

# STRUKTUR KOMUNITAS MAKROALGA DI PERAIRAN TEMAJUK KECAMATAN PALOH KALIMANTAN BARAT

## COMMUNITY STRUCTURE OF MACROALGAE IN TEMAJUK WATERS PALOH DISTRICT WEST KALIMANTAN

Aswandi Aswandi<sup>a</sup>, Warsidah Warsidah<sup>a</sup>, Mega Sari Juane Sofiana<sup>a</sup>, Dwi Gusmalawati<sup>b</sup>, Diah Wulandari Rousdy<sup>b</sup>, Ikha Safitri<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat

<sup>b</sup> Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat 78124

\* koresponden penulis: isafitri@marine.untan.ac.id

### Abstrak

Makroalga merupakan salah satu potensi sumberdaya laut yang secara ekologis berperan dalam meningkatkan produktivitas primer perairan, bioremediasi berbagai jenis polutan, penyedia oksigen, sumber makanan, dan menyediakan habitat berbagai jenis biota akuatik lainnya. Secara ekonomi, makroalga juga potensial untuk dikembangkan karena mengandung berbagai senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan di berbagai bidang industri. Keanekaragaman jenis dan kelimpahan makroalga sangat dipengaruhi oleh parameter fisika-kimia perairan. Desa Temajuk, Kecamatan Paloh memiliki keanekaragaman sumberdaya alam, termasuk makroalga. Lokasi pengambilan sampel sebanyak tiga stasiun dan ditentukan menggunakan metode *purposive sampling*, berdasarkan keberadaan makroalga. Sampling makroalga dilakukan menggunakan kuadrat transek dengan ukuran 10x10 m<sup>2</sup> dan pengukuran parameter fisika-kimia perairan menggunakan WQC AZ 8603. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis makroalga yang ditemukan yaitu *Padina*, *Turbinaria*, *Sargassum*, *Acanthopora*, dan *Gracilaria*. Dari semua jenis yang teridentifikasi, *Phaeophyceae* memiliki persen kontribusi lebih besar (60%), serta *Padina* dan *Sargassum* memiliki kelimpahan tertinggi, yaitu 21,31 ind/mek<sup>2</sup> dan 19,42 ind/m<sup>2</sup> secara berturut-turut. Perairan Desa Temajuk memiliki tingkat keanekaragaman sedang, keseragaman tinggi, dan dominansi rendah. Kondisi perairan mempengaruhi kelimpahan makroalga di perairan Desa Temajuk, Kecamatan Paloh.

**Kata kunci:** Makroalga, Paloh, Struktur Komunitas, Temajuk

### Abstract

Macroalgae is one of the potential marine resources that ecologically plays a crucial role in increasing the water's primary productivity, bioremediation of various types of pollutants, as food sources, providing oxygen and habitat for various aquatic biota. Economically, macroalgae also potential to be developed because it contains various bioactive compounds that can be used in various industrial fields. Species diversity and abundance of macroalgae are strongly influenced by physio-chemical water parameters. Temajuk Village located in Paloh District has a high diversity of natural resources, including macroalgae. The sampling locations were three stations and determined using purposive sampling method, based on the presence of macroalgae. A sampling of macroalgae was carried out using a quadratic transect with a size of 10x10 m<sup>2</sup> and measurement of the physio-chemical parameters was done using WQC AZ 8603 instrument. The results showed that the genera of macroalgae found were *Padina*, *Turbinaria*, *Sargassum*, *Acanthopora*, and *Gracilaria*. Among the identified species, *Phaeophyceae* had the highest percentage contribution (60%), which *Padina* and *Sargassum* had the highest abundances, such as 21.31 ind/m<sup>2</sup> and 19.42 ind/m<sup>2</sup>, respectively. The waters of Temajuk have a moderate level of diversity, high uniformity, and low dominance. Water conditions influenced the diversity and abundance of macroalgae in the water of Temajuk, Paloh District.

