

Inventarisasi dan identifikasi makroalga di Perairan Talawaan Bajo, Sulawesi Utara

(Macroalgae inventory and identification in Talawaan Bajo Waters, North Sulawesi)

**Bulfrit B. Rajagukguk<sup>1</sup>, Rama P. Kambey<sup>1</sup>, Samuel L. Opa<sup>1</sup>, Vivi A. Pamikiran<sup>1</sup>, Roles Rumengan<sup>1</sup>, Cakra S. Sumolang<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>) Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi dan Sains Esa Trinita

<sup>2</sup>) Program Studi Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Minaesa

Penulis korespondensi: B.B. Rajagukguk, [bulfritrajagukguk@esatrinita.ac.id](mailto:bulfritrajagukguk@esatrinita.ac.id)

### Abstract

Macroalgae have ecological and economic benefits both directly and indirectly, so they have great potential to be developed. This study aimed to determine the types, abundance and diversity of macroalgae in the coastal waters of Talawaan Bajo. Sampling used the line transect method with a quadratic sampling technique. The data that had been collected was analyzed used descriptive statistical analysis. There were 21 species of macroalgae consisted of Chlorophyta six species (29%), Rhodophyta twelve species (57%), and Phaeophyta three species (14%). The highest density was found in the class Rhodophyta. There were no dominating species and the uniformity value was high and in stable condition. The diversity index was classified as moderate. Research result showed that environmental factors in Talawaan Bajo Waters were favorable for macroalgae growth.

**Keywords:** Structure community, Rhodophyta, Chlorophyta, Phaeophyta, biodiversity

### Abstrak

Makroalga mempunyai manfaat secara ekologis dan ekonomis baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga mempunyai potensi besar untuk dikembangkan. Penelitian ini bertujuan mengetahui jenis-jenis, kelimpahan dan keragaman makroalga di perairan pantai Talawaan Bajo. Pengambilan sampel menggunakan metode *line transect* dengan teknik sampling kuadrat. Data yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif. Terdapat 21 spesies makroalga yang terdiri dari Chlorophyta enam spesies (29%), Rhodophyta dua belas spesies (57%) dan Phaeophyta tiga spesies (14%). Kepadatan tertinggi terdapat pada kelas Rhodophyta. Tidak terdapat spesies yang mendominasi dan nilai keseragaman tergolong tinggi dan dalam kondisi stabil. Indeks keanekaragaman tergolong sedang. Hasil pengukuran parameter kualitas air pada penelitian ini menunjukkan faktor lingkungannya di perairan Talawaan Bajo mendukung untuk pertumbuhan makroalga.

**Kata kunci:** Struktur komunitas, Rhodophyta, Chlorophyta, Phaeophyta, keanekaragaman

## PENDAHULUAN

Makroalga merupakan organisme bentik yang hidup tumbuh di perairan intertidal, keragaman spesies dari komunitas ini mempunyai manfaat secara ekologis pada lingkungan dan ekonomis pada manusia baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga mempunyai potensi besar untuk dikembangkan. Dari segi ekologi, kemampuan dalam melakukan fotosintesis berdampak pada peran biota sebagai sumber produktivas primer di perairan, sehingga populasinya merupakan produsen pada rantai makanan khususnya bagi organisme herbivor di perairan laut. Komunitas yang berbentuk rimbun sehingga memberikan perlindungan terhadap ombak (Handayani, 2019; Srimariana *dkk.*, 2020; Pereira, 2021). Sebagai organisme autotrof maupun heterotrof, komunitas ini memainkan peran penting dalam siklus karbon global karena dapat mengurangi pemanasan global karena memiliki kemampuan menyerap karbon (Ji and Gao, 2021; Pereira, 2021). Beberapa spesies ikan tertentu menggunakan komunitasnya dalam ekosistem sebagai tempat perlindungan, tempat pemijahan, dan juga sebagai tempat mencari makanan alami ikan-ikan dan hewan herbivora (Bold and Wynne, 1985).

