu, South Sulawesi**

EKA AULIA JUNEDI



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**BIOLOGI REPRODUKSI IKAN ENDEMIK BONTI-BONTI
Paratherina striata Aurich, 1935 DI DANAU MAHALONA,
KABUPATEN LUWU TIMUR, SULAWESI SELATAN**

**Reproductive Biology of Endemic Fish Bonti-bonti *Paratherina striata*
(Aurich, 1935) in Lake Mahalona, East Luwu, South Sulawesi**

**EKA AULIA JUNEDI
L012202006**

THESIS

Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
magister sains (M,Si)

**MASTER'S PROGRAM IN FISHERIES SCIENCE
FACULTY OF MARINE AND FISHERIES SCIENCES
HASANUDDIN UNIVERSITY
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

Judul Tesis : Biologi Reproduksi Ikan Endemik Bonti-bonti *Parathorina striata* Aurich, 1935 di Danau Mahalona, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan

Nama Mahasiswa : Eka Aulia Junedi

Nomor Pokok : L012202006

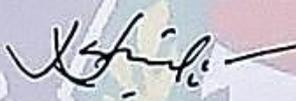
Program Studi : Ilmu Perikanan

Tesis telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

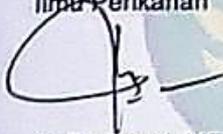
Pembimbing Anggota,


Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc.
NIP. 195902231988111001


Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si.
NIP. 196601201991031002

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Ilmu Perikanan


Ir. Badraeni, MP
NIP. 196510231991032001

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan
Perikanan


Safaruddin, S.Pi, MP., Ph.D
NIP. 197506112003121003

Tanggal Lulus: 26 Juni 2023

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Eka Aulia Junedi
NIM : L012202006
Program Studi : Ilmu Perikanan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa thesis dengan judul “Biologi Reproduksi Ikan Endemik Bonti-Bonti *Paratherina striata* Aurich, 1935 Di Danau Mahalona, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan” ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas dari plagiasi. Di dalamnya tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali digunakan sebagai acuan dalam naskah ini, yang artinya sumber yang disebutkan sebagai referensi dan dituliskan pula di Daftar Pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiasi dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan terkait (Permendiknas No. 17, Tahun 2007).

Makassar,

Juli 2023



Eka Aulia Junedi
NIM. L012202006

PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Eka Aulia Junedi
NIM : L012202006
Program Studi : Ilmu Perikanan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

menyatakan bahwa publikasi Sebagian atau keseluruhan ini thesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyatakan tim pembimbing sebagai pemilik tulisan (author) dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan thesis) saya tidak melakukan publikasi dari Sebagian atau keseluruhan thesis ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap dilibatkan.

Makassar, Juli 2023

Mengetahui,

Penulis,



Ir. Badraeni, MP
NIP. 196510231991032001



Eka Aulia Junedi
NIM. L012202006

ABSTRAK

Eka Aulia Junedi. L012202006. "Biologi Reproduksi Ikan Endemik Bonti-bonti *Paratherina striata* Aurich, 1935 di Danau Mahalona, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan" di bimbing oleh **Sharifuddin Bin Andy Omar.** sebagai pembimbing utama dan **Syafiuddin.** sebagai pembimbing anggota.

Ikan endemik *Paratherina striata* atau lebih dikenal ikan bonti-bonti oleh masyarakat lokal merupakan ikan endemik Pulau Sulawesi Selatan yang berasal dari famili Telmatherina. Ikan bonti-bonti masuk dalam kategori *Near Threatened* atau telah hampir mengalami kepunahan. Ikan ini dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai ikan konsumsi dan berpotensi untuk menjadi ikan hias. Selain itu adanya aktivitas di sekitar danau berdampak kepada keberlangsungan Danau Mahalona yang menjadi habitat asli ikan bonti-bonti. Hal ini di khawatirkan dapat menekan populasi ikan endemik bonti-bonti di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aspek reproduksi ikan bonti-bonti di perairan Danau Mahalona serta upaya pengelolaannya. Pengambilan ikan dilakukan setiap bulan selama enam bulan dari bulan November sampai Desember 2021 dan bulan Februari hingga Mei 2022. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga stasiun pengamatan, alat tangkap yang digunakan yaitu jaring dengan ukuran 1,25 dan 1,90 cm dengan panjang total 100 m dan *electrical fishing* sebagai alat bantu. Hasil tangkapan ikan bonti-bonti selama penelitian sebanyak 121 ekor, yang terdiri dari Ikan jantan 77 ekor dan Ikan betina 44 ekor. Nisabah kelamin ikan bonti-bonti di Danau Mahalona terjadi ketidak seimbangan populasi. Ikan endemik bonti-bonti memiliki tipe pemijahan yang tergolong dalam kelompok pemijahan bertahap (*iteroparity*) dengan puncak matanggonad terjadi pada bulan April dan November. Ukuran pertama kali matang gonad ikan jantan lebih besar dibandingkan ikan betina. Fekunditas relative ikan bonti-bonti berkisar 271-8.215 butir. Upaya pengelolaan yang dapat dilakukan berupa penetapan ukuran ikan yang dapat ditangkap, pembatasan waktu penangkapan, dan domestifikasi atau budidaya ikan endemik.

Kata Kunci : Biologi reproduksi, ikan endemik bonti-bonti, *Paratherina striata*, Danau Mahalona.

ABSTRACT

Eka Aulia Junedi. L012202006. "Reproductive Biology of Endemic Fish Bonti-bonti *Paratherina striata* (Aurich, 1935) in Lake Mahalona, East Luwu, South Sulawesi" was supervised by **Sharifuddin Bin Andy Omar** as main supervisor and **Syafiuddin** as co-supervisor.

The endemic fish *Paratherina striata*, commonly known as bonti-bonti fish by the local community, is an endemic species of South Sulawesi Island that belongs to the Telmatherina family. The bonti-bonti fish is categorized as "near threatened" or on the verge of extinction. It is utilized by the surrounding community as a food source and has the potential to become an ornamental fish. Additionally, the activities around the lake have an impact on the sustainability of Lake Mahalona, which serves as the natural habitat for the bonti-bonti fish. This raises concerns about the potential suppression of the bonti-bonti fish's endemic population in the future. This study aims to analyze the reproductive aspects of the bonti-bonti fish in the waters of Lake Mahalona as well as efforts for its management. Fish sampling was conducted every month for six months, from November to December 2021 and from February to May 2022. Samples were taken at three observation stations using nets with sizes of 1.25 and 1.90 cm, with a total length of 100 m, and electrical fishing as an auxiliary tool. The research captured a total of 121 bonti-bonti fish, consisting of 77 males and 44 females. There was an imbalance in the sex ratio of the bonti-bonti fish population in Lake Mahalona. The endemic bonti-bonti fish exhibits a type of reproductive strategy classified as iteroparity, with peak gonadal maturation occurring in April and November. The males reach gonadal maturity at a larger size compared to the females. The relative fecundity of the bonti-bonti fish ranges from 271 to 8,215 eggs. Management efforts that can be implemented include establishing the minimum size of capturable fish, limiting the fishing season, and domesticating or cultivating the endemic fish.