**Keywords:** Macroalgae, Paloh, Community Structure, Temajuk

## PENDAHULUAN

Secara administrasi, Desa Temajuk terletak di Kecamatan Paloh, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. Paloh merupakan kawasan pesisir memiliki luas wilayah 1.148,28 km<sup>2</sup> (114.884 ha) dan panjang garis pantai ± 63 km [1]. Perairan Paloh memiliki keanekaragaman sumberdaya alam, seperti mangrove [2][3][4], terumbu karang [5], ikan ekonomis penting [5][6], penyu [7][8][9], dan juga makroalga.

Makroalga terdistribusi secara luas di perairan tropis Indonesia, termasuk Kalimantan Barat [10][11] [12][13]. Makroalga hidup dengan cara menempel di berbagai jenis substrat [14] pada perairan dangkal hingga kedalaman mencapai 180 m [15]. Berdasarkan kandungan pigmennya, makroalga secara umum diklasifikasikan menjadi alga hijau (*Chlorophyceae*), alga merah (*Rhodophyceae*), dan alga cokelat (*Phaeophyceae*) [14][16].

Di lingkungan laut, peran ekologis makroalga yaitu berkontribusi meningkatkan produktivitas perairan [17], penyedia oksigen (O<sub>2</sub>) melalui proses fotosintesis [18], bioremediator berbagai jenis polutan [19][20][21], sumber makanan bagi penyu dan ikan Baronang [22][23][24] dan habitat berbagai jenis biota akuatik lainnya [25]. Selain itu, secara ekonomis, makroalga juga potensial untuk dikembangkan karena mengandung berbagai senyawa bioaktif [26] yang dapat dimanfaatkan di berbagai bidang industri [27][28][29][30]. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, beberapa spesies rumput laut asal perairan Kalimantan Barat telah dilaporkan memiliki kandungan nutrisi tinggi [31][32] dan berbagai jenis aktivitas biologis, seperti antioksidan [33][10][11] dan antibakteri [13].

Keanekaragaman jenis makroalga sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan [34], seperti karakteristik substrat [35], kecepatan arus [36], kedalaman, kecerahan, salinitas, pH [37], kekeruhan dan ketersediaan nutrisi [38]. Selain itu, parameter fisika-kimia perairan juga sangat berpengaruh terhadap morfologi *thallus* dan kandungan senyawa bioaktif pada makroalga [39].

Salah satu strategi pengelolaan keanekaragaman hayati di perairan laut dan pesisir yaitu dengan cara inventarisasi potensi spesies lokal, keberadaan, dan distribusi [40].

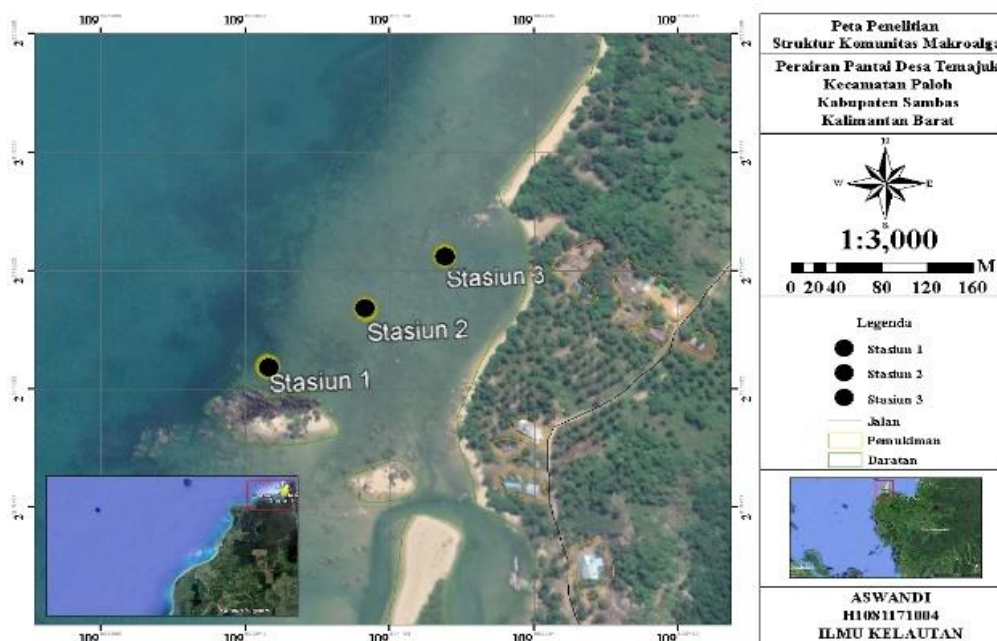
Selain itu, keanekaragaman jenis makroalga dapat mendukung produktivitas biologi perairan. Penelitian tentang keanekaragaman dan kelimpahan makroalga di perairan Desa Temajuk, Kecamatan Paloh belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur komunitas makroalga dan kondisi parameter fisika-kimia lingkungan yang mempengaruhi kehidupan makroalga tersebut.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di perairan Desa Temajuk, Kecamatan Paloh, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat (Gambar 1). Lokasi pengambilan sampel makroalga dan pengukuran parameter fisika-kimia perairan dilakukan secara *in situ* di tiga stasiun. Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive random sampling*, yaitu dengan memilih daerah berdasarkan keberadaan makroalga.

