

Diversity of Macroalgae in Sire Beach, North Lombok

Alya Arianti, Baiq Dinda Aluh Putri Pazila, Arsyka Ramdhiani, Ali Kurniawan, Baiq Maylina Kholidah, Baiq Nurlatifa Royani, Baiq Dwi Sekarjati Pratiwi, Dining Aidil Candri, Mursal Ghazali*

Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

Article History

Received : November 28th, 2024

Revised : December 20th, 2024

Accepted : December 18th, 2024

*Corresponding Author:

Mursal Ghazali,

Program Studi Biologi,

Fakultas MIPA, Universitas

Mataram, Mataram, Indonesia

Email:

mursalghazali@unram.ac.id

Abstract: Macroalgae are multicellular lower plant organisms that live in water, especially in marine waters. Macroalgae better known as marine algae are macroscopic algae that can reach several meters in length. Macroalgae are a highly diverse group of organisms in terms of morphology, level of structural complexity, and size. They play an important role in maintaining ocean water quality, reducing coastal erosion, and providing habitat for a wide variety of marine life. This study aimed to identify the macroalgae species present in the Sire Beach area and determine the ecological index of macroalgae in the Sire Beach area. This study was conducted from October to December 2024. Data collection was carried out using the transect method along the coastline with a transect size of 50 m perpendicular to the coastline. The macroalgae data found in this study are categorized into three classes, seven orders, seven families, nine genera, and 15 species of macroalgae. The macroalgae types found include eight species of the phylum Chlorophyta, four species of the phylum Phaeophyta, and three species of the phylum Rhodophyta. Chlorophyta (green algae) is the most common type of macroalgae in Sire Beach. The diversity index (H') in this study was 2.47, indicating a moderate diversity of macroalgae. The evenness index value obtained is 0.91 which indicates that the evenness value is high. The dominance index in this study is 0.11 which indicates that the level of dominance is low. The obtained Margarev's wealth indicator is 3.69, indicating that the richness of the seeds is moderate.

Keywords: Diversity, Macroalgae, North Lombok, Chlorophyta.

Pendahuluan

Sumber daya hayati laut terdiri dari tiga ekosistem, yaitu ekosistem mangrove, ekosistem lamun dan ekosistem terumbu karang. Ekosistem adalah hubungan antara faktor biotik dan abiotik yang saling berhubungan satu sama lain. Struktur ekosistem dari darat ke laut dimulai dari ekosistem mangrove, ekosistem lamun dan ekosistem terumbu karang, dimana ketiga ekosistem ini berperan penting bagi pesisir sebagai pelindung garis pantai dari gelombang laut. Ketiga ekosistem ini juga memiliki ciri-ciri yang berbeda, meliputi tipe substrat maupun biota yang hidup di dalamnya (Mulyono *et al.*, 2018). Menurut Direktorat Kepolisian Perairan NTB (2017), Pulau Lombok adalah salah satu pulau di Provinsi

Nusa Tenggara Barat. Garis pantainya relatif panjang sepanjang 423 kilometer. Salah satu kabupaten yang memiliki garis Pantai yang cukup panjang adalah Kabupaten Lombok Utara, dengan panjang pantai dan teluk 67,52 kilometer.

Perairan Pantai Sire telah lama menjadi tempat wisata di Kabupaten Lombok Utara karena banyaknya biota laut yang menarik bagi wisatawan. Namun demikian, seiring dengan berjalannya waktu, terjadi degradasi yang disebabkan perubahan penggunaan lahan dan limbah yang dihasilkan oleh aktifitas penduduk sekitar perairan serta wisatawan. Perubahan aktivitas dan limbah sekitar perairan menyebabkan perubahan pada kualitas lingkungan perairan. Biota yang menarik telah berkurang di dalamnya (Astria & Eka Larasati, 2021). Selain biota sebagai daya tarik

wisata, Pantai Sire di Lombok Utara, juga ditumbuhi oleh berbagai jenis. Daerah intertidal di pantai ini memiliki variasi faktor lingkungan yang unik, yang berkontribusi terhadap keberagaman spesies makroalga.

Makroalga adalah organisme tumbuhan rendah multiseluler yang hidup di air, terutama di perairan laut. Makroalga atau rumput laut alga laut yang memiliki ukuran besar dengan ukuran dapat mencapai satu meter atau lebih alga laut makroskopis yang panjangnya dapat mencapai beberapa meter. Alga termasuk dalam kelompok autotrofik (mampu menghasilkan makanannya sendiri melalui proses anabolik). Organisme ini memiliki klorofil (pigmen organik yang mampu menyerap dan menyalurkan energi sinar matahari), itulah sebabnya mereka mampu melakukan fotosintesis, yaitu, transformasi energi bercahaya menjadi energi kimia, menangkap karbon dioksida (CO₂) untuk membentuk senyawa organik kompleks (bersama dengan air dan garam mineral), dan melepaskan oksigen gas (O₂), selama proses sintesis organik (Pereira & Gaspar, 2020).

Makroalga merupakan kelompok yang memiliki keanekaragaman organisme yang sangat tinggi, baik dari segi morfologi, tingkat kerumitan struktur tubuh, maupun ukurannya. Terdapat sekitar 1800 jenis makroalga coklat, 6200 makroalga merah, dan 1800 makroalga hijau di lingkungan laut. Meskipun makroalga merah lebih beragam, makroalga coklat adalah yang terbesar (Pereira, 2021). Makroalga sebagai tumbuhan tingkat rendah tidak memiliki akar, batang dan daun sejati (Aura Nazwari *et al.*, 2024). Sebagai tumbuhan tingkat rendah makroalga dapat melakukan fotosintesis. Makroalga menyerap karbondioksida dan melepaskan oksigen ke lingkungan, sehingga menjadi salah satu penyedia oksigen di lingkungan akuatik. Makroalga dapat berfotosintesis karena memiliki klorofil, yakni sekelompok pigmen hijau yang digunakan oleh organisme fotosintetik yang mengubah cahaya matahari menjadi energi melalui fotosintesis (Pereira, 2021). Makroalga umumnya terbagi dalam tiga kelas yaitu Chlorophyta, Rhodophyta, dan Phaeophyta. Alga hijau memiliki pigmen klorofil yang memberi warna hijau pada tubuhnya. Alga merah mengandung pigmen

fikoeritrin yang memberikan warna merah, selain juga mengandung pigmen lain seperti fikosianin, karotenoid dan klorofil untuk fotosintesis. Sementara itu, alga coklat, yang merupakan jenis makroalga terbesar, memiliki pigmen fikosantin yang dominan, sehingga memberi warna coklat pada tubuhnya (Tarigan *et al.*, 2020). Umumnya, makroalga dapat bertahan hidup pada kisaran pH 6,8 hingga 9,6.