Keywords : Reproductive biology, Endemic bonti-bonti fish, *Paratherina striata*, Mahalona Lake.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi dan syukur penulis panjatkan keadirat Allah SWT, karena telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan tesis ini yang berjudul: “Biologi reproduksi ikan bonti-bonti (*Paratherina striata* aurich, 1935) di Danau Mahalona, Kabupaten Luwu Timur”. Penelitian ini berlangsung selama enam bulan, yang dilaksanakan di perairan Danau Mahalona, Kecamatan, Towuti, Kabupaten Luwu Timur.

Sebagian dari thesis ini telah dipublikasikan dalam jurnal internasional yang berjudul: “Fecundity and Egg Diameter of Endemic Fish (*Paratherina striata* Aurich, 1935) From Mahalona Lake, South Sulawesi, Indonesia” dan diterbitkan pada *European Chemical Bulletin* (ISSN 2063-5346) Volume 12, issue 5 tahun 2023. Penulis menyadari bahwa thesis ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi memperbaiki dimasa yang akan datang. Penulis juga mengadari bahwa thesis ini dapat selesai berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, Penulis berterima kasih kepada semua pihak secara langsung maupun tidak langsung memberikan kontribusi dalam menyelesaikan thesis ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc dan bapak Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si, selaku pembimbing dalam penelitian ini yang dengan tulus telah banyak membantu, memberikan saran dan petunjuk mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan thesis.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA, bapak Prof. Dr. Ir. Budimanwan, DEA, dan bapak Dr. Ir. Budiman Yunus, M. P., selaku tim penilai serta penasehat dalam penelitian ini, yang senantiasa memberikan nasihat dan arahan yang sangat baik bagi penulis dalam melakukan penelitian.
3. Orang tua penulis yang saya sangat sayangi dan banggakan Bapak Drs. Junedi, MM dan Ibu Megawati. SM, beserta seluruh keliarga yang tercinta atas doa dan dukungan yang tak henti-hentinya baik secara moril dan materil.
4. Kepala Desa Tole dan masyarakat desa yang telah mengizinkan dan memberikan arahan serta informasi dalam kegiatan penelitian di Danau Mahalona.
5. Teman-teman staff Dinas Perikanan dan Bappelitbangda Kabupaten Luwu Utara yang telah mendukung dan mengumpulkan data di lapangan selama penelitian.
6. Bapak/Ibu dosen dan seluruh staff Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta dukungan dalam segala aktifitas penulis selama menjalani masa studi.

Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam bidang penelitian serta menjadi pijakan untuk penelitian lebih lanjut di masa depan. Akhir kata, penulis berharap agar tesis ini dapat memberikan sumbangan yang berarti dalam pemahaman dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang biologi reproduksi ikan bonti-bonti.

Makassar,

Juli 2023

Penulis

Eka Aulia Junedi

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Makassar pada tanggal 06 Maret 1997. Penulis adalah anak pertama dari tiga bersaudara dan merupakan putri dari ayahanda, Drs. Junedi, MM, dan ibunda, Megawati. Sekolah Dasar Inpres Pajjaiyang II Makassar menjadi tempat penulis menyelesaikan pendidikan dasarnya pada tahun 2009, diikuti dengan bersekolah di SMP Negeri 32 Makassar pada tahun 2012. Pendidikan menengah dilanjutkan di SMA Negeri 21 Makassar, dan penulis lulus pada tahun 2015. Kesempatan untuk melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas

Hasanuddin dengan program studi manajemen sumberdaya perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan diperoleh penulis melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Pendidikan Strata 1 penulis berhasil diselesaikan pada tahun 2019. Selanjutnya, Pendidikan Strata 2 dilanjutkan penulis di Universitas Hasanuddin pada program Ilmu Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan.

Selama menjalani Pendidikan Sarjana dan Megister, Penulis telah menerbitkan dua artikel dengan judul “Analisis Morfomentrik Gurita Batu Octopus cyanea Gray, 1849 Asal Perairan Selan Makassar dan Teluk Bone” dan “Fekunditas dan Diameter telur Ikan Endemik Bonti-bonti *Paratherina striata* Aurich 1935 di Danau Mahalona Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan”.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
BIODATA PENULIS	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Kegunaan Penelitian	3
E. Kerangka Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tipologi Perairan danau Mahalona	6
B. Klasifikasi Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935	7
C. Biologi Reproduksi Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935	8
D. Parameter Lingkungan Danau Mahalona	11
E. Status Konservasi Danau Mahalona	13
III. METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	15
B. Bahan dan Alat Penelitian	16
C. Prosedur Kerja	16
D. Data Analisis	21
IV. HASIL	
A. Nisbah Kelamin Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935	25

B. Tingkat Kematangan Gonad ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	26
C. Ukuran Pertama Kali Matang Gonad Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	30
D. Indeks Kematangan Gonad Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	31
E. Fekunditas Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	32
F. Diameter Telur Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	34
G. Kualitas Perairan Setiap Stasiun di Danau Mahalona, Kabupaten Luwu Timur.....	35
H. Konsep Strategi Upaya Pengelolaan Ikan Bonti-bonti di Danau Mahalona....	37
V. PEMBAHASAN	
A. Nisbah Kelamin Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	39
B. Kematangan Gonad Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	41
C. Ukuran Pertama Kali Matang Gonad Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935	43
D. Indeks Matang Gonad Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	43
E. Fekunditas dan Diameter Telur Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	44
F. Kondisi Habitat Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	45
G. Strategi Pengelolaan Ikan Bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	48
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	52
B. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Lokasi stasiun penelitian ikan bonti-bonti di Danau Mahalona.....	15
2.	Morfologis tingkat perkembangan gonad ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	18
3.	Histologis tingkat perkembangan gonad ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	19
4.	Parameter fisika dan kimia perairan.....	20
5.	Indikator hubungan nilai koefisien korelasi	23
6.	Nisbah kelamin ikan bonti-bonti, <i>Paratherina striata</i> (Aurich, 1935) jantan dan betina berdasarkan waktu pengambilan sampel di Stasiun 1.....	25
7.	Nisbah kelamin ikan bonti-bonti, <i>Paratherina striata</i> (Aurich, 1935) jantan dan betina berdasarkan waktu pengambilan sampel di Stasiun 2.....	26
8.	Nisbah kelamin ikan bonti-bonti, <i>Paratherina striata</i> (Aurich, 1935) jantan dan betina berdasarkan waktu pengambilan sampel di Stasiun 3.....	26
9.	Fekunditas Ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	32