### Pengambilan Sampel Makroalga

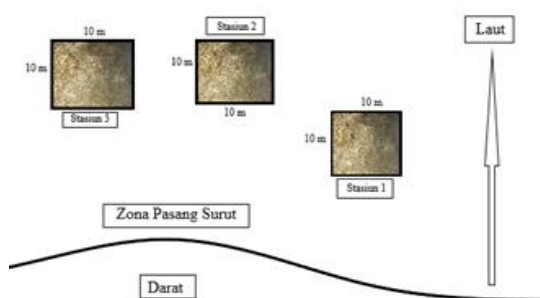
Pengambilan sampel makroalga dilakukan di zona intertidal. Pada masing-masing stasiun pengamatan, *line transect* dipasang tegak lurus garis pantai. Di setiap *line transect*, dipasang kuadrat transek dengan ukuran 10x10 m<sup>2</sup> (Gambar 2). Perhitungan jumlah individu dilakukan secara langsung di lapangan. Selain itu, setiap jenis sampel makroalga diambil, dimasukkan ke dalam plastik sampel, dan ditambahkan air laut. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Tanjungpura hingga level genus menggunakan buku identifikasi dan karakteristik morfologi dijelaskan sesuai dengan informasi yang ada di [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org).



Gambar 1. Lokasi Sampling di Perairan Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas

### Pengukuran Parameter Perairan

Pengukuran parameter fisika-kimia perairan menggunakan *Water Quality Checker* (WQC) AZ 8603 dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel makroalga di semua stasiun pengamatan. Parameter kualitas air yang diukur yaitu kedalaman, kecerahan, suhu, kecepatan arus, serta kandungan nitrat dan fosfat. Semua parameter diukur dengan tiga kali pengulangan.



Gambar 2. Kuadrat transek untuk pengamatan makroalga

### Analisis Data

Identifikasi makroalga dilakukan oleh ahli taksonomi dengan menggunakan panduan buku identifikasi. Kelimpahan dihitung menurut rumus berikut [41]:

$$K = \frac{ni}{A} \dots\dots\dots (1)$$

**Keterangan:**

- K : kelimpahan (ind/m<sup>2</sup>)
- ni : jumlah individu (ind)
- A : luas area pengamatan (m<sup>2</sup>)

Indeks keanekaragaman (H') makroalga dihitung dengan menggunakan persamaan [42]:

$$H' = \sum pi \ln pi \dots\dots\dots (2)$$

**Keterangan:**

- H' : indeks keanekaragaman
- pi : ni/N
- ni : jumlah individu spesies ke-i (ind)
- N : individu total dalam komunitas (ind)

**Tabel 1.** Kategori Indeks Keanekaragaman

Nilai	Kategori
$H' < 1$	Rendah
$1 < H' < 3$	Sedang
$H' > 3$	Tinggi

Indeks keseragaman (E) digunakan untuk menentukan distribusi makroalga dalam suatu komunitas. Indeks ini dapat dihitung menggunakan persamaan [43], sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H_{max}} \dots\dots\dots (3)$$