Sebagian besar vegetasinya di perairan Indonesia memiliki nilai ekonomis tinggi karena memiliki kandungan bioaktif, sehingga pemanfaatan dikembangkan untuk kebutuhan bahan baku industri makanan, kosmetik, farmasi, kedokteran, pupuk pertanian, cat, tekstil, pengolahan air limbah, kertas dan minuman (Ira, 2018; ; Afonso *et al.*, 2019; Birhis-Dorhoi *et al.*, 2020; Srimariana *dkk.*, 2020; Pereira, 2021). Meningkatnya

permintaan komoditi perlu dilakukan usaha budidaya makroalga, karena sulit untuk memenuhi permintaan yang tinggi hanya berdasarkan produksi alam saja (Dwimayasanti dan Kurnianto, 2018).

Kategori makroalga secara taksonomi menghadirkan organisme dengan organisasi seluler yang berbeda dan berbagai macam morfologi dan bentuk pertumbuhan yang masih menimbulkan diskusi yang intens tentang klasifikasi mereka (Pereira, 2021). Komunitas ini membutuhkan substrat untuk hidup seperti, batu, batu berpasir, tanah berpasir, kayu, cangkang moluska, dan epifit pada tumbuhan lain atau spesies pada kelas yang berbeda. Setiap spesies memiliki kriteria faktor tertentu untuk membantu mereka tumbuh optimal. Jika kondisi lingkungan tidak sesuai, mampu memperlambat atau menghambat pertumbuhan. Pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor lingkungan, diantaranya suhu, salinitas, derajat keasaman (pH) dan kekeruhan. Terjadinya perubahan lingkungan seperti pengasaman laut, pemanasan global, gelombang panas, radiasi UV dan dioksigenasi juga mempengaruhi vegetasi (Ji and Gao, 2021).

Penelitian mengenai keanekaragaman dan kelimpahan makroalga di perairan Talawaan Bajo, Sulawesi Utara belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis, kelimpahan dan keragaman makroalga di perairan Talawaan Bajo dan kondisi parameter kualitas air lingkungan yang mempengaruhi kehidupan makroalga tersebut. Penelitian ini sebagai data dasar untuk informasi makroalga di perairan Talawaan Bajo.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari - Juli 2022. Pengambilan sampel makroalga di perairan Desa Talawaan Bajo yang berada pada koordinat 1°37'16.68"LU dan 124°52'20.10"BT (Gambar 1).

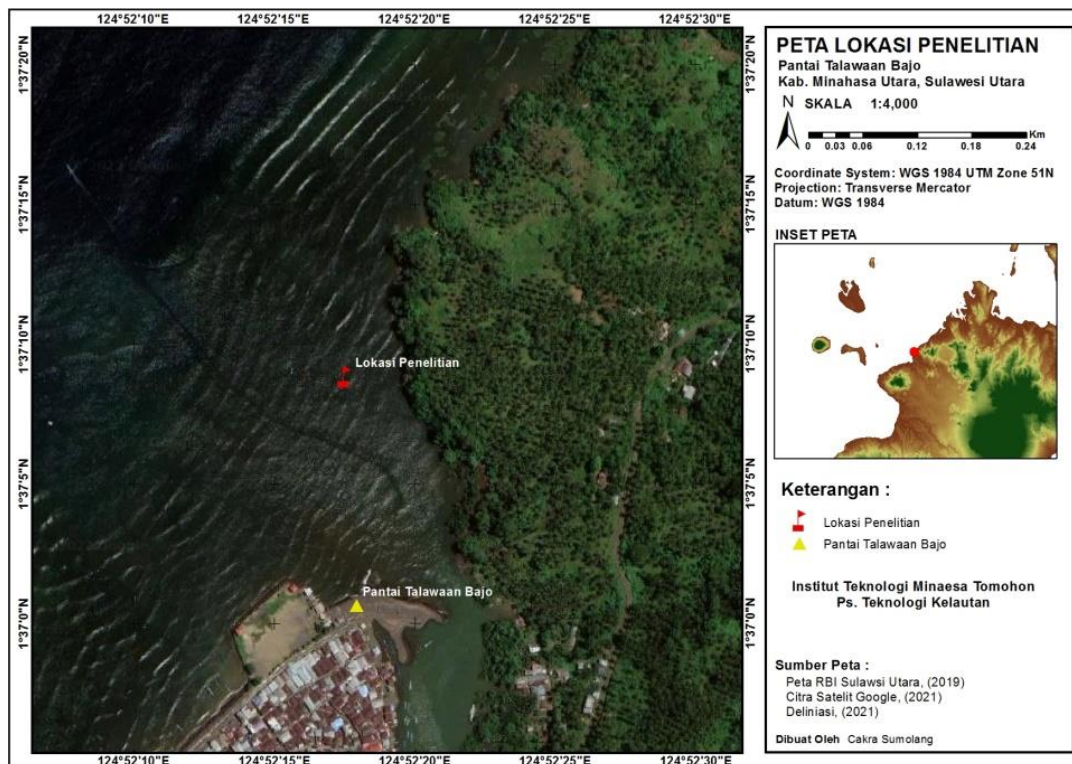
Pengambilan sampel makroalga di mana ditemukannya makroalga, yang diperoleh berdasarkan observasi lapangan dan informasi yang didapatkan dari penduduk setempat. Sampel diambil dari daerah intertidal yang menjadi tempat hidup makroalga. Identifikasi sampel dilakukan di Laboratorium Fakultas

Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi.

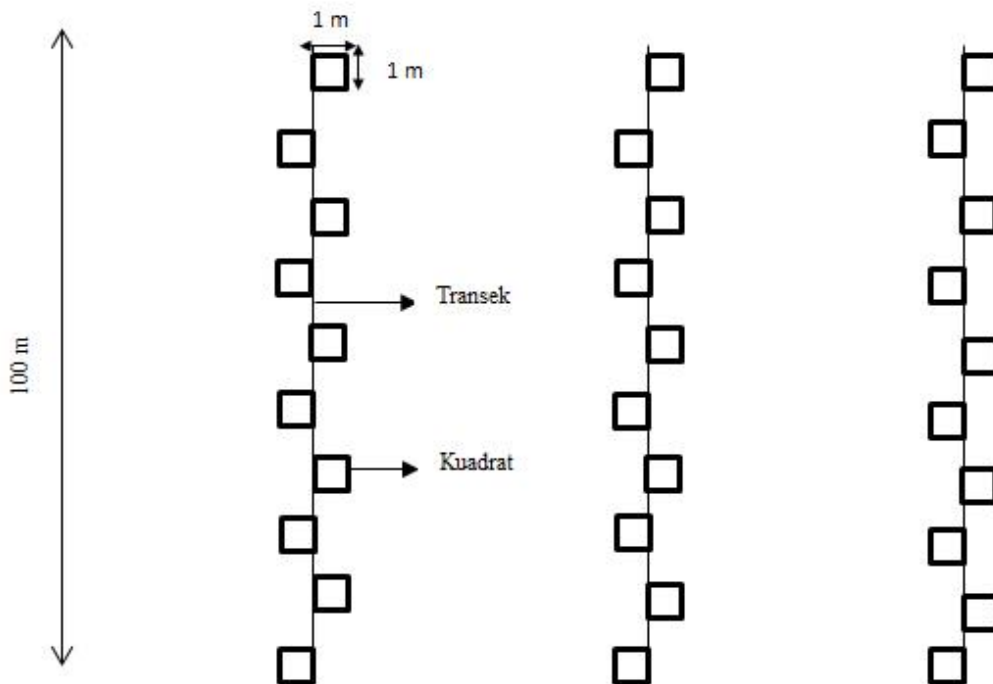
### Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *line transect* dengan teknik sampling kuadrat. Transek sepanjang 100m yang membentang lurus ke arah laut. Masing-masing transek garis diletakkan transek kuadrat (1 x 1 m<sup>2</sup>) dengan interval 10 m dengan total kuadrat sebanyak 10 kali (Gambar 2).

Sampel yang didapatkan selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi. Sampel makroalga diidentifikasi dengan memperhatikan ciri atau karakter yang ada pada setiap sampel makroalga.



Gambar.1 Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Line transect quadran

**Pengukuran Parameter Kualitas Air**

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan bersamaan dengan pengambilan data makroalga. Parameter yang diukur berupa suhu, pH, salinitas dan kedalaman perairan. Pengukuran suhu, pH dan salinitas menggunakan *multiparameter water quality checker* bermerek Horiba, sedangkan kedalaman diukur menggunakan patok berskala.

**Pengolahan Data**

Pengolahan data terdiri dari empat indeks yang akan dianalisis secara terpisah antara lain:

1. Indeks Keanekaragaman

keanekaragaman jenis biota perairan dihitung dengan menggunakan indeks (H') Shannon-Wiener (1964), dengan rumus :

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

Keterangan : H' = Indek Keanekaragaman

ni = jumlah individu setiap

jenis i

N = Jumlah total individu

Tabel 1. Nilai indeks keanekaragaman beserta kategori penduganya

No	Keanekaragaman (H')	Kategori
1	H' < 2,0	Rendah
2	2,0 < H' < 3,0	Sedang
3	H' > 3	Tinggi

Sumber: Odum (1993).