Makroalga berperan penting dalam menjaga kualitas air laut (Ross *et al.*, 2023), mengurangi erosi Pantai (Oladokun, 2023), dan menyediakan habitat bagi berbagai organisme laut (Mehta & Mehta, 2023). Kerusakan pada populasi makroalga dapat mengurangi produktivitas primer ekosistem laut dan mempengaruhi stabilitas ekologis laut secara luas (Nazwari *et al.*, 2024). Keanekaragaman makroalga menjadi isu penting dalam ilmu lingkungan, terutama sebagai indikator kesehatan ekosistem laut. Selain nilai ekologisnya makroalga memiliki nilai ekonomis yang signifikan dalam berbagai bidang. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesies makroalga yang terdapat di Kawasan Pantai Sire dan untuk mengetahui indeks ekologi makroalga pada kawasan Pantai Sire. Penelitian ini diharapkan sebagai salah satu dasar pertimbangan pemerintah untuk mengembangkan Pantai Sire ke depannya.

Bahan dan Metode

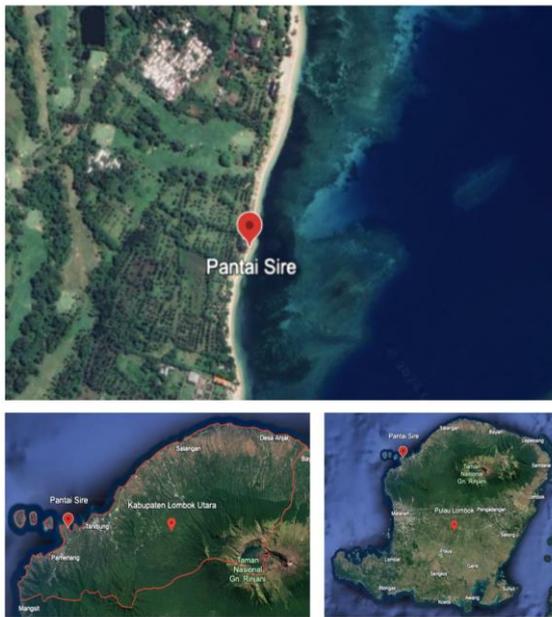
Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama 3 bulan, mulai dari bulan Oktober sampai dengan bulan Desember 2024. Pengambilan data dilakukan di Perairan Pantai Sire, Desa Sigar Penjalin, Kecamatan Tanjung, Kabupaten Lombok Utara (**Gambar 1**). Pengambilan sampel dilakukan pada tiga stasiun berbeda yang mewakili daerah pesisir Pantai Sire.

Teknik pengambilan data

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode transek garis. Transek Garis yang digunakan memiliki panjang 50m yang dipasang tegak lurus dengan garis pantai. Pada setiap transek dipasang kuadran dengan ukuran 1 × 1 meter dengan jarak 10 m. Sampel makro alga diambil dari setiap kuadran pada

setiap transek penelitian. Setiap spesies yang diambil kemudian dikarakterisasi untuk mendapatkan karakter morfologi spesies yang didapatkan. Selain karakter morfologi, beberapa data terkait makroalga yang dikumpulkan adalah jumlah jenis, kerapatan serta tutupan pada setiap kuadran. Cara yang digunakan adalah dengan membuat grid di area penelitian untuk menentukan lokasi pengambilan sampel. Kemudian, pada setiap titik acak yang telah dipilih, diletakkan kuadrat sebagai area pengambilan sampel. Semua spesimen makroalga yang ada di dalam kuadrat diambil baik yang menempel di substrat maupun yang terlepas. Dokumentasikanlah lokasi pengambilan sampel dengan koordinat GPS. Kemudian semua spesimen diidentifikasi di Laboratorium Kelautan, FMIPA, Universitas Mataram.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Makroalga di Pantai Sire, Lombok Utara.

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif menggunakan data keanekaragaman morfologi serta data diversitas yang didapatkan. Selain itu dilakukan juga analisis data diversitas menggunakan beberapa rumus yaitu;

a). Indeks Shanon-Wiener (Odum 1993).

$$H' = - \sum \left(\frac{N_i}{N} \right) \ln \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

H' : Indeks diversitas Shannon- Wiener,

N_i : Jumlah individu setiap spesies,
 N : Jumlah individu semua spesies
 \ln : Logaritma natural.

Penjelasan terkait arti nilai indeks keanekaragaman mengacu pada Odum (1993), di mana:

$H' > 3,0$ = Sangat Tinggi
 $H' 1,6 - 3,0$ = Tinggi
 $H' 1,0 - 1,5$ = Sedang
 $H' < 1$ = Sedang

b). Indeks Keseragaman (*Evenness index*)
 nilai indeks keseragaman dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

di mana,

E = Indeks keseragaman,
 H' = Indeks Shannon-Wiener.
 S = Jumlah spesies total.

Penjelasan nilai indeks adalah sebagai berikut:

$E < 0,4$ = Keseragaman rendah
 $0,4 < E < 0,6$ = Keseragaman sedang
 $E > 0,6$ = Keseragaman tinggi

c). Indeks Dominansi

perhitungan indeks dominansi mengacu pada rumus berikut:

$$D = \sum \left(\frac{N_i}{N} \right)^2$$

D = Indeks dominansi
 N_i = Jumlah individu setiap spesies
 N = Jumlah total individu

Penjelasan nilai indeks mengacu pada Odum (1993) dimana nilai;

$0 < D \leq 0,3$ = Rendah
 $0,3 < D < 0,6$ = Sedang
 $0,6 < D < 1$ = Tinggi

d). Indeks Kekayaan (Indeks Margalef's)

Perhitungan nilai indeks kekayaan mengacu pada rumus berikut:

$$D_{mg} = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

Di mana,

D_{mg} = Indeks kekayaan
 S = Jumlah spesies
 N = Jumlah total individu
 \ln = Logaritma natural.