**Keterangan:**

- E : indeks keseragaman
- H' : indeks keanekaragaman
- Hmax : ln S
- S : jumlah genus yang ditemukan

Nilai indeks keseragaman berkisar antara 0-1, dimana nilai E mendekati 0 menentukan distribusi individu untuk setiap genus tidak sama dan terdapat kecenderungan suatu genus mendominasi populasi. Sebaliknya jika nilai E mendekati 1, menunjukkan jumlah individu masing-masing genus tidak jauh berbeda dan tidak ada kecenderungan suatu genus mendominasi populasi [44].

**Indeks Dominansi (C)**

Indeks dominansi (C) Simpson digunakan untuk menentukan keberadaan suatu jenis mikroalga tertentu yang mendominasi dan dihitung dengan rumus [43]:

$$C = \sum (ni/N)^2 \dots\dots\dots (4)$$

**Keterangan:**

- C : indeks dominansi
- ni : jumlah individu spesies ke-i
- N : total individu dalam komunitas (ind)

**Tabel 2.** Kategori Indeks Dominansi

Nilai	Kategori
$< 0,5$	Rendah
$0,5 - 0,75$	Sedang
$> 0.75$	Tinggi

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Komposisi Jenis Makroalga**

Pada penelitian ini, komposisi jenis makroalga yang ditemukan di perairan Desa Temajuk terdiri dari 4 ordo, 4 famili, 2 kelas, dan 5 genus (Tabel 3). Dari semua jenis yang telah teridentifikasi, *Phaeophyceae* memiliki persen kontribusi lebih tinggi (60%) dibandingkan kelas *Rhodophyceae* (40%). *Phaeophyceae* merupakan kelas terbesar dan beragam bentuk mulai dari filamen berukuran kecil hingga ukuran sangat besar dan kompleks [45]. Kelas ini terdistribusi secara luas di perairan tropis dan sub tropis [46], serta dapat tumbuh di air tawar dan laut [45][47]. *Phaeophyceae* memiliki toleransi dan adaptasi tinggi terhadap perubahan lingkungan [45]. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa jenis alga cokelat seperti *Padina*, *Sargasum* dan *Turbinaria* memiliki toleransi terhadap ombak yang terdapat di daerah pasang surut [37].

1. *Padina*



**Gambar 3** Genus *Padina* yang ditemukan di perairan Desa Temajuk

Klasifikasi *Padina* adalah sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae
- Phylum : Ochrophyta
- Class : Phaeophyceae
- Order : Dictyocales
- Family : Dictyotaceae
- Genus : *Padina*

**Tabel 3.** Komposisi Jenis Makroalga di Desa Temajuk

Ordo	Famili	Kelas	Genus	Stasiun		
				I	II	III
Dictyotales	Dictyotaceae	Phaeophyceae	<i>Padina</i>	+	+	+
Fucales	Sargassaceae		<i>Turbinaria</i>	+	+	+
			<i>Sargassum</i>	+	+	+
Ceramiales	Rhodomelaceae	Rhodophyceae	<i>Acanthopora</i>	+	+	+
Gracilariales	Gracilariaceae		<i>Gracilaria</i>	+	+	+

+ : ditemukan

- : tidak ditemukan

*Padina* memiliki *thallus* berbentuk lembaran bergerombol seperti kipas dengan ujung membulat. Bagian tepi bergelombang yang cenderung halus dan tidak pecah-pecah, serta tersusun dengan garis tipis (konsentris) berwarna putih yang sangat jelas dan garis tebal pada bagian tepi (gametangia). Warna *Padina* cenderung cokelat gelap [48]. Genus ini banyak ditemukan di perairan intertidal, menempel pada substrat batu daerah rata-rata terumbu karang [49].