2. Indeks Kepadatan

Kepadatan yaitu jumlah total individu dalam suatu unit yang diukur. Kepadatan makroalga dihitung dengan menggunakan rumus Brower *dkk.* (1998).

$$D_i = \frac{ni}{A}$$

dimana:

Di = kepadatan spesies untuk spesies ke-I (ind/m<sup>2</sup>)

ni = jumlah total individu spesies ke-I (ind)

A= luas total daerah yang disampling (m)

### 3. Indeks Dominansi

Indeks dominansi digunakan untuk mengetahui sejauh mana suatu spesies atau genus mendominasi kelompok lain. Metode perhitungan yang digunakan adalah rumus indeks dominansi Simpson (Brouwer *et al.*, 2023).

$$D = \sum_{t=1}^s \left( \frac{ni}{N} \right)^2$$

dimana:

D : Indeks dominansi Simpson

ni : Jumlah individu jenis i

N : Jumlah total individu seluruh jenis

Tabel 2. Kisaran nilai dominansi dan kategori pendugaannya

No	Dominasi (D)	Kategori
1	0 < D ≤ 0,5	tidak ada spesies yang mendominasi
2	0,5 < D < 1	terdapat spesies yang mendominasi

Sumber: Brouwer *et al.* (2023)

### 4. Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman menggambarkan keseimbangan penyebaran spesies dalam suatu komunitas. Indeks ini dihitung dengan menggunakan rumus Evennes (Odum, 1993).

$$E = \frac{H'}{H \max}$$

dimana:

E = indeks keseragaman

H' = indeks keanekaragaman

H max = keanekaragaman spesies maksimum (ln S)

Tabel 3. Kriteria indeks keseragaman

Nilai	Kategori
0,00 < C < 0,50	Komunitas tertekan
0,50 < C < 0,75	Komunitas labil
0,75 < C < 1,00	Komunitas stabil

Sumber: Odum (1993).

### Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif dengan menjelaskan atau mendeskripsikan hasil penelitian. Data yang di peroleh dilapangan dianalisis secara tabulasi dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar.

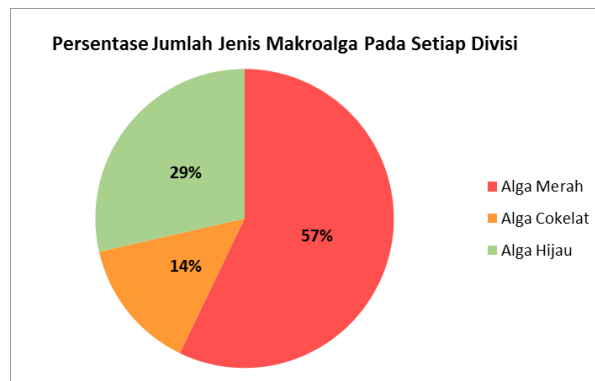
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jenis Makroalga yang Ditemukan

Hasil penelitian yang dilakukan di perairan Talawaan Bajo, Sulawesi Utara diperoleh 21 jenis makroalga yang dapat digolongkan ke dalam tiga divisi yaitu Chlorophyta enam spesies (29%), Rhodophyta dua belas spesies (57%), dan Phaeophyta tiga spesies (14%) (Gambar 3). Jenis makroalga dari divisi Chlorophyta berjumlah enam spesies yaitu *Anadyomen wrightii*, *Boodlea composite*, *Bornetella oligosphora*, *Bornetella sphaerica*, *Chaetomorpha* sp, dan *Halimeda opuntia*. Jenis makroalga dari divisi Rhodophyta berjumlah dua belas spesies yaitu *Amphiroa rigida*, *Galaxaura apiculata*, *Galaxaura fastigiata*, *Galaxaura oblongata*, *Gelidium* sp, *Gracilaria arculata*, *Gracilaria edulis*,

*Gracilaria orcuata*, *Gracilaria verucosa*, *Gracilaria salicornia*, *Laurencia papilosa*, dan *Spyridia filamentosa*. Jenis makroalga

dari divisi Phaeophyta berjumlah tiga spesies yaitu *Dictyoda dichotoma*, *Padina australis*, dan *Turbinaria ornata*.