Hasil dan Pembahasan

Keanekaragaman Makroalga

Makroalga yang ditemukan pada penelitian ini terdiri dari 3 kelas, 7 ordo, 7 famili, 9 genus, dan 15 spesies makroalga (Gambar 2). Adapun jenis-jenis makroalga yang ditemukan antara lain 8 jenis Chlorophyta, 4 jenis Phaeophyta, dan 3 jenis Rhodophyta. Jumlah individu keseluruhan yang berhasil didapatkan adalah sebanyak 41 individu. Alga hijau (Chlorophyta) merupakan taksa terbanyak yang ditemukan diikuti alga merah (Rhodophyta) dan taksa yang paling sedikit adalah alga coklat (Phaeophyta). Adapun Chlorophyta yang ditemukan antara lain *Caulerpa taxifolia*, *Chaetomorpha crassa*, *Chaetomorpha linum*, *Halimeda cylindraceae*, *Halimeda macroloba*, *Halimeda* Sp. 1, *Halimeda tuna*, dan *Udotea indica*. Alga cokelat (Phaeophyta) yang ditemukan antara lain *Dictyota* sp dan *Padina australis*. Alga merah (Rhodophyta) yang ditemukan antara lain *Laurencia obtusa*, *Gracilaria* sp., *Gracilaria salicornia*, *Hypnea* sp. 1 dan *Hypnea* sp. 2. Klasifikasi spesies dirangkum dalam tabel 1. Sementara, deskripsi setiap spesies adalah sebagai berikut:

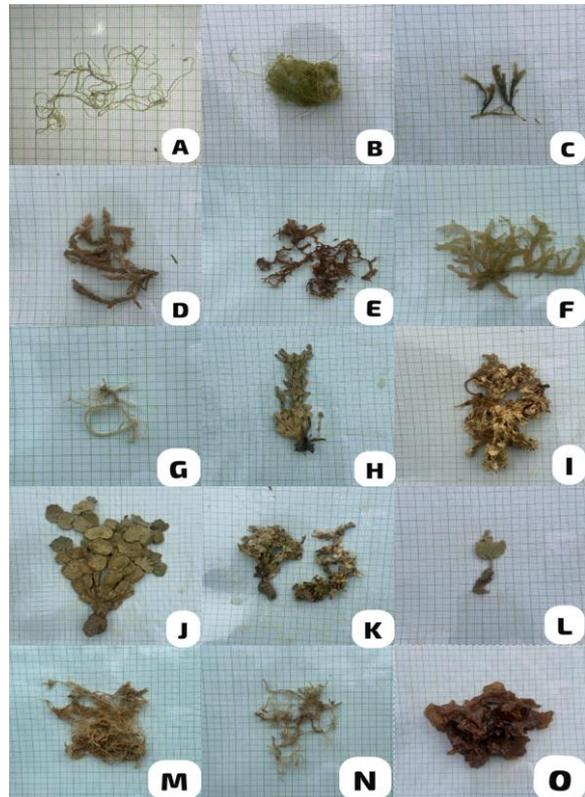
C. crassa

C. crassa memiliki bentuk menyerupai *C. linum* yaitu termasuk kedalam jenis Alga Hijau (Chlorophyta). Perbedaan kedua spesies ini terletak pada ukuran talus dan keberadaan sekat antar sel. *C. crassa* memiliki talus yang tidak beraturan seperti benang kusut dan berbentuk silindris. Alga ini ditemukan menempel sebagai epifit pada talus tumbuhan atau alga lain pada perairan yang selalu tergenang. (Devina, 2021). *C. Crassa* tumbuh membentuk koloni tebal pada substrat batu maupun pasir (Henggu, 2024).

C. linum

C. linum atau ganggang spageti memiliki ciri umum yaitu thallusnya memiliki bentuk seperti helaian seperti rambut panjang, menggumpal dan memiliki sekat yang cukup rapat (Mursal Ghazali, Mardiana, Menip, & Bangun, 2018). Talus dari *C. linum* tidak bercabang dengan panjang talus sekitar 5 sampai 30cm. talus kaku dan melengkung dengan warna hijau sampai hijau tua. *C. linum* biasanya sering ditemukan mengambang bebas, maupun

menempel pada substrat di zona intertidal dan supralittoral. Pada daerah berpasir, bebatuan dan area pasang surut sering ditemukan dalam kelompok maupun individu (Erniati *et al.*, 2022).



Gambar 2. Spesies Makroalga Di Kawasan Pantai Sire. A) *C. crassa*, B) *C. linum*, C) *C. taxifolia*, D) *Laurencia obtusa*, E) *Dictyota* sp., F) *G. salicornia*, G) *Gracilaria* sp., H) *H. cylindraceae*, I) *Halimeda* Sp. 1, J) *H. tuna*, K). *H. macroloba*, L) *Udotea indica*, M) *Hypnea* sp. 1, N) *Hypnea* sp. 2, O) *P. australis*.

C. taxifolia

C. taxifolia yang ditemukan di Pantai Sire, Kabupaten Lombok Utara memiliki morfologi, thallus berwarna hijau yang bercabang menjadi beberapa cabang lateral (bulu-bulu), berbentuk seperti pohon hijau. Menurut (Septiyaningrum, *et al.*, 2020) *C. taxifolia* umumnya tumbuh pada zona litoral menempel berbagai substrat, seperti batu, pasir, dan lumpur. Asimilator *C. taxifolia* tumbuh tegak dengan talus pipih memanjang mirip seperti pakis. Koloni spesies ini memiliki tinggi antara 10 sampai 20 cm, lebar antara 7 sampai 10 cm. Ukuran folioid sekitar 6 sampai 8 mm dengan diameter. Folioid memiliki tangkai dengan ukuran sekitar 3-15 cm. Asimilator tumbuh bersebelah sehingga terlihat seperti bulu ayam (Septiyaningrum *et al.*, 2020).

Laurencia obtuse

L. obtusa yang ditemukan mempunyai warna merah dengan ujung berwarna merah muda, permukaan thallus kasar dan memiliki banyak percabangan yang berduri yang terlihat seperti bunga. Menurut (Tokan & Imakulata, 2018) *L. obtusa* yang ditemukan memiliki ciri morfologi berwarna merah, thallus yang

berbentuk silindris, memiliki tekstur seperti tulang rawan, serta cabang tersusun bersebelahan dan semakin kecil ke arah ujung sehingga memiliki bentuk seperti piramid. *L. obtusa* pada penelitian ini ditemukan pada substrat bekas serpihan karang. Subagio & Kasim, (2019) mendapatkan bahwa *L. obtusa* sangat umum ditemukan menempel pada substrat keras didaerah terumbu karang.

Tabel 1. Klasifikasi makroalga Pantai Sire, Lombok Utara

No	Kelas	Ordo	Famili	Genus	Spesies
1.	Florideophyceae	Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Laurencia</i>	<i>L. obtusa</i>
2.		Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria</i>	<i>G. Salicornia</i>
3.					<i>Gracilaria</i> sp.
4.		Gigartinales	Cystocloniaceae	<i>Hypnea</i>	<i>Hypnea</i> sp. 1
5.				<i>Hypnea</i> sp. 2	
6.	Phaenophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Padina</i>	<i>P. australis</i>
7.				<i>Dictyota</i>	<i>Dictyota</i> sp.
8.	Ulvophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	<i>C. taxifolia</i>
9.		Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Chaetomorpha</i>	<i>C. Crassa</i>
10.					<i>C. linum</i>
11.		Bryopsidales	Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	<i>H. cylindraceae</i>
12.					<i>H. macrolaba</i>
13.				<i>Halimeda</i> sp 1	
14.				<i>H. tuna</i>	
15.				<i>Udotea</i>	<i>Udotea indica</i>

***Dictyota* sp.**

Dictyota sp hasil koleksi memiliki ciri-ciri morfologi talus berbentuk pita atau lembaran tipis dan berwarna dominan cokelat sampai cokelat tua. Tekstur dari spesies ini yaitu lembut dan elastis. Spesies ini ditemukan menempel pada bekas serpihan karang. Menurut, (Aulia, *et al.*, 2021), *Dictyota* sp. mempunyai talus pipih berlendir dengan percabangan dikotom.

G. salicornia

G. salicornia yang di temukan di Pantai Sire Kabupaten Lombok Utara memiliki ciri morfologi yaitu warnanya hijau kekuningan, dengan bentuk talus yang bersegmen-segmen dan talusnya bercabang-cabang. Talusnya silindris kecil dan juga licin. Menurut (Langoy, *et al.*, 2012), *G. salicornia* memiliki talus silindris, dengan permukaan halus dan licin. Talus bersegmen seperti Kaktus. Memiliki

banyak percabangan pada talus utama. Alat perekat atau penepelan benbentuk seperti cakram. Secara umum warna talus mulai dari kuning pucat sampai hijau tua. Alga ini umumnya ditemukan tumbuh pada substrat pasir, pasir berlumpur.

***Gracilaria* sp.**

Gracilaria sp yang ditemukan di Pantai Sire Kabupaten Lombok Utara memiliki ciri morfologi yaitu tidak jauh berbeda dari spesies *Gracilaria salicornia*. *Gracilaria* sp yang ditemukan memiliki ciri morfologi warna talusnya kuning kehijauan. Memiliki bentuk talus seperti filament-filamen panjang yang bercabang-cabang dengan permukaan halus, mengkilat dan ditemukan pada substrat lumpur berpasir. Menurut (De Almeida *et al.*, 2011), *gracilaria* memiliki karakteristi talus silindris atau pipih dengan percabangan tidak teratur.

Pada kondisi tertentu permukaan talus dipenuhi oleh bintil yang merupakan kantung spora.

H. cylindraceae

H. cylindraceae yang ditemukan di Pantai Sire memiliki memiliki habitus tegak dengan segmen kecil seperti kaktus dengan tipe percabangan dikotomis. Talus memiliki kandungan kapur. Ciri utama talusnya adalah bentuk silindris yang sangat berbeda dengan spesies lain. Menurut Kepel & Mantiri, (2019) genus halimeda memiliki alat pelekat berupa rizoid yang mengumpul menyerupai umbi.. Habitat alga ini ditemukan di substrat lumpur berpasir. *H. cylindracea* banyak ditemukan pada wilayah dengan dasar berpasir (Watung, *et al.*, 2016).

H. macroloba

Halimeda macroloba memiliki cabang sekitar 3-4 cabang dengan talus dominan berwarna hijau. Talus pipih seperti kaktus, tumbuh tegak, memiliki segmen yang tebal. Secara umum spesies ini ditemukan tumbuh pada substrat pasir. Menurut (Winowoda *et al.*, 2020), sekitar 75% dari spesies ini sangat umum ditemukan pada yang memiliki kandungan kerikil. Sementara itu, menurut Leibo, *et al.*, (2017) spesies ini dapat dijumpai pada substrat berbatu.

Halimeda sp 1.

Halimeda sp yang ditemukan di Pantai Sire Lombok Utara memiliki karakteristik thalus berwarna hijau, lembaran-lembarannya berbentuk kipas dan Percabangannya tidak terstruktur. Spesies ini ditemukan di daerah intertidal dengan substrat pasir belumpur. Spesies ini dapat dibandingkan dengan genus sama yakni *Halimeda opuntia* karena memiliki kesamaan jika dilihat secara visual. Persamaan dari halimeda sp dengan halimeda opuntia yaitu susunannya tidak teratur dan tumpeng tindih serta talus berwarna hijau (Watung *et al.*, 2016)

U. indica

Udotea adalah genus alga yang memiliki morfologi khas, dengan thallus berbentuk kipas atau menyerupai payung. dengan tepi bergerigi atau bergelombang. Warna alga ini cenderung kekuningan atau hijau pucat karena adanya endapan kalsium karbonat, yang berfungsi sebagai perlindungan terhadap predasi. Struktur

kapurannya membuat thallus menjadi kokoh. di ekosistem terumbu karang (Septiady, *et al.*, 2023). *Udotea indica* memiliki daun atau pelepah berbentuk seperti kipas (flabellate) dan bundar, tumbuh secara meluas di bagian atas tanaman. Bagian dasarnya berbentuk seperti baji (cuneate) dengan zonasi yang jelas. Pinggirannya bisa utuh, berlobus, atau robek. Filamen tumbuh memancar dari batang (stipe) menuju tepi daun, teratur sejajar atau saling berjalanan, tersusun dalam dua hingga tiga baris (pluriseriate hingga triseriate), bercabang dua (dikotomis), dengan penyempitan yang tidak rata di dekat cabang. Pelengkapnya pendek, bertangkai tunggal atau ganda, dan bentuknya sederhana atau berlobus. Pelengkap ini tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk korteks (lapisan luar) yang sederhana. Organ reproduksinya terletak di ujung, memiliki bentuk yang menyempit dengan dinding yang tebal. Pada *Codium* dan *Halimeda*, organ reproduksi berupa gametangia khusus terbentuk di sisi lateral (samping). Sementara itu, pada *Udotea indica*, organ reproduksinya berada di ujung (terminal) dan berbentuk seperti gada. Filamen *Udotea indica* memiliki kemiripan dengan *Codium* dan *Halimeda* karena bersifat berongga (siphonaceous) dan bercabang dua (dikotomis). Namun, *Udotea indica* berbeda karena memiliki pelengkap tunggal (uni) atau ganda (bilateral) (Nizamuddin, 1963).

H. tuna

H. tuna termasuk dalam clorophyta. Spesies *H. tuna* yang ditemukan di Pantai Sire Lombok Utara memiliki karakteristik thalus berwarna hijau, lembaran-lembarannya berbentuk kipas dan Percabangannya terstruktur. Alga ini sangat umum ditemukan pada zona intertidal dengan dasar pasir berlumpur. Menurut (Festi *et al.*, 2022), *H. tuna* memiliki warna thallus hijau muda dan berbentuk kipas. percabangan thallus dari spesies ini yakni dichotoma dengan tipe holdfast menyerupai umbi. *H. tuna* adalah alga hijau yang hidup di lingkungan laut tropis dan subtropis, terutama di perairan dangkal dengan kondisi sinar matahari yang cukup untuk fotosintesis. Alga ini biasanya ditemukan di terumbu karang, dasar laut berpasir, hingga daerah berkerikil, di kedalaman sekitar 1 hingga 30 meter. Habitatnya sering kali memiliki kadar kalsium karbonat yang tinggi karena *H. tuna* mampu

mengendapkan kalsium karbonat dalam strukturnya (Festi *et al.*, 2022),

Hypnea sp 1.

Hypnea sp. 1 memiliki bagian atas spesimen menyerupai struktur seperti daun dengan tepian yang tidak rata, bagian bawah seperti tangkai atau holdfast, yang biasanya berfungsi untuk melekat pada substrat seperti batu atau pasir. Teksturnya kering dengan warna coklat kekuningan, kemungkinan karakteristik alami spesiesnya. Berasal dari habitat perairan dangkal, seperti zona intertidal, yang merupakan lingkungan umum bagi makroalga. Menurut (Saber, *et al.*, 2024) dan beberapa kutipan lainnya ciri morfologi *Hypnea* sp. memiliki karakteristik khas yang membedakannya dari jenis alga lain. *Thallus* alga ini dapat berbentuk membran atau kartilaginus dengan konsistensi yang bervariasi, mulai dari lunak hingga keras. Secara umum, terdapat dua bentuk utama thallus, yaitu tegak (*erect*) dan merayap (*prostrate*), dengan panjang yang berkisar antara 0,5 hingga 50 cm, tergantung pada spesies dan habitatnya. Warna *thallus* sangat bervariasi, meliputi kuning, hijau, merah, coklat, hingga hitam, di mana variasi ini sering dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan kondisi lingkungan tempat tumbuh. Struktur aksial thallus mencakup sumbu utama dengan ujung yang bervariasi, seperti lurus, melengkung, atau bercabang. Percabangan biasanya tidak beraturan, meskipun beberapa spesies menunjukkan pola lateral atau dichotomous. Beberapa spesies, seperti *Hypnea* musciformis, memiliki cabang berbentuk tendril yang sering melilit alga lain, dengan ujung cabang yang datar dan lebar. Thallus alga ini melekat pada substrat melalui struktur diskodial atau cabang rhizoidal. *Hypnea* sp. juga menunjukkan tingkat plastisitas fenotipik yang tinggi, sehingga membedakan spesies satu dengan lainnya menjadi cukup sulit karena banyaknya karakteristik morfologi yang serupa. Secara keseluruhan, ciri-ciri ini mencerminkan kemampuan adaptasi *Hypnea* terhadap lingkungan laut yang beragam, sekaligus menunjukkan perannya yang penting dalam ekosistem laut (Saber *et al.*, 2024).

Hypnea sp 2.

Spesies *Hypnea* sp. 2 yang ditemukan di Pantai Sire Lombok Utara memiliki karakteristik memiliki bentuk tubuh menyerupai rumput.

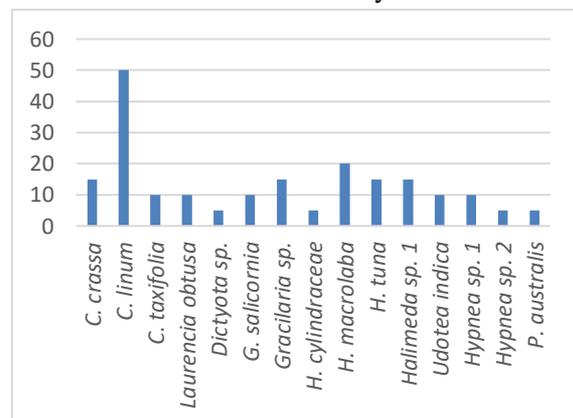
Talusnya berbentuk silindris, kecil dan berwarna hijau kekuningan. Pada percabangan terdapat duri yang menyerupai tanduk. Spesies ini ditemukan pada substrat pasir berlumpur. Secara umum spesies ini ditemukan tumbuh melekat pada batu atau sebagai epifit pada tumbuhan atau makroalga lain (Lalopua, 2018)

P. australis

P. australis dapat tumbuh pada perairan dangkal hingga laut dalam (Fadel & Abubakar, 2022). Spesies ini ditemukan pada substrat bebatuan dan bekas karang yang mati. Spesies *P. australis* yang ditemukan di Pantai Sire Lombok Utara memiliki karakteristik talus berbentuk lembaran dengan lingkaran konsentris. Alga ini memiliki warna coklat transparan. Menurut Cribb (1996), alga ini memiliki bentuk seperti kipas dengan diameter 3 sampai 4 cm. memiliki alat pelekatan berbentuk cakram (Juana, 2009).

Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks nilai penting merupakan nilai yang menunjukkan kontribusi atau peranan relative pada suatu populasi. Semakin besar nilai indeksnya maka peranan spesies tersebut dalam komunitasnya semakin besar (Aziz & Chasani, 2020). Berdasarkan hasil Indeks Nilai Penting (INP), *C. linum* memiliki INP tertinggi yaitu sebesar 50 yang menunjukkan bahwa spesies ini paling mendominasi di ekosistem Pantai Sire. Sedangkan makroalga jenis *Hypnea* sp 2., *Dictyota* sp., *P. australis*, *H. cylindraceae*, dan *C. crassa* memiliki INP terendah yaitu sebesar 5.



Gambar 3. Indeks nilai penting setiap spesies makroalga Pantai sire, Lombok Utara.

Setiap Lokasi memiliki indeks nilai penting untuk setiap spesies berbeda-beda. Hasil

Penelitian yang dilakukan oleh (Kamto, Dapas, & Rondonuwu, 2024) memperlihatkan bahwa *H. opuntia* sebagai spesies yang memiliki indeks nilai penting paling tinggi di perairan Desa Teling. Sukiman *et al.*, (2014), menyatakan bahwa makroalga hijau, terutama dari genus *Halimeda*, tumbuh dengan baik di lingkungan dengan substrat berpasir. Sedangkan Nilai INP yang tinggi pada *C. linum* disebabkan oleh tingkat penyerapan nutrisi yang lebih tinggi, toleransi yang tinggi terhadap cahaya matahari, dan kecenderungan yang lebih rendah untuk perubahan musiman dalam produktivitasnya (Moreira, *et al.*, 2022). Sedangkan menurut data INP terendah, Jenis *P. australis* memiliki nilai INP terendah. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Rachma dkk., (2017), jenis *P. australis* memiliki nilai INP tertinggi yaitu sebesar 199,03. Hal tersebut disebabkan oleh jenis substrat yang menempel pada bebatuan. Sedangkan *P. australis* yang ditemukan, memiliki substrat di bebatuan dan bekas karang yang mati. Nilai INP rendah pada spesies *P. australis*, *Hypnea* sp., *Dictyota* sp., *C. crassa*, dan *H. cylindraceae* pada penelitian ini disebabkan karena mayoritas substrat pada lokasi penelitian didominasi substrat pasir berlumpur dan lumpur berpasir. Sehingga, spesies yang memiliki substrat bebatuan dan karang akan menunjukkan nilai INP yang rendah hingga sedang.