## 2. *Turbinaria*

**Gambar 4.** Genus *Turbinaria* yang ditemukan di Desa Temajuk

Ciri morfologi *Turbinaria* yaitu *frond* berukuran kecil, berbentuk seperti corong dengan pinggir bergerigi, dan banyak membenruk percabangan. Memiliki bentuk *thallus* dengan warna kuning kecokelatan hingga cokelat, bentuk *stipe* meruncing ke bawah dan melebar ke atas, membentuk mahkota bergigi kasar dan cekung pada bagian dalam [50]. Jenis ini hidup melekat dengan percabangan kasar pada substrat berbatu dan terumbu karang [48].

Klasifikasi *Turbinaria* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Phylum : Ochrophyta

Class : Phaeophyceae  
Order : Fucales  
Family : Sargassaceae  
Genus : *Turbinaria*

## 3. *Sargassum*

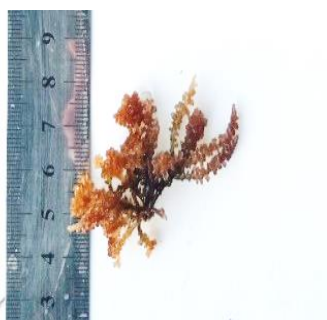
**Gambar 5.** Genus *Sargassum* yang ditemukan di Desa Temajuk

Klasifikasi *Sargassum* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Phylum : Ochrophyta  
Class : Phaeophyceae  
Order : Fucales  
Family : Sargassaceae  
Genus : *Sargassum*

*Sargassum* memiliki bentuk *thallus* berbentuk pipih dengan banyak percabangan. Pada umumnya, memiliki gelembung udara (*air bladder*). Bersifat soliter, batang utama berbentuk bulat agak kasar, *holdfast* berbentuk cakram. Daun bagian pinggir bergerigi, berombak, dan ujung melengkung atau meruncing [14].

#### 4. *Acanthopora*



**Gambar 6.** Genus *Acanthopora* yang ditemukan di Desa Temajuk

Klasifikasi *Acanthopora* sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Phylum : Rhodophyta  
Class : Florideophyceae  
Order : Ceramiales  
Family : Rhodomelaceae  
Genus : *Acanthopora*

Ciri morfologi *Acanthopora* yaitu *thallus* berbentuk padat, percabangan tidak beraturan, berbentuk silindris, ditutupi oleh struktur seperti duri secara radial yang umumnya lebat pada bagian atas. Warna bervariasi dari ungu, merah, coklat tua, hingga kuning, tergantung pada habitat tempat hidupnya. Banyak ditemukan melimpah di zona intertidal [48].

#### 5. *Gracilaria*



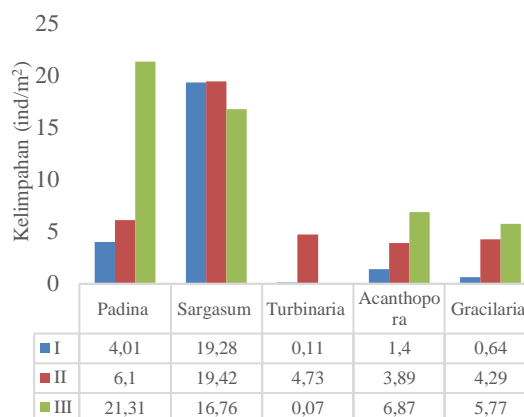
**Gambar 7.** Genus *Gracilaria* yang ditemukan di Desa Temajuk

Klasifikasi *Gracilaria* sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Phylum : Rhodophyta  
Class : Florideophyceae  
Order : Gracilariales  
Family : Gracilariaceae  
Genus : *Gracilaria*

*Thallus* berwarna merah kecokelatan, ujung bercabang dikotomus, memiliki warna lebih terang dibandingkan dengan cabang utama. Tumbuh menjalar dan bersifat cartilagineous. Tipe percabangan dikotom bahkan trikotom, sejajar dengan sumbu utama dan menyempit pada bagian ujung, dan secara keseluruhan membentuk rumpun yang lebat [14][48].