Gambar 3. Diagram persentase jumlah jenis makroalga pada tiap divisi

Perbedaan persentase antara divisi makroalga disebabkan oleh banyak faktor yang menyebabkan beberapa spesies sedikit ditemukan pada penelitian ini. Penelitian yang dilakukan Melsasail dan Namakule (2020) menunjukkan bahwa substrat mempengaruhi pertumbuhan serta distribusi makroalga. Menurut Davis and Fourqurean (2001) keberadaan makroalga dapat menjadi kompetitor bagi lamun dalam ekosistem yang sama, sehingga kompetisi antara makroalga dan lamun dalam memanfaatkan ruang dan nutrient seringkali mempengaruhi keberadaan lamun dan makroalga di ekosistem tersebut.

Rhodophyta dengan persentase tinggi yang ditemukan di perairan Talawaan Bajo dikarenakan salah satu penyebabnya adalah substrat untuk menunjang kelayakan untuk tumbuh dan berkembangbiak. Oryza dkk. (2017) menemukan bahwa sebagian besar Rhodophyta ditemukan pada substrat yang berpasir. Substrat di perairan Talawaan Bajo adalah pasir dan pecahan karang. Penelitian ini menunjukkan bahwa kemungkinan salah satu faktor penyebab

spesies *Amphiroa rigida*, *Laurencia papilosa*, dan *Galaxaura fastigiata* tumbuh dengan baik pada substrat berpasir. Dwimayasanti dan Kurnianto (2018) menyatakan perbedaan jumlah spesies makroalga juga dapat disebabkan oleh musim.

Banyaknya alga merah yang terdapat di perairan Talawaan Bajo bisa menjadi potensi untuk dimanfaatkan oleh masyarakat maupun skala industri. Amaranggana dan Wathoni (2017) menyatakan bahwa alga merah mengandung senyawa metabolit primer dan sekunder dibandingkan dengan alga hijau dan cokelat. Senyawa metabolit dimanfaatkan sebagai produk farmasetika.

### Indeks Keanekaragaman

Semakin tinggi jumlah individu dari setiap jenis, maka semakin besar peran jenis tersebut dalam suatu komunitas (Aswandi dkk., 2023). Berdasarkan perhitungan maka nilai  $H'$  yang didapatkan yaitu 2,54 (Tabel 4). Nilai yang didapatkan tidak kurang dari dua dan tidak lebih dari 3 ( $2,0 < H' < 3,0$ ), maka jika disamakan dengan kriteria indeks

keanekaragam Shannon Winner maka dapat disimpulkan bahwa keanekaragam spesies makroalga di Perairan Talawaan Bajo pada penelitian ini dikategorikan sedang. Semakin tinggi jumlah spesies maka keanekaragamannya akan semakin tinggi (Ira, 2018). Maka sebaliknya semakin sedikit jumlah jenis dan jumlah individu setiap jenis suatu organisme maka

nilai indeks keanekaragaman semakin kecil (Odum, 1993; Melsasail dan Namakule, 2020). Tinggi rendahnya spesies tentu dipengaruhi oleh faktor fisika-kimia, sehingga faktor fisika-kimia suatu perairan yang baik akan membuat indeks keanekaragaman suatu komunitas baik pula (Agustina *dkk.*, 2023).

