

Asosiasi Makroalga pada Ekosistem Lamun di Perairan Pantai Samuh, Nusa Dua, Bali

Jublina Pauleta Veralda Nari Maku Gaina^a, I Nyoman Giri Putra^{a*}, Dwi Budi Wiyanto^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: nyomangiriputra@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 18 Februari 2024

Received in revised form: 10 Maret 2024

Accepted: 29 Mei 2024

Available online: 31 Oktober 2024

Keywords:

Macroalgae;
Samuh beach;
Bali Island

Kata Kunci:

Makroalga;
Pantai Samuh;
Pulau Bali

ABSTRACT

Macroalgae are photosynthetic organisms living in the intertidal area, which is vital in supporting the primary productivity of coastal ecosystems. The need for similar resources (e.g., light, nutrients, space) between macroalgae and seagrass is likely to trigger competition between the two. Thus, this study aims to determine the species composition, species density, and associations between macroalgae and seagrass in the waters of Samuh Beach. This research was conducted in October – December 2023. Observation of macroalgae and seagrass samples used the quadratic transect technique with a size of 50×50 cm. Data analysis was done by calculating the composition, density, and association of macroalgae and seagrass types. This study found 26 species of macroalgae and 8 species of seagrasses. The macroalgae with the highest species composition is *Padina australis*, with a percentage of 16% and a species density value of 1.56 [ind/m²]. Meanwhile, species that have the lowest composition were *Avrainvillea erecta*, *Callophyllis haenophylla*, *Dictyopteris delicatula*, and *Galaxaura*, with a percentage of 1% and a species density of 0.15 ind/m². The seagrass with the highest species composition in the waters of Samuh Beach is *Cymodocea rotundata*, with a percentage of 33% and a density of 200.7 ind/m². Meanwhile, seagrasses that have the lowest species composition were *Cymodocea serrulata* and *Halodule uninervis*, with a percentage of 2% and density of 10.2 ind/m² and 10.3 ind/m², respectively. Most of the macroalgae and seagrass found in Samuh Beach were not associated with each other.

ABSTRAK

Makroalga dan lamun merupakan organisme fotosintetik di wilayah intertidal yang berperan penting menyokong produktivitas primer ekosistem pesisir. Kebutuhan sumber daya yang sama (cahaya, nutrisi, tempat) antara makroalga dan lamun kemungkinan memicu terjadinya kompetisi antara keduanya. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi jenis, kepadatan jenis, dan asosiasi antar makroalga dan lamun di perairan Pantai Samuh, Bali. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober – Desember 2023. Pengamatan sampel makroalga dan lamun menggunakan teknik transek kuadrat dengan ukuran 50×50 cm. Analisis data dilakukan dengan menghitung komposisi, kepadatan, dan asosiasi jenis makroalga dan lamun. Penelitian ini menemukan 26 jenis makroalga dan 8 jenis lamun. Makroalga yang mempunyai komposisi jenis tertinggi yaitu *Padina australis* dengan persentase sebesar 16% dan nilai kepadatan jenis sebesar 1,56 ind/m². Sedangkan jenis makroalga dengan komposisi terendah yaitu *Avrainvillea erecta*, *Callophyllis haenophylla*, *Dictyopteris delicatula*, dan *Galaxaura* dengan persentase sebesar 1% dan kepadatan jenis sebesar 0,15 ind/m². Lamun yang dengan komposisi jenis tertinggi di perairan Pantai Samuh yaitu *Cymodocea rotundata* dengan persentase sebesar 33% dan kepadatan jenis 200,7 ind/m². Sedangkan lamun dengan komposisi jenis terendah yaitu *Cymodocea serrulata* dan *Halodule uninervis* dengan persentase sebesar 2% dan kepadatan jenis berturut-turut sebesar 10,2 ind/m² dan 10,3 ind/m². Makroalga dan lamun yang ditemukan di Pantai Samuh sebagian besar tidak saling berasosiasi secara nyata.

2024 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Makroalga atau lebih dikenal dengan sebutan rumput laut (*seaweed*) merupakan tumbuhan laut tingkat rendah yang tergolong dalam kelompok alga multiseluler divisi *Thallophyta*.

Makroalga digolongkan sebagai tumbuhan tingkat rendah karena struktur tubuh seperti akar, batang, dan daun pada makroalga tidak dapat dibedakan dengan jelas dan bagian tubuhnya disebut sebagai talus (Melsasail *et al.*, 2018). Berdasarkan kandungan pigmen talus, makroalga terdiri dari tiga kelompok besar, yaitu alga merah

(*Rhodophyceae*), alga hijau (*Chlorophyceae*), dan alga cokelat (*Phaeophyceae*). Makroalga yang ditemukan di Indonesia pada saat ekspedisi Laut Sibolga 1899-1900 oleh Van Bosse terdiri dari 452 jenis alga merah (*Rhodophyceae*), 196 jenis alga hijau (*Chlorophyceae*), dan 134 jenis alga cokelat (*Phaeophyceae*) (Pakidi dan Suwoyo, 2016).

Makroalga dapat ditemukan pada ekosistem lamun dan karang yang hidup di perairan jernih dan masih mendapatkan sinar matahari (Riniatsih *et al.*, 2017). Lamun (*seagrass*) termasuk tumbuhan tingkat tinggi (*Anthophyta*) yang memiliki pembuluh, daun, rimpang, akar, berkembang biak secara vegetatif dan generatif dan mampu tumbuh tenggelam di air laut (Sjafrie *et al.*, 2018). Lamun dalam ekosistem perairan berperan sebagai produsen primer, habitat (perlindungan dan pengasuhan) bagi alga, berbagai jenis ikan herbivora dan ikan-ikan karang, sebagai penangkap sedimen, dan pendaur zat hara (Sahami *et al.*, 2014). Makroalga memiliki peran sebagai sumber produktivitas perairan, tempat perlindungan/habitat dan pengasuhan bagi biota laut yang berukuran kecil, penyerap karbon yang mengurangi pengaruh pemanasan global dan jenis *Sargassum* berperan sebagai peredam arus pantai (Handayani, 2019).