#### Kelimpahan Makroalga



**Gambar 8.** Kelimpahan makroalga di perairan Desa Temajuk, Kecamatan Paloh

Kelimpahan jenis makroalga yang ditemukan di perairan Desa Temajuk berkisar antara 0,07-21,31 ind/m<sup>2</sup> (Gambar 9). Dari semua jenis yang ditemukan, *Sargassum* dan *Padina* memiliki kelimpahan tinggi dibandingkan jenis lainnya. *Padina* terdistribusi secara luas di perairan tropis dan subtropis [46]. Genus tersebut merupakan kelompok yang paling umum ditemukan di lingkungan perairan dan menjadi spesies dominan [51][52][53] dan selalu dapat ditemukan di semua musim [54]. Jenis *Padina* memiliki *holdfast* yang menyerupai cakram sehingga mampu menempel pada substrat keras dan dapat bertahan di perairan dengan kondisi arus dan gelombang kuat [55]. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [12], juga menemukan dominasi *Padina* di perairan Pulau Lemukutan, Kalimantan Barat.

Jenis lain yaitu *Sargassum* merupakan genus terbesar dari kelompok alga coklat [46][56] dan banyak ditemukan di perairan Indonesia [57][58][59]. Jenis tersebut tumbuh membentuk rumpun besar [60], memiliki adaptasi tinggi terhadap kondisi perairan, sangat mudah menempel pada berbagai jenis

substrat dasar sehingga tetap bertahan meskipun terkena pengaruh arus dan gelombang [61]. Selain itu, *Sargassum* umumnya mampu membentuk lingkungan yang dapat berasosiasi bersama organisme laut lainnya [62]. Di Kalimantan Barat, *Sargassum* banyak ditemukan di perairan Pulau Lemukutan [12], Pulau Kabung [10][31], Singkawang [63], Pulau Temajok Kabupaten Mempawah. Keberadaan dan kelimpahan makroalga sangat berkaitan erat dengan kondisi lingkungan perairan [64], seperti musim [51][65][66], kedalaman [67], suhu [36], dan karakteristik substrat dasar [35][68]. Selain itu, makroalga diketahui sangat sensitif terhadap perubahan parameter lingkungan [69].

### Indeks Biologi Makroalga

Indeks keanekaragaman ( $H'$ ), keseragaman (E), dan dominansi (C) dapat digunakan untuk menentukan stabilitas komunitas makroalga di perairan. Indeks keanekaragaman ditentukan oleh jumlah spesies, jumlah individu, dan pola sebarannya [44]. Semakin tinggi jumlah individu dari setiap jenis, maka semakin besar peran jenis tersebut dalam suatu komunitas. Selain itu, apabila distribusi individu antar jenis semakin merata, maka keseimbangan ekosistem akan semakin meningkat.

**Tabel 4.** Indeks Biologi Makroalga di perairan Desa Temajuk, Kecamatan Paloh

Stasiun	$H'$	E	C
I	0,777	0,482	0,602
II	1,516	0,846	0,279
III	1,257	0,781	0,316

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perairan Desa Temajuk memiliki tingkat keanekaragaman makroalga berkisar antara 0,777-1,516, dan masuk ke dalam kategori keanekaragaman sedang [43]. Kondisi parameter lingkungan diduga mempengaruhi tingkat keanekaragaman makroalga sehingga hanya ditemui jenis-jenis tertentu yang memiliki tingkat adaptasi tinggi. Lingkungan yang cocok akan mendukung pertumbuhan makroalga secara optimal.

Berdasarkan nilai indeks keseragaman (E), perairan Desa Temajuk memiliki tingkat keseragaman makroalga dalam kategori tinggi. Nilai tersebut menjelaskan bahwa jumlah individu setiap jenis terdistribusi secara merata dan tidak ada jenis tertentu yang mendominasi populasi. Nilai indeks dominansi (C) menunjukkan kategori rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa tidak ada jenis makroalga tertentu yang mendominasi dalam suatu komunitas.

### Parameter Fisika-Kimia Perairan

Pertumbuhan makroalga sangat dipengaruhi oleh kondisi parameter perairan. Faktor lingkungan yang sangat krusial terhadap ekologi makroalga, antara lain kedalaman, kecerahan, suhu, salinitas, kecepatan arus, dan ketersediaan nutrisi di perairan [39]. Salinitas sangat penting karena sebagian besar makroalga hidup di air laut maupun payau, sedangkan cahaya matahari mendukung berlangsungnya proses fotosintesis.