Tabel 4. Kelimpahan makroalga dan hasil analisis

Species	Jumlah	Persentase (%)	Indeks Kepadatan (Di)	Indeks Dominasi (D)	Indeks Keanekaragaman ( $H'=-\Sigma$ )	Indeks Keseragaman (E)
<i>Amphiroa rigida</i>	48	15,48	0,160	0,023975		
<i>Anadyomene wrightii</i>	8	2,58	0,027	0,000666		
<i>Boodlea composita</i>	11	3,55	0,037	0,001259		
<i>Bornetella oligosphora</i>	2	0,65	0,007	4,16E-05		
<i>Bornetella sphaerica</i>	5	1,61	0,017	0,00026		
<i>Chaetomorpha sp</i>	20	6,45	0,067	0,004162		
<i>Dictyoda dichotoma</i>	3	0,97	0,010	9,37E-05		
<i>Galaxaura apiculata</i>	1	0,32	0,003	1,04E-05		
<i>Galaxaura fastigiata</i>	41	13,23	0,137	0,017492		
<i>Galaxaura oblongata</i>	2	0,65	0,007	4,16E-05		
<i>Gelidium</i>	5	1,61	0,017	0,00026		
<i>Gracilaria arcuata</i>	24	7,74	0,080	0,005994	<b>2,55</b>	<b>0,837222</b>
<i>Gracilaria edulis</i>	1	0,32	0,003	1,04E-05		
<i>Gracilaria orcuata</i>	1	0,32	0,003	1,04E-05		
<i>Gracilaria verucosa</i>	21	6,77	0,070	0,004589		
<i>Gracilaria salicornia</i>	10	3,23	0,033	0,001041		
<i>Halimeda opuntia</i>	6	1,94	0,020	0,000375		
<i>Laurencia papilosa</i>	43	13,87	0,143	0,01924		
<i>Padina australis</i>	22	7,10	0,073	0,005036		
<i>Spyridia filamentosa</i>	2	0,65	0,007	4,16E-05		
<i>Turbinaria ornata</i>	34	10,97	0,113	0,012029		
<b>N</b>	<b>310</b>	<b>100</b>	<b>1,033</b>	<b>0,079521</b>		

### Indeks Kepadatan

Total kepadatan makroalga yang terdapat pada penelitian ini sebesar 1,03 ind/m<sup>2</sup> (Tabel 4). Makroalga yang memiliki kepadatan tertinggi terdapat pada kelas Rhodophyta yaitu *Amphiroa rigida*

sebesar 0,16 ind/m<sup>2</sup>. Total kepadatan makroalga terendah terdapat pada *Gracilaria orcuata* dengan nilai sebesar 0,003 ind/m<sup>2</sup> dengan kepadatan relatif 0,32%.

Kondisi lingkungan yang mendukung kemampuan adaptasi setiap spesies sehingga mempengaruhi perbedaan kepadatan makroalga. Kepadatan suatu organisme ditentukan oleh kemampuan menyesuaikan diri dengan lingkungan tempat organisme itu hidup (Ira, 2018). Berdasarkan data di atas, penelitian ini menunjukkan bahwa divisi Rhodophyta mempunyai nilai kepadatan lebih tinggi dibandingkan Chlorophyta dan Phaeophyta. Menurut McNaughton dan Wolf (1990) perbedaan kepadatan spesies makroalga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu daya reproduksi yang tinggi, kemampuan adaptasi yang berkembang, daya tahan yang lemah terhadap habitat, adanya predator dan penyakit.

### Indeks Dominansi

Indeks dominansi merupakan penilaian secara statistik yang mendeskripsikan jumlah komunitas pada suatu daerah tertentu (Odum, 1993). Indeks dominansi jenis makroalga yang ditemukan di Perairan Talawaan Bajo sebesar 0,079 (Tabel 4). Odum (1993), menyatakan bahwa apabila nilai indeks dominansi mendekati 1 maka ada satu spesies yang mendominasi sedangkan apabila nilai indeks dominansi mendekati nol maka tidak ada spesies yang mendominasi. Berdasarkan indeks dominansi Simpson, nilai indeks dominansi tersebut termasuk kategori tidak terdapat spesies yang mendominasi ( $0 < 0,07 \leq 0,5$ ).

### Indeks Keseragaman

Kondisi jumlah spesies atau genus yang mendominasi dapat diketahui dengan analisis indeks keseragaman. Keseragaman merupakan keseimbangan dari komposisi individu tiap komunitas (Ira, 2018). Indeks

keseragaman yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 0,83 (Tabel 4). Nilai keseragaman tersebut termasuk kategori tinggi. Sebagaimana menurut nilai indeks keseragaman lebih dari 0,6 ( $E > 0,6$ ) menunjukkan keseragaman tinggi dan dalam kondisi stabil.

Keseragaman yang tinggi menunjukkan bahwa jumlah antara makroalga yang ditemukan tidak berbeda jauh (merata). Biomassa dan keragaman spesies dapat meningkatkan produktivitas primer makroalga (Bruno *et al.*, 2005).