Keberadaan makroalga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan. Beberapa kondisi lingkungan yang mempengaruhi makroalga yaitu suhu, cahaya matahari, salinitas, derajat keasaman (pH), zat hara (nitrat dan fosfat), pemangsa ikan herbivora, kompetisi antar jenis makroalga, dan kegiatan antropogenik (Sandy *et al.*, 2021). Substrat juga berpengaruh terhadap kehidupan makroalga. Makroalga dapat tumbuh melekat atau menancapkan *holdfast* pada jenis substrat berupa karang, lumpur, pasir, batu, benda keras lainnya, dan melekat pada tumbuhan lain secara epifit (Sandy *et al.*, 2021).

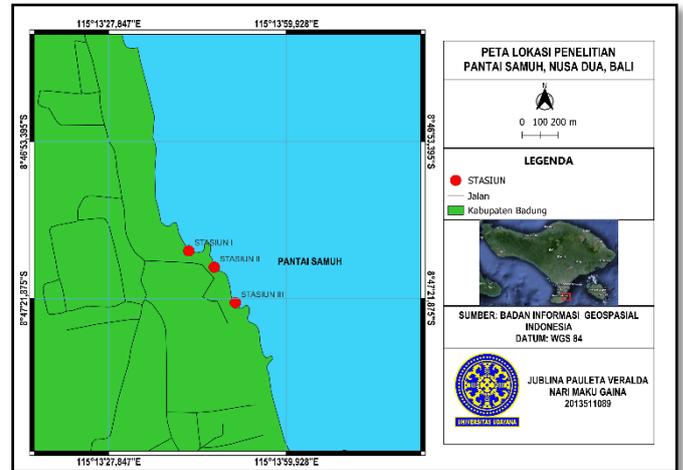
Penelitian yang membahas tentang makroalga dan lamun sudah banyak dilakukan di Indonesia. Penelitian oleh Riniatsih *et al.*, (2017) di perairan Lampung Selatan menunjukkan bahwa keberadaan makroalga di ekosistem lamun dapat menjadi kompetitor bagi kondisi penutupan lamun yang berkaitan dengan persaingan ruang dan pemanfaatan nutrisi di perairan. Hal tersebut terlihat dari hasil persentase makroalga famili *Chlorophyceae* dari genus *Halimeda* mempengaruhi kondisi persentase penutupan lamun. Tetapi, lamun jenis *Enhalus acoroides* dengan makroalga *Halimeda* sp. dapat membentuk habitat yang sangat baik untuk kehidupan berbagai jenis biota laut. Penelitian Herlinawati *et al.*, (2018) terkait dengan diversitas makroalga menunjukkan bahwa terdapat dua belas spesies yang ditemukan dengan tingkat kerapatan tertinggi yaitu *Padina australis* dari divisi *Phaeophyta* (alga cokelat) dan kerapatan terendah yaitu *Chaetomorpha linum* dari divisi *Chlorophyta* (alga hijau) di perairan Pantai Serangan.

Pantai Samuh merupakan salah satu pantai yang berada di sebelah selatan Tanjung Benoa yang memiliki kondisi lamun yang sangat rapat dan sehat dengan tipe substrat berpasir dan pecahan karang serta terdapat beragam aktivitas manusia (Gustavina *et al.*, 2018; (Sari *et al.*, 2022)). Hasil survei pra penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa di perairan Pantai Samuh terdapat beberapa jenis makroalga yang ditemukan hidup berdampingan (berasosiasi) dengan lamun. Tutupan dan kerapatan makroalga yang tinggi menyebabkan intensitas cahaya yang masuk berkurang dan mengganggu pertumbuhan akar dan rimpang lamun (Del Río *et al.*, 2016). Pertumbuhan akar dan rimpang lamun yang tidak optimal mempengaruhi tutupan dan kerapatan lamun di suatu perairan dan menurunkan fungsi ekologisnya dalam ekosistem perairan (Humami dan Muzaki, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan komposisi jenis, kerapatan jenis, dan asosiasi antara makroalga dan lamun di perairan Pantai Samuh.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 – Desember 2023 secara *in situ* di Pantai Samuh, Kelurahan Tanjung Benoa, Kecamatan Nusa Dua, Kabupaten Badung, Provinsi Bali (Gambar 1) dan *ex situ* di Laboratorium Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Penentuan lokasi

Stasiun pengamatan makroalga dan lamun di Pantai Samuh ditentukan menggunakan metode *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan metode pengambilan sampel dengan pertimbangan atau kriteria tertentu yang harus dipenuhi oleh sampel penelitian (Sugiyono, 2014). Pertimbangan atau kriteria yang dimaksud yaitu aksesibilitas dalam penentuan plot dan aktivitas masyarakat di Pantai Samuh. Pengambilan sampel dilakukan di tiga stasiun di sekitar perairan Pantai Samuh dengan letak geografis seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Titik koordinat stasiun pengamatan serta aktivitas masyarakat di sekitar stasiun pengamatan

Stasiun	Latitude	Longitude	Aktivitas masyarakat
I	8°47'13.25" LS	115°13'42.33" BT	Tempat pendaratan kapal nelayan dan <i>boat</i> wisatawan
II	8°47'16.22" LS	115°13'46.92" BT	Aktivitas wisatawan dan upacara keagamaan
III	8°47'22.68" LS	115°13'50.73" BT	Daerah yang dikelola oleh hotel

2.3 Pengambilan Data

Pengambilan data lamun dan makroalga menggunakan teknik *line transect* dengan bantuan transek kuadrat berukuran 50 cm × 50 cm (Rahmawati *et al.*, 2014). Pengamatan lamun dan makroalga dilakukan pada tiga stasiun saat surut terendah. Masing-masing stasiun terdiri dari tiga garis transek dengan panjang masing-masing 100 m yang dibentangkan dari garis pantai ke arah tubir dan jarak antara satu garis transek dengan yang lain adalah 50 m sehingga total luasan pengamatan adalah 100 m x 100 m (Roem *et al.*, 2017). Bingkai kuadrat diletakkan di sisi kanan transek

dengan jarak antara kuadrat satu dengan yang lainnya adalah 20 m sehingga total kuadrat pada setiap transek adalah enam titik.

Jenis lamun yang ditemukan di lokasi penelitian dicocokkan dengan melihat referensi identifikasi lamun dari buku Panduan Monitoring Padang Lamun, LIPI (Rahmawati *et al.*, 2014) sedangkan referensi yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis makroalga yaitu buku *The Diversity and Distribution of Seaweeds of Gujarat Coast* Tahun 2009 dan buku *A Photographic Guide of Marine Algae of Singapore*.

2.4 Pengukuran Kualitas Perairan

Pengukuran parameter kualitas perairan dilakukan dengan dua cara yaitu secara *in situ* seperti data suhu dan pH bersamaan dengan pengambilan data lamun dan makroalga di setiap titik sampling menggunakan alat pH meter. Pengukuran nitrat dan fosfat menggunakan *Salifert Test Kit* sedangkan pengukuran salinitas menggunakan refraktometer dan dilakukan secara *ex situ* di Laboratorium Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana.

2.5 Analisis Data

2.5.1 Komposisi Jenis

Komposisi jenis makroalga dan lamun yang ditemukan dihitung menggunakan persamaan berikut (Fachrul, 2007).

$$K_j = \frac{n_i}{N} \times 100$$

Keterangan:

- K_j : Komposisi jenis-i (%)
- N_i : Jumlah individu jenis ke-i
- N : Jumlah total individu

2.5.2 Kerapatan Jenis

Kerapatan jenis makroalga dan lamun yang ditemukan dihitung menggunakan persamaan berikut (Fachrul, 2007).

$$K_i = \frac{n_i}{A}$$

Keterangan:

- K_i : Kerapatan jenis-i
- N_i : Jumlah total individu jenis ke-i
- N : Luas area total pengambilan sampel (m²)

2.5.3 Asosiasi Makroalga dan Lamun

Asosiasi antar spesies makroalga dan lamun di Pantai Samuh diukur dengan menggunakan hasil identifikasi keberadaan jenis makroalga dan lamun yang ditulis dalam tabel kontingensi 2x2 (Khouw, 2009) dengan tampilan seperti tabel 2.

Tabel 2. Tabel kontingensi 2x2

		Spesies B		
		Ada	Tidak Ada	Total
Spesies A	Ada	A	b	m = a + b
	Tidak Ada	C	d	n = c + d
Total		r = a + c	s = b + d	N (a+b+c+d)

Sumber: Khouw, 2009

Keterangan:

- a : Jumlah unit sampling yang mengandung jenis A dan B
- b : Jumlah unit sampling yang mengandung jenis A saja
- c : Jumlah unit sampling yang mengandung jenis B saja
- d : Jumlah unit sampling yang tidak mengandung A dan B
- N : Jumlah unit sampling atau plot pengamatan

Ada atau tidak adanya asosiasi antara makroalga dan lamun dapat diketahui menggunakan analisis *Chi square test* berdasarkan hasil dari tabel kontingensi. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Fachrul, 2007).

$$X^2 = \frac{N(ad - bc)^2}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

Nilai X² hitung kemudian dibandingkan dengan nilai X² tabel pada derajat bebas 1 dan taraf kepercayaan 5%. Apabila nilai hitung X² > nilai X² tabel, maka asosiasi bersifat nyata dan apabila sebaliknya maka asosiasi bersifat tidak nyata (Khouw, 2009).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Komposisi Jenis dan Kerapatan Jenis Makroalga

Makroalga yang ditemukan pada tiga stasiun pengamatan terdiri dari tiga filum, 18 genus, dan 26 spesies (Tabel 3).

Tabel 3. Makroalga di Pantai Samuh

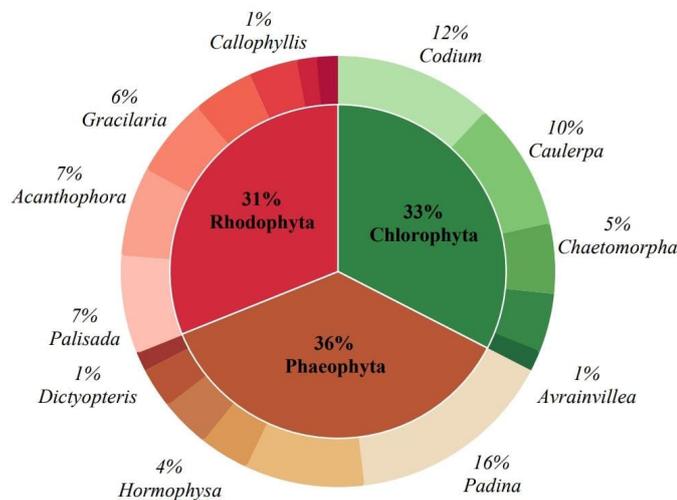
Filum	Genus	Spesies	
Chlorophyta	Halimeda	<i>Halimeda opuntia</i>	
		<i>Avrainvillea</i>	<i>Avrainvillea erecta</i>
		<i>Codium</i>	<i>Codium geppiorum</i> <i>Codium tomentosum</i> <i>Codium taxifolia</i>
	Caulerpa	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa racemose</i> <i>Caulerpa lentillifera</i> <i>Caulerpa cupressoides</i>
		<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>
		Rhodophyta	Acanthophora
	Gracilaria		
			Jania
	<i>Palisada</i>		
	Phaeophyta	Laurencia	<i>Laurencia papillosa</i>
Callophyllis			<i>Callophyllis haenophylla</i>
		Galaxaura	<i>Galaxaura</i>
Sargassum			<i>Sargassum binderi</i>
		Hydropuntia	<i>Hydropuntia edulis</i>
			Padina
	Turbinaria	<i>Turbinaria ornate</i> <i>Turbinaria decurrens</i>	
Hormophysa		<i>Hormophysa cuneiformis</i>	
	Dictyopteris	<i>Dictyopteris delicatula</i>	

Komposisi terbanyak yaitu kelompok alga cokelat (*Phaeophyta*) sebesar 36% dan komposisi terendah yaitu kelompok alga merah (*Rhodophyta*) sebesar 31%. Komposisi alga cokelat yang tinggi di Pantai Samuh disebabkan oleh kondisi pantai yang cocok bagi pertumbuhan dan perkembangan makroalga. Hal ini dijelaskan oleh Kharismawati *et al.* (2019) bahwa alga cokelat hidup pada daerah yang mengalami durasi kekeringan yang pendek seperti zona subtidal dan cekungan (*tide pool*) pada zona intertidal sehingga masih dapat terendam walaupun kondisi surut. Hal tersebut sesuai dengan morfologi talus alga cokelat yang umumnya berupa lembaran tipis sehingga cenderung lebih cepat kehilangan kandungan air jika berada pada kondisi kering yang lama.

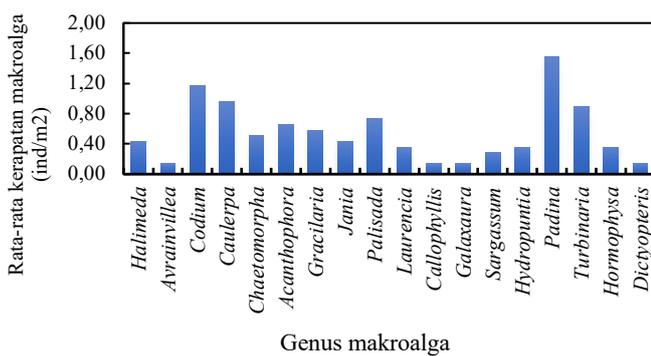
Hasil perhitungan komposisi jenis dan kerapatan jenis makroalga di Pantai Samuh menunjukkan bahwa jenis terbanyak yang ditemukan yaitu *P. australis* dari filum *Phaeophyta* (alga cokelat) dengan persentase sebesar 16% (Gambar 2) dan nilai kerapatan sebesar 1,56 ind/m² (Gambar 3). Sedangkan komposisi jenis terendah yaitu *A. erecta* kelompok alga hijau, *C. haenophylla* dan *Galaxaura* yang tergolong ke dalam alga merah, dan *D.*

delicatula dari kelompok alga cokelat dengan persentase sebesar 1%. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian yang dilakukan di perairan Pulau Serangan oleh Herlinawati *et al.* (2018) dan menunjukkan hasil bahwa ditemukan 12 spesies makroalga dengan tingkat kerapatan tertinggi yaitu *P. australis* dari divisi *Phaeophyta* (alga cokelat) sebesar 29 ind/m². Faktor yang diduga menyebabkan kerapatan *P. australis* tinggi di dua lokasi tersebut yaitu tipe substrat.

Tipe substrat Pantai Samuh dimana ditemukannya makroalga jenis *P. australis* dilihat secara visual yaitu pecahan karang. Hal ini didukung oleh penelitian Lazaren *et al.* (2020) bahwa substrat Pantai Samuh didominasi oleh pasir dengan campuran pecahan karang mati (*rubble*). Ditambahkan juga oleh Sari *et al.* (2022) bahwa secara visual tipe substrat di Pantai Samuh yaitu substrat berpasir, pasir berlumpur, pecahan karang, dan batu karang. Tipe substrat tersebut sama dengan tipe substrat di perairan Pulau Serangan yaitu berpasir, berlumpur, pasir berbatu, dan pecahan karang mati yang sesuai bagi pertumbuhan *P. australis*. Tipe *holdfast* *P. australis* yang berbentuk cakram mampu mengikat substrat keras, fragmen patahan karang, dan tipe sedimen *carbonate* (Pradana *et al.*, 2020).



Gambar 2. Komposisi jenis makroalga di perairan Pantai Samuh



Gambar 3. Kerapatan jenis makroalga di perairan Pantai Samuh

Selain tipe substrat, faktor yang berpengaruh terhadap komposisi jenis dan kerapatan jenis *P. australis* adalah suhu dan salinitas. Kualitas perairan di Pantai Samuh memiliki rentangan suhu sebesar 29,3 – 31,1°C (Tabel 4). Menurut Kadi (2017), makroalga cokelat yang berasal dari genus *Hormophysa*, *Padina*, dan *Hypnea* toleran terhadap temperatur yang relatif lebih tinggi daripada makroalga merah dan hijau yaitu sebesar 30-32°C. Suhu di bawah 25°C dapat menghambat aktivitas biokimia di dalam tubuh makroalga sehingga pertumbuhan makroalga mengalami

penurunan (Prasetyo dan Arisandi, 2021). Kadar salinitas di Pantai Samuh yaitu sebesar 31 – 32 ‰ juga cocok bagi kehidupan *Padina* (Kadi, 2017). Apabila salinitasnya terlalu rendah, pigmen warna cokelat akan menurun dan menyebabkan warna talus menjadi cokelat pucat.

Tabel 4. Kualitas perairan di Pantai Samuh

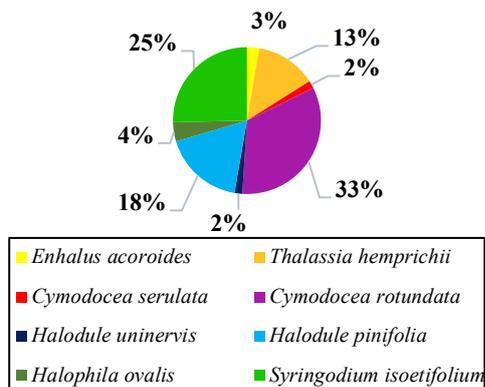
No	Parameter	Satuan	Stasiun Pengamatan			Baku Mutu Air Laut (Kepmen LH No. 51 Tahun 2004)
			I	II	III	
1	Suhu	°C	30,7	31,1	29,3	28-30
2	Ph	-	8,47	6,7	7,5	7-8,5
3	Salinitas	‰	31	32	32	33-34
4	Nitrat	mg/l	0	0	0	0,008
5	Fosfat	mg/l	0,03	0,03	0,03	0,015

Komposisi jenis terendah yaitu *A. erecta*, *C. haenophylla*, *Galaxaura*, dan *D. delicatula*. Hal tersebut dilihat dari jumlah individu yang ditemukan pada stasiun pengamatan hanya sebanyak 2 individu. Rendahnya komposisi jenis tersebut diduga karena kondisi lingkungan perairan Pantai Samuh yang kurang sesuai bagi pertumbuhan makroalga jenis ini, dalam hal ini adalah tipe substrat. *A. erecta* merupakan salah satu jenis makroalga yang hidup lebih optimal pada substrat berpasir karena memiliki bentuk talus seperti kipas dengan percabangan *trichotoma* dan tipe *holdfast* menyerupai umbi untuk menancap dan mengikat partikel pasir (Festi *et al.*, 2022). Sedangkan substrat Pantai Samuh, tempat ditemukannya jenis makroalga tersebut didominasi oleh pasir berbatu dan pecahan karang. Hal ini didukung oleh pernyataan oleh Lazaren *et al.* (2020) bahwa substrat Pantai Samuh didominasi oleh pasir dengan campuran pecahan karang mati (*rubble*). Jenis *D. delicatula* dapat tumbuh pada substrat keras atau menempel pada alga yang lebih besar, di perairan dangkal di daerah terlindung hingga subtidal dan cenderung lebih mudah terbawa arus karena memiliki tipe *holdfast discoid* (Titlyanov *et al.*, 2016).

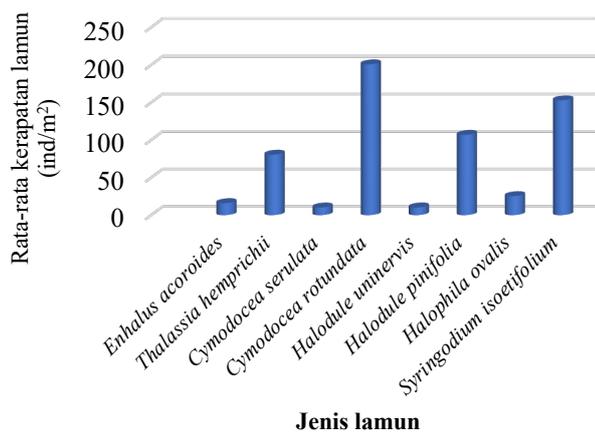
3.2 Komposisi Jenis dan Kerapatan Jenis Lamun

Lamun yang ditemukan pada saat pengambilan data di Pantai Samuh dikelompokkan ke dalam 6 genus dan 8 spesies, meliputi *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea serrulata*, *Cymodocea rotundata*, *Halodule uninervis*, *Halodule pinifolia*, *Halophila ovalis*, dan *Syringodium isoetifolium*. Pada stasiun I hanya ditemukan 6 spesies yaitu *E. acoroides*, *T. hemprichii*, *C. rotundata*, *H. pinifolia*, *H. ovalis*, dan *S. isoetifolium*. Sedangkan pada stasiun 2 dan 3 ditemukan 8 spesies. Perhitungan komposisi jenis dan kerapatan jenis lamun di Pantai Samuh menunjukkan hasil bahwa komposisi lamun tertinggi yaitu *C. rotundata* dengan persentase sebesar 33% (Gambar 4) dan rata-rata kerapatan jenis sebesar 200,7 ind/m² (Gambar 5). Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari *et al.* (2022) di Pantai Samuh. Jenis lamun yang ditemukan berjumlah 8 jenis, tetapi perbedaannya tidak ditemukan *T. hemprichii* melainkan *T. ciliatum*. Kerapatan jenis tertinggi yaitu *H. pinifolia*, sedangkan kerapatan terendah yaitu jenis *E. acoroides*, *H. ovalis*, dan *C. serrulata*.

3.3 Asosiasi Makroalga dan Lamun



Gambar 4. Komposisi jenis lamun di perairan Pantai Samuh

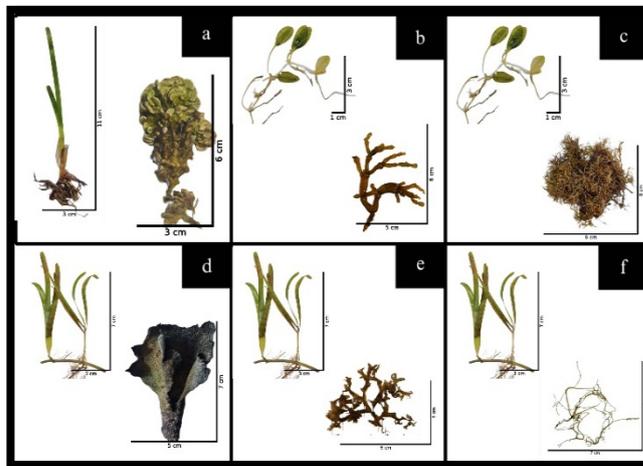


Gambar 5. Kerapatan jenis lamun di perairan Pantai Samuh

Menurut Sari *et al.* (2022), *C. rotundata* merupakan jenis lamun yang memiliki tingkat adaptasi yang tinggi terhadap berbagai jenis substrat. Ditambahkan oleh Martha *et al.* (2019) bahwa *C. rotundata* merupakan jenis lamun kosmopolit, yaitu dapat hidup dengan baik pada semua kategori habitat. Lamun jenis ini dapat hidup di perairan dangkal yang tenang dengan tipe substrat berlumpur, berpasir, hingga pecahan karang yang kasar dan membentuk padang monospesifik yang luas dan padat (Muhammad *et al.*, 2021). Hal ini sesuai dengan tipe substrat di Pantai Samuh yaitu substrat berpasir, pasir berlumpur, pecahan karang, dan batu karang (Sari *et al.*, 2022).

Komposisi lamun terendah yaitu *C. serrulata* dan *H. uninervis* dengan persentase sebesar 2%. Kerapatan jenis terendah yaitu jenis *C. serrulata* dengan nilai kerapatan sebesar 10,2 ind/m². Rendahnya komposisi jenis dan kerapatan jenis *C. serrulata* dan *H. uninervis* diduga disebabkan oleh kondisi habitat yang tidak sesuai bagi pertumbuhannya. Kondisi habitat yang dimaksud adalah tipe substrat, karena tipe substrat dasar merupakan salah satu faktor pembatas dalam kehidupan lamun (Sari *et al.*, 2022). Tipe substrat Pantai Samuh cukup bervariasi antara stasiun I, II, dan III. Secara visual stasiun I cenderung berlumpur dan terdapat pecahan karang, stasiun II berpasir dan pecahan karang. Stasiun III didominasi oleh pecahan karang dan gundukan batu pemecah ombak. Jenis lamun *C. serrulata* dan *H. uninervis* umumnya banyak ditemukan pada substrat dasar pasir halus atau pasir berlumpur yang kaya akan bahan organik, sedangkan pada substrat yang didominasi oleh pecahan karang umumnya sedikit ditemukan dua jenis lamun tersebut. Hal ini didukung oleh pernyataan Silaban *et al.* (2023), bahwa kerapatan jenis *H. uninervis* tinggi pada kondisi substrat stasiun pengamatan yang berpasir.

Hasil perhitungan asosiasi makroalga dan lamun berdasarkan frekuensi kemunculan pada setiap plot pengamatan di ketiga stasiun di Pantai Samuh menunjukkan bahwa di stasiun I terdapat 3 pasangan bersifat nyata (Gambar 6) dan 81 pasangan bersifat tidak nyata. Stasiun II terdapat 3 pasangan bersifat nyata dan 69 pasangan bersifat tidak nyata. Sedangkan pada stasiun III tidak terdapat asosiasi yang bersifat nyata dari 88 pasangan makroalga dan lamun yang ditemukan.



Gambar 6. Pasangan asosiasi yang bersifat nyata, (a). *T. hemprichii* dengan *H. opuntia*, (b). *H. ovalis* dengan *G. salicornia*, (c). *H. ovalis* dengan *J. capillacea*, (d). *C. serrulata* dengan *A. erecta*, (e). *C. serrulata* dengan *D. delicatula*, (f). *C. serrulata* dengan *C. linum*.

Asosiasi makroalga dan lamun di Pantai Samuh secara keseluruhan menunjukkan sifat tidak nyata atau *non-significant*. Asosiasi yang bersifat tidak nyata (*non-significant*) menunjukkan bahwa jenis makroalga dan lamun tidak ditemukan kehadirannya dalam satu plot pengamatan yang sama di Pantai Samuh. Kehadiran makroalga dan lamun dalam satu plot pengamatan disebabkan oleh substrat pertumbuhan yang berbeda dan reaksi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda. Hal ini didukung oleh pernyataan Kristiani (2023) yaitu frekuensi kemunculan yang kecil atau bahkan tidak ditemukan kehadiran makroalga dan lamun dalam satu plot yang sama diduga disebabkan oleh beberapa hal: habitat pertumbuhan kedua organisme tersebut yang berbeda; reaksi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda; kebutuhan unsur hara (nutrien), cahaya matahari, dan ruang pertumbuhan yang sama sehingga terjadi kompetisi atau persaingan antara makroalga dengan lamun untuk memperoleh unsur hara dan biofisik lainnya yang menyebabkan salah satu organisme memiliki kecenderungan untuk saling meniadakan atau mengeluarkan yang lainnya.

Tabel 5. Asosiasi makroalga dan lamun di stasiun I dan II

Pasangan Asosiasi		χ^2	χ^2	Sifat
Lamun	Makroalga	hitung	tabel	Asosiasi
<i>T. hemprichii</i>	<i>H. opuntia</i>	4,5	3,84	Nyata
<i>H. ovalis</i>	<i>G. salicornia</i>	5,3	3,84	Nyata
<i>H. ovalis</i>	<i>J. capillacea</i>	5,3	3,84	Nyata
<i>C. serrulata</i>	<i>A. erecta</i>	5,3	3,84	Nyata
<i>C. serrulata</i>	<i>D. delicatula</i>	5,3	3,84	Nyata
<i>C. serrulata</i>	<i>C. linum</i>	5,3	3,84	Nyata

Pasangan asosiasi yang bersifat nyata terdapat di stasiun I dan stasiun II (Tabel 5). Pasangan asosiasi di stasiun I yaitu *H. opuntia* dengan *T. hemprichii*, *G. salicornia* dengan *H. ovalis*, dan *J. capillacea* dengan *H. ovalis*. Pasangan asosiasi antara makroalga dan lamun di stasiun II yang bersifat nyata yaitu *A. erecta* dengan *C. serrulata*, *C. linum* dengan *C. serrulata* dan *D. delicatula*

dengan *C. serrulata*. Asosiasi yang bersifat nyata dilihat dari frekuensi kemunculan yang tinggi pada stasiun pengamatan karena makroalga menjadikan lamun sebagai tempat untuk menempelkan *holdfast*nya dilihat dari tipe percabangan dan ukuran talus makroalga yang berasosiasi cenderung relatif lebih kecil dibandingkan dengan morfologi lamun. Hal ini didukung oleh pernyataan Nugraha *et al.* (2023) yang menjelaskan bahwa alga menjadikan lamun sebagai habitat penempelan dan daerah perlindungan dari arus dan gelombang. Interaksi yang terjadi antara makroalga dan lamun tersebut tergolong ke dalam interaksi mutualisme atau keduanya saling menguntungkan. Asosiasi dapat bersifat positif atau negatif, positif menunjukkan hubungan yang bersifat mutualistik, sedangkan negatif sebaliknya (Fachrul, 2007).

Jenis lamun *T. hemprichii* sering ditemukan hidup bersama dengan jenis makroalga *H. opuntia* karena menjadikan lamun sebagai tempat untuk melekatkan *holdfast* dengan ukuran morfologi lamun yang cenderung lebih besar daripada talus makroalga (Gambar 4.7 bagian a). *H. opuntia* memiliki bentuk talus yang bulat dan pipih, tipe percabangan *trichotomous* (bercabang tiga), jenis talus yang keras dan berkapur, dan tipe *holdfast* berupa kumpulan akar serabut yang dapat melekat pada partikel pasir, substrat keras, dan berasosiasi dengan lamun (Kader dan Gerung, 2020; Sandy *et al.*, 2021; Festi *et al.*, 2022; Asriyana *et al.*, 2023). Selain itu, pasangan lamun *H. ovalis* dengan makroalga *G. salicornia* (Gambar 4.7 bagian b) dapat hidup bersamaan karena *G. salicornia* sering ditemukan hidup berdampingan dengan berbagai jenis lamun baik yang berukuran besar maupun yang berukuran kecil. Hal tersebut disebabkan oleh morfologi *G. salicornia* yang memiliki talus berbentuk silinder, tipe percabangan yang tidak beraturan, *holdfast discoid* yang melekat pada substrat pasir dan lumpur (Wang *et al.*, 2023) yang sesuai dengan habitat dari *H. ovalis*. Pasangan *C. serrulata* dengan *A. erecta* sering ditemukan hidup bersamaan karena memiliki tipe habitat pertumbuhan dengan substrat pasir halus atau pasir berlumpur. Hal ini dilihat dari morfologi *A. erecta* yang memiliki talus berbentuk seperti kipas, tipe percabangan *trichotoma*, dan tipe *holdfast* umbi yang cocok mengikat partikel pasir (Festi *et al.*, 2022).

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Komposisi jenis makroalga tertinggi di perairan Pantai Samuh yaitu *Padina australis* dengan persentase sebesar 16% dan rata-rata kerapatan jenis sebesar 1,56 ind/m². Sedangkan jenis makroalga yang memiliki komposisi terendah yaitu *Avrainvillea erecta*, *Callophyllis haenophylla*, *Dictyopteris delicatula*, dan *Galaxaura* dengan persentase sebesar 1% dan rata-rata kerapatan jenis sebesar 0,15 ind/m².
2. Komposisi jenis lamun tertinggi di perairan Pantai Samuh yaitu *Cymodocea rotundata* dengan persentase sebesar 33% dan rata-rata kerapatan jenis 200,7 ind/m². Sedangkan lamun yang memiliki komposisi jenis terendah yaitu *Cymodocea serrulata* dan *Halodule uninervis* dengan persentase sebesar 2% dan rata-rata kerapatan jenis berturut-turut sebesar 10,2 ind/m² dan 10,3 ind/m².
3. Pasangan makroalga dan lamun di perairan Pantai Samuh sebagian besar tidak saling berasosiasi

Daftar Pustaka

Agustina, S., Muliadi, dan Helena, S. (2023). Struktur komunitas makroalga di perairan bagian selatan Pulau Kabung Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 6(1): 50–57.