Hasil penelitian menunjukkan nilai suhu di perairan Desa Temajuk berkisar antara 32-33 °C. Nilai tersebut relatif lebih tinggi dari rentang suhu optimal yang mendukung pertumbuhan makroalga. Suhu perairan di permukaan sangat berfluktuasi baik harian maupun musiman [70]. Suhu merupakan salah satu faktor pembatas yang memegang peranan penting pertumbuhan serta perkembangan organisme [71]. Selain itu, suhu juga mempengaruhi keberadaan dan distribusi suatu biota [72][73][74]. Suhu berkaitan erat dengan proses metabolisme dalam tubuh. Peningkatan suhu akan meningkatkan aktivitas metabolisme dan respirasi [74][75]. Suhu juga mempengaruhi proses fotosintesis. Laju fotosintesis maksimum terjadi pada suhu antara 24-30°C dan fotosintesis akan menurun pada suhu 35-40°C [76][77]. Nilai suhu perairan yang optimal untuk mendukung pertumbuhan makroalga adalah 26-30°C [14][78][79]. Meskipun, setiap jenis makroalga membutuhkan rentang suhu berbeda untuk kehidupannya.

**Tabel 5.** Parameter Lingkungan Perairan untuk mendukung kehidupan makroalga

Parameter	Stasiun		
	I	II	III
Suhu (°C)	33	33	32
Kedalaman (m)	0,17	0,23	0,47
Kecerahan (%)	100	100	100
Kecepatan arus (m/s)	0,03	0,05	0,01
Nitrat (mg/L)		1,0	
Fosfat (mg/L)		0,10	

Kedalaman perairan pada saat pengambilan sampel dalam rentang 0,17-0,47 cm. Kedalaman merupakan parameter lingkungan yang berkaitan dengan intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan [72]. Organisme akuatik akan memberikan respon yang berbeda terhadap intensitas cahaya. Kedalaman juga memegang peranan penting dalam proses fotosintesis [72][80]. Pada kegiatan budidaya makroalga menggunakan metode lepas dasar, kedalaman optimum berkisar antara 30-60 cm pada waktu surut terendah [81] dan 3 m pada saat pasang tertinggi [14]. *Sargassum* tidak dapat tumbuh di laut dalam karena tidak memiliki pigmen fotosintesis yang mampu menyerap panjang gelombang pendek [58]. Sedangkan, kecerahan merupakan tingkat kejernihan suatu perairan. Tingkat kecerahan yang rendah akan menurunkan kemampuan fotosintesis serta mengganggu proses fisiologi organisme air [72]. Kondisi perairan dengan tingkat kejernihan antara 2-5 m merupakan kondisi optimal untuk pertumbuhan makroalga [82][14].

Kecepatan arus mempengaruhi gas-gas terlarut dan mempermudah penyerapan nutrisi di dalam perairan [83][84][85]. Selain itu, arus dapat membantu membersihkan kotoran maupun mikroorganisme epifit yang menempel di *thallus* makroalga [81]. Variasi morfologi *thallus* makroalga juga sangat dipengaruhi oleh arus [86]. Kecepatan arus yang optimal berkisar antara 0,2-0,4 m/s [14], dan kecepatan arus yang terlalu tinggi akan menyebabkan stres bagi beberapa spesies makroalga [86].

Nitrat dan fosfat merupakan faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan komposisi kimia pada makroalga [87][88]. Selain itu, ketersediaan nutrisi juga berkaitan erat dengan fase perkembangan dan proses metabolisme tubuh [89]. Konsentrasi nitrat yang rendah akan

menghambat pertumbuhan makroalga, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi menyebabkan *thallus* menjadi mudah patah. Selain itu, keberadaan N dan P menyebabkan fertilitas rumput laut meningkat secara signifikan [90].

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis makroalga yang ditemukan yaitu *Padina*, *Turbinaria*, *Sargassum*, *Acanthopora*, dan *Gracilaria*. Dari semua jenis yang teridentifikasi, *Phaeophyceae* memiliki persen kontribusi lebih besar (60%), serta *Padina* dan *Sargassum* memiliki kelimpahan tertinggi, yaitu 21,31 ind/m<sup>2</sup> dan 19,42 ind/m<sup>2</sup> secara berturut-turut. Perairan Desa Temajuk memiliki tingkat keanekaragaman sedang, keseragaman tinggi, dan dominansi rendah. Kondisi perairan masih tergolong dalam kategori optimal untuk mendukung pertumbuhan makroalga di perairan Desa Temajuk, Kecamatan Paloh, Kalimantan Barat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Kabupaten Sambas, “Kabupaten Sambas dalam Angka 2021”, BPS Kabupaten Sambas, hal. 7-9, Feb. 2021.
- [2] P. Habdiansyah, I. Lovadi, Rizalinda, “Profil Vegetasi Mangrove Desa Sebus Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas”, *Protobiont*, vol. 4, no. 2, hal. 9-17, Jul 2015.
- [3] V. Meidiana, Apriansyah, I. Safitri, “Struktur Komunitas dan Estimasi Karbon Sedimen Mangrove di Desa Sebus Kecamatan Sambas Kalimantan Barat”, *Jurnal Laut Khatulistiwa*, vol. 2, no. 3, hal. 107-117, Okt 2019.



- [4] A. Wijaya, D. Astiani, W. Ekyastuti, "Keanekaragaman Jenis Vegetasi di Hutan Mangrove di Desa Sebusub Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas", *Jurnal Hutan Lestari*, vol. 9, no. 1, hal. 93-101, 2021.
- [5] Fisheries Diving Club Institut Pertanian Bogor dan WWF-Indonesia, "Eksplorasi Terumbu Karang dan Alam Pesisir Desa Temajuk Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat". 2012. [Report].
- [6] S. Fajar, "Morfometri Penyu yang Tertangkap secara Bycatch di Perairan Sambas, Kalimantan Barat", Universitas Diponegoro, 2017. [Skripsi].
- [7] D. Suprapti, "Status Populasi Penyu di Kecamatan Paloh, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat, WWF-Indonesia". 2012. [Report].
- [8] W. Patrajaya, "Eran World Wildlife Fund (WWF) dalam Pelestarian Penyu di Kecamatan Paloh, Kabupaten Sambas, Provinsi Kalimantan Barat", Jurusan Ilmu Hubungan Internasional, FISIP, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 2012. [Skripsi].
- [9] B.A. Putra, E.K. Wibowo, S. Rejeki, "Studi Karakteristik Biofisik Habitat Peneluran Penyu Hijau (*Chelonia mydas*) di Pantai Paloh, Sambas, Kalimantan Barat", *Journal of Marine Research*, vol. 3, no. 3, hal. 173-181, 2014.
- [10] I. Safitri, Warsidah, M.S.J Sofiana, A.A. Kushadiwijayanto, T.N. Sumarni, "Total Phenolic Content, Antioxidant and Antibacterial Activities of Sargassum polycystum of Ethanol Extract from Waters of Kabung Island", *BERKALA SAINSTEK*, vol. 9, no. 3., hal. 139-145, Aug 2021.
- [11] M.S.J. Sofiana, I. Safitri, Warsidah, S. Helena, S.I. Nurdiansyah, "Antioxidant and AntiInflammatory Activities from Ethanol Extract of *Eucheuma cottonii* from Lemukutan Island Waters West Kalimantan", *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, vol. 17, no. 4, hal. 247-25, Dec 2021.
- [12] M.S.J. Sofiana, Y.A. Nurrahman, Warsidah, S. Minsas, A. Yuliono, I. Safitri, S. Helena, Risko, "Community Structure of Macroalgae in Lemukutan Island Waters, West Kalimantan", *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, vol. 8, no. 1, hal. 1-8, Jun 2022.
- [13] Warsidah, I. Safitri, M.S.J. