BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Tahap I (Studi Keanekaragaman Makroalga)

1. Identifikasi Spesies Makroalga

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Pantai Pacar, ditemukan 3 divisi, 3 kelas, 11 ordo, 12 famili, 13 genus dan 16 spesies makroalga yang dijelaskan pada tabel 4.2. Adapun untuk nama spesies, jumlah, dan nilai faktor abiotiknya dari seluruh stasiun dijelaskan pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Hasil Penelitian Makroalga serta Faktor Abiotiknya

No.	Letak	Nama	Jumlah	Faktor Abiotik			
				Substrat	pH	Suhu (°C)	Salinitas (%)
1.	S1/P1	*Ulva lactuca*	2	Batu	8,6	29	2,7
		Mastocarpus stellatus	2	Karang			
2.	S1/P2	*Ulva lactuca*	3	Karang	8,3	28	3,1
		Zonaria tournefortii	1	Karang			
3.	S1/P3	*Codium intertextum*	3	Karang	7,7	27	2,7
		Grateloupia chiangii	2	Karang			
		Ulva lactuca	5	Pasir, Karang			
		Galaxaura rugosa	1	Pasir			
4.	S1/P4	*Codium intertextum*	5	Karang	8,1	28	3,3
		Codium reediae	1	Karang			
		Grateloupia chiangii	2	Karang			
		Ulva lactuca	7	Pasir, Karang			
		Galaxaura rugosa	4	Pasir			

5.	S1/P5	*Codium intertextum*	7	Karang	6,9	26	3,2
		Codium reediae	2	Karang			
		Grateloupia chiangii	2	Karang			
		Ulva lactuca	7	Pasir, Karang			
		Galaxaura rugosa	5	Pasir			
6.	S2/P1	*Ulva flexuosa*	1	Batu	7,8	27	3,2
		Ulva lactuca	4	Batu			
		Gracilaria confervoides	2	Karang			
		Pterocladiella capillacea	1	Karang			
7.	S2/P2	*Ulva lactuca*	5	Pasir, Karang	8	28	3
		Galaxaura rugosa	4	Pasir			
		Grateloupia chiangii	2	Karang			
		Callophyllis haenophylla	1	Karang			
8.	S2/P3	*Spatoglossum asperum*	4	Karang	8,3	27	3
		Ulva lactuca	5	Karang			
		Galaxaura rugosa	6	Pasir			
		Grateloupia chiangii	1	Karang			
9.	S2/P4	*Ulva lactuca*	5	Karang	7,6	29	3,1
		Galaxaura rugosa	6	Pasir			
		Palmaria palmata	3	Karang			
10.	S2/P5	*Ulva lactuca*	6	Karang	8,2	27	3,3
		Mastocarpus stellatus	5	Karang			
		Chondrophycus undulatus	1	Karang			
		Palmaria palmata	5	Karang			
		Pterocladiella capillacea	1	Karang			
11.	S3/P1	*Chaetomorpha antennina*	17	Batu	7,2	26	2,9
		Ulva fasciata	2	Batu			
		Mastocarpus stellatus	2	Batu			
12.	S3/P2	*Spatoglossum asperum*	1	Karang	8,6	25	3

		Ulva lactuca	1	Karang			
		Palmaria palmate	1	Karang			
13.	S3/P3	*Spatoglossum asperum*	1	Karang	6,3	27	2,7
		Ulva lactuca	2	Pasir, Karang			
14.	S3/P4	*Spatoglossum asperum*	2	Karang	6,2	24	3,5
		Ulva lactuca	2	Karang			
15.	S3/P5	*Spatoglossum asperum*	2	Karang	6,9	25	2,6

Keterangan:

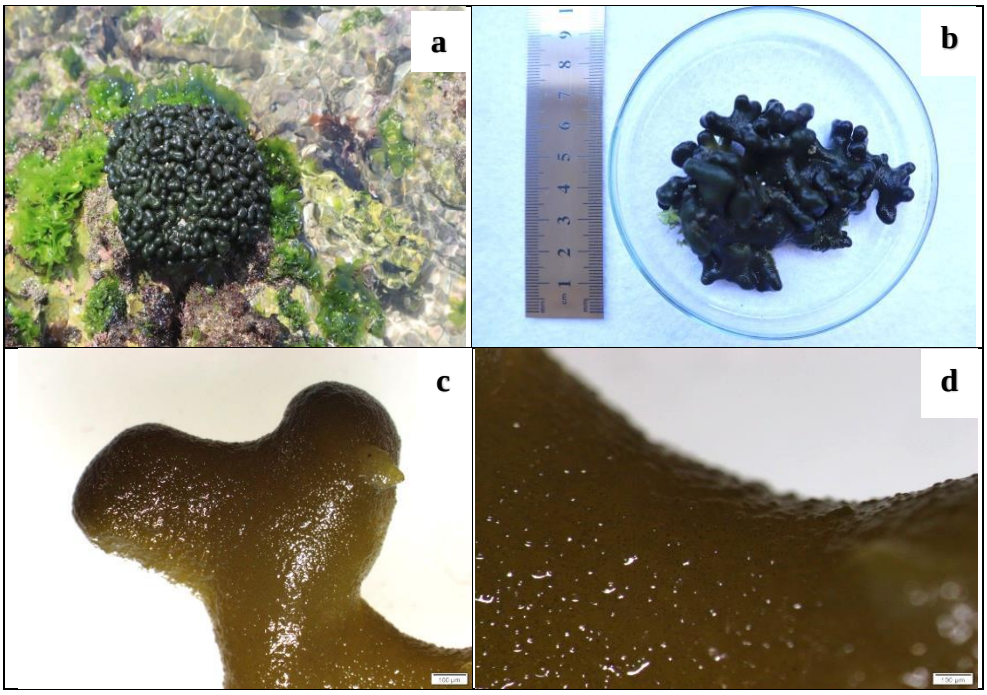
S1 = Stasiun 1 P1 = Plot 1 P4 = Plot 4
S2 = Stasiun 2 P2 = Plot 2 P5 = Plot 5
S3 = Stasiun 3 P3 = Plot 3

Tabel 4.2 Klasifikasi dan Jenis Makroalga yang Ditemukan pada Stasiun Penelitian (Sinkroniasasi penamaan merujuk pada Algaebase)

Divisi	Kelas	Ordo	Famili	Genus	Spesies
Chloro-phyta	Ulvophy-ceae	Bryopsidales	Codiaceae	Codium	*Codium intertextum*
					Codium reediae
		Cladophora-les	Cladophoraceae	Chaetomorpha	*Chaetomorpha antennina*
		Ulvales	Ulvaceae	Ulva	*Ulva flexuosa*
					Ulva lactuca
					Ulva fasciata
Rhodo-phyta	Florideo-phyceae	Gigartinales	Kallymeniaceae	Callophyllis	*Callophyllis haenophylla*
			Phylloporaceae	Mastocarpus	*Mastocarpus stellatus*
		Ceramiales	Rhodomelaceae	Chondrophycus	*Chondrophycus undulatus*
		Nemaliales	Galaxauraceae	Galaxaura	*Galaxaura rugosa*
		Halymeniales	Halymeniaceae	Grateloupia	*Grateloupia chiangii*
		Gracilariales	Gracilariaceae	Gracilaria	*Gracilaria confervoides*
		Palmariales	Palmariaceae	Palmaria	*Palmaria palmata*
		Gelidiales	Pterocladiaceae	Pterocladiella	*Pterocladiella capillacea*
Phaeo-phyta	Phaeo-phyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	Zonaria	*Zonaria tournefortii*
				Spatoglossum	*Spatoglossum asperum*

Adapun deskripsi tentang spesies makroalga yang ditemukan di Pantai Pacar adalah sebagai berikut.

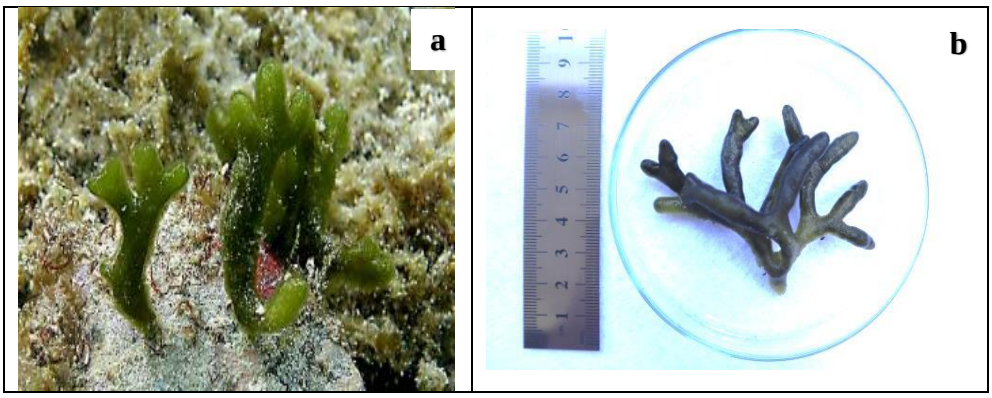
a. *Codium intertextum* (Collins & Hervey, 1917)



Gambar 4.1 *Codium intertextum* (a) di habitat asli, (b) di laboratorium, (c) dan (d) penampakan talus di bawah mikroskop. (Sumber: Dokumen pribadi)

Codium intertextum adalah salah satu jenis Chlorophyta. Memiliki ciri-ciri berwarna hijau tua, talus berukuran pendek antara 2 – 4 cm, memiliki percabangan dikotomus, struktur talus berserabut, tidak berlubang, lunak seperti spons. Hidup menempel pada substrat karang, spesies ini biasanya menggerombol pada karang, mengelilinginya sampai berbentuk menyerupai lingkaran. Sekilas jika dilihat di habitat aslinya makroalga ini berwarna hitam, namun aslinya berwarna hijau tua. Jika diamati di mikroskop stereo permukaan talusnya memiliki tekstur kasar bergelombang dan terdapat titik-titik hitam yang merupakan kloroplas dengan susunan menyebar ke seluruh permukaan makroalga.

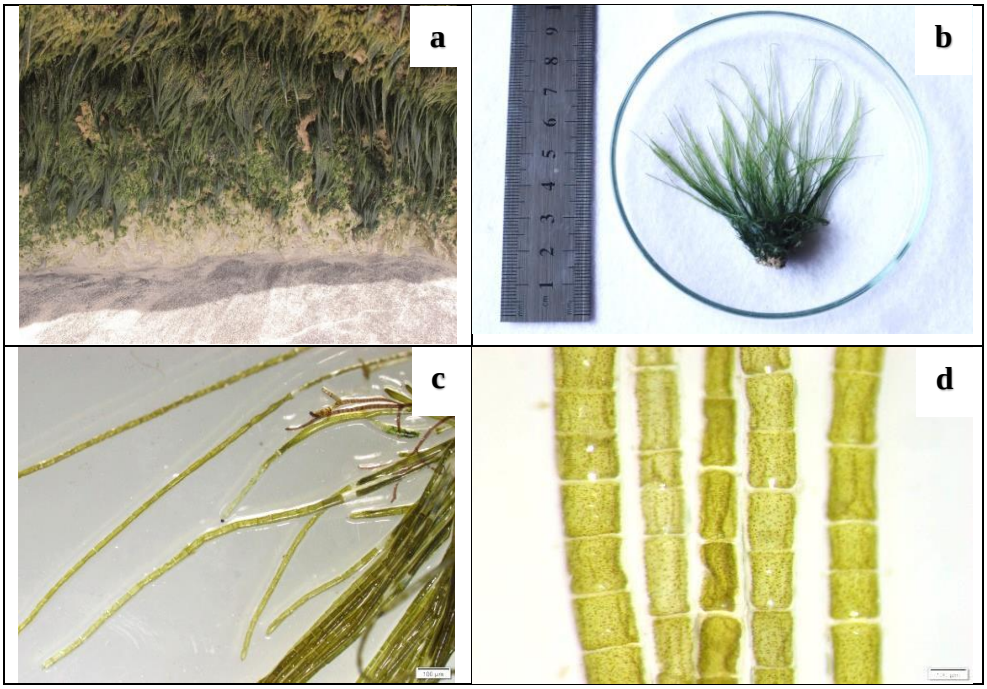
b. *Codium reediae* (P.C. Silva, 1952)



Gambar 4.2 *Codium reediae*
(a) di laboratorium (Sumber: Dokumen pribadi),
(b) di habitat asli (Sumber: Botany, University o Hawai'i at Manoa, 2001)

Codium reediae adalah salah satu jeni Chlorophyta. Memiliki ciri-ciri yang hampir sama dengan *Codium intertextum*, berwarna hijau tua, struktur talus berserabut, lunak seperti spons, tidak berlubang, memiliki percabangan dikotomus, namun ukuran talusnya lebih panjang daripada *Codium intertextum*, sekitar 2 – 15 cm. Banyak ditemukan di zona intertidal dan hidup menggerombol, menempel pada batu maupun karang.

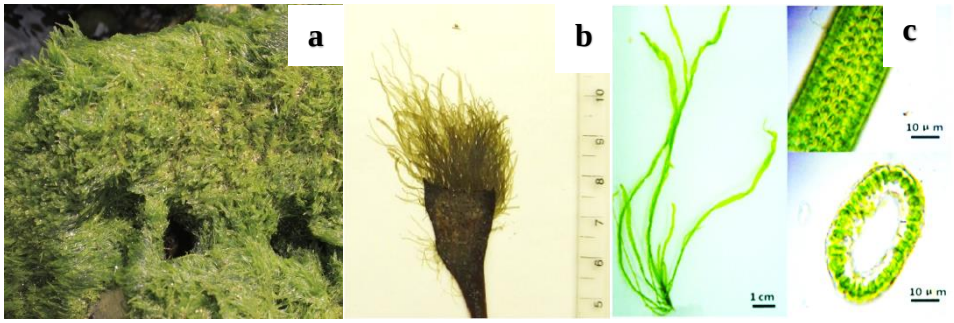
c. *Chaetomorpha antennina* ((Bory) Kuetzing, 1847)



Gambar 4.3 *Chaetomorpha antennina* (a) di habitat asli, (b) di laboratorium, (c) dan (d) fragmen dari talus ketika diamati di bawah mikroskop. (Sumber: Dokumen pribadi)

Chaetomorpha antennina adalah salah satu jenis Chlorophyta. Memliki ciri-ciri berwarna hijau muda sampai hijau tua pada bagian pangkalnya, berbentuk serabut halus dan tidak memiliki percabangan. Talusnya tidak memiliki tubular, memiliki panjang 2 – 10 cm. Jika diamati dengan mikroskop stereo, spesies ini memiliki struktur talus yang bersegmen-segmen, hampir seperti bambu, dinding selnya tampak terlihat jelas, pada permukaannya juga terdapat titik-titik hitam yang tersusun menyebar. Sekilas jika diamati di habitat aslinya, bentuknya hampir mirip dengan rumput, namun serabutnya lebih halus. Banyak ditemukan di batu-batuan di tepi pantai (zona intertidal) yang biasa terkena deburan ombak.

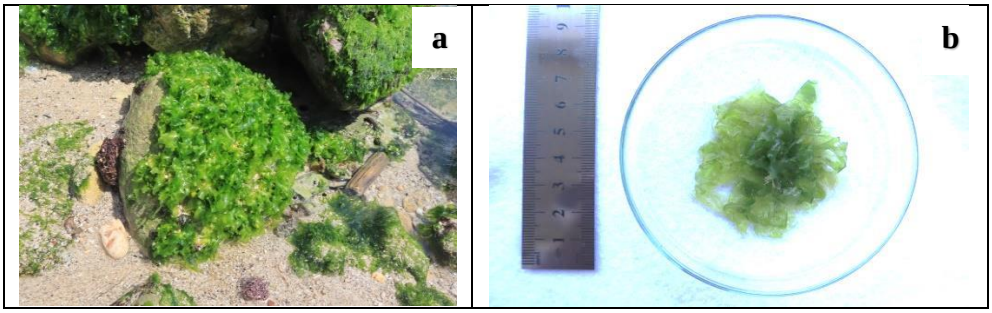
d. *Ulva flexuosa* (Wulfen, 1803)



Gambar 4.4 *Ulva flexuosa* (a) di habitat asli (Sumber: Dokumen pribadi), (b) di laboratorium (Sumber: Rob Anderson, dkk., 2018), (c) penampakan talus di bawah mikroskop (Sumber: Plos Biology)

Ulva flexuosa adalah salah satu jenis Chlorophyta. Memiliki ciri-ciri talus berbentuk panjang dengan panjang mencapai 15 cm, tubular halus, linear, dan lebarnya seragam, dengan sedikit percabangan di bagian bawahnya. Bentuknya meyerupai lumut daun, berwarna hijau kekuning-kuningan. Hidup menempel pada batu-batuan di zona intertidal, biasanya sering ditemukan di sekitar jenis Ulva lainnya. *Ulva flexuosa* memiliki kemampuan bertahan terhadap perubahan kondisi (toleran terhadap kondisi stress).

e. *Ulva lactuca* (Linnaeus, 1753)

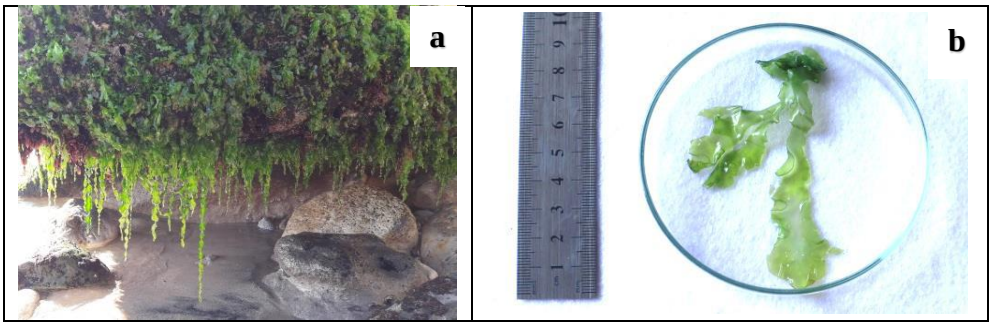


Gambar 4.5 *Ulva lactuca* (a) di habitat asli, (b) di laboratorium (Sumber: Dokumen pribadi)

Ulva lactuca adalah salah satu jenis Chlorophyta, disebut juga selada laut (*sea lettuce*). Memiliki ciri-ciri berbentuk seperti lembaran tipis, agak licin,

membentuk rumpun menyerupai jaring dengan berekspansi radial. Tidak memiliki percabangan. Berwarna hijau muda sampai hijau tua pada bagian tertentu, biasanya pada bagian pangkalnya karena mengalami penebalan, serta dapat tembus cahaya. Tepi lembaran berombak dan lebar lembarannya dapat mencapai 2 – 12 cm. Hidup menempel pada batu, karang, pasir dan tidak jarang ditemukan hidup menempel pada makroalga lain di daerah perairan dangkal. *Ulva lactuca* banyak dimanfaatkan baik dalam skala industri besar maupun rumah tangga. Pada skala industri besar *Ulva lactuca* dimanfaatkan sebagai bahan makanan karena kandungan nutrisi yang dimilikinya, sebagai obat-obatan (farmasi) dan sebagai biofilter yang efektif untuk menyerap dan menyimpan polutan organik maupun anorganik. Sedangkan pada industri rumah tangga dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kripik rumput laut.

f. *Ulva fasciata* (Delile, 1813)

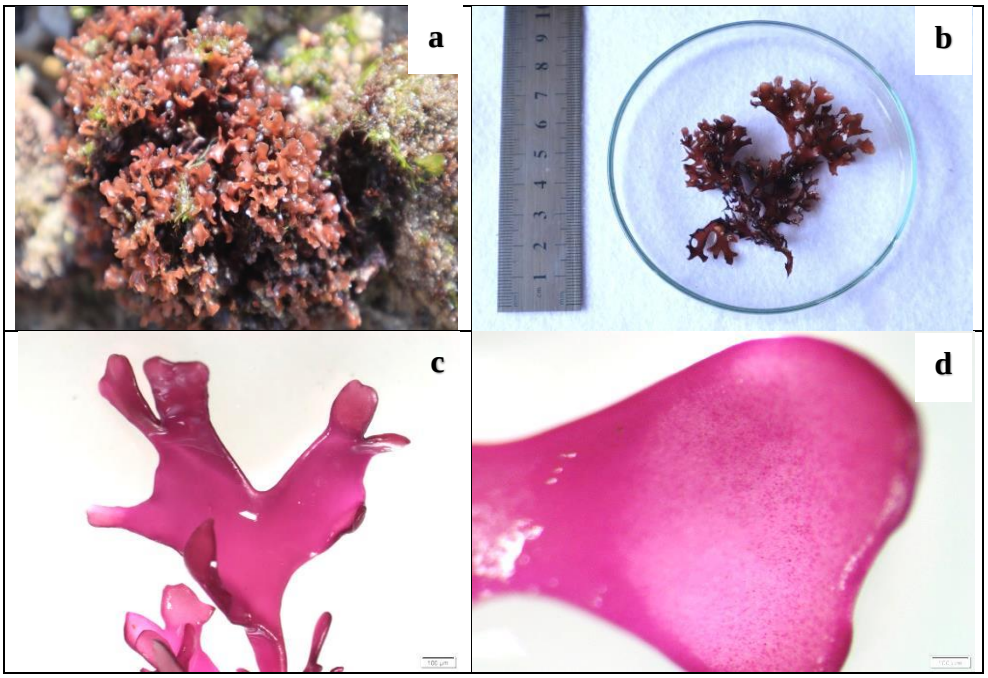


Gambar 4.6 *Ulva fasciata* (a) di habitat asli, (b) di laboratorium (Sumber: Dokumen pribadi)

Ulva fasciata adalah salah satu jenis Chlorophyta. Memiliki ciri-ciri hampir sama dengan *Ulva lactuca*, yakni berbentuk seperti lembaran tipis, halus, agak licin. Disebut juga sebagai selada laut (*sea lettuce*). Tidak memiliki percabangan. Berwarna hijau terang sampai hijau tua pada bagian pangkalnya. Bentuk talusnya memanjang dengan panjang mencapai 1 meter, dan lebar 5 – 25

cm, tepi lembarannya ikal berombak dan ujung talusnya berbentuk meruncing, hal inilah yang membedakannya dengan *Ulva lactuca*. *Ulva fasciata* hidup menempel pada batu maupun karang di zona intertidal, dan paling banyak ditemukan di daerah tepi pantai yang sering terkena deburan ombak dengan kekuatan gelombang rendah. Sama seperti *Ulva lactuca*, *Ulva fasciata* juga toleran terhadap kondisi stres.

g. *Callophyllis haenophylla* (Setchell, 1923)

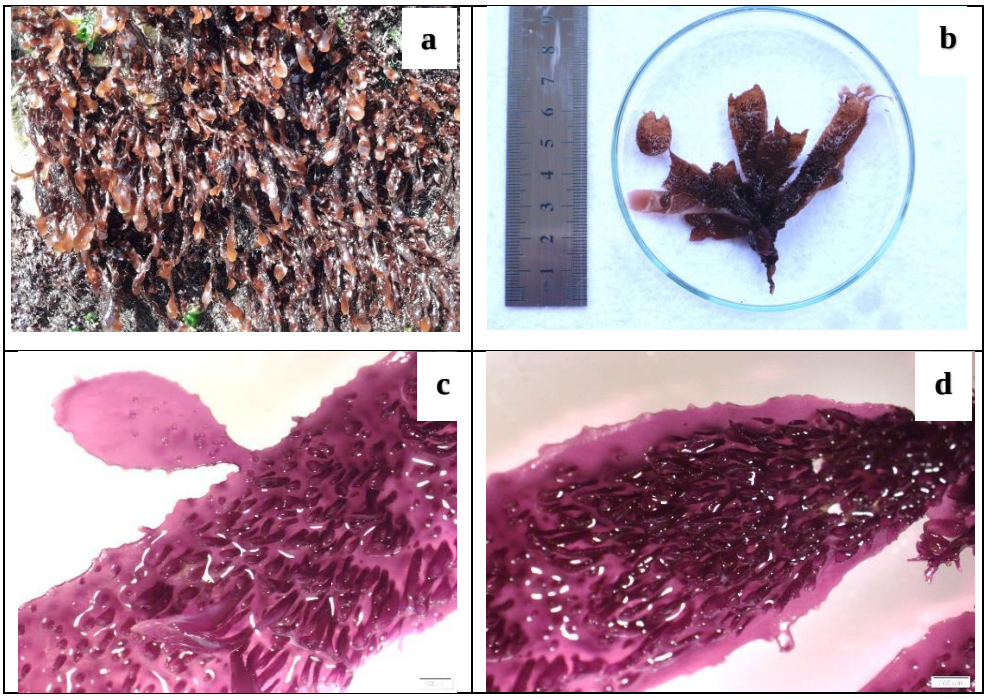


Gambar 4.7 *Callophyllis haenophylla* (a) di habitat asli, (b) di laboratorium, (c) dan (d) penampakan talus di bawah mikroskop.
(Sumber: Dokumen pribadi)

Callophylis haenophylla adalah salah satu jenis Rhodophyta. Memiliki ciri-ciri berwarna merah tua, berbentuk hampir mirip seperti selada, dengan tepi talus yang bergelombang, tipis, halus, sedikit licin dan dapat tembus cahaya. Memiliki percabangan ganda (dikotomus). Talusnya memiliki panjang 3 – 10 cm. Hidup menggerombol membentuk rumpun, menempel pada karang dan tinggi

rumpun dapat mencapai 8 cm. Banyak ditemukan di zona intertidal yang selalu tergenang air.

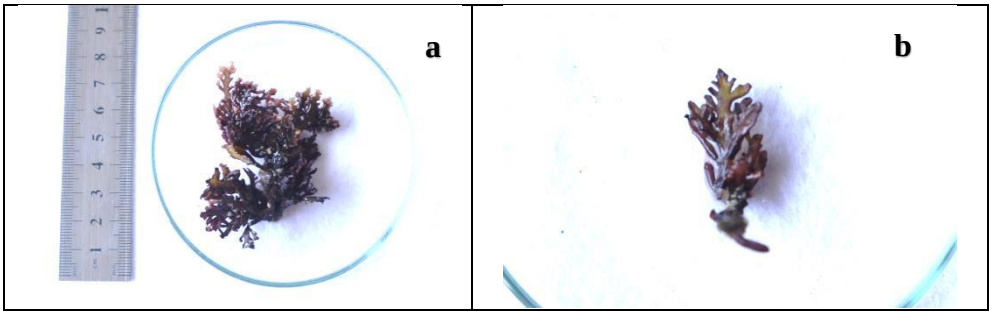
h. *Mastocarpus stellatus* ((Stackhouse) Guiry, 1984)



Gambar 4.8 *Mastocarpus stellatus* (a) di habitat asli, (b) di laboratorium, (c) dan (d) penampakan talus ketika diamati di bawah mikroskop. (Sumber: Dokumen pribadi)

Mastocarpus stellatus adalah salah satu jenis Rhodophyta. Memiliki ciri-ciri berwarna merah tua, sekilas jika diamati di habitat aslinya warnanya hampir kecoklatan, namun aslinya spesies ini termasuk golongan Rhodophyta dengan ciri berwarna merah. Talusnya memiliki percabangan dikotomus dengan struktur permukaan yang kasar. Jika diamati di mikroskop stereo, struktur permukaan yang kasar tersebut merupakan *blade* (struktur yang mirip daun) namun dengan ukuran yang lebih kecil. Spesies ini banyak ditemukan menempel pada karang dan hidup menggerombol di zona intertidal.

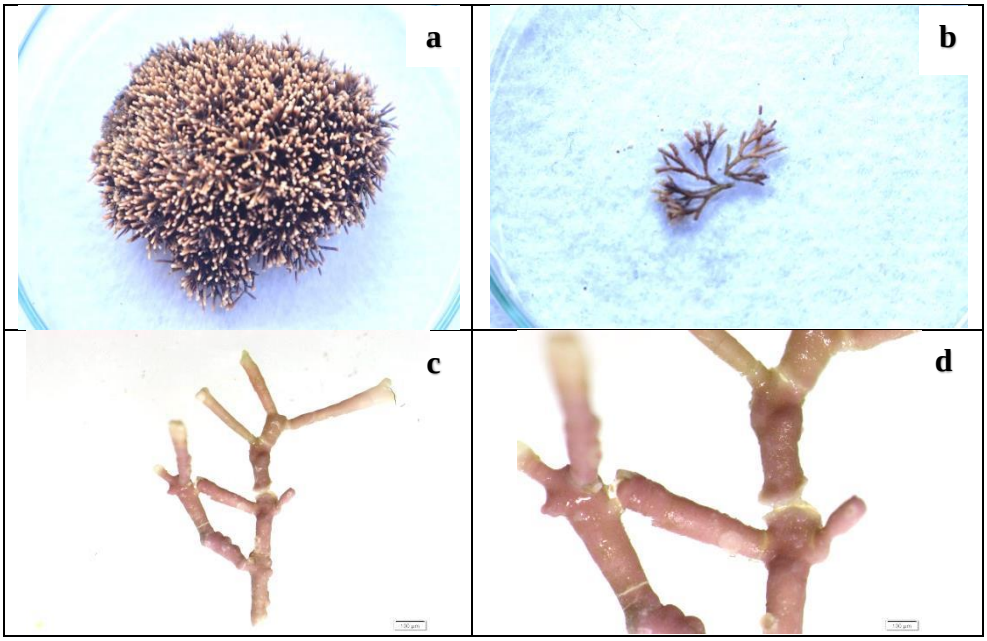
i. *Chondrophycus undulatus* ((Yamada) Garbary & Harper, 1998)



Gambar 4.9 *Chondrophycus undulatus* (a) dan (b) di laboratorium (Sumber: Dokumen pribadi)

Chondrophycus undulatus adalah salah satu jenis Rhodophyta. Memiliki warna merah tua dan cenderung hampir kecoklatan. Struktur talusnya kaku dengan percabangan dikotomus, terdapat semacam duri-duri pendek dengan ujung tumpul, dan meruncing di ujungnya, seperti struktur tulang daun yang menyirip pada tumbuhan sejati. Spesies ini tumbuh menggerombol membentuk rumpun, menempel pada karang di zona intertidal. Tinggi rumpun dapat mencapai sekitar 10 cm, sedangkan panjang talusnya 2 – 12 cm.

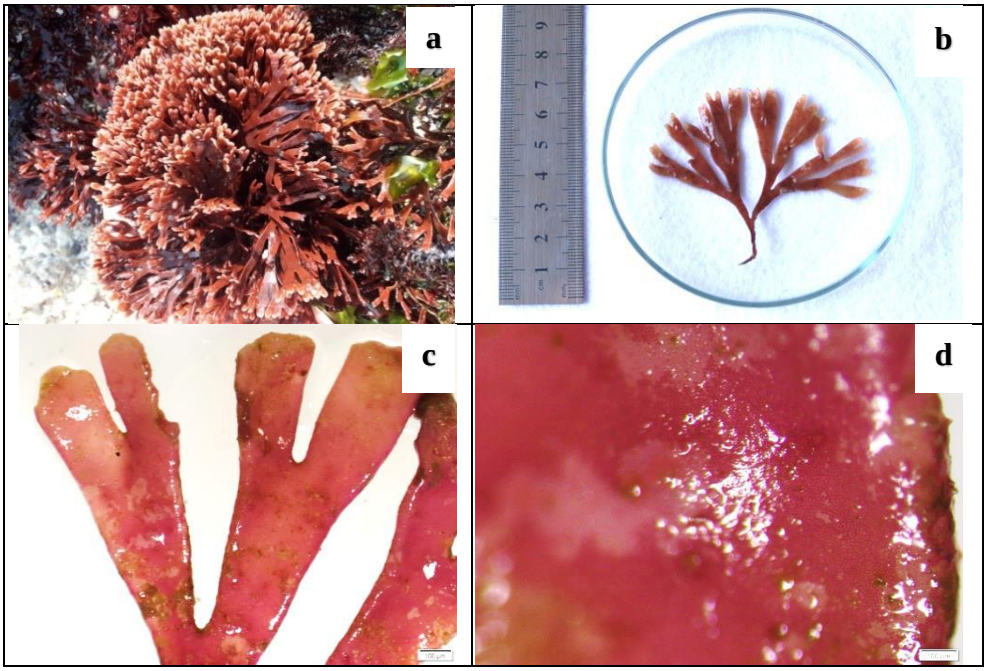
j. *Galaxaura rugosa* ((J. Ellis & Solander) Lamouroux, 1816)



Gambar 4.10 *Galaxaura rugosa* (a) dan (b) di laboratorium, (c) dan (d) penampakan talus yang bersegmen ketika diamati di bawah mikroskop. (Sumber: Dokumen pribadi)

Galaxaura rugosa adalah salah satu jenis Rhodophyta. Memiliki ciri-ciri berwarna merah muda, sedikit pirang, strukturnya keras (kaku) karena mengalami pengapuran dan terasa sakit bila menginjak spesies tersebut tanpa menggunakan alas kaki. Talus silindris bersegmen pendek, sekitar 1 – 1,5 cm. Percabangan dikotomus tidak teratur membentuk rumpun yang merimbun di bagian atas. Ujung talus tumpul dan agak membentuk lubang. Tinggi rumpun dapat mencapai sekitar 5 – 7 cm. Spesies ini tumbuh melekat pada karang, pasir, di zona intertidal.

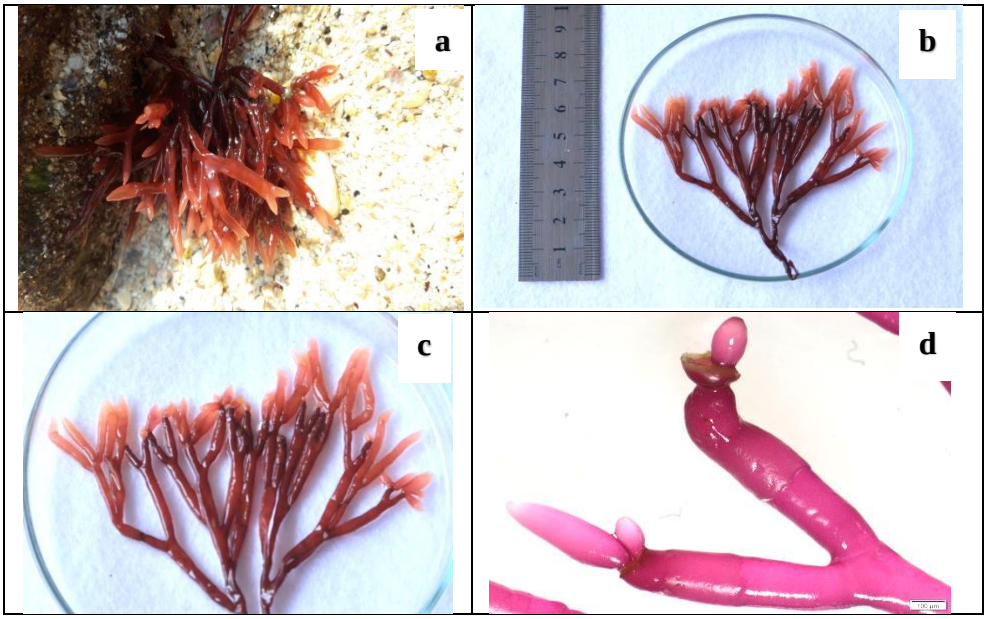
k. *Grateloupia chiangii* (S. Kawaguchi & H.W.Wang, 2001)



Gambar 4.11 *Grateloupia chiangii* (a) di habitat asli, (b) di laboratorium, (c) dan (d) penampakan talus di bawah mikroskop.
(Sumber: Dokumen pribadi)

Grateloupia chiangii adalah salah satu jenis Rhodophyta. Memiliki ciri-ciri berwarna merah tua dan lebih terang di bagian ujung talusnya. Memiliki percabangan dikotomus. Struktur talusnya pipih, halus, dengan ujung berbentuk tumpul dan bercabang dua. Panjang talusnya 4 – 10 cm. Hidup menempel pada substrat karang maupun batu di zona intertidal.

l. *Gracilaria confervoides* ((Linnaeus) Greville, 1830)

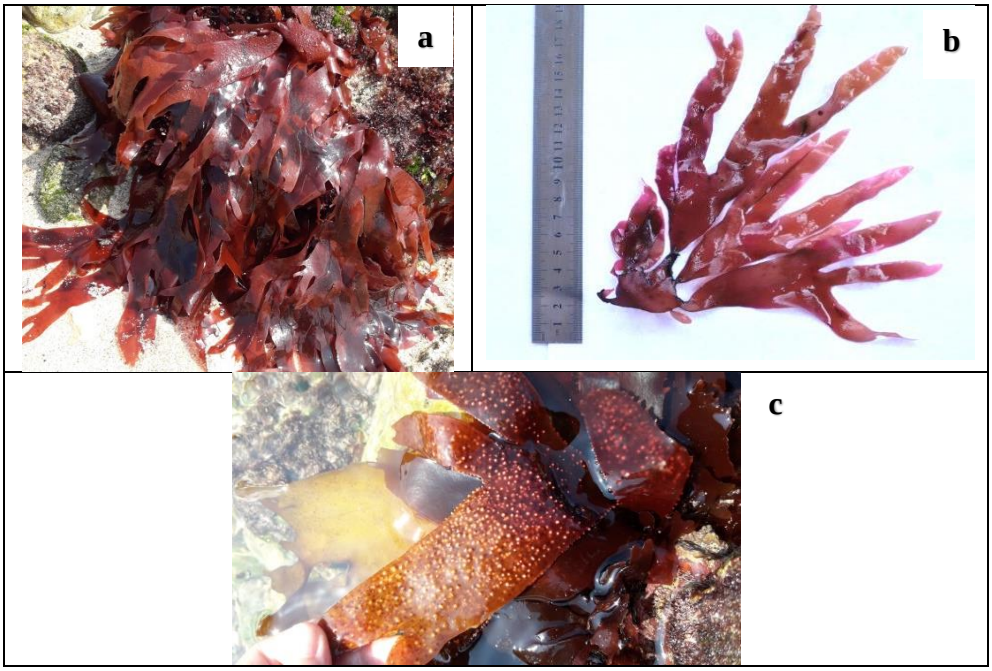


Gambar 4.12 *Gracilaria confervoides* (a) di habitat asli, (b) dan (c) di laboratorium, (d) penampakan talus di bawah mikrokop. (Sumber: Dokumen pribadi)

Gracilaria confervoides adalah salah satu jenis Rhodophyta dengan ciri-ciri berwarna merah tua dan lebih terang di bagian ujungnya, percabangan talus dikotomus, memiliki struktur talus yang lunak seperti agar-agar, dengan struktur meruncing pada ujung talusnya. Panjang talus mencapai 8 cm bahkan lebih. Tumbuh pada substrat karang. Genus *Gracilaria* merupakan genus alga terbesar ketiga dalam divisi Rhodophyta dengan jumlah lebih dari 150 spesies di dunia. *Gracilaria* mampu hidup pada daerah dengan salinitas antara 5 – 34 ppt, termasuk jenis makroalga yang dimanfaatkan untuk produksi agar-agar. *Gracilaria* juga dimanfaatkan untuk bahan pembuatan makanan seperti sup dan salad di beberapa negara seperti China, Jepang, Korea, Thailand dan Amerika Serikat.[68]

[68] P. Baweeja, dkk., *Seaweed in Health and Disease Prevention*, (London: Academic Press, 2016), hal. 76.

m. *Palmaria palmata* ((Linnaeus) F. Weber & D.Mohr, 1805)



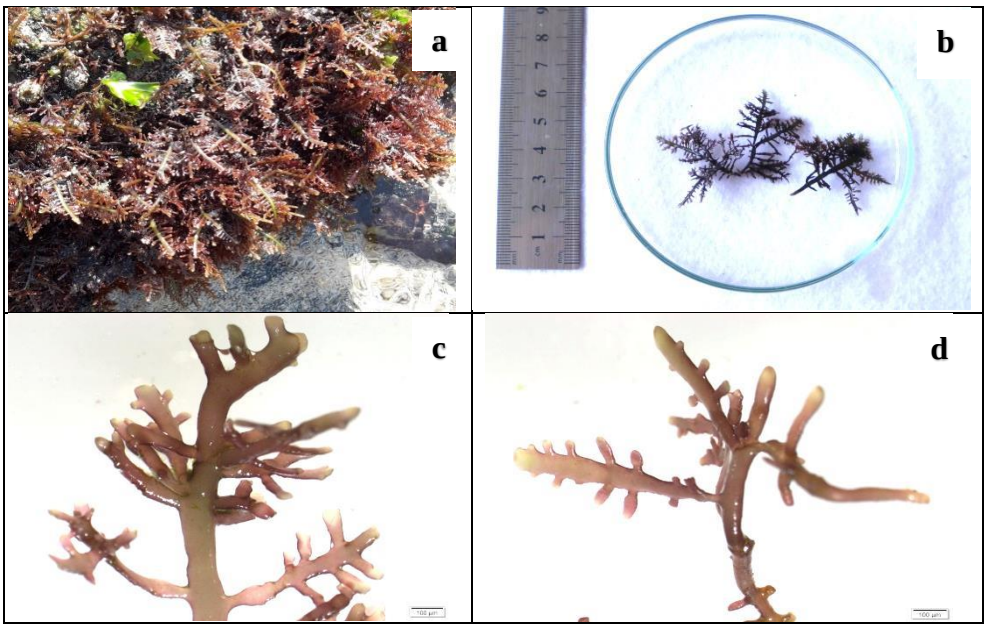
Gambar 4.13 *Palmaria palmata* (a) di habitat asli, (b) di laboratorium, (c) struktur talus bagian belakang. (Sumber: Dokumen pribadi)

Palmaria palmata adalah salah satu jenis Rhodophyta. Disebut juga sebagai *dulse*. Memiliki ciri-ciri berwarna merah tua, sedikit kecoklatan. Struktur talusnya pipih licin, pada bagian belakang talusnya terdapat bintik-bintik kecil berwarna putih yang tersusun menyebar di sepanjang talus. Memiliki percabangan dikotomus. Panjang talusnya bisa mencapai 1 m. Hidup menempel pada substrat karang maupun batu di zona intertidal. Di Islandia, spesies ini telah dimafaatkan sebagai bahan makanan seperti salad dan puding, sejak abad ke-12. Saat ini pemanfaatan spesies ini lebih dikembangkan lagi dalam bidang farmasi yakni sebagai antioksidan alami.[69] Di Indonesia sendiri, khususnya di daerah Blitar dan Tulungagung, penulis mendapati spesies ini juga dimanfaatkan oleh masyarakat

[69] G. Ollafsdottir, dkk., "*Palmaria palmata in Food Formulation as Natural Antioxidant and Functional Ingredient*", (Islandia: University of Iceland, 2009), hal. 1.

sekitar pantai sebagai bahan makanan, biasanya diolah menjadi tumis. *Palmaria palmata* juga memiliki kemampuan untuk toleran terhadap kondisi stress. Hal ini dibuktikan dengan tetap melimpahnya jumlah spesies ini di daerah yang telah tercemar oleh limbah udang.

n. *Pterocladiella capillacea* ((S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand, 1997)

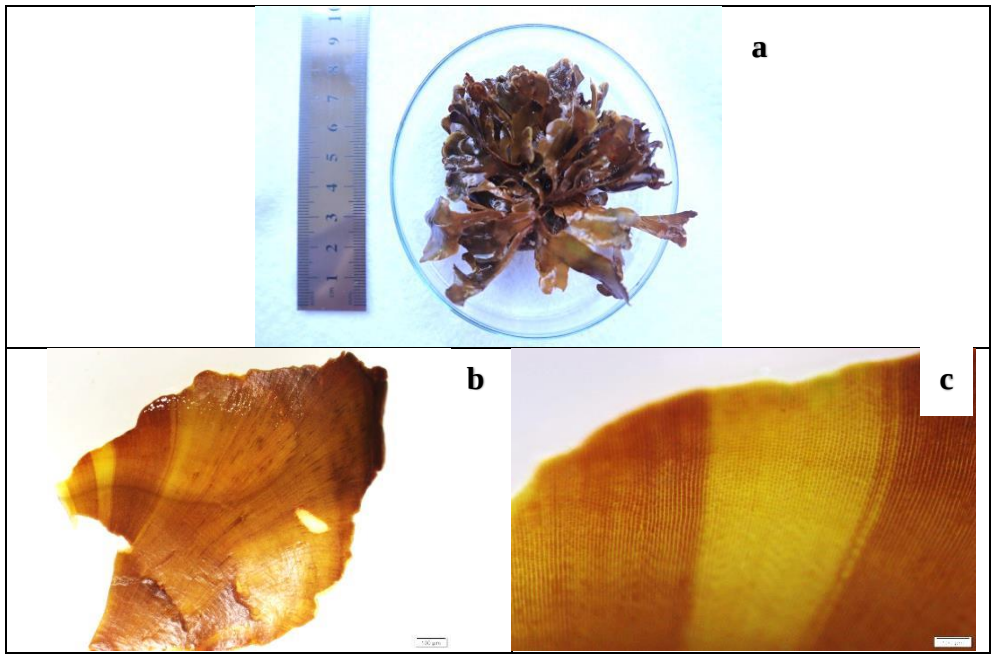


Gambar 4.14 *Pterocladiella capillacea* (a) di habitat asli, (b) di laboratorium, (c) dan (d) penampakan talus di bawah mikroskop.
(Sumber: Dokumen pribadi)

Pterocladiella capillacea adalah salah satu jenis Rhodophyta. Memiliki ciri-ciri berwarna merah tua, sedikit keunguan. Struktur talusnya halus, terdapat duri-duri pendek yang tumpul pada ujungnya. Berbentuk menyirip seperti tulang daun tumbuhan sejati, yang meruncing pada ujungnya. Memiliki percabangan *pinnate distichous* (bercabang dua-dua pada sepanjang talus utama secara seragam). Talusnya memiliki panjang 4 – 15 cm. Hidup menempel pada susbtrat karang di zona intertidal. Sekilas ciri-cirinya hampir sama dengan *Chondrophycus undulatus,* namun yang membedakannya adalah struktur talus *Chondrophycus*

undulatus lebih keras dan warnanya lebih gelap dibanding dengan *Pterocladiella capillacea*.

o. *Zonaria tournefortii* ((J.V. Lamouroux) Montagne, 1846)

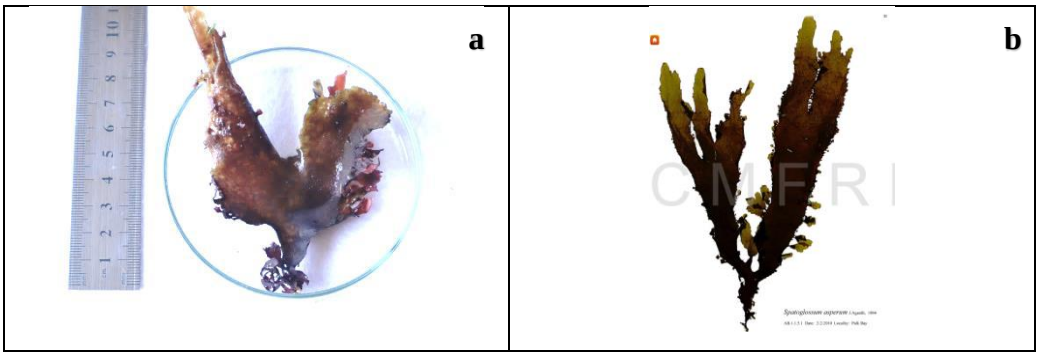


Gambar 4.15 *Zonaria tournefortii* (a) di laboratorium, (b) dan (c) penampakan talus saat diamati di bawah mikroskop.
(Sumber: Dokumen pribadi)

Zonaria tournefortii adalah salah satu jenis Phaeophyta. Memiliki ciri-ciri berwarna coklat tua kombinasi coklat muda. Talusnya berupa lembaran tipis halus, berbentuk hampir seperti oval, namun dengan tepi tak beraturan (tidak rata), diameternya 2 – 5 cm dan panjang talusnya 3 – 8 cm. Jika diamati dengan mikroskop stereo, talusnya memiliki struktur jaringan berupa garis-garis lurus tersusun teratur. Hidup menggerombol dan menempel pada substrat karang pada zona intertidal. *Zonaria tournefortii* ini mengandung senyawa bioaktif yang

berasal dari aktivitas metabolismenya di lingkungan, sehingga ekstraknya dapat dimanfaatkan sebagai antimikroba dan antifungi.[70]

p. *Spatoglossum asperum* (J.Agardh, 1894)



Gambar 4.16 *Spatoglossum asperum* (a) di laboratorium (Sumber: Dokumen pribadi), (b) penampakan talus (Sumber: Mary K.M., dkk., 2012)

Spatoglossum asperum adalah salah satu jenis Phaeophyta. Memiliki ciri-ciri berwarna coklat tua, talusnya berupa lembaran sedikit tebal dan kaku, terdapat *blade* yang masih kecil di sepanjang tepi talus, hal inilah yang menjadi ciri khasnya. Talusnya memiliki percabangan dikotomus, dengan panjang talus 5 – 20 cm, dan lebar talus 3 – 8 cm. Hidup menempel pada substrat karang di zona intertidal.

2. Faktor Abiotik pada Setiap Stasiun

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran pada unsur abiotik yang ada pada setiap plot. Faktor abiotik itu meliputi pH, suhu, salinitas dan substrat. Hasil dari pengukuran pada setiap plot adalah sebagai berikut.

[70] A. Ismail, dkk., "*Antibacterial and Antifungal Activities of Brown Algae Zonaria tournefortii (J.V. Lamouroux)*", Allelophaty Journal, Vol. 34, No. 1, 2014, hal. 143.

Adapun nilai faktor abiotik pada stasiun 1 dijelaskan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Faktor Abiotik pada Stasiun 1

Abiotik	Plot ke-				
	1	2	3	4	5
pH	8,6	8,3	7,7	8,1	6,9
Suhu (°C)	29	28	27	28	26
Salinitas (%)	2,7	3,1	2,7	3,3	3,2
Substrat	Batu, pasir dan karang				

Adapun nilai faktor abiotik pada stasiun 2 dijelaskan pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Faktor Abiotik pada Stasiun 2

Abiotik	Plot ke-				
	1	2	3	4	5
pH	7,8	8	8,3	7,6	8,2
Suhu (°C)	27	28	27	29	27
Salinitas (%)	3,2	3	3	3,1	3,3
Substrat	Batu, pasir dan karang				

Adapun nilai faktor abiotik pada stasiun 3 dijelaskan pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Faktor Abiotik pada Stasiun 3

Abiotik	Plot ke-				
	1	2	3	4	5
pH	7,2	8,6	6,3	6,2	6,9
Suhu (°C)	26	25	27	24	25
Salinitas (%)	2,9	3	2,7	3,5	2,6
Substrat	Batu dan karang				

Faktor abiotik yang pertama kali diukur dalam penelitian ini adalah pH. pH atau derajat keasaman sangat berperan penting sebagai parameter kualitas air karena dapat mengendalikan tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa zat dalam air. Nilai pH menyatakan suatu ekspresi dari konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam air. Hasil pengukuran pH dari setiap stasiun pada penelitian yang dilakukan di Pantai Pacar berkisar antara 6,2 – 8,6. Konsentrasi nilai pH terendah terletak di

stasiun 3 yang berada di sebelah kanan pantai. Sedangkan pada stasiun 1 dan 2 memiliki kisaran nilai pH yang hampir sama. Adanya variasai pH tersebut biasanya disebabkan karena proses-proses kimia dan biologis yang dapat menghasilkan senyawa-senyawa yang bersifat asam maupun alkalis, selain itu variasi pH juga bisa disebabkan masuknya limbah yang bersifat asam atau alkalis dari daratan.[71] Tinggi rendahnya pH juga dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan O_2 dan CO_2.[72] Variasi nilai pH air laut juga dapat dijadikan identifikasi kualitas air laut. Pada kisaran nilai pH tertentu dapat mengindikasikan terjadinya perubahan dalam segi kualitas perairan.[73] Tingkat pH lebih rendah dari 4,8 dan lebih tinggi dari 9,2 sudah dapat dianggap tercemar.[74]

Air laut memiliki kemampuan menyangga yang sangat besar untuk mencegah adanya perubahan nilai pH. Sedikit saja perubahan pada nilai pH dari nilai alamiahnya dapat memberikan petunjuk adanya gangguan pada sistem penyangga. Hal ini dapat menyebabkan perubahan dan ketidakseimbangan kadar CO_2 yang dapat membahayakan kehidupan organisme laut.[75] Peningkatan maupun penurunan nilai pH dapat mempengaruhi kehidupan makroalga yaitu terhadap kelarutan dan ketersediaan ion mineral, sehingga dapat menyebabkan terganggunya penyerapan ion mineral oleh sel. pH juga mempengaruhi kinerja enzim yang dapat memperlambat laju fotosintesis dan pertumbuhan makroalga.

---

[71] Hendrik V.A., dkk., "*Analisis Struktur*…., hal. 33.

[72] Nita R., dkk., "*Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Air Laut terhadap Konsentrasi Kalsium dan Laju Pertumbuhan Halimeda sp.*", Torani (Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan), Vol. 24, No. 1, 2014, hal. 28.

[73] Hairati Arfah, Simon I. Patty, "*Kualitas Air*…., hal. 112.

[74] Nita R., dkk., "*Pengaruh Derajat*…., hal. 28.

[75] Stephany R.W., dkk., "*Pengarus Arus dan Substrat terhadap Distribusi Kerapatan Rumput Laut di Perairan Pulau Panjang Sebelah Barat dan Selata*", Diponegoro Journal of Maquares, Vol. 4, No.3, 2015, hal. 94.

Selain itu, nilai pH yang berubah-ubah mengakibatkan redistribusi berbagai jenis karbon inorganik, dalam hal ini CO_2 yang mungkin memiliki efek yang kurang baik terhadap proses pertumbuhan makroalga.

Berdasarkan hasil penelitian, pada stasiun 3 memiliki nilai pH paling rendah yakni 6,2, dimana 0,8 lebih rendah dari pH optimumnya. Rendahnya nilai pH ini kemungkinan berhubungan erat dengan masuknya bahan organik dan inorganik dari luar karena banyaknya aktivitas yang dilakukan masyarakat seperti mencari kerang-kerangan di sekitar stasiun 3. Rendahnya nilai pH ini menyebabkan rendahnya jumlah dan jenis makroalga yang ditemukan di stasiun 3. Sedangkan pada stasiun 1 dan 2 memiliki nilai pH dalam kisaran 7,7 – 8,6, yang masih termasuk dalam kategori baik untuk pertumbuhan makroalga, sehingga pada stasiun 1 dan 2 ditemukan lebih banyak jumlah dan jenis makroalganya dibandingkan pada stasiun 3. Menurut Dwi R.M.I dalam penelitiannya pada tahun 2013 menyatakan bahwasanya pH yang optimum dan baik untuk pertumbuhan makroalga adalah 7 – 9. Pertumbuhan pH paling baik berdasarkan hasil penelitiannya terjadi pada kondisi pH 9.[76]

Suhu atau temperatur adalah salah satu faktor abiotik mendasar bagi organisme yang dapat mempengaruhi semua proses biologis dari tingkat molekuler, seluler, organisme hingga komunitas.[77] Hasil pengukuran suhu setiap stasiun pada penelitian yang dilakukan di Pantai Pacar berkisar antara (24 – 29)°C. Stasiun yang memiliki suhu paling rendah adalah stasiun 3 yang terletak di sebelah kanan pantai. Sedangkan stasiun 1 dan 2 mempunyai kisaran suhu yang

[76] Dwi R.M.I., Joni H., "*Pengaruh Konsentrasi….,* hal. 5.
[77] Clinton J. Dawes, *Marine Botany….,* hal. 29.

hampir sama. Adanya perbedaan suhu tersebut disebabkan karena panjang gelombang inframerah yang berasal dari radiasi matahari. Energi radiasi dari panjang gelombang ini dengan cepat diubah menjadi panas melalui penyerapan. Efek pemanasan sinar matahari terbatas pada permukaan laut, dengan 98% spektrum inframerah diserap dalam air.[78] Selain itu, faktor lain yang memengaruhi suhu permukaan laut adalah perubahan musim, arus, gelombang, gerakan konveksi, *upwelling*, pembekuan dan pencairan es di daerah kutub.[79] Pengaruh suhu terhadap makroalga tersebut berdampak pada kerja dan fungsi sel dari makroalga, serta pola reproduksi makroalga.[80] Suhu di perairan juga akan berpengaruh terhadap pola reproduksi, pertumbuhan dan mortalitas dari berbagai tumbuhan khususnya makroalga.[81] Umumnya pertumbuhan makroalga pada daerah-daerah tropis akan berjalan dengan optimal pada suhu (25 – 30)°C.[82] Parameter suhu air laut mempunyai toleransi terhadap pertumbuhan makroalga, suhu di bawah 25°C akan menyebabkan penurunan pertumbuhan dan sebaliknya, suhu yang tinggi akan menyebabkan talus menjadi pucat kekuning-kuningan dan tidak sehat. Menurut Hui Guo, dkk., dalam penelitiannya tahun 2014, makroalga khususnya speises *Caulerpa lentilifera* (Bryopsidophyceae, Chlorophyta) berkembang baik pada suhu 27,5°C dan pada suhu 18°C menyebabkan pengaruh

[78] Carol M. Lalli & Thomas R. Parsons*….,* hal. 23-24.

[79] Muhammad Najib Habibi, dkk, "*Karakteristik dan Tren Perubahan Suhu Permukaan Laut di Indonesia Periode 1982-2009",* Pusat Penelitian dan Pengembangan BMKG: 2014, hal. 37-45.

[80] Ma'ruf Kasim, *Makro Alga*…., hal. 113.

[81] A.M. Breeman, "*Relative Improtance of Temperature and Other Factors in Determining Geographic Boundaries of Seaweeds: Experimental and Phenological Evidence*", Helgol Meeresunters, 42, 1988, hal. 199.

[82] Ma'ruf Kasim, *Makro Alga*…., hal. 113.

yang kurang baik yaitu tekstur talus menjadi lembek dan mulai membusuk.[83] Secara fisiologis, suhu yang rendah mengakibatkan aktivitas biokimia dalam tubuh talus berhenti, sedangkan suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan rusaknya enzim dan hancurnya mekanisme biokimiawi dalam talus makroalga.[84] Suhu juga mempengaruhi laju fotosintesis makroalga. Kenaikan suhu perairan akan mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut.[85] Enzim-enzim yang bekerja pada proses fotosintesis hanya dapat bekerja pada suhu optimalnya. Umumnya laju fotosintesis meningkat seiring dengan meningkatnya suhu hingga batas toleransi enzim.[86] Variasi suhu juga dapat mempengaruhi penyebaran makroalga di suatu perairan. Berdasarkan data yang diperoleh, suhu terendah terdapat pada stasiun 3 yakni 24°C, jumlah dan jenis makroalganya pun juga lebih sedikit dibandingkan stasiun 1 dan 2, yakni 5 jenis spesies makroalga sejumlah 32 spesies. Namun struktur talusnya masih segar dan dalam keadaan yang baik. Hal ini disebabkan karena kisaran suhu yang terdapat pada stasiun 3 masih 1 derajat lebih rendah dari suhu optimal, sehingga tidak sampai menyebabkan perubahan struktur talus dan hanya berpengaruh pada persebaran jenis dan jumlahnya saja. Adapun jumlah dan jenis makroalga yang paling banyak ditemukan pada stasiun 2 yakni 11 jenis spesies makroalga sejumlah 68 spesies, kemudian pada stasiun 1 ditemukan 7 jenis spesies makroalga sejumlah 61 spesies. Dilihat dari kisaran suhunya pada stasiun 1 dan 2 rentang suhunya sekitar (26 – 29)°C. Hal ini

[83] Hui Guo, dkk., "*Effect of Temperature, Irradiance on The Growth of The Green Alga Caulerpa lentilifera (Bropsidophyceae, Chlorophyta)*", Chinese Journal of Applied Phycology (2015) 27, hal. 879.

[84] Hairati Arfah, Simon I. Patty, "*Kualitas Air*…., hal. 111.

[85] Ma'ruf Kasim, *Makro Alga*…., hal. 113.

[86] Hayati Soeprapto, "*Manfaat Cahaya Bagi Algae Khusunya Chlorophyta*", Pena Akuatika, Vol. 1, No.1, April 2009, hal. 16.

menunjukkan bahwa suhu yang ditemukan masih merupakan suhu ideal untuk tempat hidup makroalga.

Faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan makroalga selain pH dan suhu adalah salinitas. Hasil pengukuran salinitas dari penelitian ini menunjukkan bahwa salinitas air laut di Pantai Pacar berada pada kisaran (2,6 – 3,5)%. Adapun salinitas tertinggi terletak di stasiun 3. Sedangkan stasiun 1 dan 2 memiliki kisaran salintas yang hampir sama. Variabilitas dalam salinitas berkaitan erat dengan iklim global. Salinitas di perairan permukaan meningkat dengan menghilangnya air melalui penguapan dan berkurang karena penambahan air tawar melalui curah hujan, baik dalam bentuk hujan salju, atau dari aliran sungai. Pada garis lintang yang lebih tinggi, salinitas juga berkurang oleh pencairan es dan salju.[87] Salinitas berperan penting dalam kehidupan makroalga, salinitas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dari batas optimalnya akan menyebabkan gangguan pada proses fisiologinya.[88] Salinitas mempengaruhi mekanisme fisiologis dan biokimia, sebab proses perubahan tekanan osmosis berkaitan erat dengan peran membran sel dalam proses transpor nutrisi.[89] Salinitas yang optimum dapat membuat makroalga tumbuh dengan optimal, karena keseimbangan fungsi membran. Keseimbangan ini akan membantu penyerapan unsur hara sebagai nutrisi untuk fotosintesis, sehingga pertumbuhan makroalga

[87] Carol M. Lalli & Thomas R. Parsons, *Biological Oceanography*…., hal. 26.
[88] Hairati Arfah, Simon I. Patty, "*Kualitas Air*…., hal. 112.
[89] Ana Yuliyana, dkk., "*Pengaruh Salinitas yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Rumput Laut Latoh (Caulerpa lentilifera) di Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai (LPWP) Jakarta*", Journal of Agriculture Management and Technology, Vol. 4, No. 4, 2005, hal. 64.

akan optimal. Adapun kisaran salinitas yang optimal untuk pertumbuhan makroalga adalah (2,8 – 3,4)%.[90]

Pengaruh salinitas pada makroalga sangatlah kompleks. Salinitas dapat menyebabkan stres ion, stres osmotik dan stres sekunder. Stres ion akibat salinitas tinggi yaitu keracunan Na^+. Ion Na yang berlebihan pada permukaan talus dapat memperlambat penyerapan ion K^+ dari lingkungan. Stres osmotik disebabkan oleh meningkatnya salinitas yang berpengaruh terhadap tingginya tekanan osmotik sehingga menghambat penyerapan air dan nutrisi melalui proses osmosis. Stres ion dan stres osmotik karena salinitas yang tinggi akan mengakibatkan stres sekunder yaitu kerusakan pada struktur sel dan makromolekul seperti lipid.[91]

Salinitas adalah parameter kualitas air yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, talus, warna dan perkembangan morfogenetik makroalga, karena berperan langsung dengan proses osmoregulasi atau kontrol keseimbangan air yang terjadi di dalam sel. Terganggunya fungsi dinding sel tumbuhan dipengaruhi oleh peran badan golgi yang tidak optimal dalam proses osmoregulasi sel tersebut. Salah satu fungsi badan golgi adalah mengepak material ke dalam vesikel dan memindahkannya ke bagian lain dari sel atau mengeluarkannya melalui membran plasma. Akibat salinitas yang terlalu tinggi kemungkinan dapat menyebabkan badan golgi tidak mampu menyeimbangkan konsentrasi cairan di dalam sel dan di luar sel, yang pada akhirnya menyebabkan cairan sel banyak terserap ke

[90] Hairati Arfah, Simon I. Patty, "*Kualitas Air*…., hal. 112.

[91] A. Arisandi, dkk., "*Pengaruh Salinitas yang Berbeda terhadap Morfologi, Ukuran dan Jumlah Sel, Pertumbuhan serta Rendemen Keraginan Kappaphycus alvarezii*", Jurnal Ilmu Kelautan, Vol. 16, No. 3, 2011, hal. 146.

lingkungan, sehingga sel mengecil dari ukuran sebelumnya (plasmolisis).[92] . Hal tersebut berdampak pada pemanfaatan energi yang lebih besar sehingga berpengaruh terhadap rendahnya pertumbuhan dan perkembangan makroalga.

Pengaruh lain dari salinitas yang tinggi terhadap pertumbuhan dan perubahan struktur makroalga antara lain mengecilnya ukuran struktur yang mirip dengan stomata, sehingga penyerapan hara dan air berkurang, yang pada akhirnya akan menghambat pertumbuhan makroalga baik pada tingkat organ, jaringan maupun sel.[93] Salinitas yang tinggi juga dapat berpengaruh terhadap proses fotosintesis makroalga. Makroalga akan menonaktifkan pusat reaksi fotosistem dan menghambat transfer elektron. Klorofil meningkat dalam sampel ganggang di salinitas 3% dan mencapai maksimum pada salinitas 3,5%.[94] Peningkatan salinitas juga berhubungan dengan penurunan laju fotosintesis. Laju fotosintesis tertinggi terjadi pada media alami (pada salinitas optimum) dan menurun seiring dengan meningkatnya salnitas. Hal ini dibuktikan dengan nilai laju pertumbuhan reaktor kontrol lebih besar dibandingkan laju pertumbuhan reaktor yang nilai salinitasnya ditambah.[95] Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Pantai Pacar ditemukan salinitas tertinggi di stasiun 3 yakni 3,5%, berdampak pada keanekaragaman jenis dan jumlah spesiesnya yang lebih sedikit dibandingkan stasiun 1 dan 2. Namun hal ini tidak sampai berdampak pada struktur talusnya karena nilai salinitasnya masih 0,1% lebih rendah dari kisaran optimumnya. Sedangkan pada stasiun 1 dan 2 memiliki nilai salinitas dalam kategori optimum yakni (2,7 – 3,3)% yang

[92] *Ibid.,*
[93] Ana Yuliyana, dkk., "*Pengaruh Salinitas….,* hal. 64.
[94] Hui Guo, dkk., "*Effect of Temperature*…., hal. 881.
[95] Dwi R.M.I., Joni H., "*Pengaruh Konsentrasi*….,, hal. 5.

menyebabkan jumlah dan jenis makroalganya lebih banyak dibandingkan dengan stasiun 3. Adapun berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hairati Arfah dan Simon I. Patty pada tahun 2016, nilai salinitas air laut berkisar antara (3,25 – 3,4)%, masih dalam kategori baik untuk pertumbuhan makroalga.[96]

Substrat merupakan tempat melekatnya suatu organisme untuk dapat bertahan hidup. Pantai berkarang dan pecahan karang merupakan tempat hidup yang baik bagi sejumlah spesies makroalga dan hanya sedikit makroalga yang ditemukan hidup di pantai berpasir dan berlumpur. Sedikitnya jumlah makroalga yang ditemukan di pantai dengan dasar pasir dan lumpur tersebut dikarenakan sangat terbatansnya benda-benda keras yang cukup kuat untuk tempat perlekatannya. [97] Tipe substrat yang paling baik untuk pertumbuhan makroalga adalah campuran pasir karang dan pecahan karang, karena perairan dengan substrat demikian biasanya dilalui oleh suatu arus yang sesuai untuk pertumbuhan makroalga.[98]

Komponen kimia dari substrat tidak memiliki dampak yang begitu besar terhadap kehidupan makroalga, hanya sebagai tempat untuk melekat dan menempel saja, sedangkan bahan makanan dan nutrisi didapatkan dari medium di sekitarnya. Namun, sifat fisik substrat seperti tingkat kehalusan dan kekerasan memiliki peranan penting dalam persebaran makroalga. Pada ukuran substrat yang lebih halus dan liat dapat menyebabkan pertukaran air pori dengan kolom air menjadi lebih rendah. Sebaliknya, pada ukuran substrat yang lebih kasar, pertukaran air pori dengan kolom air lebih tinggi dengan arus yang membawa

[96] Hairati Arfah, Simon I. Patty, "*Kualitas Air*…., hal. 112.
[97] Hendrik V.A., dkk., "*Analisis Struktur*…., hal. 35.
[98] Stephany R.W., dkk., "*Pengarus Arus*…., hal. 94.

nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan makroalga.[99] Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Pantai Pacar, jenis substrat yang ditemukan adalah batu, pasir dan lebih didominasi oleh karang. Substrat yang demikian sudah dalam kategori ideal untuk pertumbuhan makroalga.

3. Tingkat Keanekaragaman Makroalga

Pada penelitian ini dilakukan penghitungan tingkat keanekaragaman jenis makaroalga dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wienner. Adapun hasil penghitungannya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.6 Hasil Penghitungan dengan Shannon-Wienner pada Stasiun 1

No.	Nama Spesies	Jumlah (n)	Phi	Ln phi	-phi ln phi
1.	*Codium intertextum*	15	0.2459	-1.40282	0.34496
2.	*Codium reediae*	3	0.04918	-3.01226	0.14814
3.	*Galaxaura rugosa*	10	0.16393	-1.80829	0.29644
4.	*Grateulopia chiangii*	6	0.09836	-2.31911	0.22811
5.	*Mastocarpus stellatus*	2	0.03279	-3.41773	0.11206
6.	*Ulva lactuca*	24	0.39344	-0.93282	0.36701
7.	*Zonaria flava*	1	0.01639	-4.11087	0.06739
Jumlah		**N = 61**			**H’ = 1,5641**

Nilai H’ dari stasiun 1 adalah 1,5641. Dimana menurut indeks Shannon-Wienner tingkat keanekaragaman makroalga pada stasiun 1 dalam kategori sedang. Artinya, pada stasiun 1 memiliki keanekaragaman makroalga yang cukup beragam sehingga tidak terjadi kelangkaan spesies.

[99] Hendrik V.A., dkk., “*Analisis Struktur*…., hal. 35.

Tabel 4.7 Hasil Penghitungan dengan Shannon-Wienner pada Stasiun 2

No.	Nama Spesies	Jumlah (n)	Phi	Ln phi	-phi ln phi
1.	*Callophyllis haenophylla*	1	0.01471	-4.21951	0.06205
2.	*Chondrophycus undulates*	1	0.01471	-4.21951	0.06205
3.	*Ulva flexuosa*	1	0.01471	-4.21951	0.06205
4.	*Galaxaura rugosa*	16	0.23529	-1.44692	0.34045
5.	*Gracilaria confervoides*	2	0.02941	-3.52636	0.10372
6.	*Grateloupia chiangii*	3	0.04412	-3.1209	0.13769
7.	*Mastocarpus stellatus*	5	0.07353	-2.61007	0.19192
8.	*Palmaria palmata*	8	0.11765	-2.14007	0.25177
9.	*Pterocladiella capillacea*	2	0.02941	-3.52636	0.10372
10.	*Spatoglossum asperum*	4	0.05882	-2.83321	0.16666
11.	*Ulva lactuca*	25	0.36765	-1.00063	0.36788
Jumlah		**N = 68**			**H’ = 1,85**

Nilai H’ dari stasiun 2 adalah 1,85. Dimana menurut indeks Shannon-Wienner tingkat keanekaragaman makroalga pada stasiun 2 dalam kategori sedang. Artinya, pada stasiun 2 memiliki keanekaragaman makroalga yang cukup beragam sehingga tidak terjadi kelangkaan spesies.

Tabel 4.8 Hasil Penghitungan dengan Shannon-Wienner pada Stasiun 3

No.	Nama Spesies	Jumlah (n)	Phi	Ln phi	-phi ln phi
1.	*Chaetomorpha antennina*	17	0.53125	-0.63252	0.33603
2.	*Mastocarpus stellatus*	2	0.0625	-2.77259	0.17329
3.	*Spatoglossum asperum*	6	0.1875	-1.67398	0.31387
4.	*Ulva fasciata*	2	0.0625	-2.77259	0.17329
5.	*Ulva lactuca*	5	0.15625	-1.8563	0.29005
Jumlah		**N = 32**			**H’ = 1,2865**

Nilai H’ dari stasiun 3 adalah 1,2865. Dimana menurut indeks Shannon-Wienner tingkat keanekaragaman makroalga pada stasiun 3 dalam kategori

sedang. Artinya, pada stasiun 3 memiliki keanekaragaman makroalga yang cukup beragam sehingga tidak terjadi kelangkaan spesies.

Berdasarkan hasil penelitian dari ketiga stasiun nilai H' yang paling tinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu 1,85, kemudian stasiun 1 yaitu 1,5641 dan yang paling rendah adalah stasiun 3 yaitu 1,2865. Adanya perbedaan nilai H' tersebut dapat disebabkan karena faktor lingkungan (abiotik) yang menyusun tiap-tiap stasiun. Berdasarkan hasil analisis faktor abiotik, dapat disimpulkan bahwa dari ketiga stasiun yang memiliki lingkungan yang cukup ideal untuk pertumbuhan makroalga, dibuktikan dengan masih ditemukannya beberapa spesies dengan struktur talus dalam keadaan baik dan segar, namun yang membedakannya hanya persebaran jenis dan jumlahnya saja. Jika diurutkan dari lingkungan yang paling ideal maka urutannya adalah stasiun 2, 1 dan 3. Hal ini berbanding lurus dengan nilai H'-nya.

Tabel 4.9 Hasil Penghitungan dengan Shannon-Wienner pada Ketiga Stasiun

No.	Nama Spesies	Jumlah (n)	Phi	Ln phi	-phi ln phi
1.	*Codium intertextum*	15	0.09317	-2.37335	0.22112
2.	*Codium reediae*	3	0.01863	-3.98279	0.07421
3.	*Chaetomorpha antennina*	17	0.10559	-2.24819	0.23739
4.	*Ulva flexuosa*	1	0.00621	-5.0814	0.03156
5.	*Ulva lactuca*	54	0.3354	-1.09242	0.3664
6.	*Ulva fasciata*	2	0.01242	-4.38826	0.05451
7.	*Callophyllis haenophylla*	1	0.00621	-5.0814	0.03156
8.	*Mastocarpus stellatus*	9	0.0559	-2.88418	0.16123
9.	*Chondrophycus undulatus*	1	0.00621	-5.0814	0.03156
10.	*Galaxaura rugosa*	26	0.16149	-1.82331	0.29445
11.	*Grateloupia chiangii*	9	0.0559	-2.88418	0.16123
12.	*Gracilaria confervoides*	2	0.01242	-4.38826	0.05451
13.	*Palmaria palmata*	8	0.04969	-3.00196	0.14917
14.	*Pterocladiella capillacea*	2	0.01242	-4.38826	0.05451

15.	*Zonaria flava*	1	0.00621	-5.0814	0.03156
16.	*Spatoglossum asperum*	10	0.06211	-2.77882	0.1726
Jumlah		**N = 161**			**H' = 2,1276**

Nilai H' dari ketiga stasiun adalah 2,1276. Dimana menurut indeks Shannon-Wienner tingkat keanekaragaman makroalga pada ketiga stasiun dalam kategori sedang. Artinya, makroalga yang terdapat di Pantai Pacar memiliki keanekaragaman yang cukup beragam sehingga tidak terjadi kelangkaan spesies.

B. Hasil Penelitian Tahap II (Pengembangan Bahan Ajar)

Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah model ADDIE. Namun, dalam penelitian ini hanya sampai pada tahap pengembangan (*development*), dikarenakan keterbatasan waktu yang ada. Adapun beberapa tahapan dalam pengembangan bahan ajar ini adalah sebagai berikut.

1. *Analysis* (Analisis)

Pada tahap awal ini dilakukan analisis mengenai perlunya buku petunjuk praktikum sebagai bahan ajar Biologi. Beberapa hal yang dilakukan adalah analisis Rencana Pembelajaran Semester (RPS) mata kuliah Botani dan analisis kebutuhan bahan ajar melalui wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Botani, serta angket yang diberikan kepada mahasiswa Tadris Biologi yang telah menempuh mata kuliah Botani. Alasan dari pemilihan responden ini adalah peneliti hendak mengambil data dari berbagai macam latar belakang kemampuan kognitif mahasiswa, sehingga dapat menghasilkan data yang valid.

Analisis Rencana Pembelajaran Semester (RPS) dilakukan untuk menentukan indikator mana saja yang memerlukan bahan ajar. Berikut ini adalah analisis RPS untuk mata kuliah Botani.

Mata Kuliah : Botani

Program Studi : Tadris Biologi

SKS : 3 SKS

Tabel 4.10 Tabel Analisis Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

Indikator	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Jenis Bahan Ajar
Memahami karakteristik umum dan klasifikasi Divisi Rhodophyta (alga merah)	1. Ciri-ciri morfologi dan anatomi anggota Rhodophyta (alga merah) 2. Struktur vegetatif dan generatif 3. Daur hidup	1. Mahasiswa mendiskusikan tentang ciri-ciri morfologi dan anatomi anggota Rhodophyta (alga merah) 2. Mahasiswa mendiskusikan tentang struktur vegetatif dan generatif Rhodophyta 3. Mahasiswa mendiskusikan tentang daur hidup Rhodophyta	Buku petunjuk praktikum
Memahami karakteristik umum dan klasifikasi Divisi Chlorophyta (alga hijau)	1. Ciri-ciri morfologi dan anatomi anggota Chlorophyta (alga hijau) 2. Struktur vegetatif dan generatif 3. Daur hidup	1. Mahasiswa mendiskusikan tentang ciri-ciri morfologi dan anatomi anggota Chlorophyta (alga hijau) 2. Mahasiswa mendiskusikan tentang struktur vegetatif dan generatif Chlorophya 3. Mahasiswa mendiskusikan tentang daur hidup Chlorophyta	Buku petunjuk praktikum

Berdasarkan hasil analisis RPS mata kuliah Botani memiliki bobot SKS sebanyak 3 SKS, dimana 2 SKS digunakan untuk pembelajaran di dalam kelas dan 1 SKS digunakan untuk pembelajaran berbasis praktik. Pembelajaran berbasis praktik dapat melatih kemampuan kognitif dan psikomotorik mahasiswa. Adapun

indikator yang memenuhi untuk digunakan buku petunjuk praktikum tentang studi keanekaragaman makroalga adalah topik Rhodophyta dan Chlorophyta.

Berdasarkan hasil wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Botani, reaksi mahasiswa terhadap proses pembelajaran Botani khususnya materi Chlorophyta, Rhodophyta, dan Phaeophyta di kelas masih kurang antusias. Hal yang menjadi kendalanya antara lain partisipasi mahasiswa selama perkuliahan yang masih kurang karena terdapat mahasiswa yang tidak begitu tertarik dengan materi makroalga yang merupakan materi tumbuhan tingkat rendah, waktu perkuliahan yang kurang efektif, dan kurangnya fasilitas yang memadai untuk pendukung pembelajaran. Strategi perkuliahan yang diterapkan selama ini adalah diskusi-presentasi dan Kuliah Kerja Lapangan (KKL). Sumber belajar yang diguanakan berupa buku, jurnal penelitian yang *up to date* dan materi dari *power point*. Adapun untuk indikator pencapaian kompetensinya sudah tercapai dengan baik. Bapak Arif Mustakim, M. Si., selaku dosen pengampu mata kuliah Botani menjelaskan bahwasanya selama ini sudah ada buku petunjuk praktikum untuk topik makroalga, namun beliau juga setuju apabila buku petunjuk praktikum tersebut dikembangkan lagi, disajikan dengan tampilan yang menarik dan dilengkapi dengan tabel identifikasi spesies beserta deskripsi singkatnya untuk memudahkan proses identifikasi. Beliau juga menambahkan, akan lebih efektif apabila buku petunjuk praktikum tersebut dapat diterapkan di lapangan secara langsung dibandingkan hanya praktikum di laboratorium, sehingga diharapkan dapat menambah wawasan dan pemahaman konsep mahasiswa terkait topik makroalga dengan terjun langsung di habitat alaminya.

Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan bahan ajar yang telah diberikan kepada mahasiswa Tadris Biologi yang telah menempuh mata kuliah Botani, terdapat 40 mahasiswa yang telah mengisi angket tersebut dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.11 Hasil Angket Analisis Kebutuhan Bahan Ajar

No.	Pertanyaan	Presentase Jawaban Mahasiswa
1.	Apa yang Saudara ketahui tentang makroalga?	90% menjawab tahu 7,5% menjawab setengah tahu 2,5% menjawab tidak tahu
2.	Apakah Saudara sudah mengetahui tata cara penulisan nama spesies yang sesuai dengan *International Code of Botanical Nomenclatur* (ICBN)?	85% menjawab sudah 15% menjawab belum
3.	Ulva Lactuca. Menurut Saudara apakah penulisan nama spesies tesebut sudah benar sesuai dengan standar ICBN?	15% menjawab benar 85% menjawab salah
4.	Menurut Saudara apakah indikator pencapaian kompetensi untuk topik alga divisi Chlorophyta, Rhodophyta dan Phaeophyta sudah tercapai maksimal?	55% menjawab sudah tercapai 45% menjawab belum tercapai
5.	Apa kesulitan yang Saudara alami ketika mempelajari tentang makroalga?	17,5% menjawab tidak ada kesulitan saat mempelajari makroalga 22,5% menjawab materi bersifat abstrak, sulit dipahami 25% menjawab bahan ajar kurang menarik 35% menjawab pembelajaran monoton hanya presentasi dan diskusi di dalam kelas
6.	Apakah dosen Saudara menggunakan sumber belajar yang dapat membantu Saudara dalam mengenal keanekaragaman alga?	82,5% menjawab ya 17,5% menjawab tidak
7.	Apakah selama ini sudah ada buku petunjuk praktikum untuk topik makroalga?	70% menjawab sudah 30% menjawab belum
8.	Menurut Saudara apakah perlu untuk mengembangakan buku petunjuk praktikum makroalga sebagai bahan ajar?	97,5% menjawab perlu 2,5% menjawab tidak perlu
9.	Bagaimana buku petunjuk praktikum yang Saudara inginkan?	100% menjawab dilengkapi dengan gambar 0% menjawab hanya memuat tulisan saja

10.	Buku petunjuk praktikum adalah salah satu jenis bahan ajar. Menurut Saudara apakah petunjuk paktikum efektif untuk mempelajari topik makroalga?	92% menjawab efektif 8% menjawab tidak efektif

Petanyaan pertama adalah "Apa yang Saudara ketahui tentang makroalga?", hasil dari jawaban pertanyaan tersebut adalah 90% menjawab tahu, 7,5% menjawab setengah tahu dan 2,5% menjawab tidak tahu, sehingga dapat disimpulkan bahwasanya sebagian besar mahasiswa telah mengetahui makroalga dan hanya sedikit yang masih setengah tahu maupun tidak tahu sama sekali.

Pertanyaan kedua adalah "Apakah Saudara sudah mengetahui tata cara penulisan nama spesies yang sesuai dengan *International Code of Botanical Nomenclatur* (ICBN)?", hasil dari jawaban pertanyaan tersebut adalah 85% menjawab sudah dan 15% menjawab belum, sehingga dapat disimpulkan bahwasanya sebagian besar mahasiswa sudah mengetahui tata cara penulisan nama spesies yang sesuai dengan ICBN dan hanya sedikit mahasiswa yang belum tahu, dengan demikian perlu memberikan penanaman konsep dan pemahaman lebih lanjut lagi mengenai hal tersebut.

Pertanyaan ketiga adalah "Ulva Lactuca. Menurut Saudara apakah penulisan nama spesies tesebut sudah benar sesuai dengan standar ICBN?", hasil dari jawaban pertanyaan tersebut adalah 15% menjawab benar dan 85% menjawab salah. Mahasiswa yang menjawab benar memberikan alasan bahwasanya penulisan nama spesies tersebut sudah sesuai dengan standar ICBN dan penulisan nama genus sudah menggunakan huruf kapital pada huruf pertamanya. Adapun mahasiswa yang menjawab salah memberikan alasan

bahwasanya penulisan nama spesies seharusnya menggunakan huruf miring, dengan huruf pertama pada nama genus menggunakan huruf kapital dan huruf pertama pada nama spesies menggunakan huruf kecil. Berdasarkan hasil jawaban tersebut maka dapat disimpulkan bahwasanya sebagian mahasiswa telah mengetahui aturan penulisan nama spesies yang sesuai dengan standar ICBN, namun masih ada beberapa mahasiswa yang belum memahami aturan penulisan tersebut, padahal hal ini merupakan konsep dasar yang seharusnya dipahami setiap mahasiswa ketika mempelajari mata kuliah Botani.

Pertanyaan keempat adalah "Menurut Saudara apakah indikator pencapaian kompetensi untuk topik alga divisi Chlorophyta, Rhodophyta dan Phaeophyta sudah tercapai maksimal?", hasil dari jawaban pertanyaan tersebut adalah 55% menjawab sudah dan 45% menjawab belum. Mahasiswa yang menjawab indikator sudah tercapai menjelaskan bahwa mereka telah mampu memahami topik tersebut dengan baik, adanya kesesuaian antara teori dengan praktik, serta sumber belajar telah memenuhi. Sedangkan mahasiswa yang menjawab indikator belum tercapai menjelaskan bahwa topik tersebut bersifat abstrak dan sulit dipahami, kurangnya pembelajaran berbasis praktik dan bahan ajar yang kurang menarik.

Pertanyaan kelima adalah "Apa kesulitan yang Saudara alami ketika mempelajari tentang makroalga?", hasil dari jawaban pertanyaan tersebut adalah 17,5% menjawab tidak ada kesulitan saat mempelajari makroalga, 22,5% menjawab materi bersifat abstrak dan sulit dipahami, 25% menjawab bahan ajar kurang menarik dan sisanya adalah 35% menjawab pembelajaran monoton hanya

presentasi dan diskusi di dalam kelas. Berdasarkan hasil jawaban tersebut maka dapat disimpulkan bahwasanya mahasiswa sesekali menginginkan pembelajaran di luar kelas (di lapangan) yang dilengkapi dengan bahan ajar yang menarik, sehingga lebih memudahkan mereka dalam mempelajari makroalga ketika mereka diterjunkan langsung di habitat aslinya.

Pertanyaan keenam adalah "Apakah dosen Saudara menggunakan sumber belajar yang dapat membantu Saudara dalam mengenal keanekaragaman alga?", hasil dari jawaban pertanyaan tersebut adalah 82,5% menjawab ya dan 17,5% menjawab tidak. Mahasiswa yang menjawab ya, menyebutkan beberapa sumber belajar yang selama ini telah digunakan yakni berupa buku, *e-book* berbahasa inggris, jurnal, *power point*, herbarium, gambar dan video tentang alga, serta buku petunjuk praktikum.

Pertanyaan ketujuh adalah "Apakah selama ini sudah ada buku petunjuk praktikum untuk topik makroalga?", hasil dari jawaban pertanyaan tersebut adalah 70% menjawab sudah ada buku petunjuk praktikum untuk topik makroalga dan 30% menjawab belum ada buku petunjuk praktikum untuk topik makroalga.

Pertanyaan kedelapan adalah "Menurut Saudara apakah perlu untuk mengembangakan buku petunjuk praktikum makroalga sebagai bahan ajar?", hasil dari jawaban pertanyaan tersebut adalah 97,5% menjawab perlu untuk mengembangkannya dan sisanya adalah 2,5% menjawab tidak perlu untuk mengembangkannya.

Pertanyaan kesembilan adalah "Bagaimana buku petunjuk praktikum yang Saudara inginkan?", hasil dari jawaban pertanyaan tersebut adalah 100%

menjawab bahwasanya buku petunjuk praktikum yang diinginkan adalah buku petunjuk praktikum yang dilengkapi dengan gambar.

Pertanyaan kesepuluh adalah “Buku petunjuk praktikum adalah salah satu jenis bahan ajar. Menurut Saudara apakah petunjuk paktikum efektif untuk mempelajari topik makroalga?”, hasil dari jawaban pertanyaan tersebut adalah 92,5% menjawab buku petunjuk praktikum efektif untuk mempelajari topik makroalga dan sisanya adalah 7,5% menjawab buku petunjuk praktikum tidak efektif untuk mempelajari topik makroalga.

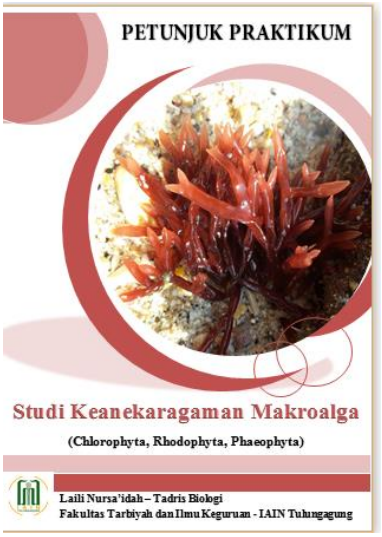
Berdasarkan hasil jawaban dari angket analisis kebutuhan bahan ajar tersebut dapat disimpulkan bahwa sebagian mahasiswa ada yang belum mengetahui dan memahami tentang makroalga, serta aturan penulisan nama spesiesnya yang sesuai dengan standar ICBN, sehingga mereka merasa kesulitan untuk mempelajarinya, ditambah lagi pembelajaran monoton di dalam kelas, dengan demikian harus ada pembelajaran di luar kelas dengan bahan ajar yang menarik. Salah satu bahan ajar yang sudah ada adalah buku petunjuk praktikum, namun sebagian besar mahasiswa setuju apabila buku petunjuk praktikum dikembangkan lagi dan menurut mereka buku petunjuk praktikum efektif jika digunakan untuk mempelajari topik makroalga.

2. *Design* (Desain)

Pada tahap ini dilakukan desain perancangan dari bahan ajar yang dikembangkan yakni buku petunjuk praktikum, yang mengacu pada materi studi keanekaragaman makroalga. Buku petunjuk praktikum ini memuat beberapa komponen yakni *cover*, tata tertib praktikum, aturan dan format penulisan laporan

praktikum, petunjuk penggunaan buku petunjuk praktikum, topik praktikum, indikator pencapaian, dasar teori, tujuan praktikum, alat dan bahan, prosedur kerja, data hasil pengamatan, diskusi, refleksi, daftar rujukan, dan tabel identifikasi. Buku petunjuk praktikum ini didesain dengan menarik, yaitu dengan kombinasi warna dan penyajian gambar-gambar pendukung, sehingga dapat memudahkan saat pelaksanaan kegiatan praktikum. Adapun rincian dari bahan ajar yang telah dihasilkan adalah sebagai berikut.

a. *Cover* (Sampul Depan)



Gambar 4.17 Desain *cover* buku petunjuk praktikum

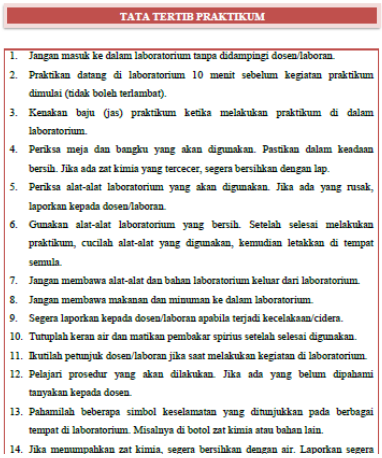
Cover pada buku petunjuk praktikum ini menggunakan jenis kertas sesuai standar ISO, yaitu kertas HVS A4 ukuran 21 cm x 29,7 cm. *Cover* menggunakan warna latar belakang putih dengan kombinasi desain *shape* berwarna merah dan merah muda menyesuaikan gambar makroalga yang berwarna merah. Gambar makroalga tersebut dipilih karena dapat mewakili topik yang akan dibahas dalam buku petunjuk praktikum, yakni membahas tentang keanekaragaman makroalga. Berdasarkan aspek tipografi *cover* dari buku petunjuk praktikum ini menggunakan

dua macam *font*, yakni Minion Pro Cond ukuran 36 pada tulisan "Petunjuk Praktikum" yang seluruhnya ditulis dengan huruf kapital, serta *font* Times New Roman untuk penulisan judul, nama penulis, dan nama lembaga, dengan ukuran *font* yang berbeda-beda. Aspek tipografi dalam buku petunjuk praktikum ini telah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, yakni tidak menggunakan lebih dari dua *font* tulisan yang berbeda.

b. Komponen Buku Petunjuk Praktikum

Pada bagian komponen atau isi buku petunjuk praktikum juga menggunakan kertas HVS A4, dengan ukuran margin (3,81 x 2,54 x 2,54 x 2,54) cm berturut-turut (kiri x kanan x atas x bawah). Seluruh komponen buku petunjuk praktikum diketik menggunakan huruf dengan *font* Times New Roman ukuran 12, spasi 1,5 pt, dengan warna tulisan hitam untuk menyesuaikan warna latar kertas yaitu putih, sehingga lebih mudah dibaca. Adapun komponen dalam buku petunjuk praktikum ini adalah sebagai berikut.

1) Tata Tertib Praktikum



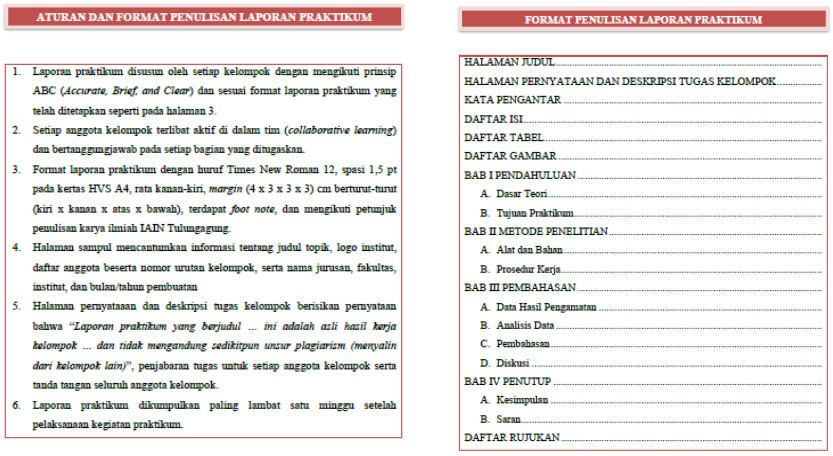
TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Jangan masuk ke dalam laboratorium tanpa didampingi dosen/laboran.
2. Praktikan datang di laboratorium 10 menit sebelum kegiatan praktikum dimulai (tidak boleh terlambat).
3. Kenakan baju (jas) praktikum ketika melakukan praktikum di dalam laboratorium.
4. Periksa meja dan bangku yang akan digunakan. Pastikan dalam keadaan bersih. Jika ada zat kimia yang tercecer, segera bersihkan dengan lap.
5. Periksa alat-alat laboratorium yang akan digunakan. Jika ada yang rusak, laporkan kepada dosen/laboran.
6. Gunakan alat-alat laboratorium yang bersih. Setelah selesai melakukan praktikum, cucilah alat-alat yang digunakan, kemudian letakkan di tempat semula.
7. Jangan membawa alat-alat dan bahan laboratorium keluar dari laboratorium.
8. Jangan membawa makanan dan minuman ke dalam laboratorium.
9. Segera laporkan kepada dosen/laboran apabila terjadi kecelakaan/cidera.
10. Tutuplah keran air dan matikan pembakar spirius setelah selesai digunakan.
11. Ikutilah petunjuk dosen/laboran jika saat melakukan kegiatan di laboratorium.
12. Pelajari prosedur yang akan dilakukan. Jika ada yang belum dipahami tanyakan kepada dosen.
13. Pahamilah beberapa simbol keselamatan yang ditunjukkan pada berbagai tempat di laboratorium. Misalnya di botol zat kimia atau bahan lain.
14. Jika menumpahkan zat kimia, segera bersihkan dengan air. Laporkan segera

Gambar 4.18 Tata Tertib Praktikum

Pada bagian tata tertib praktikum berisi tentang hal-hal yang harus dilakukan dan tidak boleh dilakukan ketika praktikum, khususnya saat berada di dalam laboratorium. Adanya buku petunjuk praktikum yang dilengkapi dengan tata tertib praktikum, diharapkan dapat membantu praktikan dalam melaksanakan kegiatan praktikum dan mencegah terjadinya kecelakaan kerja saat kegiatan praktikum berlangsung.

2) Aturan dan Format Penulisan Laporan Praktikum



ATURAN DAN FORMAT PENULISAN LAPORAN PRAKTIKUM

1. Laporan praktikum disusun oleh setiap kelompok dengan mengikuti prinsip ABC (*Accurate, Brief, and Clear*) dan sesuai format laporan praktikum yang telah ditetapkan seperti pada halaman 3.
2. Setiap anggota kelompok terlibat aktif di dalam tim (*collaborative learning*) dan bertanggungjawab pada setiap bagian yang ditugaskan.
3. Format laporan praktikum dengan huruf Times New Roman 12, spasi 1,5 pt pada kertas HVS A4, rata kanan-kiri, *margin* (4 x 3 x 3 x 3) cm berturut-turut (kiri x kanan x atas x bawah), terdapat *foot note*, dan mengikuti petunjuk penulisan karya ilmiah IAIN Tulungagung.
4. Halaman sampul mencantumkan informasi tentang judul topik, logo institut, daftar anggota beserta nomor urutan kelompok, serta nama jurusan, fakultas, institut, dan bulan/tahun pembuatan
5. Halaman pernyataaan dan deskripsi tugas kelompok berisikan pernyataan bahwa "*Laporan praktikum yang berjudul ... ini adalah asli hasil kerja kelompok ... dan tidak mengandung sedikitpun unsur plagiarism (menyalin dari kelompok lain)*", penjabaran tugas untuk setiap anggota kelompok serta tanda tangan seluruh anggota kelompok.
6. Laporan praktikum dikumpulkan paling lambat satu minggu setelah pelaksanaan kegiatan praktikum.

FORMAT PENULISAN LAPORAN PRAKTIKUM

HALAMAN JUDUL
HALAMAN PERNYATAAN DAN DESKRIPSI TUGAS KELOMPOK
KATA PENGANTAR
DAFTAR ISI
DAFTAR TABEL
DAFTAR GAMBAR
BAB I PENDAHULUAN
- A. Dasar Teori
- B. Tujuan Praktikum

BAB II METODE PENELITIAN
- A. Alat dan Bahan
- B. Prosedur Kerja

BAB III PEMBAHASAN
- A. Data Hasil Pengamatan
- B. Analisis Data
- C. Pembahasan
- D. Diskusi

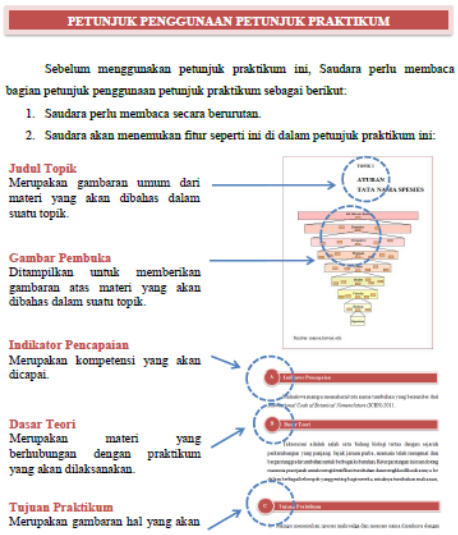
BAB IV PENUTUP
- A. Kesimpulan
- B. Saran

DAFTAR RUJUKAN

Gambar 4.19 Aturan dan Format Penulisan Laporan Praktikum

Pada bagian ini berisi tentang aturan dalam penulisan laporan praktikum, batas waktu pengumpulannya dan format penulisannya. Adanya bagian ini disesuaikan dengan salah satu karakteristik buku petunjuk praktikum yaitu *self instruction*, yang memungkinkan praktikan mampu mempelajari buku petunjuk praktikum ini sendiri, mulai dari sebelum pelaksanaan kegiatan praktikum sampai proses penyusunan laporannya, tanpa bantuan orang lain.

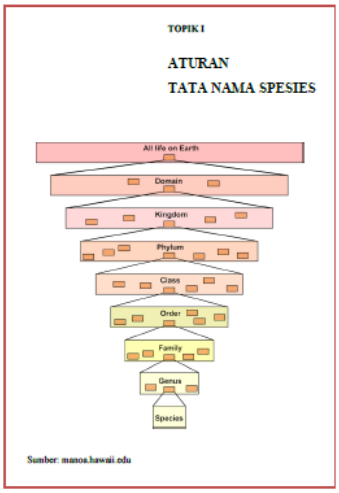
3) Petunjuk Penggunaan Petunjuk Praktikum



Gambar 4.20 Petunjuk Penggunaan Petunjuk Praktikum

Pada bagian ini berisi tentang petunjuk penggunaan buku petunjuk praktikum pada setiap komponen buku petunjuk praktikum mulai dari yang paling awal sampai akhir, dilengkapi dengan gambar ilustrasi dan penjelasan singkatnya, sehingga memudahkan praktikan dalam memahami isinya.

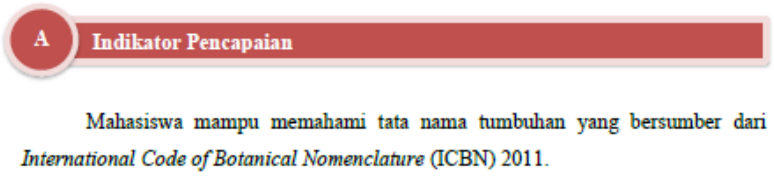
4) Topik Praktikum



Gambar 4.21 Topik Praktikum

Pada bagian ini berisi judul topik praktikum yang merupakan gambaran umum dari materi yang akan dibahas dalam topik, dilengkapi dengan gambar pembuka untuk memberikan gambaran atas materi yang akan dibahas.

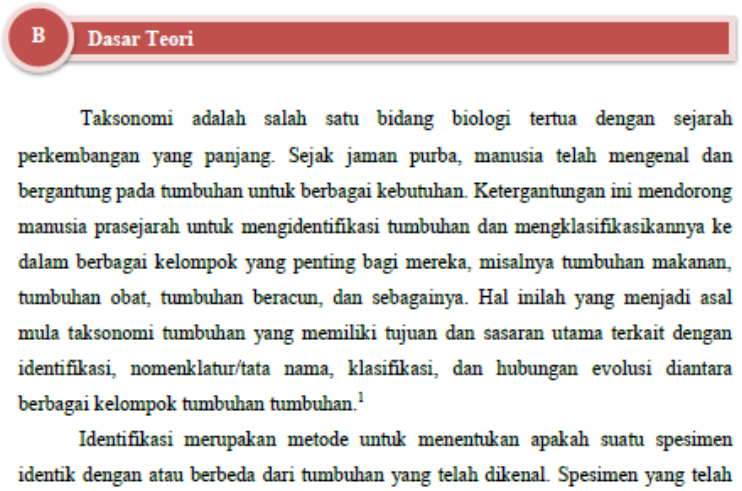
5) Indikator Pencapaian



Gambar 4.22 Indikator Pencapaian

Pada bagian ini berisi indikator pencapaian yang merupakan kompetensi yang harus dicapai oleh praktikan setelah melakukan kegiatan praktikum.

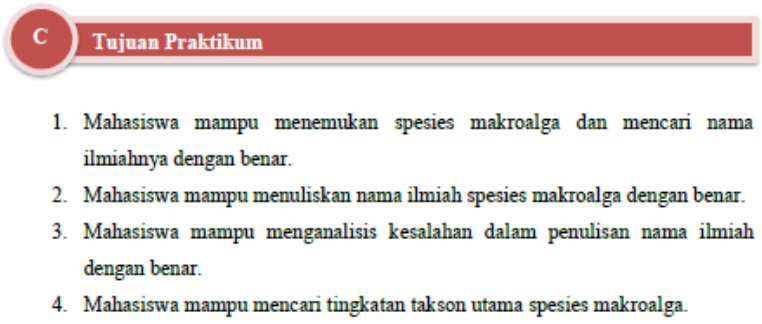
6) Dasar Teori



Gambar 4.23 Dasar Teori

Pada bagian dasar berisi materi atau teori yang berhubungan dengan topik praktikum yang akan dilaksanakan. Dasar teori disusun berdasarkan rujukan-rujukan yang relevan seperti buku maupun jurnal.

7) Tujuan Praktikum



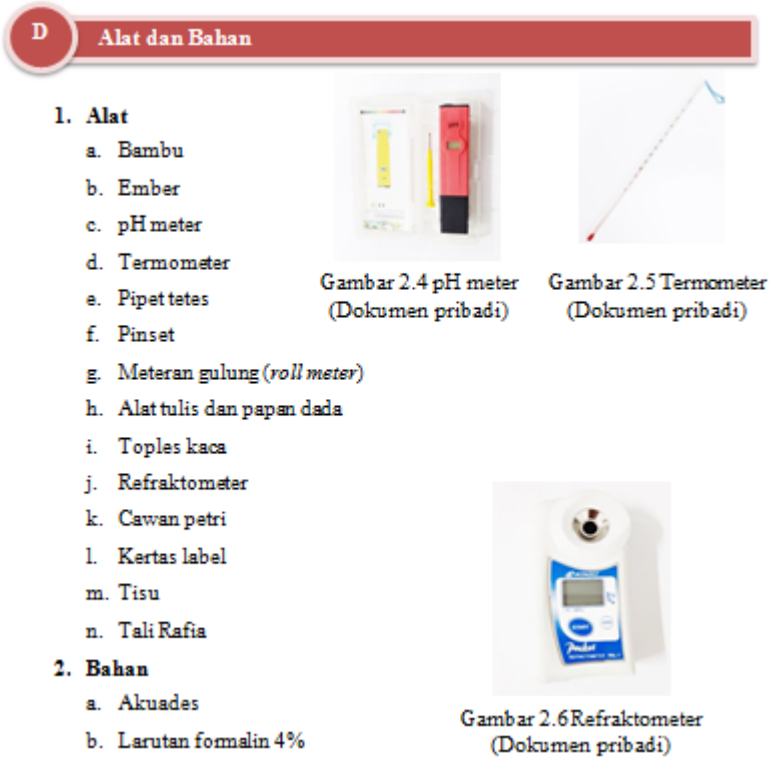
C Tujuan Praktikum

1. Mahasiswa mampu menemukan spesies makroalga dan mencari nama ilmiahnya dengan benar.
2. Mahasiswa mampu menuliskan nama ilmiah spesies makroalga dengan benar.
3. Mahasiswa mampu menganalisis kesalahan dalam penulisan nama ilmiah dengan benar.
4. Mahasiswa mampu mencari tingkatan takson utama spesies makroalga.

Gambar 4.24 Tujuan Praktikum

Pada bagian tujuan praktikum berisi tentang hal-hal yang akan dilakasanakan, dibuktikan, diuji atau dipelajari selama kegiatan praktikum berlangsung berdasarkan indikator pencapaian pembelajaran.

8) Alat dan Bahan



D Alat dan Bahan

1. **Alat**
   a. Bambu
   b. Ember
   c. pH meter
   d. Termometer
   e. Pipet tetes
   f. Pinset
   g. Meteran gulung (*roll meter*)
   h. Alat tulis dan papan dada
   i. Toples kaca
   j. Refraktometer
   k. Cawan petri
   l. Kertas label
   m. Tisu
   n. Tali Rafia
2. **Bahan**
   a. Akuades
   b. Larutan formalin 4%

Gambar 2.4 pH meter (Dokumen pribadi)

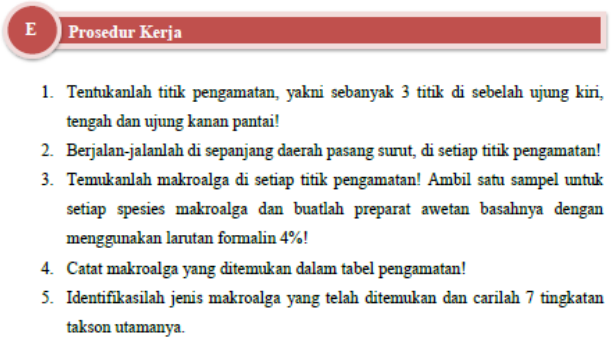
Gambar 2.5 Termometer (Dokumen pribadi)

Gambar 2.6 Refraktometer (Dokumen pribadi)

Gambar 4.25 Alat dan Bahan

Pada bagian alat dan bahan berisi tentang daftar alat dan bahan yang disebutkan secara detail dan jelas apa saja yang diperlukan selama kegiatan praktikum, sehingga tujuan praktikum dapat tercapai dengan baik. Pada bagian ini juga dilengkapi dengan gambar ilustrasi beberapa alat sehingga memudahkan praktikan dalam memahaminya.

9) Prosedur Kerja

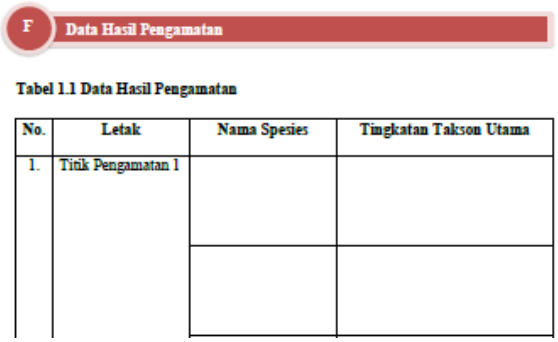

E Prosedur Kerja

1. Tentukanlah titik pengamatan, yakni sebanyak 3 titik di sebelah ujung kiri, tengah dan ujung kanan pantai!
2. Berjalan-jalanlah di sepanjang daerah pasang surut, di setiap titik pengamatan!
3. Temukanlah makroalga di setiap titik pengamatan! Ambil satu sampel untuk setiap spesies makroalga dan buatlah preparat awetan basahnya dengan menggunakan larutan formalin 4%!
4. Catat makroalga yang ditemukan dalam tabel pengamatan!
5. Identifikasilah jenis makroalga yang telah ditemukan dan carilah 7 tingkatan takson utamanya.

Gambar 4.26 Prosedur Kerja

Pada bagian ini berisi tentang prosedur atau langkah-langkah kerja yang disebutkan secara detail dan terperinci mulai dari awal sampai akhir kegiatan praktikum, yang harus diikuti atau dilaksanakan oleh praktikan, sehingga tujuan praktikum dapat tercapai dengan baik.

10) Data Hasil Pengamatan


F Data Hasil Pengamatan

Tabel 1.1 Data Hasil Pengamatan

No.	Letak	Nama Spesies	Tingkatan Takson Utama
1.	Titik Pengamatan 1		

Gambar 4.27 Data Hasil Pengamatan

Pada bagian data hasil pengamatan berisi tabel kosong yang berfungsi untuk mencatat data yang diperoleh dari kegiatan praktikum yang telah dilaksanakan.

11) Diskusi

G Diskusi

1. Carilah nama ilmiah dari spesies makroalga berikut ini!

No.	Gambar	Ciri-ciri	Nama Spesies
1.		Menyerupai daun selada. Talus rumput hijau, lebar dan tipis, mengkilap, lembar Talus luar dan bergelombang (*margin lobed*). Hidup berkoloni, melekat pada substrat dengan bantuan *holdfast*.	

Gambar 4.28 Diskusi

Pada bagian diskusi berisi pertanyaan-pertanyaan atau latihan soal yang berfungsi untuk menguji kemampuan praktikan setelah melakukan kegiatan praktikum. Penyusunan soal diskusi didasarkan atas indikator pencapain dan level kognitif serta psikomotorik yang harus dikuasai oleh praktikan.

12) Refleksi

H Refleksi

.....

.....

Gambar 4.29 Refleksi

Pada bagian refleksi berisi terdapat kolom uraian yang masih kosong, yang nantinya harus diisi oleh praktikan tentang pesan dan kesan setelah melaksanakan kegiatan praktikum mengenai hasil praktikumnya, apakah sudah sesuai dengan teori dan pembelajaran sebelumnya.

13) Daftar Rujukan

I Daftar Rujukan

Bhattacharyya, Bharati. 2015. *Botani Sistematik Ed. 2*, Jakarta: EGC.

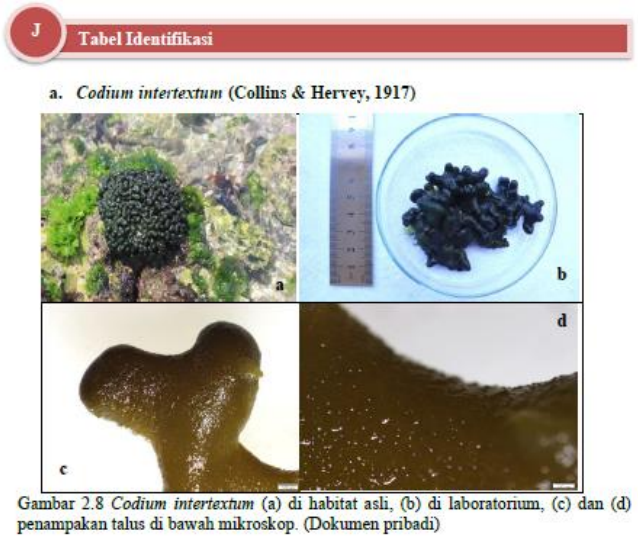
Coppejans, Eric dkk. 2009. *Sri Lankan Seaweeds Methodologies and Field Guide to The Dominant Species*. Sri Lanka: Abctaxa.

Kurniawan, Didik dkk. 2015. "*Pengembangan Aplikasi Sistem Pembelajaran Klasifikasi (Taksonomi) dan Tata Nama Ilmiah (Binomial Nomenklatur) pada Kingdom Plantae (Tumbuhan) Berbasis Android*". Jurnal Komputasi, Vol. 3, No. 5.

Gambar 4.30 Daftar Rujukan

Pada bagian ini berisi daftar rujukan atau sumber referensi yang digunakan untuk menyusun materi dalam buku petunjuk praktikum, yang memudahkan praktikan dalam memahami dan melaksanakan kegiatan praktikum.

14) Tabel Identifikasi



J Tabel Identifikasi

a. *Codium intertextum* (Collins & Hervey, 1917)

Gambar 2.8 *Codium intertextum* (a) di habitat asli, (b) di laboratorium, (c) dan (d) penampakan talus di bawah mikroskop. (Dokumen pribadi)

Gambar 4.31 Tabel Identifikasi

Pada bagian tabel identifikasi berisi contoh gambar spesies makroalga di habitat asli dan laboratorium beserta nama spesiesnya, yang dapat digunakan praktikan sebagai rujukan dalam proses identifikasi spesies.

3. *Development* (Pengembangan)

Pada tahap ini dilakukan validasi terkait produk bahan ajar buku petunjuk praktikum yang telah dikembangkan. Validasi dilakukan oleh beberapa ahli seperti, ahli materi, ahli media, dosen pengampu mata kuliah Botani, dan keterbacaan mahasiswa Tadris Biologi yang telah menempuh mata kuliah Botani. Validasi dilakukan untuk mengetahui apakah bahan ajar sudah baik dan layak digunakan atau perlu dilakukan perbaikan atau revisi kembali. Presentase skor hasil validasi bahan ajar oleh beberapa ahli dijelaskan pada tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.12 Hasil Validasi Ahli

No.	Nama	Ketarangan	Presentase Skor
1.	Desi Kartikasari M.Si.	Ahli Materi	94,32%
2.	Nanang Purwanto, M.Pd.	Ahli Media	86,67%
3.	Arif Mustakim, M.Si.	Dosen Pengampu Mata Kuliah Botani	93,75%

Adapun hasil validasi dan revisi bahan ajar setelah divalidasi oleh beberapa ahli adalah sebagai berikut.

a. Hasil Validasi

1) Ahli Materi

Validasi materi buku petunjuk praktikum dilakukan oleh ahli materi yaitu, Ibu Desi Kartikasari, M.Si. Validasi materi meliputi isi dan urutan komponen dalam buku petunjuk praktikum. Berdasarkan data hasil validasi ahli materi, buku petunjuk praktikum mendapatkan presentase skor sebesar 94,32%, sehingga dapat dikatakan bahwa, dari aspek materi, buku petunjuk praktikum dinyatakan valid, tidak memerlukan revisi, dan sangat layak digunakan sebagai bahan ajar. Adapun komentar dan saran yang diberikan oleh ahli materi adalah buku petunjuk

praktikum makroalga secara umum sudah baik, dapat digunakan sebagai penunjang dalam mata kuliah Botani dan ekologi perairan.

2) Ahli Media

Validasi media buku petunjuk praktikum dilakukan oleh ahli media yaitu, Bapak Nanang Purwanto, M.Pd. Validasi media meliputi komponen dan format penulisan buku petunjuk praktikum. Berdasarkan data hasil validasi ahli media, buku petunjuk praktikum mendapatkan presentase skor sebesar 86,67%, sehingga dapat dikatakan bahwa, dari aspek media, buku petunjuk praktikum dinyatakan valid, tidak memerlukan revisi, dan layak digunakan sebagai bahan ajar. Adapun komentar dan saran yang diberikan oleh ahli media adalah tata letak judul praktikum, nama penulis, dan nama lembaga pada bagian *cover* dan ukuran gambar pendukung yang terdapat di dalam buku petunjuk praktikum perlu adanya sedikit perbaikan.

3) Dosen Pengampu Mata Kuliah Botani

Validasi bahan ajar buku petunjuk praktikum juga dilakukan kepada pengampu mata kuliah Botani, yakni Bapak Arif Mustakim, M.Si. Validasi meliputi tampilan, isi materi, serta urutan komponen dalam buku petunjuk praktikum. Berdasarkan data hasil validasi oleh dosen pengampu mata kuliah Botani, buku petunjuk praktikum mendapatkan presentase skor sebesar 93,75%, sehingga dapat dikatakan bahwa, buku petunjuk praktikum dinyatakan valid, tidak memerlukan revisi, dan sangat layak digunakan sebagai bahan ajar. Adapun komentar dan saran yang diberikan adalah dalam pencandraan baik tumbuhan maupun hewan tidak mengharuskan sampai pada tingkat spesies. Mampu

mengidentifikasi sampai pada tingkat takson genus itu sudah sangat baik, dan untuk produk bahan ajar buku petunjuk praktikum sudah baik, serta tidak memerlukan revisi kembali.

4) Keterbacaan Mahasiswa Tadris Biologi

Tahapan terakhir dalam pembuatan produk bahan ajar buku petunjuk praktikum setelah dilakukan validasi kepada beberapa ahli adalah melakukan *survey* terkait produk yang telah dibuat kepada sasaran produknya, dalam hal ini adalah mahasiswa Tadris Biologi yang telah menempuh mata kuliah Botani. *Survey* dilakukan dengan memberikan angket berupa lembar keterbacaan kepada 10 mahasiswa. Adapun rata-rata presentase skor dari hasil *survey* keterbacaan mahasiswa tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.13 Hasil *Survey* Keterbacaan Mahasiswa

No.	Indikator	Rata-rata Presentase Skor
1.	Buku petunjuk praktikum memiliki tampilan yang menarik	95%
2.	Isi buku petunjuk praktikum mendorong mahasiswa untuk antusias belajar	85%
3.	Buku petunjuk praktikum mendorong mahasiswa untuk memahami materi makroalga dan mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari	82,5%
4.	Materi yang disajikan dalam buku petunjuk praktikum mudah dipahami	87,5%
5.	Prosedur kerja disajikan dengan runtut dan jelas	87,5%
6.	Prosedur kerja memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk berinteraksi dengan baik, terampil menggunakan alat-alat laboratorium, membuat plot pengamatan, mengambil sampel setiap spesies, serta menghitung jumlahnya	87,5%
7.	Soal diskusi membantu mahasiswa untuk menganalisis data dan mendorong untuk melakukan penalaran dengan baik	90%
8.	Kalimat yang digunakan dalam buku petunjuk praktikum jelas dan mudah dipahami	85%
9.	Huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca	92,5%
10.	Pola penyajian gambar terlihat jelas, konsisten dan sesuai dengan materi	82,5%
11.	Buku petunjuk praktikum telah memuat daftar rujukan yang mutakhir dan relevan	80%

12.	Buku petunjuk praktikum cocok digunakan untuk mahasiswa Tadris Biologi	92,5%
Rata-rata Total Presentase Skor		**87,3%**

Pada *survey* keterbacaan mahasiswa terhadap produk bahan ajar buku petunjuk praktikum terdapat 12 indikator yang harus dinilai. Indikator pertama yaitu, "Buku petunjuk praktikum memiliki tampilan yang menarik", rata-rata presentase skornya adalah 95%, hal ini berarti berdasarkan aspek tampilan, buku petunjuk praktikum sudah sesuai, menarik, dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator yang kedua, yaitu "Isi buku petunjuk praktikum mendorong mahasiswa untuk antusias belajar", rata-rata presentase skornya adalah 85%, sehingga berdasarkan aspek isinya, buku petunjuk praktikum sudah sesuai, mampu memotivasi antusias belajar mahasiswa, dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator yang ketiga yaitu, "Buku petunjuk praktikum mendorong mahasiswa untuk memahami materi makroalga dan mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari", rata-rata presentase skornya adalah 82,5%, sehingga berdasarkan aspek materi yang dapat dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari, buku petunjuk praktikum sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator yang keempat yaitu, "Materi yang disajikan dalam buku petunjuk praktikum mudah dipahami", rata-rata presentase skornya adalah 87,5%, sehingga berdasarkan aspek materinya, buku petunjuk praktikum sudah sesuai, mudah dipahami, dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator yang kelima yaitu, “Prosedur kerja disajikan dengan runtut dan jelas”, rata-rata presentase skornya adalah 87,5%, sehingga berdasarkan aspek penyajian prosedur kerja, buku petunjuk praktikum sudah sesuai, mudah dipahami, dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator keenam yaitu, “Prosedur kerja memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk berinteraksi dengan baik, terampil menggunakan alat-alat laboratorium, membuat plot pengamatan, mengambil sampel setiap spesies, serta menghitung jumlahnya”, rata-rata presentase skornya adalah 87,5%, sehingga berdasarkan aspek penyusunan prosedur kerja dalam buku petunjuk praktikum yang dapat melatih kemampuan psikomotorik mahasiswa, sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator ketujuh yaitu, “Soal diskusi membantu mahasiswa untuk menganalisis data dan mendorong untuk melakukan penalaran dengan baik”, rata-rata presentase skornya adalah 90%, sehingga berdasarkan aspek penyusunan soal diskusi, pertunjuk praktikum sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator kedelapan yaitu, “Kalimat yang digunakan dalam buku petunjuk praktikum jelas dan mudah dipahami”, rata-rata presentase skornya adalah 85%, sehingga berdasarkan aspek penyusunan kalimat dalam buku petunjuk praktikum, sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator kesembilan yaitu, “Huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca”, rata-rata presentase skornya adalah 92,5%, sehingga berdasarkan aspek

pemilhan huruf dalam buku petunjuk praktikum, sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator kesepuluh yaitu, "pola penyajian gambar terlihat jelas, konsisten, dan sesuai dengan materi", rata-rata presentase skornya adalah 82,5%, sehingga berdasarkan aspek penyajian gambar dalam buku petunjuk praktikum, sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator kesebelas yaitu, "Buku petunjuk praktikum telah memuat daftar rujukan yang mutakhir dan relevan", rata-rata presentase skornya adalah 80%, sehingga berdasarkan aspek pemilihan daftar rujukan dalam buku petunjuk praktikum, sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

Indikator kedua belas yaitu, "Buku petunjuk praktikum cocok digunakan untuk mahasiswa Tadris Biologi", rata-rata presentase skornya adalah 92,5%, sehingga berdasarkan aspek kecocokan atau kesesuaian buku petunjuk praktikum dengan sasaran buku petunjuk praktikum sudah sesuai dan dapat digunakan tanpa adanya revisi.

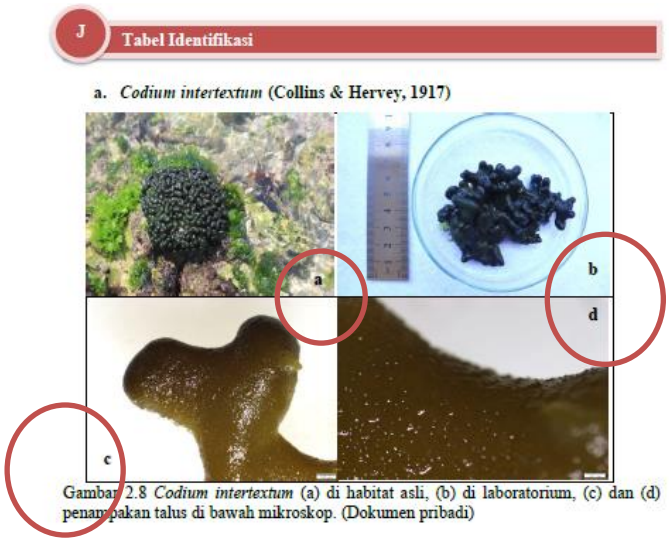
Adapun rata-rata total presentase skor dari kedua belas indikator adalah 87,3%, dengan demikian dapat dikatakan bahwa, dari aspek keterbacaan mahasiswa, buku petunjuk praktikum dapat dinyatakan telah sesuai untuk mahasiswa Tadris Biologi, tidak memerlukan revisi, dan dapat digunakan sebagai bahan ajar. Adapun komentar dan saran yang diberikan oleh beberapa mahasiswa adalah, buku petunjuk praktikum sangat menarik, cukup lengkap, gambar cukup jelas, materi mudah dipahami, dan cocok untuk mahasiswa Tadris Biologi,

sedangkan saran yang diberikan adalah perbaikan susunan kalimat pada bagian tata tertib praktikum dan prosedur kerja.

b. Pembahasan Produk (Revisi Buku Petunjuk Praktikum)

Berdasarkan hasil validasi produk bahan ajar buku petunjuk praktikum kepada beberapa ahli, buku petunjuk praktikum telah dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai bahan ajar. Namun, para ahli juga menyarankan adanya sedikit revisi atau perbaikan pada bagian-bagian tertentu agar menghasilkan buku petunjuk praktikum yang lebih baik lagi, sehingga dapat memudahkan dan menarik praktikan maupun pembaca untuk mempelajarinya. Adapun gambaran beberapa bagian buku petunjuk praktikum sebelum dan setelah revisi adalah sebagai berikut.

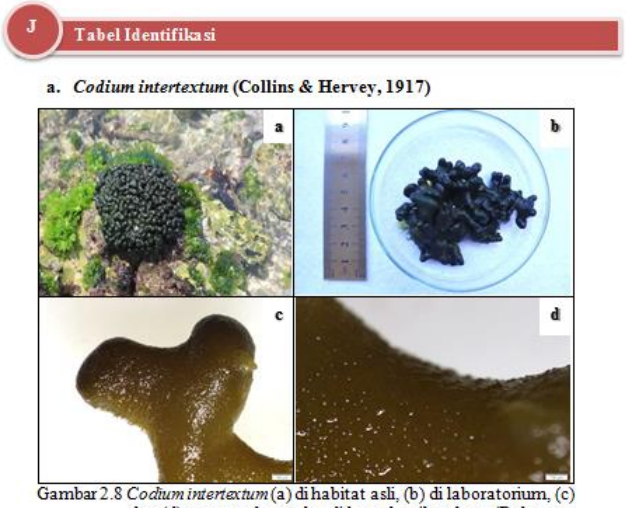
a) Revisi oleh Ahli Materi



Gambar 4.32 Penyusunan tabel identifikasi sebelum direvisi

Penyusunan tabel identifikasi sebelum direvisi kurang rapi dan proporsional, yakni pada peletakan label gambar belum konsisten, letaknya masih cenderung acak untuk setiap gambar, dan penulisan huruf tidak diblok dengan

warna tertentu sehingga lebih mudah dibaca apabila gambar spesiesnya gelap dan warna label hurufnya hitam. Pada keterangan gambar letaknya juga kurang proporsional, yakni tidak lurus, sejajar dengan tabelnya. Adapun setelah direvisi, label gambar telah diblok dengan warna putih, dan semuanya diletakkan sama yakni di pojok kanan atas gambar, serta keterangan gambar sudah lurus dan sejajar dengan tabel, sehingga terlihat lebih rapi dan proporsional seperti pada gambar 4.33.



Gambar 4.33 Penyusunan tabel identifikasi setelah direvisi

b) Revisi oleh Ahli Media

1) Tata letak *cover*

Pada bagian *cover* terdapat sedikit revisi, yakni tata letak gambar, judul buku petunjuk praktikum, nama penulis, dan nama lembaga. Sebelum revisi, letak judul praktikum masih di bawah gambar ilustrasi, dan ukuran *font*-nya masih sama dengan tulisan 'Petunjuk Praktikum', sehingga judul terlihat kurang menonjol, dibanding lainnya. Kemudian, tata letak nama penulis yang dijadikan

satu dengan nama lembaga terkesan kurang tepat, nama penulis seharusnya berdiri sendiri, sehingga setelah dilakukan revisi, desain *cover* menjadi sedikit ada perubahan pada tata letaknya. Judul praktikum ditaruh di atas gambar ilustrasi dan dibawah tulisan 'Petunjuk Praktikum', dengan ukuran *font* tulisan 'Petunjuk Praktikum' yang lebih kecil dibandingkan judul praktikum, sehingga judul praktikum terlihat lebih menonjol. Nama penulis pun digeser ke atas, diletakkan di tengah, dan terpisah dengan nama lembaga. Penataan yang demikian menurut ahli media lebih tepat, dan lebih menarik dibanding dengan desain sebelum direvisi. Adapun desain *cover* sebelum dan setelah direvisi adalah sebagai berikut.

(a) **(b)**

Gambar 4.34 Revisi tata letak pada *cover*
(a) sebelum direvisi, (b) setelah direvisi

2) Ukuran gambar

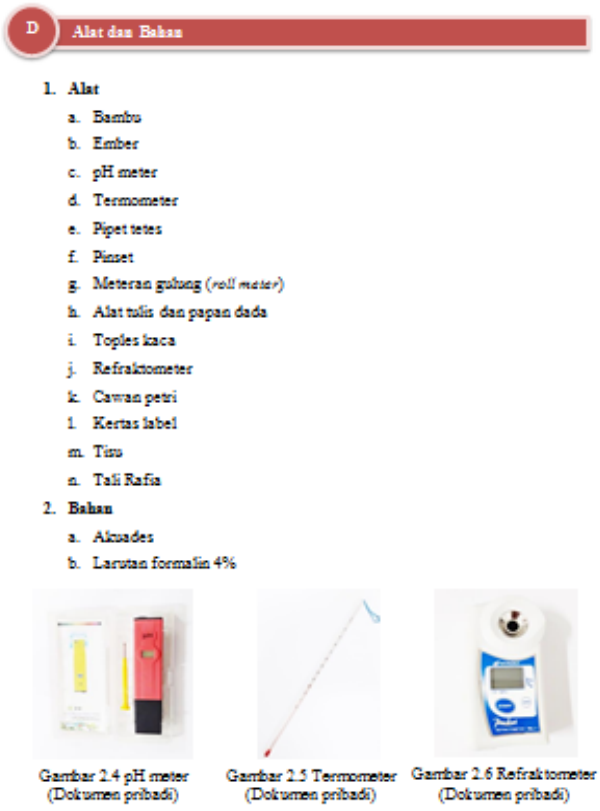
D Alat dan Bahan

1. Alat
   a. Bambu
   b. Ember
   c. pH meter
   d. Termometer
   e. Pipet tetes

Gambar 2.4 pH meter (Dokumen pribadi)

Gambar 2.5 Termometer (Dokumen pribadi)

Gambar 4.35 Ukuran gambar sebelum direvisi


D Alat dan Bahan

1. Alat
   a. Bambu
   b. Ember
   c. pH meter
   d. Termometer
   e. Pipet tetes
   f. Pinset
   g. Meteran gulung (*roll meter*)
   h. Alat tulis dan papan dada
   i. Toples kaca
   j. Refraktometer
   k. Cawan petri
   l. Kertas label
   m. Tisu
   n. Tali Rafia
2. Bahan
   a. Akuades
   b. Larutan formalin 4%

Gambar 2.4 pH meter (Dokumen pribadi)

Gambar 2.5 Termometer (Dokumen pribadi)

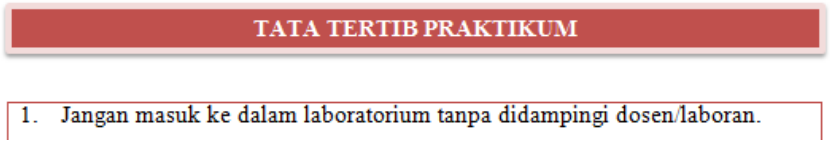
Gambar 2.6 Refraktometer (Dokumen pribadi)

Gambar 4.36 Ukuran gambar setelah direvisi

Pada bagian prosedur kerja dalam buku petunjuk praktikum telah dilengkapi dengan beberapa gambar alat yang dibutuhkan, namun gambar tersebut masih terlalu kecil, sehingga untuk memperjelas perlu menambah ukuran gambar, dan memperbaiki tata letaknya agar terlihat lebih rapi dan enak dipandang.

c) Revisi Berdasarkan Keterbacaan Mahasiswa

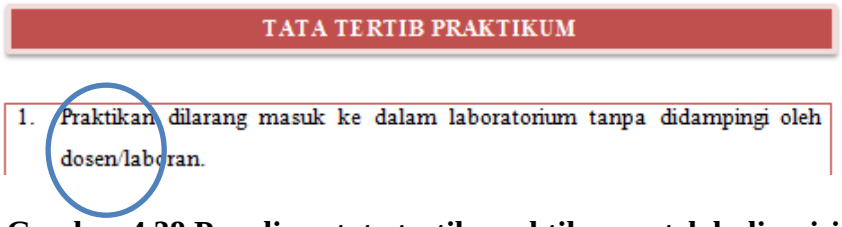
1) Penulisan kalimat pada tata tertib praktikum


TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Jangan masuk ke dalam laboratorium tanpa didampingi dosen/laboran.

Gambar 4.37 Penulisan tata tertib praktikum sebelum direvisi

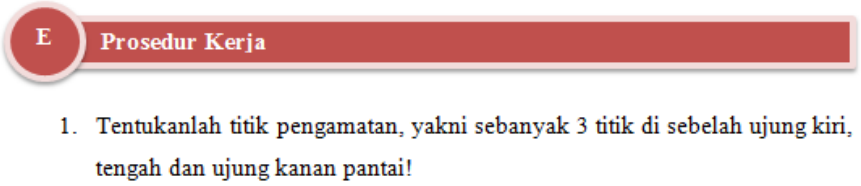
Pada bagian tata tertib praktikum poin 1, ada sedikit revisi pada penulisan kalimatnya, yakni penambahan kata ‘praktikan’ yang merupakan subjek yang melakukan kegiatan praktikum. Penambahan tersebut bertujuan untuk memperjelas sasaran tata tertib praktikum ditujukan untuk siapa, sehingga dapat lebih mudah dipahami.


TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Praktikan dilarang masuk ke dalam laboratorium tanpa didampingi oleh dosen/laboran.

Gambar 4.38 Penulisan tata tertib praktikum setelah direvisi

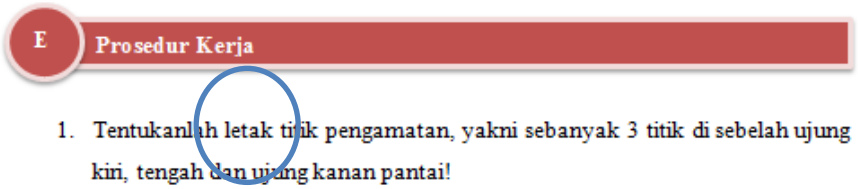
2) Penulisan kalimat pada prosedur kerja


E Prosedur Kerja

1. Tentukanlah titik pengamatan, yakni sebanyak 3 titik di sebelah ujung kiri, tengah dan ujung kanan pantai!

Gambar 4.39 Penulisan prosedur kerja sebelum direvisi

Pada bagian prosedur kerja untuk praktikum topik I poin 1, terdapat perbaikan kalimat yakni dengan penambahan kata ‘letak’ untuk memperjelas perintahnya, sehingga dapat lebih mudah dipahami.



Gambar 4.40 Penulisan prosedur kerja setelah direvisi

Produk bahan ajar buku petunjuk praktikum ini memiliki keunggulan yaitu memiliki tampilan yang menarik, komponen isi mulai dari tata tertib praktikum, petunjuk penggunaan, format penulisan laporan, indikator pencapaian, dasar teori, tujuan praktikum, alat dan bahan, prosedur kerja, tabel pengamatan sampai daftar pustaka yang disajikan cukup lengkap, terdapat soal-soal diskusi yang mampu melatih kemampuan praktikan, dan gambar-gambar pendukung, serta tabel identifikasi yang dapat memudahkan praktikan dalam mempelajarinya. Hal ini sejalan dengan Keputusan Menteri Pendidikan Nasional Nomor: 36/D/O/2001, bahwa buku petunjuk praktikum merupakan pedoman pelaksanaan kegiatan praktikum yang memuat tata cara persiapan, pelaksanaan, analisis data dan pelaporan hasil praktikum, yang disusun dan ditulis oleh kelompok staf pengajar yang ahli dalam bidang tersebut dan mengikuti kaidah tulisan ilmiah,[100] dengan demikian buku petunjuk praktikum ini dapat dikatakan sudah ideal atau sesuai, apabila digunakan sebagai bahan ajar pada mata kuliah Botani.

Kekurangan pada buku petunjuk praktikum ini adalah pengembangan produknya masih pada tahap *development* saja dan belum sampai pada tahap *implementation* atau uji coba, yang seharusnya diuji cobakan kepada mahasiswa

[100] Astri Anggraini, "*Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi pada Materi Jamur dengan Pola Pemberdayaan Berpikir Melalui Pertanyaan (Studi Kasus Di Kelas X.3 SMA Muhammadiyah 1 Metrotahun Pelajaran (2013/2014)*", Bioedukasi, Vo. 7, No. 1, 2016, hal. 78.

Tadris Biologi. Hal ini berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh Astri Anggraini pada tahun 2016, dimana pengembangan bahan ajar buku petunjuk praktikumnya dilanjutkan sampai pada tahap uji coba yang dilakukan kepada siswa kelas X.3 SMA Muhammadiyah 1 Metro. Adapun hasil dari uji coba ini buku petunjuk praktikum sudah layak dan menarik untuk digunakan dalam prroses praktikum.[101]

Penyajian materi dalam buku petunjuk praktikum ini dapat dikatakan sangat valid, dengan isi dan urutan komponen yang baik. Hal ini sesuai dengan validasi ahli materi yang nilai presentase skornya mencapai 94,32%, bersesuaian juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Triana Asih, dkk., pada tahun 2018, dimana hasil validasi media buku petunjuk praktikum mendapatkan presentase skor sebesar 92%, dimana jika dikonversikan mencapai kategori "sangat kuat" dan buku petunjuk praktikum sudah sangat layak untuk digunakan sebagai bahan ajar dari aspek materinya.[102]

Desain dari buku petunjuk praktikum ini dapat dikatakan sangat valid, dengan tampilan, format penulisan, dan tata letak yang baik. Hal tersebut sesuai dengan hasil validasi oleh ahli media yang nilai presentase skornya mencapai 86,67%, bersesuaian juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Triana Asih, dkk., pada tahun 2018, dimana hasil validasi media buku petunjuk praktikum mendapatkan presentase skor sebesar 76%, jika dikonversikan mencapai kategori

[101] *Ibid*., hal. 75.
[102] *Ibid*., hal. 96.

validasi “kuat” dan buku petunjuk praktikum sudah layak untuk digunakan sebagai bahan ajar dari aspek media atau tampilannya.[103]

Buku petunjuk praktikum ini ditujukan kepada mahasiswa Tadris Biologi yang sedang menempuh mata kuliah Botani. Buku petunjuk praktikum ini digunakan sebagai bahan ajar dalam mata kuliah Botani, dengan tujuan untuk memperkenalkan jenis makroalga dan tata cara penamaan spesiesnya, serta melatih kemampuan mahasiswa agar terampil dalam menghitung tingkat keanekaragaman jenis makroalga yang terdapat di pantai-pantai tertentu. Peneliti berharap hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan Kuliah Kerja Lapangan (KKL) mata kuliah Botani khusunya pada topik makroalga.

[103] Triana Asih, dkk., “*Pengembangan Modul Praktikum Botani Tumbuhan Rendah Melalui Identifikasi Makroalga Kawasan Pesisir Barat Lampung*”, Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi, Vol. 2, No. 2, 2018, hal. 95.