### Parameter Kualitas Air

Kualitas lingkungan perairan juga dapat memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap pertumbuhan dan perkembangan makroalga, antara lain suhu, salinitas, pH, nitrat, fosfat, kecerahan, kedalaman perairan serta kecepatan arus (Ira, 2018). Hasil pengukuran parameter lingkungan (suhu, pH, arus air, kecerahan, salinitas, oksigen terlarut) di lokasi penelitian ditunjukkan pada Tabel (5).

Tabel 5. Faktor fisika-kimia di Perairan Talawaan Bajo.

Parameter	Kisaran
Suhu (°C)	28,18 - 28,51
pH	8,22 - 8,86
Salinitas (ppt)	23,3 - 25,7
Arus (S/m)	3,69 - 4,02
Oksigen Terlarut (mg/L)	7,69 - 8,1
Keccerahan (cm)	37 - 42

Suhu yang terdapat di Perairan Talawaan Bajo berkisar antara 28,18 - 28,51 °C. Proses fotosintesis sangat dipengaruhi oleh suhu. Apabila suhu tinggi maka aktifitas fotosintesis akan terganggu bahkan terhenti (Hill *et al.*, 2009). Suhu



yang baik untuk makroalga berkisar 15 - 31 °C (Luning, 1990).

Nilai pH yang didapat yaitu 8,22 - 8,86 pengukuran pH juga menunjukkan bahwa kondisi keasaman air yang terdapat di perairan Talawaan Bajo merupakan kondisi pH optimum untuk pertumbuhan makroalga. Pertumbuhan makroalga dapat berlangsung secara menerus pada kisaran pH 7 - 8 (Anggadiredja *dkk.*, 2006; Ira, 2018). Papalia dan Hairati (2013) menyatakan bahwa kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa dapat membahayakan kelangsungan hidup organisme, sehingga akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi yang mempengaruhi pertumbuhan makroalga.

Oksigen terlarut yang didapat di Perairan Talawaan Bajo berkisar antara 7,69 - 8,1 mg/L. Atmadja (1996) menyatakan bahwa nilai oksigen terlarut yang baik bagi pertumbuhan makroalga >6 mg/L. Agustina *dkk.* (2023) juga menyatakan bahwa oksigen terlarut yang berkisar 8,67-9,47 merupakan kategori normal dan baik untuk pertumbuhan makroalga.

Direktorat Jendral Perikanan Budidaya (2009) mengatakan salinitas yang baik terhadap kehidupan makroalga berkisar antara 28 - 35 ppt, sedangkan salinitas di Perairan Talawaan Bajo yang didapatkan berkisar pada 23,3 - 25,7 ppt, ini menunjukkan bahwa ada kemungkinan pada penelitian ini divisi Rhodophyta mampu bertumbuh pada salinitas yang rendah dibandingkan divisi Chlorophyta dan Phaeophyta.

Kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh sinar matahari yang masuk ke dalam perairan. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan maka semakin tinggi nilai

kecerahan perairan tersebut. Makroalga membutuhkan sinar matahari untuk membantu proses fotosintesis (Ira, 2018; Aswandi *dkk.*, 2023). Kecerahan yang didapatkan pada penelitian ini berkisar 37 - 42 cm. Kondisi tersebut sangat mendukung untuk pertumbuhan makroalga karena makroalga masih dapat menjangkau cahaya. Peran sinar matahari untuk membantu proses fotosintesis yang terjadi di dalam tubuh makroalga (Ira, 2018).

## KESIMPULAN

Terdapat 21 spesies makroalga di perairan Talawaan Bajo yang terdiri dari Chlorophyta enam spesies (29%), Rhodophyta dua belas spesies (57%) dan Phaeophyta tiga spesies (14%). Kepadatan tertinggi terdapat pada kelas Rhodophyta. Tidak terdapat spesies yang mendominasi dan nilai keseragaman tergolong tinggi dan dalam kondisi stabil. Sedangkan indeks keanekaragaman tergolong sedang. Pengukuran parameter kualitas air menunjukkan bahwa faktor lingkungannya mendukung untuk pertumbuhan makroalga.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afonso NC, Catarino MD, Silva AMS, Cardoso SM. 2019. Brown macroalgae as valuable food ingredients. *Antioxidants* 8(365): 1-26.
- Agustina S, Muliadi, Helena S. 2023. Struktur komunitas makroalga di perairan bagian selatan pulau Kabung kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa* 6(1): 50-57.
- Amaranggana L, Wathoni N. 2017. Manfaat alga merah (rhodopyta)

- sebagai sumber obat dari bahan alam. *Farmasetika* 2(1): 16-19.
- Anggadiredja JT, Zatnika A, Purwoto H, Istini S. 2006. *Rumput laut*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Aswandi A, Warsidah W, Sofiana MSJ, Gusmalawati D, Rousdy DW, Safitri I. 2023. Struktur komunitas makroalga di perairan Temajuk kecamatan Paloh Kalimantan Barat. *Journal of Fisheries and Marine Research* 7(1): 59-72.
- Atmadja WS. 1996. Pengenalan jenis algae coklat (Phayophyta) dalam pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia. Jakarta: Puslitbang Oseanologi LIPI
- Birhis-Dorhoi ES, Michiu D, Pop CR, Rotar AM, Tofana M, Pop OL, Socaci SA, Farcas AC. 2020. Macroalgae-A sustainable source of chemical compounds with biological activities. *Nutrient* 12(3085): 1-23.
- Bold HC, Wynne MJ. 1985. *Introduction to the algae: structure and reproduction*. 2<sup>nd</sup> ed. Prentice Hall, Inc: Englewood Cliffs.
- Brouwer N, Connuck H, Dubniczki H, Gownaris N, Howard A, Olmsted C, Wetzel D, Whittinghill K, Wilson A, Zallek T. 2023. *Ecology for all*. The LibreTexts. NICE CXone. 741p.
- Brower JE, Zar JH, Ende C. 1998. *Ekologi umum. Metode lapangan dan laboratorium*. Wm, C.Brown Company Publisher, Dubuque, Iowa.
- Bruno JF, Boyer KE, Duffy JE, Lee SE, Kertesz JS. 2005. Effects of macroalgal species identity and diversity on primary productivity in benthic marine communities. *Ecol Lett* 8(11): 1165-1174.
- Davis CB, Fourqurean JW. 2001. Competition between the *Halimeda incassata*, and the Seagrass *Thalassia testudinum*. *Aqua Botani* 71: 217-232.
- Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. 2009. *Profil Rumput Laut Indonesia*. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Dwimayasanti R, Kurnianto D. 2018. Komunitas makroalga di perairan Tayando-Tam, Maluku Tenggara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 3(1): 39-48
- Handayani T. 2019. Peranan ekologi makroalga bagi ekosistem laut. *Jurnal Oseana* 44(1): 1-14.
- Hill R, Ulstrup KE, Ralph PJ. 2009. Temperature include change in thylakoid membrane thermostability of cultured, freshly isolated, and expelled zooxanthelae from scleractinian corals. *Buletin of Marine Science* 85(3): 223-244.
- Ira. 2018. Struktur komunitas makro alga di perairan desa Mata Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis* 18(1): 45-56.
- Ji Y, Gao K. 2021. Effects of climate change factors on marine macroalgae: a review. *Advance in Marine Biology* 88: 91-125.
- Luning K. 1990. *Seaweeds: Their Environment, biogeography and ecophysiology*. John Wiley and Sons, Inc.
- McNaughton SJ, Wolf L. 1990. *Ekologi umum*. UGM Press. Yogyakarta.
- Melsasail KM, Namakule U. Distribusi dan keanekaragaman jenis makroalga pada ekosistem lamun dan terumbu karang di pantai Desa Haya, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. *Jurnal Biologi Udayana* 24(2): 126-134.

- Odum, EP. 1993. Dasar-dasar ekologi. Terjemahan Samigan dan B. Srigadi. Gadjah Mada Univ. Press. Jogjakarta.
- Oryza D, Mahanal S, Sari MS. 2017. Identifikasi rhodophyta sebagai bahan ajar di perguruan tinggi. *Jurnal Pendidikan* 3(2): 309-314.
- Papalia S, Hairati A. 2013. Produktivitas biomasa makroalga di Perairan Pulau Ambalau, Kabupaten Buru Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 5(2): 465-477
- Pereira L. 2021. Macroalgae. *Encyclopedia* 1: 177-188.
- Shannon CE, Weaver W. 1964. The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press.
- Srimariana ES, Kawaroe M, Lestari DF, Nugraha AH. 2020. Keanekaragaman dan potensi pemanfaatan makroalga di pesisir pulau Tunda. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 25(1): 138-144.