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Alur pikir penelitian.....	5
2.	Kompleks Danau malili.....	7
3.	Ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935 di Danau Mahalona	8
4.	Lokasi penelitian di Danau Mahalona, Kabupaten Luwu Timur.....	14
5.	Morfologi dan histologi gonad ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935 betina dan jantan di Danau Mahalona.....	27
6.	Komposisi tingkat kematangan gonad ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935 pada setiap waktu pengambilan sampel.....	29
7.	Persentase kategori kematangan gonad ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935 pada setiap waktu pengambilan sampel.....	29
8.	Ukuran pertama kali matang gonad ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> jantan.....	30
9.	Ukuran pertama kali matang gonad ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> betina	30
10.	Kisaran dan rata-rata indeks kematangan gonad (%) ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935 jantan berdasarkan waktu pengambilan sampel	31
11.	Kisaran dan rata-rata indeks kematangan gonad (%) ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935 betina berdasarkan waktu pengambilan sampel	32
12.	Hubungan fekunditas dengan panjang total <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	33
13.	Hubungan fekunditas dengan bobot tubuh <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	33
14.	Hubungan fekunditas dengan bobot gonad <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935.....	33
15.	Sebaran diameter telur ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> Aurich, 1935....	34
16.	Hasil pengukuran indikator kualitas perairan berdasarkan stasiun pengambilan sampel.....	35
17.	Distribusi spasial ikan bonti-bonti berdasarkan stasiun pengamatan.....	36
18.	Ikan Bonti-bonti (<i>Paratherina striata</i> , Aurich 1935) di Danau Mahalona.....	39
19.	Letak gonad pada Ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata</i> , Aurich 1935.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Lokasi pengambilan sampel di Danau Mahalona, kabupaten Luwu Timur.....	62
2. Nisbah kelamin dan uji chi-square ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata Aurich, 1935</i> jantan dan betina pada setiap stasiun pengambilan sampel.....	63
3. Tingkat kematangan gonad ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata Aurich 1935</i> jantan dan betina berdasarkan waktu pengambilan sampel	64
4. Distribusi jumlah ikan matang gonad dan belum matang gonad berdasarkan panjang total ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata Aurich, 1935</i> jantan dan betina.....	65
5. Uji statistik hubungan fekunditas dengan panjang total, bobot tubuh, dan bobot gonad ikan bonti-bonti <i>Paratherina striata Aurich, 1935</i> betina.....	67
6. Kisaran Diameter Telur dan Jumlah Telur Berdasarkan Tingkat Kematangan Gonad Ikan Bonti-Bonti <i>Paratherina striata Aurich, 1935</i> ..	70
7. Spesies ikan yang berhasil diperoleh di Danau Mhalona.....	71

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di perairan tawar Sulawesi, terdapat spesies endemik yang tidak dapat ditemukan di pulau-pulau lain di Indonesia, menjadi salah satu aspek unik dan khasnya. (Nur et al., 2019). Pulau Sulawesi memiliki 13 perairan danau utama dan rawa yang tersebar di seluruh daratan. Kebanyakan ikan endemik dari perairan tawar Sulawesi menghuni danau-danau dan sungai-sungai yang terletak di bagian tengah Sulawesi (Nilawati, 2012).

Pada tahun 2018, tercatat terdapat 68 spesies, terdiri atas 7 famili dan 4 ordo di perairan tawar Sulawesi (Hadiaty, 2018). Hingga pada tahun 2019 Nur et al. (2019) berhasil menemukan empat jenis ikan endemik baru, sehingga total ikan endemik Sulawesi hingga saat ini mencapai 72 spesies. Berdasarkan habitatnya, 54 spesies iktiofauna endemik hidup di perairan danau, 17 spesies di sungai, dan 11 spesies yang ditemukan hidup baik di perairan danau maupun di sungai (Hadiaty, 2018; Nur et al., 2019).

Di beberapa perairan darat Sulawesi, terutama di Kompleks Danau Malili yang terdiri dari Danau Matano, Mahalona, Towuti, Wawontoa, dan Masapi, terdapat berbagai ikan endemik yang hidup (Kurnia & Raharjo, 2021). Kompleks danau ini menawarkan lingkungan yang unik dan mendukung kehidupan spesies-spesies ikan yang hanya dapat ditemukan di daerah tersebut. Keberadaan ikan endemik ini memberikan nilai konservasi yang sangat tinggi bagi kompleks danau tersebut, mengingat distribusi spesies-spesies tersebut sangat terbatas (Prianto et al., 2016).

Danau Mahalona memiliki sekitar 16 jenis ikan endemik dari 4 famili yang telah diidentifikasi (Hadiaty et al., 2004; Nasution et al., 2007). Salah satunya adalah ikan bonti-bonti (*Paratherina striata*), yang termasuk dalam famili Telmatherinidae dan marga *Patatherina* (Nasution, 2011; Umar et al., 2012). Ikan bonti-bonti memiliki nilai ekonomi sebagai ikan konsumsi yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar Danau Mahalona. Harga jual ikan bonti-bonti berkisar antara 35 ribu hingga 40 ribu rupiah per kilogram. Selain itu, ikan ini juga memiliki keindahan visual dengan kombinasi warna hijau abu-abu pada badan dan sirip ekor berwarna kuning kehijauan, serta mata yang berwarna biru (Wardani, 2007). Karena keunikan dan keindahannya, ikan bonti-bonti memiliki potensi untuk menjadi ikan hias yang memiliki nilai ekonomis.

Namun demikian, pada tahun 2019 ikan bonti-bonti telah dimasukkan kategori "hampir terancam" dalam daftar IUCN Red List. Ikan ini merupakan spesies endemik yang hanya ditemukan di perairan Mahalona dan Towuti. Keterbatasan area

persebarannya menyebabkan adanya potensi kepunahan yang mengancam kelangsungan spesies ini (Lumbantobing, 2019).

Dampak nyata terhadap keberlanjutan ikan endemik ikan bonti-bonti dapat ditimbulkan oleh kerusakan habitatnya. Ancaman terhadap ekosistem danau Malili disebabkan oleh kegiatan yang berada di sekitar danau, yang berpotensi memberikan dampak buruk terhadap ekosistem perairan. Menurut Lumbantobing, (2019), sistem danau Malili saat ini terancam oleh kegiatan pertambangan nikel skala besar, pencemaran limbah domestik, penebangan hutan, pembangunan bendungan, serta kanalisasi sungai. Al-Amin (2018) juga menyatakan bahwa terjadi pendangkalan pada Danau Mahalona, dengan luas danau menyusut sebanyak 151 hektar. Penyebab peningkatan luas permukaan D. Mahalona dikaitkan dengan kegiatan manusia, seperti pembuangan limbah industri yang mencemari air dan aktivitas pertanian yang tidak terkendali, sedimentasi, pendangkalan akibat erosi akibat deforestasi, dan perubahan suhu air akibat pemanasan global (Al-Amin, 2018).

Ikan pendatang juga memiliki kontribusi dalam mengancam eksistensi populasi penghuni asli D. Mahalona. Herder et al. (2012) menjelaskan ikan pendatang menjadi sebuah ancaman untuk ikan endemik, setidaknya tercatat 13 spesies ikan invasif yang berada di Kompleks Danau Malili. Tiga jenis ikan pendatang di antaranya yaitu *Aplocheilichthys panchax*, *Anabas testudineus*, dan *Channa striata* menghuni perairan D. Mahalona (Hadiaty et al., 2004). Masuknya ikan invasif dalam suatu perairan memberikan dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati, khususnya penekanan terhadap populasi ikan lokal, timbulnya penyakit dan hama baru, merusak estetika ekosistem, mengubah kehidupan sosial ekonomi masyarakat serta membahayakan keselamatan manusia (Nasution et al., 2019).

Beberapa penelitian mengenai ikan bonti-bonti *P. striata* telah dilakukan di D. Towuti, antara lain kajian aspek reproduksi (Nasution et al., 2007), pertumbuhan dan ciri morfometrik-meristik (Wardani, 2007), kebiasaan makan (Aminah, 2007), ekobiologi dan dinamika stok (Nasution, 2008), potensi rekrut (Nasution et al., 2008), piramida umur dan pengelompokan populasi secara spasial (Nasution, 2011), nisbah kelamin dan ukuran pertama kali matang gonad (Andy Omar et al., 2011), dan kajian pertumbuhan (Umar et al., 2012). Berdasarkan laporan dari Nasution, (2008) bahwa populasi ikan bonti-bonti di Danau Towuti telah mengalami tekanan akibat adanya penangkapan berlebihan.

Informasi mengenai ikan bonti-bonti khususnya di Danau Mahalona masih relatif sedikit atau hampir tidak ditemui. Salah satu aspek pengetahuan yang sangat penting dalam memahami suatu spesies adalah memahami secara mendalam tentang biologi reproduksinya. Pengetahuan dalam hal tersebut dapat memberikan informasi

mengenai siklus hidup ikan tersebut yang dapat menjadi penunjang dalam pengambilan keputusan pengelolaan ikan endemik.

Oleh karena itu, penelitian mengenai biologi reproduksi ikan merupakan langkah awal yang dilakukan di Danau Mahalona guna mengupayakan pengelolaan dan pelestarian ikan endemik *Paratherina striata*. Hasil dari penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai bahan perbandingan dan informasi dasar tentang ikan bonti-bonti di D. Mahalona dalam upaya perlindungan.

B. Rumusan Masalah

Informasi mengenai biologi reproduksi dibutuhkan dalam upaya mempertahankan eksistensi dan kelangsungan hidup ikan bonti-bonti. Bertolak dari hal di atas maka dapat dirumuskan permasalahan, yaitu:

1. Bagaimana aspek reproduksi ikan bonti-bonti *P. striata* yang meliputi nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, fekunditas, sebaran diameter telur, dan karakteristik tempat pemijahan di D. Mahalona?
2. Bagaimana upaya pengelolaan bagi keberlangsungan hidup ikan bonti-bonti *P. striata* di D. Mahalona berdasarkan aspek biologi reproduksi?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis aspek biologi reproduksi (nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, fekunditas, sebaran diameter telur, dan karakteristik tempat pemijahan) ikan endemik bonti-bonti *P. striata* di D. Mahalona.
2. Mengetahui konsep upaya pengelolaan bagi keberlangsungan hidup ikan bonti-bonti *P. striata* di D. Mahalona berdasarkan aspek biologi reproduksi.

D. Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang keseimbangan populasi ikan jantan dan betina, nisbah antara ikan matang dan belum matang kelamin, ukuran kecil yang dapat ditangkap, dan frekuensi pemijahan. Lebih lanjut, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan dalam upaya pengelolaan ikan endemik bonti-bonti *P. striata* di D. Mahalona.

E. Kerangka Penelitian

Salah satu penghuni endemik D. Mahalona adalah ikan bonti-bonti (*Paratherina striata* Aurich, 1935). Ikan ini dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi, baik basah maupun kering, oleh penduduk sekitar danau. Akan tetapi, pembukaan lahan pertanian dan

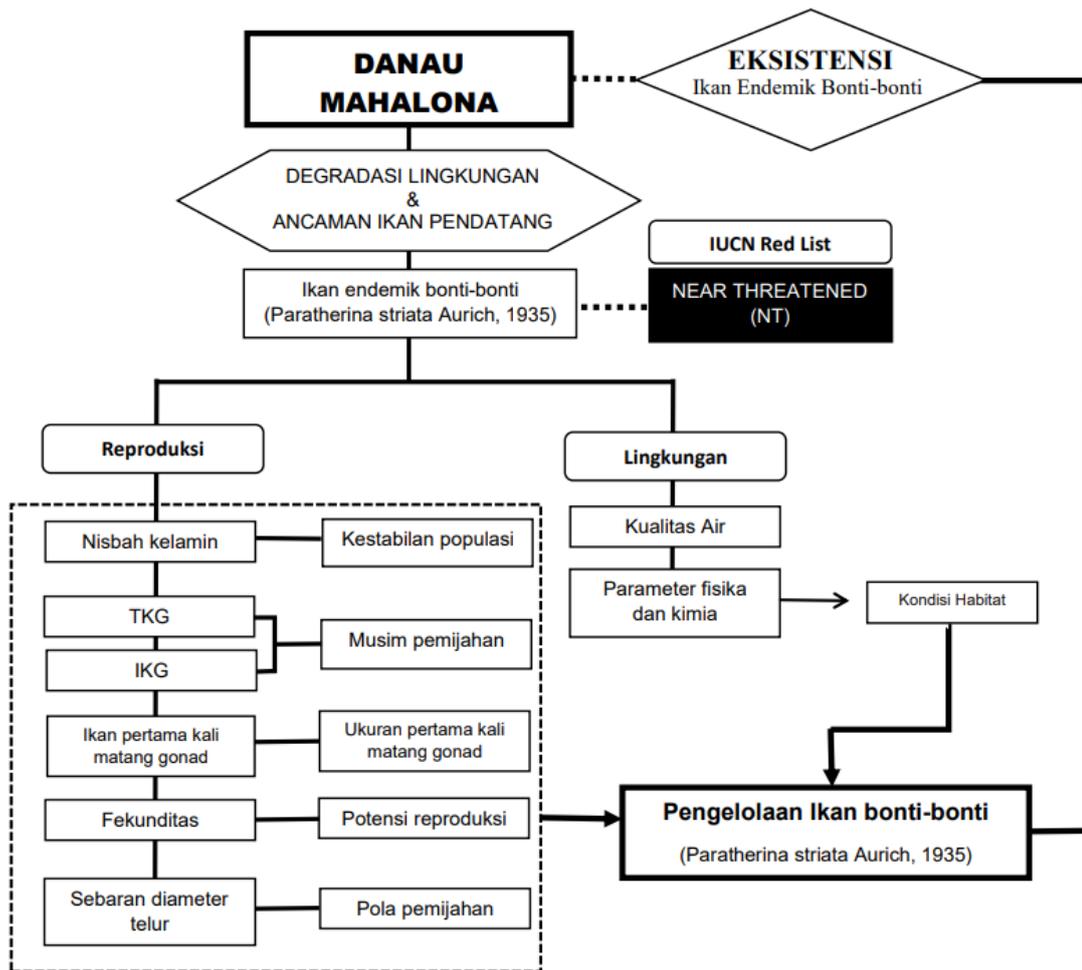
aktivitas tambang mengakibatkan pendangkalan serta terbentuknya daratan baru dan adanya ikan pendatang di D. Mahalona. Hal ini diduga dapat mengancam eksistensi ikan bonti-bonti sebab Ikan tersebut memiliki keterbatasan dalam beruaya.

Aspek biologi reproduksi merupakan salah satu aspek penting yang harus diketahui dalam upaya mempertahankan eksistensi suatu biota. Beberapa manfaat dari pengetahuan mengenai reproduksi ikan bonti-bonti di antaranya yaitu dapat: (1) menentukan ukuran pertama kali matang gonad, (2) menentukan waktu kapan ikan memijah, (3) memprediksi pola pemijahannya, dan (4) mengetahui keseimbangan populasi ikan bonti-bonti di alam.

Untuk menentukan ukuran pertama kali matang gonad harus ada suatu hubungan antara ukuran ikan dan tingkat kematangan gonad ikan bonti-bonti. Berdasarkan informasi ukuran pertama kali matang gonad maka dapat dilakukan pengaturan ukuran minimal yang boleh ditangkap. Untuk menentukan waktu ikan memijah harus diketahui hubungan antara waktu dan tingkat kematangan gonad sehingga akan diketahui kapan musim pemijahan akan berlangsung yang pada akhirnya dapat dilakukan pengaturan musim penangkapan ikan bonti-bonti. Selanjutnya untuk mengetahui pola reproduksi dan pola pemijahan maka perlu dilakukan penghitungan fekunditas. Adanya pengetahuan mengenai potensi reproduksi dan pola pemijahan maka pembatasan penangkapan dapat dilakukan.

Informasi berkaitan dengan biologi reproduksi ikan bonti-bonti diharapkan dapat menjadi landasan untuk usaha konservasi dan pembuatan kebijakan dalam pengelolaan sumber daya ikan bonti-bonti khususnya di D. Mahalona yang merupakan habitat ikan tersebut. Kelestarian ikan bonti-bonti menjadi tanggung jawab bersama, baik masyarakat, pemda, lembaga penelitian, perguruan tinggi, lembaga swadaya masyarakat, maupun dunia usaha. Setiap pihak memiliki peranan dalam usaha pelestarian ini, karena ikan bonti-bonti merupakan ikan endemik Sulawesi Selatan yang juga telah memiliki nilai ekonomi.

Untuk lebih jelas mengenai alur pemikiran sumberdaya ikan bonti-bonti (*Paratherina striata* Aurich, 1935) yang berkaitan dengan aspek biologi reproduksi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tipologi Perairan Danau Mahalona

Danau Mahalona merupakan bagian dari Kompleks Danau Malili yang terletak di Sulawesi Selatan (Crowe et al., 2008). Kompleks ini terdiri dari lima danau utama, yaitu Danau Matano, Mahalona, Towuti, Masapi, dan Wawontoa, yang terbentuk melalui proses tektonik saat terbentuknya Pulau Sulawesi, sehingga dikenal sebagai danau purba atau ancient lakes (gambar 2) (Russell et al., 2016). Dalam kompleks ini, aliran air antara Danau Matano, Mahalona, dan Towuti mengikuti urutan yang dikenal sebagai danau *cascade*, dimana Danau Matano terletak di hulu, Danau Mahalona di tengah, dan Danau Towuti di hilir (Nasution, 2008).

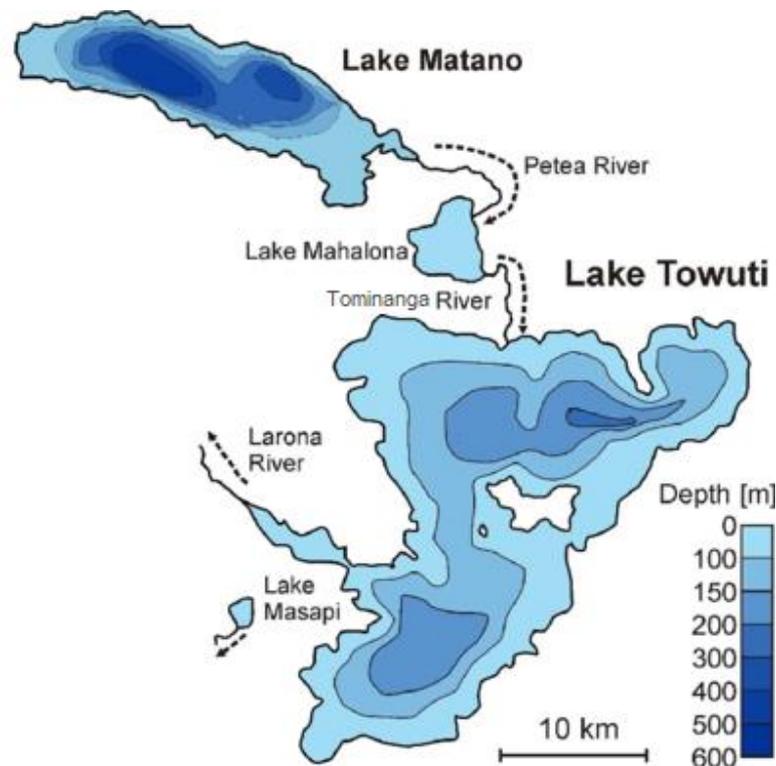
Aliran air dari Danau Matano mengalir menuju Danau Mahalona melalui sungai yang disebut Sungai Petea. Sungai ini memiliki aliran yang deras dengan ketinggian sekitar 72 meter sebelum masuk ke Danau Mahalona. Di sisi lain, air dari Danau Mahalona mengalir ke Danau Towuti melalui sungai yang disebut Sungai Tominanga. Sungai ini memiliki aliran yang berangsur-angsur turun dengan ketinggian sekitar 17 meter sebelum menuju Danau Towuti (Vaillant et al., 2011). Danau Mahalona memiliki ukuran lebih kecil dan lebih dangkal dari pada D. Matano dan D. Towuti (Crowe et al., 2008).

Proses pembentukan Danau Mahalona diduga terjadi akibat pelebaran badan sungai yang mengalir dari Danau Matano (Murphy, 2018). Danau ini memiliki luas perairan sebesar 2.289 hektar (Al-Amin, 2018), dengan kedalaman mencapai 73 meter, dan terletak pada elevasi 300 meter di atas permukaan laut (Samuel et al., 2009). Sumber air dari danau ini terdiri dari tiga sungai yang terdiri dari Sungai Petea yang berasal dari D. Matano dan dua sungai kecil yang berasal dari mata air pegunungan yaitu S. Timbalo dan Mata Buntu.

Danau Malili, sebagai danau purba, menunjukkan tingkat endemisitas yang sangat tinggi. Tercatat kurang lebih 38 spesies endemik yang menghuni kompleks danau ini (Hadiaty et al., 2004; Sulistiono et al., 2007). Biota yang ada di dalam kawasan danau ini memiliki ciri khas yang hanya dapat ditemukan di perairan Danau Malili. Kondisi ini memberikan dasar yang kuat bagi pentingnya pelestarian danau ini sebagai suatu nilai konservasi yang tinggi.

Secara administrasi Danau Mahalona terletak di Kecamatan Towuti, Kabupaten Luwu Timur. Di sekitar D Mahalona, terdapat sejumlah penduduk yang tinggal dan bergantung pada sumber daya alam danau tersebut. Masyarakat di sekitar danau umumnya menggantungkan hidup mereka dari sektor pertanian, perikanan, dan

kegiatan berbasis sumber daya alam lainnya. Pertanian menjadi salah satu mata pencaharian utama, dengan penduduk memanfaatkan lahan subur di sekitar danau untuk bercocok tanam padi, sayuran, dan buah-buahan. Selain itu, aktivitas perikanan juga menjadi sumber penghidupan penting bagi penduduk setempat. Mereka memanfaatkan keberlimpahan ikan endemik danau sebagai hasil tangkapan untuk kebutuhan konsumsi sehari-hari maupun sebagai sumber penghasilan. Selain pertanian dan perikanan, beberapa penduduk juga terlibat dalam sektor pariwisata, menyediakan layanan dan penginapan bagi pengunjung yang tertarik dengan keindahan danau serta kekayaan alam sekitarnya. Penduduk di sekitar Danau Mahalona memainkan peran penting dalam menjaga keberlanjutan dan kelestarian lingkungan danau, dengan adanya kesadaran akan pentingnya konservasi dan pengelolaan yang berkelanjutan.



Gambar 2. Kompleks Danau Malili (Russell et al., 2016)

B. Klasifikasi Ikan Bonti-Bonti *Paratherina striata* aurich, 1935

Paratherina striata, yang kerap disebut ikan bonti-bonti oleh masyarakat sekitar D. Mahalona (Gambar 3), merupakan spesies dari kelas Osteichthyes, Subkelas Actinopterygii atau *ray-finned fishes*, ikan dengan sirip yang berjari-jari (Vargas & Zardoya, 2012). Memiliki tubuh yang dominan perak atau silversides, sehingga ikan ini dimasukkan ke dalam ordo Atheriniformes, famili Telmatherinidae, Lebih jelasnya,

klasifikasi ikan endemik bonti-bonti *P. striata* sebagai berikut (Froses & Pauly, 2022; Myers et al., 2022):

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Kelas : Osteichthyes
Subkelas : Actinopterygii
Ordo : Atheriniformes
Famili : Telmatherinidae
Genus : *Paratherina*
Species : *Paratherina striata*

Ikan bonti-bonti memiliki bentuk badan yang pipih dengan tinggi badan yang lebih pendek dari panjang total tubuh. Warna pada ikan bonti-bonti terdiri atas perak kebiruan pada ikan jantan dan perak kekuningan pada ikan betina (Herder et al., 2006). Sirip pada ikan terdiri atas sirip ekor yang berbentuk cagak, sirip punggung (dorsal), sirip lemak, sirip dubur, sirip perut (ventral) dan sirip dada (pectoral). Gurat sisik atau *linea lateralis* pada ikan bonti-bonti membentuk garis memanjang dari tutup insang hingga batang ekor (Wardani, 2007).



Gambar 3. Ikan bonti-bonti *Paratherina striata* Aurich, 1935 di Danau Mahalona (koleksi pribadi)

C. Biologi Reproduksi Ikan Bonri-bonti *Paratherina striata* aurich, 1935

Reproduksi merupakan aspek yang penting dalam pengelolaan suatu sumber daya perairan. Keberhasilan suatu spesies ikan dalam daur hidupnya ditentukan dari kemampuannya untuk bereproduksi di lingkungan yang berfluktuasi, baik faktor fisik maupun biologis yang tidak stabil, serta menjaga keberadaan populasinya (Moyle & Cech, 2004). Beberapa aspek reproduksi antara lain: nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, fekunditas, dan sebaran diameter

telur, merupakan mata rantai dalam siklus hidup ikan yang berhubungan dengan mata rantai lain untuk menjamin kelangsungan hidup spesies tersebut (Nikolsky, 1963).

1. Nisbah kelamin (*sex ratio*)

Salah satu informasi penting yang dibutuhkan dalam menentukan kestabilan populasi ikan di habitatnya ialah dengan mengetahui nisbah kelamin (Rinandha *et al.*, 2020). Untuk mempertahankan kelangsungan hidup suatu populasi, perbandingan ikan jantan dan ikan betina diharapkan dalam keadaan seimbang atau setidaknya ikan betina lebih banyak. Berdasarkan nisbah kelamin akan dapat diduga keberhasilan pemijahan suatu populasi. Kariyanti (2014) menyatakan seksualitas ikan perlu diketahui karena dapat digunakan untuk membedakan antara ikan jantan dan ikan betina. Ikan jantan adalah ikan yang menghasilkan spermatozoa, sedangkan ikan betina adalah ikan yang dapat menghasilkan sel telur atau ovari. Apabila spermatozoa dan sel telur dihasilkan oleh individu yang berbeda, maka ikan tersebut bersifat heteroseksual. Sebaliknya, jika spermatozoa dan sel telur ditemukan dalam tubuh satu individu maka ikan tersebut bersifat hermafrodit.

Perbandingan antara ikan jantan dan ikan betina atau nisbah kelamin dalam suatu populasi idealnya adalah 1:1 atau 50% ikan jantan dan 50% ikan betina (Hanafie, 2019). Walakin, seringkali terjadi penyimpangan dari perbandingan 1:1 yang disebabkan mortalitas karena penangkapan (Zamroni *et al.*, 2019), ruaya pemijahan (Tarigan *et al.*, 2017), predator, dan kondisi habitat ikan itu sendiri (Nasyrah *et al.*, 2020). Untuk mempertahankan kelangsungan hidup suatu populasi, perbandingan ikan jantan dan ikan betina diharapkan dalam keadaan seimbang atau setidaknya ikan betina lebih banyak (Saranga *et al.*, 2018).

Andy Omar *et al.* (2011) melaporkan bahwa jumlah ikan jantan dan betina bonti-bonti di D. Towuti tidak seimbang. Jumlah ikan jantan selalu lebih sedikit tertangkap dibandingkan ikan betina. Diduga hal ini karena adanya ruaya yang dilakukan oleh ikan-ikan betina, terutama pada saat matang gonad. Ikan-ikan betina yang matang gonad beruaya ke daerah dangkal yang banyak terdapat tanaman air.

2. Tingkat kematangan gonad dan indeks kematangan gonad

Gonad merupakan organ reproduksi yang mempunyai fungsi utama yaitu menghasilkan sel gamet dan hormon seks (steroid). Gonad pada hewan betina disebut ovarium yang menghasilkan sel telur. Pembentukan bakal sel gamet (spermatozoa dan ovum) di gonad terbentuk pada masa embrional, yaitu pada saat fetus masih berada di dalam uterus induk. Proses pembentukan tersebut diawali ketika terjadi penentuan jenis seks (diferensiasi seks), yang sangat dipengaruhi oleh kromosom seks (pada

mamalia) dan faktor lingkungan (pada ikan dan beberapa reptil). Proses pembentukan dan perkembangan gamet betina dikenal dengan sebutan oogenesis terjadi di ovarium dan gamet jantan disebut spermatogenesis yang terjadi di tubulus seminiferus testis (Hayati, 2019).

Tingkat kematangan gonad (TKG) adalah tahap-tahap tertentu perkembangan gonad sebelum dan sesudah ikan memijah. Sebelum terjadi pemijahan, sebagian hasil metabolisme dalam proses reproduksi ditujukan untuk perkembangan gonad. Gonad akan bertambah besar dengan semakin bertambah besar ukurannya. Ukuran panjang ikan saat pertama kali matang gonad berhubungan dengan pertumbuhan ikan dan faktor lingkungan yang memengaruhinya, terutama ketersediaan makanan. Oleh karena itu, ukuran ikan pada saat pertama kali matang gonad tidak selalu sama (Kariyanti, 2014).

Ukuran ikan pertama kali matang gonad berkaitan dengan pertumbuhan ikan, pengaruh lingkungan terhadap pertumbuhan, dan strategi dalam reproduksi (Nasution, 2008). Ukuran ikan pada saat pertama kali matang gonad tidak selalu sama. Hal ini disebabkan antara lain oleh perbedaan strategi hidup atau pola adaptasi ikan itu sendiri (Nur, 2015). Faktor-faktor yang memengaruhi saat pertama kali matang gonad terdiri atas faktor dari dalam dan faktor dari luar. Faktor dari dalam meliputi perbedaan spesies, umur, ukuran, dan sifat fisiologi kemampuan ikan beradaptasi terhadap lingkungannya, sedangkan faktor dari luar antara lain makanan, suhu, arus, dan perbandingan jumlah ikan jantan dan betina (Rinandha et al., 2020; Trisyani et al., 2019).

Untuk mengetahui perubahan gonad secara kuantitatif dapat dinyatakan dengan suatu indeks kematangan gonad (IKG) yaitu suatu nilai dalam persen sebagai hasil dari perbandingan antara bobot gonad dan bobot tubuh ikan termasuk gonad dikalikan 100%. Ikan yang memiliki nilai IKG lebih kecil daripada 20% umumnya dapat memijah berkali-kali dalam setahun. Sejalan dengan pertumbuhan gonad, gonad akan semakin bertambah berat sampai mencapai batas maksimum sesaat sebelum terjadi pemijahan. Pemantauan terhadap perubahan IKG dari waktu ke waktu dapat memberikan informasi tentang ukuran ikan mulai memijah (Tantu, 2012).

3. Fekunditas

Fekunditas merupakan jumlah telur yang terdapat pada ovari ikan betina yang telah matang gonad dan siap untuk dikeluarkan pada waktu memijah (Shafi, 2012). Banyaknya telur yang dihasilkan oleh sejumlah induk yang memijah, menggambarkan besarnya potensi reproduksi yang menunjang kelestarian stok sumber daya ikan

tersebut (Gaikwad et al., 2009). Fekunditas satu spesies ikan selain dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan genetis, juga dipengaruhi oleh ketersediaan makanan bagi induk ikan. Fekunditas mempunyai keterkaitan dengan umur, panjang atau bobot individu, dan spesies ikan. Pertambahan bobot dan panjang ikan cenderung meningkatkan fekunditas secara eksponensial (Nasution, 2008).

Besarnya fekunditas suatu spesies dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain fertilitas, frekuensi pemijahan, perlindungan induk (*parental care*), kondisi lingkungan, kepadatan populasi, ketersediaan makanan, ukuran panjang dan bobot ikan, ukuran diameter telur, dan faktor lingkungan (Novitriana et al., 2004; Yuniar, 2017).

4. Diameter telur

Sebelum terjadi pemijahan, gonad semakin besar dan bertambah berat, begitu pula butir-butir telur yang ada di dalamnya. Frekuensi pemijahan dapat diduga dari distribusi diameter telur pada gonad yang sudah matang, yaitu dengan melihat modus distribusinya, sedangkan lama pemijahannya dapat diduga dari frekuensi ukuran diameter telur (Nilawati, 2012). Ovarium yang mengandung telur masak berukuran sama, menunjukkan waktu pemijahan yang pendek. Sebaliknya, waktu pemijahan yang panjang dan terus menerus ditandai oleh banyaknya ukuran telur yang berbeda di dalam ovarium, sehingga dapat dikatakan sebaran diameter telur pada tiap tingkat kematangan gonad akan mencerminkan pola pemijahan ikan tersebut (Nasution, 2008).

D. Parameter Perairan Danau Mahalona

Air merupakan hal fundamental dalam kelangsungan hidup biota perairan, utamanya pada spesies endemik yang hanya dapat hidup di lingkungan dengan kriteria tertentu. Kualitas perairan berpengaruh langsung ataupun tidak langsung terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup biota perairan (Syamsuddin, 2014). Penentuan kualitas air dapat dinilai dari faktor fisika dan kimia atau fisikokimia. Aktifitas sekitar daerah perairan seperti pembukaan lahan pertanian, kegiatan industri, penambahan spesies baru dan lainnya, sangat memengaruhi kedua faktor tersebut.

Danau merupakan badan air yang berbentuk cekungan berisi air yang dikelilingi daratan, baik terbentuk secara alami maupun buatan. Perkembangan aktifitas manusia di sekitar danau memberikan kontribusi terhadap kondisi perairan (Suryono & Lukman, 2018). Parameter kualitas air berupa suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO) dan total padatan terlarut (*total dissolved solid*, TDS)

merupakan parameter kunci dalam kelangsungan kehidupan biota perairan (Siegers et al., 2019).

Suhu merupakan variabel penting yang menggambarkan laju evaporasi dan evapotranspirasi di suatu daerah (Hasim, 2017). Perubahan suhu akan memengaruhi pola kehidupan dan aktivitas biologi di dalam air termasuk pengaruhnya terhadap penyebaran biota menurut batas toleransinya (Nur, 2015). Kenaikan suhu perairan akan menimbulkan akibat: (1) jumlah oksigen terlarut di dalam air menurun; (2) kecepatan reaksi kimia meningkat; dan (3) kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu (Darfiah, 2014). Jika suhu batas toleransi terlampaui maka akan terjadi ruaya ataupun mortalitas ikan dan hewan air. Biota perairan dapat tumbuh dengan baik pada rentan suhu 25 – 32 °C (Pujiastuti et al., 2013) dan beberapa jenis tertentu dapat bertahan hingga 35 °C (BSE, 2014), akan tetapi perubahan yang mendadak dapat membuat ikan stress hingga terjadi kematian. Suhu air Danau Mahalona berkisar antara 28,6 – 30,8 °C (Suryono & Lukman, 2018).

Derajat keasaman (pH) adalah gambaran jumlah aktivitas ion hydrogen dalam perairan. Derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Perairan dalam keadaan basa (pH >7) dapat mendorong proses perombakan atau penguraian bahan organik yang ada dalam air menjadi mineral-mineral yang dapat diasimilasi oleh tumbuhan dan fitoplankton sehingga pH turut berperan dalam menentukan produktivitas perairan (Nasution, 2008). Pujiastuti et al., (2013) menyatakan bahwa adanya karbonat, bikarbonat dan hidroksida akan menaikkan kebasaan air, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman suatu perairan. Kegiatan berupa pembuangan limbah industry maupun rumah tangga dapat memengaruhi nilai pH perairan. Menurut Harlina, (2021), perairan yang ideal dan produktif bagi kehidupan biota perairan memiliki pH berkisar 6,5 – 6,8. Nilai pH diatas 9,2 atau kurang dari 4,8 bisa membunuh ikan. Nilai pH pada perairan Danau Mahalona berkisar 7,8 – 8,4 (Suryono & Lukman, 2018).

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme, atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan (Nur, 2015). Di danau-danau oligotrof yang tidak produktif dan berstratifikasi panas ketika musim panas, kandungan oksigen menurun di epilimnion sejalan dengan meningkatnya suhu. Kandungan oksigen di hipolimnion lebih tinggi dari epilimnion, karena air yang lebih dingin dari pusran musim semi yang jenuh terbuka terhadap konsumsi oksidatif yang terbatas. Distribusi vertikal tersebut dinamakan profil oksigen orthograde (Harlina, 2021).

Oksigen terlarut merupakan jumlah gas O₂ yang diikat oleh molekul air. Kelarutan O₂ di dalam air terutama sangat dipengaruhi oleh suhu dan mineral terlarut dalam air. Kelarutan maksimum oksigen dalam air terdapat pada suhu 0°C, yaitu sebesar 14,16 mg/L. Konsentrasi ini akan menurun seiring peningkatan ataupun penurunan suhu (Harlina, 2021). Nasution (2008) menjelaskan bahwa rendahnya oksigen terlarut dalam air dapat menyebabkan stres bahkan kematian pada ikan. Perairan yang mengalir, perairan yang terdapat tanaman air, dan permukaan danau umumnya memiliki kandungan oksigen yang tinggi, yaitu berkisar 6-8 mg/L.

Total padatan terlarut (*total dissolved solid*, TDS) merupakan bahan-bahan padatan dapat terlarut dalam air yang terdiri atas senyawa-senyawa anorganik dan organik, berupa air mineral dan garam-garamnya. Bahan-bahan tersebut dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam perairan sehingga memengaruhi proses fotosintesis (Elvince & Kembarawati, 2021). Nilai TDS yang rendah menjadi salah satu indikator kecenderungan kelimpahan fitoplankton pada perairan (Sentosa & Satria, 2015).

E. Status Konservasi Danau Mahalona

Peraturan Presiden (Perpres) No. 60 tahun 2021 adalah peraturan yang mengatur percepatan pengendalian kerusakan, menjaga, memulihkan, dan mengembalikan kondisi dan fungsi danau di Indonesia. Perpres ini menekankan pentingnya koordinasi, sinergi, sinkronisasi, dan harmonisasi antara kementerian/lembaga dan pemerintah daerah, serta pemangku kepentingan lainnya secara terpadu dalam upaya penyelamatan danau prioritas nasional.

Melalui Perpres No. 60 tahun 2021, pemerintah menetapkan danau-danau prioritas nasional yang menjadi fokus utama dalam upaya penyelamatan. Tujuan utamanya adalah untuk mengendalikan kerusakan yang terjadi pada danau, menjaga kelestarian danau, memulihkan kondisi danau yang rusak, serta mengembalikan fungsi ekologis danau.

Penetapan Danau Prioritas Nasional diuraikan dalam Pasal 3 ayat (2) Perpres No. 60 tahun 2021 yang dibagi menjadi tiga klasifikasi, diantaranya:

1. Mengalami tekanan dan degradasi berupa kerusakan Daerah Tangkapan Air Danau, kerusakan Sempadan Danau, kerusakan badan Air Danau, pengurangan volume tampungan Danau, pengurangan luas Danau, peningkatan sedimentasi, penurunan kualitas Air, dan penurunan keanekaragaman hayati yang mengakibatkan masalah ekologi, ekonomi, dan sosial budaya bagi masyarakat.
2. Memiliki nilai strategis ekonomi, ekologi, sosial budaya, dan ilmu pengetahuan; dan/atau

3. Tercantum dalam salah satu dokumen perencanaan pembangunan, rencana induk, dan/ atau bentuk dokumen teknis lainnya di sektor Air dan/atau Danau.

Pada dasarnya Kawasan Danau Mahalona telah dikelolah kawasan konservasi Taman Wisata Alam D. Mahalona melalui Keputusan Menteri Perhutanan No. SK. 6590/Menhut-VII/KUH/2014. Sayangnya, pengelolaan sumberdaya perikanannya masih dibawah pengawasan Balai Besar Konservasi Sumberdaya alam (BKPSDA) Kementrian Kehutanan. Sehingga, Kawasan perlindungan saat ini masih sebatas hutan terestial dan hewan darat saja. Pengelolaan sumberdaya perikanan pada Kawasan ini belum terfokus dan sebatas pada pengelolaan air, serta pengawasan dalam sektor perikanan belum ada.

Pengelolaan sumber daya perikanan secara teoritis dapat dibagi menjadi dua bentuk regulasi: akses terbuka (*open access*) dan akses terkendali (*controlled access*). Akses terbuka adalah bentuk regulasi di mana nelayan diperbolehkan menangkap ikan dan mengeksploitasi sumber daya hayati lainnya tanpa batasan waktu, tempat, jumlah, atau alat tangkap yang digunakan. Secara empiris, regulasi akses terbuka ini memiliki implikasi jangka panjang yang negatif, seperti terjadinya kerusakan sumber daya perikanan dan konflik antar nelayan, yang sering disebut sebagai "*tragedy of the commons*" (Banon et al., 2011).

Sebaliknya, pengelolaan dengan sistem akses terkendali adalah regulasi yang membatasi aktivitas penangkapan ikan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Ada dua bentuk pembatasan yang umum diterapkan (Banon et al., 2011):

1. Pembatasan Input (*Input Restriction*): Pembatasan ini melibatkan pengaturan jumlah pelaku (nelayan), jumlah jenis kapal yang diperbolehkan, dan jenis alat tangkap yang dapat digunakan dalam upaya penangkapan ikan. Pembatasan ini bertujuan untuk mencegah kelebihan kapasitas tangkapan yang dapat menyebabkan penangkapan berlebihan dan penurunan populasi ikan.
2. Pembatasan Output (*Output Restriction*): Pembatasan ini melibatkan pengaturan jumlah tangkapan yang diperbolehkan bagi setiap pelaku berdasarkan kuota. Kuota dapat ditetapkan untuk spesies tertentu atau daerah tertentu dengan tujuan menjaga keseimbangan antara tangkapan dan regenerasi populasi ikan.