Indeks Keanekaragaman Makroalga

Indeks keanekaragaman yang digunakan terdiri atas indeks keanekaragaman Sannon-Wiener, Indeks kemerataan, Indeks dominansi dan indeks Margalef. Indeks keanekaragaman jenis menunjukkan keadaan populasi organisme atau tingkat keberagaman spesies. Keanekaragaman jenis bergantung pada banyaknya spesies dan jumlah individunya (Wilhm, 1986). Nilai indeks keanekaragaman Sannon Wiener (H') berdasarkan kekayaan dan kelimpahan spesies perairan Pantai Sire sebesar 2,47. Nilai indeks ini menunjukkan bahwa perairan Pantai Sire memiliki indeks keanekaragaman sedang.

Menurut Haurer dan Lamberti (1996), nilai ini menunjukkan bahwa Tingkat kestabilan komunitas berada pada kondisi sedang. Hal tersebut karena, kondisi ekosistem yang masih

optimal untuk pertumbuhan makroalga. Nilai yang rendah menunjukkan ketidakstabilan ekosistem (Kono, *et al.*, 2021). Kadi (2000), mengungkapkan bahwa substrat memiliki peranan yang sangat besar dalam menentukan keanekaragaman makroalga suatu lokasi. Faktor lain yang mempengaruhi keanekaragaman selain substrat adalah pergerakan air dan mekanisme penempelan alga pada substrat (Insafitri, 2010). Bahkan beberapa jenis makroalga hidup sebagai epifit pada makroalga lain (Ghazali *et al.*, 2021; Ghazali, *et al.*, 2018) serta hidup pada akar mangrove (Ghazali, *et al.*, 2018).

Tabel 2. Indeks Ekologi Makroalga

No	Indeks	Nilai
1	H'	2,47
2	E	0,91
3	Indeks dominansi	0,11
4	Margalef	3,69

Indeks kemerataan (E) mengungkapkan rasio jumlah individu tertentu terhadap jumlah total individu. Nilai ini tinggi apabila jumlah individu setiap jenis di dalam komunitas tersebar rata-rata (Nunilahwati dan Khodijah, 2014). Terdapat tiga kategori indeks kemerataan yaitu E kurang dari 1 adalah E tinggi, nilai E $0,4 \leq 0,6$ adalah sedang, dan E kurang dari 0,4 adalah rendah (Husamah, Rohman, & Sutomo, 2016). Berdasarkan indeks kemerataan pada penelitian ini, nilai indeks kemerataan yang didapatkan adalah 0,91 yang menunjukkan bahwa nilai kemerataan tinggi karena mendekati nilai 1 yang tergolong kategori indeks kemerataan yang mendominasi serta persebaran makroalga tergolong sangat merata. Menurut Sriwahjuningsih *et al.*, (2022), nilai ini menunjukkan tingkat kemerataan yang tergolong stabil dan tidak ada yang mendominasi serta persebaran makroalga tergolong sangat merata.

Indeks dominansi menunjukkan seberapa dominan suatu spesies terhadap kelompok spesies lainnya. Berdasarkan indeks dominansi, nilai indeks dominansi yang lebih tinggi menunjukkan bahwa spesies yang paling mendominasi, dengan indeks kemerataan yang lebih rendah (Magurran, 1988). Indeks dominansi pada penelitian ini yaitu sebesar 0,11. Komunitas yang memiliki nilai kurang dari 0,5

menunjukkan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi pada komunitas tersebut. Nilai indeks dominansi rendah juga menunjukkan bahwa kondisi lingkungan relatif stabil (Tarigan *et al.*, 2020). Dominansi makroalga diduga terjadi karena persaingan mendapatkan habitat dan nutrisi. Rasjid (2004) menjelaskan bahwa dominansi tersebut dipengaruhi oleh kompetisi di antara tumbuhan, terutama terkait ketersediaan mineral. Jika mineral yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah memadai, jenis tumbuhan tersebut cenderung lebih dominan dan lebih sering ditemukan.

Kekayaan spesies didefinisikan sebagai jumlah spesies dalam komunitas. Apabila jumlah yang ditemukan semakin banyak, maka semakin besar kekayaannya (Baderan dkk., 2021). Berdasarkan hasil penelitian, indeks kekayaan Margalef yang didapatkan yaitu sebesar 3,69 yang menunjukkan bahwa kekayaan jenisnya

sedang. Irni (2021) menyatakan bahwa indeks margalef kurang dari 3,69 artinya kekayaan jenisnya berada dalam level sedang.

Parameter Lingkungan Kawasan Pantai Sire

Nilai parameter lingkungan perairan Pantai Sire berada dalam kondisi optimal untuk pertumbuhan makroalga. (Tabel 3). Suhu permukaan air laut masih dalam kisaran yang optimal untuk pertumbuhan makroalga yaitu sebesar $29,75 \pm 0,75$ °C. Hal tersebut sesuai dengan Keputusan Menteri No 51 tahun 2004. Menurut (Sinyo, 2013), makroalga membutuhkan suhu optimum 27-30 °C untuk pertumbuhannya. Oksigen terlarut merupakan konsentrasi yang terdapat di badan air yang dapat digunakan oleh makluk hidup. Kadar oksigen terlarut pada suatu perairan sangat ditentukan oleh suhu, salinitas serta turbulensi air (Jamilatun, *et al.*, 2020).

Tabel 3. Parameter Lingkungan Kawasan Pantai Sire

No	Parameter	Nilai	Baku	Referensi
1	Suhu (°C)	$29,75 \pm 0,75$	28-30	Jamilatun <i>et al.</i> , 2020
2	Salinitas (ppt)	$29,5 \pm 0,5$	33-34	
3	pH	$7,50 \pm 0,09$	7-8,5	Kepmen LH No. 51 Tahun 2004
4	Turbiditas	$41,95 \pm 13,45$	-	-
5	DO (mg/L)	$5,30 \pm 0,60$	>5	Kepmen LH No. 51 Tahun 2004
6	PO ₄ -P (mg/L)	$0,120 \pm 0,020$	0.015	
7	NH ₃ -N (mg/L)	$0,025 \pm 0,005$	0,008	
8	Substrat	Pasir berlumpur, lumpur berpasir, sponge, serpihan karang, bebatuan		

Fosfat adalah salah satu nutrisi yang diperlukan dan berpengaruh terhadap pertumbuhan serta perkembangan organisme di laut. Tinggi rendahnya kadar fosfat di perairan menjadi salah satu indikator untuk menilai tingkat kesuburan suatu perairan (Jamilatun *et al.*, 2020). Hasil pengukuran parameter PO₄-P pada penelitian ini diperoleh sebesar $0,120 \pm 0,020$ mg/L. Nilai tersebut lebih tinggi dari baku mutu yang ditetapkan pemerintah. Parameter kimia terakhir yang diukur adalah nitrat. Nitrat memiliki peran penting dalam pertumbuhan makroalga di perairan. Peningkatan suplai nitrat ke perairan dapat menyebabkan pertumbuhan alga dan makroalga yang lebih cepat (Jamilatun *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil pengukuran NH₃-N yang didapatkan di lokasi penelitian

sebesar $0,025 \pm 0,005$. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan nitrat lebih tinggi dari standar mutu yang ditetapkan pemerintah. Semakin tinggi kadar nitrat, semakin rendah pertumbuhan rumput laut. Peningkatan kandungan nitrat di perairan dapat disebabkan oleh cemaran yang berasal dari daratan. Jika kadar nitrat rendah, kondisi tersebut dianggap baik karena dapat mendukung aktivitas biologis organisme perairan serta pertumbuhan rumput laut (Diana, 2016). Parameter terakhir yaitu substrat. Perairan Pantai Sire memiliki substrat lumpur berpasir dan pasir berlumpur. Jenis substrat memiliki peranan yang sangat besar terhadap kehadiran spesies makroalga. Handayani (2020) menyatakan bahwa beberapa jenis makroalga dapat hidup di berbagai tipe substrat.

Kesimpulan

Beberapa Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain adalah Jenis makroalga yang ditemukan pada penelitian ini sebanyak 3 kelas, 7 ordo, 7 famili, 9 genus, dan 15 spesies makroalga. Adapun jenis-jenis makroalga yang ditemukan antara lain 8 jenis Chlorophyta, 4 jenis Phaeophyta, dan 3 jenis Rhodophyta, dengan jumlah individu sebanyak 41 individu. Adapun Chlorophyta yang ditemukan antara lain *C. taxifolia*, *C. crassa*, *C. linum*, *H. cylindraceae*, *H. macroloba*, *H. opuntia*, *H. tuna*, *Halimeda* sp 1 dan *Udotea indica*. Alga cokelat (Phaeophyta) yang ditemukan antara lain *Dictyota* sp dan *P. australis*. Alga merah (Rhodophyta) yang ditemukan antara lain *Gracilaria* sp., *G. salicornia*, *Hypnea* sp. 1, *Hypnea* sp. 2 dan *Laurencia obtusa*. Indeks keanekaragaman (H') pada penelitian ini sebesar 2,47, nilai indeks kemerataan 0,91, indeks dominansi 0,11 dan indeks kekayaan Margalef sebesar 3,69. Selain itu, nilai parameter lingkungan berada pada kondisi optimal kecuali PO₄-P dan NO₃-N.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sangat dalam kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terutama, kami sampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya Universitas Mataram yang telah memberikan bantuan transportasi. Penelitian yang berjudul “Keanekaragaman Makroalga di Pantai Sire, Kabupaten Lombok Utara”.

Referensi

- Anix Devina Sarita, I. D. A., Subrata, I. M., Putri Sumaryani, N., & Rai, I. G. A. (2021). *Identifikasi Jenis Rumput Laut Yang Terdapat Pada Ekosistem Alami Perairan Nusa Penida*. *Jurnal Emasain: Edukasi Matematika dan sains*, 10(1), 141-154. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.469211>
- Astriana, B. H., & Eka Larasati, C. (2021). *Diversitas Plankton di Perairan Pantai Sire Kabupaten Lombok Utara*. *Jurnal Ilmu Kelautan Lesser Sunda*, 1(1), 9–14. <https://doi.org/10.29303/jikls.v1i1.26>
- Aulia, A., Kurnia, S. K., & Mulyana, D. (2021). *Identifikasi Morfologi Beberapa Jenis Anggota Phaeophyta di Pantai Palem Cibereum, Anyer, Banten*. *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science*, 1(1), 21–28. <https://doi.org/10.32678/tropicalbiosci.v1i1.4355>
- Aura Nazwari, Fadilah Pasaribu, Margaret Shanatasha Aritonang, Malem Karina Sinulingga, Naila Zahwa Sitompul, Najwa Huwaida Adenan, ... & Zhafira Khalisyah (2024). *Studi Literatur Keanekaragaman Spesies Makroalga di Ekosistem Pantai Indonesia Dan Tingkat Pemahaman Tentang Protista Mirip Tumbuhan Tingkat SMA/MA*. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, 2(5), 21–31. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v2i5.11>
- De Almeida, C. L. F., De S. Falcão, H., De M. Lima, G. R., De A. Montenegro, C., Lira, N. S., De Athayde-Filho, P. F., ... & Batista, L. M. (2011). *Bioactivities from Marine Algae of the Genus Gracilaria*. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(7), 4550–4573. <https://doi.org/10.3390/ijms12074550>
- Diana, F. (2016). *Performa Rumput Laut, Gracilaria gigas, Pada Sistem Budidaya Laut Dan Tambak*. *Jurnal Perikanan Tropis*, 3(1). <https://doi.org/10.35308/jpt.v3i1.33>
- Fadel, A. H., & Abubakar, Y. (2022). *Pertumbuhan Rumput Laut Padina australis di Pesisir Pulau Toduku Desa Dehe Kecamatan Jailolo Selatan Kabupaten Halmahera Barat*. *AGRIKAN - Jurnal Agribisnis Perikanan* 15(2). <https://doi.org/10.52046/agrikan.v15i2.783-790>
- Ghazali, M., Kurnianingsih, R., Suryadi, B. F., Menip, Widoretno, W., Retnaningdyah, C., & Arumingtyas, E. L. (2021). *The diversity of macroalgae epiphytes on the thallus surface of Kappaphycus Spp in Serewe Bay, East Lombok*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 712(1), 012006.

- <https://doi.org/10.1088/1755-1315/712/1/012006>
- Ghazali, M., Husna, H., & Sukiman, S. (2018). Diversitas dan Karakteristik Alga Merah (Rhodophyta) pada Akar Mangrove di Teluk Serewe Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(1), 80–90.
- Ghazali, M., Mardiana, M., Menip, M., & Bangun, B. (2018). Jenis-Jenis Makroalga Epifit Pada Budidaya (*Kappaphycus alvarezii*) di Perairan Teluk Gerupuk Lombok Tengah. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 208–215. <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.861>
- Handayani, T. (2020). Struktur Komunitas, Peranan dan Adaptasi Makroalga di Intertidal Berbatu. *Oseana*, 45(1), 59–69. <https://doi.org/10.14203/oseana.2020.Vol.45No.1.56>
- Husamah, H., Rohman, F., & Sutomo, H. (2016). Struktur Komunitas Collembola pada Tiga Tipe Habitat Sepanjang Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu Kota Batu. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 45. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v9i1.3886>
- Irni, J. (2021). Inventarisasi Serangga Malam (Nocturnal) Pada Lahan Konversi Teh Menjadi Kelapa Sawit. *Agroprimatech*, 5(1), 37–43. <https://doi.org/10.34012/agroprimatech.v5i1.2084>
- Jamilatun, A., Lestari, F., & Susiana, S. (2020). Patterns of macro algae types in the intertidal zone of Malang Rapat waters, Gunung Kijang District, Bintan Regency, Riau Islands, Indonesia. *Akuatikisle: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 4(2), 65–71. <https://doi.org/10.29239/j.akuatikisle.4.2.65-71>
- Kamto, Y. W. P., Dapas, F., & Rondonuwu, S. (2024). Keanekaragaman Jenis Makroalga Di Perairan Kecamatan Tombariri Kawasan Taman Nasional Bunaken Sulawesi Utara. *Jurnal Bios Logos*, 14(1), 126–136. <https://doi.org/10.35799/jbl.v14i1.55022>
- Kepel, R. Ch., & Mantiri, D. M. H. (2019). The biodiversity of macroalgae in the coastal waters of Kora-Kora, East Lembean Sub-District, Minahasa Regency. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(2), 383. <https://doi.org/10.35800/jip.7.2.2019.23727>
- Kono, S., Tiopo, A. K., Pasingi, N., & Kadim, M. K. (2021). Kelimpahan dan Indeks Ekologis Perifiton di Sungai Bone Kabupaten Bone Bolango Gorontalo. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(3), 235. <https://doi.org/10.46252/jsaif-pik-unipa.2021.Vol.5.No.3.137>
- Lalopua, V. M. (2018). Karakteristik Fisik Kimia Nori Rumput Laut Merah *Hypnea Suidana* Menggunakan Metode Pembuatan Berbeda Dengan Penjemuran Matahari. *Majalah Biam*, 14(1), 28–36.
- Langoy, M. L. D., Saroyo, S., Dapas, F. N. J., Katili, D. Y., & Hamsir, S. B. (2012). Deskripsi Alga Makro Di Taman Wisata Alam Batuputih, Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), 219. <https://doi.org/10.35799/jis.11.2.2011.210>
- Leibo, R., Mantiri, D., & Gerung, G. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Total Alga Hijau Halimeda *opuntia Linnaeus* dan Halimeda *macroloba Decaisne* dari Perairan Teluk Totok. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 4(2), 30. <https://doi.org/10.35800/jpplt.4.2.2016.14081>
- Mehta, N., & Mehta, S. (2023). Seaweed in Marine Ecosystem: A Review. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 7(1), 426–436.
- Moreira, A., Cruz, S., Marques, R., & Cartaxana, P. (2022). The underexplored potential of green macroalgae in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 14(1), 5–26. <https://doi.org/10.1111/raq.12580>
- Nizamuddin, M. (1963). *Studies on the Green Alga, Udotea indica A. & E. S. Gepp*, 191. 17, 243–246.
- Oladokun, O. (2023). Hydrodynamic Model Tests for Seaweed as a Source of Energy Reduction during Extreme Events. *Aquaculture Journal*, 3(3), 181–195. <https://doi.org/10.3390/aquacj3030015>
- Pereira, L. (2021). Macroalgae. *Encyclopedia*, 1(1), 177–188. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1010017>

- Pereira, L., & Gaspar, R. (2020). *Illustrated Guide to the Macroalgae of Buarcos Bay, Figueira da Foz, Portugal*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31009.56165>
- Ross, F. W. R., Boyd, P. W., Filbee-Dexter, K., Watanabe, K., Ortega, A., Krause-Jensen, D., ... & Macreadie, P. I. (2023). Potential role of seaweeds in climate change mitigation. *Science of The Total Environment*, 885, 163699. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163699>
- Saber, H., Rushdi, M. I., Saber, A. A., Abdelmohsen, U. R., & Pereira, L. (2024). Evaluation of the genus *Hypnea* phytochemical and pharmacological potential. *Algal Research*, 81, 103586. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103586>
- Septiady, D., Hendrawan, I. G., & Putra, I. N. G. (2023). *Keanekaragaman Jenis Makroalga di Perairan Teluk Gilimanuk Bali*. ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin 2(10). 4831-4843
- Septiyaningrum, I., Utami, M. A. F., & Johan, Y. (2020). Identifikasi Jenis Anggur Laut (*Caulerpa* sp.) Teluk Sepang Kota Bengkulu. *Jurnal Perikanan Unram*, 10(2), 195–204. <https://doi.org/10.29303/jp.v10i2.215>
- Sinyo, Y. (2013). Studi Keanekaragaman Jenis Makroalga Di Perairan Pantai Pulau Dofamuel Sidangoli Kecamatan Jailolo Selatan Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Bioedukasi* 1(1). 120-130
- Sriwahjuningsih, Hernawati, D. & Raharjo C.M. (2022). Analisis Keanekaragaman Dan Kelimpahan Makroalga di Kawasan Pantai Rancabuaya Desa Purbayani Kabupaten Garut. *Journal Scientific of Mandalika* 3(3), 117–126. <https://doi.org/10.36312/10.36312/vol3iss3pp117-126>
- Subagio, S., & Kasim, Muh. S. H. (2019). Identifikasi Rumput Laut (Seaweed) di Perairan Pantai Cemara, Jerowaru Lombok Timur Sebagai Bahan Informasi Keanekaragaman Hayati Bagi Masyarakat. *JISIP: Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan* 3(1). <https://doi.org/10.58258/jisip.v3i1.945>
- Tarigan, N., Ndahawali, S., Meiyasa, F., Tega, Y. R., & Henggu, K. U. (2020). Eksplorasi Keanekaragaman Makroalga di Perairan Londalima Kabupaten Sumba Timur. *Biosfer : Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi* 5(1). DOI: <https://doi.org/10.23969/biosfer.v5i1.2547>
- Tokan, M. K., & Imakulata, M. M. (2018). Makroalga *Laurencia obtusa* Sumber senyawa Bioaktif Potensial. *Prosiding seminar nasional Pendidikan dan sains kimia*, 2, 51–59. Kupang: Program Studi Pendidikan Kimia Fkip-Undana.
- Watung, P. M. M., Kepel, R. C., & Lumingas, L. J. L. (2016). The inventory of macroalgae in the Mantehage Island waters, Wori sub-district, North Minahasa district in North Sulawesi Province. *Jurnal Ilmiah Platax*, 4(2), 84. <https://doi.org/10.35800/jip.4.2.2016.14077>
- Winowoda, S. D., Singkoh, M. F. O., & Siahaan, R. (2020). Kekayaan dan Potensi Senyawa Bioaktif Makroalga di Pesisir Atep Oki, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal pesisir dan laut tropis*, 8(3), 7. <https://doi.org/10.35800/jplt.8.3.2020.30454>