- Asriyana, Jumiati, J., dan Ardyati, D.P.I. (2023). Identifikasi jenis-jenis makroalga yang terdapat di zona intertidal Pantai Tanjung Buaya Desa Lasori Kecamatan Mawasangka Timur. *Penalogik: Penelitian Biologi dan Kependidikan*, 2(1): 50–64.
- Arfah, H., dan Patty, S. I. (2016). Kualitas air dan komunitas makroalga di perairan Pantai Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Ilmiah Platax*, 4(2): 109–119.
- Aslan, L. M. (1991). *Budidaya Rumput Laut*. Kanisius.
- Azab, M. H. (2006). Ada apa dengan lamun. *Oseana*, 31(3): 45–55.
- Castro, P., and Huber, M. E. (2003). *Marine Biology* (4th Edition). Mcgraw-Hill Science.
- Del Río, L., Vidal, J., Betancor, S., and Tuya, F. (2016). Differences in herbivory intensity between the seagrass *Cymodocea Nodosa* and the green alga *Caulerpa Prolifera* inhabiting the same habitat. *Aquatic Botany*, 128: 48–57.
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Pt Bumi Askara.
- Festi, Jumiati, dan Aba, L. (2022). Identifikasi jenis-jenis makroalga di perairan Pantai Sombano Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Penelitian Biologi dan Kependidikan*, 1(1): 12–24.
- Gustavina, N. L. G. W. B., Dharmas, I. G. B. S., dan Faiqoh, E. (2018). Identifikasi kandungan senyawa fitokimia pada daun dan akar lamun di Pantai Samuh Bali. *Journal Of Marine and Aquatic Sciences*, 4(2): 271–277.
- Handayani, T. (2019). Peranan ekologi makroalga bagi ekosistem laut. *Oseana*, 44(1): 1–14.
- Herlinawati, N. D. P. D., Arthana, I. W., dan Dewi, A. P. W. K. (2018). Keanekaragaman dan kerapatan rumput laut alami perairan Pulau Serangan Denpasar Bali. *Journal Of Marine And Aquatic Sciences*, 4(1): 22–30.
- Humami, D.W. dan Muzaki, F.K. (2022). Perbandingan kesintasan dan laju pertumbuhan lamun *Thalassia hemprichii* yang ditransplantasikan dengan empat metode berbeda di perairan pesisir Desa Labuhan Sepulu-Bangkalan. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 10(2): E9-E16.
- Ira, Rahmadani, dan Irawati, N. (2018). Komposisi jenis makroalga di perairan Pulau Hari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2): 141–148.
- Kader, I. H., dan Gerung, G. S. (2020). Struktur morfologi jenis makro alga di perairan Siko Kepulauan Gura Ici Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 3(2): 119–129.
- Kadi, A. (2017). Interaksi komunitas makroalga dengan lingkungan perairan Teluk Carita Pandeglang. *Biosfera*, 34(1): 32–38.
- Kamaruddin, Z. S., Rondonuwu, S. B., dan Maabuat, P. V. (2016). Keragaman lamun (seagrass) di pesisir Desa Lihunu Pulau Bangka Kecamatan Likupang Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, 5(1): 20–24.
- Kasim, M. (2016). *Makro Alga* (F. Ainurrohman, Ed.). Penebar Swadaya Grup.
- Kepel, R. C., Mantiri, D. M. H., Rumengan, A., dan Nasprianto. (2018). Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Desa Blongko, Kecamatan Sinonsayang, Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1): 174–187.
- Kepmen Lh No. 200 Tahun 2004. (200). Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun. Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 16.
- Kharismawati, W., Sukiman, S., dan Astuti, S. P. (2019). Keanekaragaman jenis makroalga di Pantai Tawun, Kecamatan Sekotong. *BioWallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, 5(2): 98–105.
- Khouw, A. S. (2009). *Metode Dan Analisa Kuantitatif Dalam Bioekologi Laut*. Departemen Kelautan Dan Perikanan Ri.
- Kristiani, R. M. (2023). Asosiasi makroalga dengan lamun di Pulau Pari, Kepulauan Seribu [Skripsi]. Bogor. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. 29 hlm.
- Kuo, J. (2007). New monoecious seagrass of *Halophila sulawesii* (*Hydrocharitaceae*) from Indonesia. *Aquatic Botany*, 87(2): 171–175.
- Larkum, A. W. D., Orth, R. J., and Duarte, C. M. (2006). Seagrasses: Biology. In *Ecology And Conservation*. Springer, The Netherlands.
- Lazaren, C. C., Antara, M., dan Astarini, I. A. (2020). Kondisi ekosistem dan valuasi ekonomi lamun di Pantai Samuh, Nusa Dua, Bali. *Ecotrophic*, 14(2): 201–213.
- Luning, K. (1990). *Seaweeds: Their Environment, Biogeography, and Ecophysiology*. John Wiley And Sons.

- Martha, L. G. M. R., Julyantoro, P. G. S., dan Sari, A. H. W. (2019). Kondisi dan keanekaragaman jenis lamun di perairan Pulau Serangan, Provinsi Bali. *Journal Of Marine And Aquatic Sciences*, 5(1): 131–141.
- Melsasail, K., Awan, A., and Papilaya, P. M. (2018). Analysis of environmental physical-chemical factors and macroalga species in the coastal water of Nusulaut, Central Maluku - Indonesia. *Sriwijaya Journal Of Environment*, 3(1): 31–36.
- Morrissey, J., Sumich, J. L., and Pinkard-Meier, D. R. (2018). *Introduction to the Biology of Marine Life* (11th Ed.). Jones dan Bartlett Learning.
- Muhammad, S. H., Alwi, D., dan Fang, M. (2021). Komposisi dan keanekaragaman jenis lamun di perairan Desa Mandiri Kabupaten Pulau Morotai. *Authentic Research Of Global Fisheries Application Journal*, 3(1): 73–81.
- Negara, I. C., dan Prabowo, A. (2018). Penggunaan Uji Chi-Square untuk mengetahui pengaruh tingkat pendidikan dan umur terhadap pengetahuan penelusur mengenai hiv-aids di Provinsi Dki Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Terapannya 2018*.
- Nugraha, A. H., Wahyuni, S., Idris, F., dan Zahid, A. (2023). Komposisi jenis ikan pada ekosistem padang lamun di perairan Pulau Bintan. *Authentic Research Of Global Fisheries Application Journal*, 5(1): 159–166.
- Pakidi, C. S., dan Suwoyo, H. S. (2016). Potensi dan pemanfaatan bahan aktif alga cokelat *Sargassum Sp. Octopus*, 5(2): 488–498.
- Pradana, F., Apriadi, T., dan Suryanti, A. (2020). Komposisi dan pola sebaran makroalga di perairan Desa Mantang Baru, Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau. *Biospecies*, 13(2): 22–31.
- Prasetyo, H., dan Arisandi, A. (2021). Struktur komunitas makroalga di perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 2(1): 1–9.
- Prasetyaningih, A., dan Rahardjo, D. (2016). Keanekaragaman dan bioaktivitas senyawa aktif makroalga Pantai Wediomblo Kabupaten Gunung Kidul. *J. Agrisains*, 17(1): 107–115.
- Pratiwi, R. (2013). *Manajemen Koleksi Spesimen Biota Laut*. Puslit Oseanografi Lipi.
- Rahmawati, S., Irawan, A., Azkab, M. H., dan Supriyadi, I. H. (2014). *Panduan Monitoring Padang Lamun* (M. Hutomo dan A. Nontji, Eds.). Coremap Cti Lipi.
- Reynolds, P. L. (2018). Seagrass and Seagrass Beds. *Smithsonian Ocean Portal*: 1–16.
- Riniatsih, I., Munasik, Suryono, C. A., Tn, R. A., Hartati, R., Pribadi, R., dan Subagiyo. (2017). Komposisi makroalga yang berasosiasi di ekosistem padang lamun Pulau Tumpul Lunik, Pulau Rimau Balak dan Pulau Kandang Balak Selatan, Perairan Lampung Selatan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(2): 124–130.
- Roem, M., Wiharyanto, D., dan Darnawati. (2017). Asosiasi makroalga dengan lamun di perairan Pulau Panjang. *Jurnal Borneo Saintek*, 1(1): 49–62.
- Sahami, F. M., Hamzah, Sr. N., Panigoro, C., dan Hasim. (2014). *Lingkungan Perairan dan Produktivitasnya*. Deepublish.
- Sandy, A. M., Indrayani, dan Yasidi, F. (2021). Komposisi jenis dan distribusi makroalga berdasarkan tipe substrat di Perairan Pantai Kampa Desa Wawobili Kabupaten Konawe Kepulauan. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 6(1): 19–36.
- Sari, K. A. P., Pertami, N. D., dan Pratiwi, M. A. (2022). Keanekaragaman dan asosiasi antarspesies lamun di perairan Pantai Samuh, Nusa Dua, Bali. *Current Trends In Aquatic Science*, 73(1): 64–73.
- Sianu, N. E., Sahami, F. M., dan Kasim, F. (2014). Keanekaragaman dan asosiasi gastropoda dengan ekosistem lamun di perairan Teluk Tomini. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, II(Iv): 156–163.
- Silaban, R., dan Kadmaer, E. M. Y. (2020). Pengaruh parameter lingkungan terhadap kepadatan makroalga di pesisir Kei Kecil, Maluku Tenggara. *Jurnal Kelautan Nasional*, 15(1): 57-64.
- Silaban, L. L., Fakhurrozi, F., Juraij, J., Fauzi, M. R., Larasati, C. E., dan Rahman, I. (2023). Diversity of seagrass species in the conservation area of The Sawu Sea Marine National Park (TNP). *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4): 323-329.
- Sjafrie, N. D. M., Hernawan, U. E., Prayudha, B., Rahmat, Supriyadi, I. H., Iswari, M. Y., Suyarso, Anggraini, K., dan Rahmawati, S. 2018. Status Padang Lamun Indonesia. (2018). In *Pusat Penelitian Oseanografi-Lipi* (Vol. 53, Issue 9).
- Spalding, M., Taylor, M., Ravilious, C., Short, F. T., dan Green, E. (2003). Global overview: the distribution and status of seagrasses. *World Atlas Of Seagrasses*, 5–26.
- Srimariana, E. S., Kawaroe, M., Lestari, D. F., dan Nugraha, A. H. (2020). Biodiversity and utilization potency of macroalgae at Tunda Island. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1): 138–144.
- Sugiana, I. P., Faiqoh, E., dan Wiyanto, D. B. (2022). Struktur komunitas mikroalga epifit pada substrat buatan di perairan Pulau Serangan, Bali. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 5(1): 17-25.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R dan D*. Alfabeta.
- Titlyanov, A.E., Titlyanova, V.T., Li, X. And Huang, H. (2016). *Coral Reef Marine Plants Of Hainan Island*. Academic Press.
- Valfa, Y., Yennita, dan Ansori, I. (2022). *Keanekaragaman Makroalga Di Pantai Cukuh Kabupaten Kaur*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan.
- Wagey, B. T. (2013). Morphometric analysis of seagrasses species in Negros Oriental. *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(2): 93.
- Wang, X., Guo, M., Yan, S., Wang, Y., Sun, Z., Xia, B., and Wang, G. (2023). Diversity of *Gracilariaceae* (Rhodophyta) in China: An integrative morphological and molecular assessment including a description of *Gracilaria tsengii* sp. nov. *Algal Research*, 71: 103074.
- Watson, R., Coles, R. G., and Long, W. J. L. (1993). Simulation estimates of annual yield and landed value for commercial penaeid prawns from a tropical seagrass habitat, Northern Queensland, Australia. *Marine And Freshwater Research*, 44(1): 211–219.
- Widyartini, D. S., Insan, A. I., and Hidayah, H. A. (2023). Diversity and distribution of phaeophyta macroalgae in Pedalen Coastal Waters, Kebumen. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(1): 65-71.
- WoRMS Editorial Board. (2024). World Register of Marine Species. Available from <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2024-03-17. doi:10.14284/170.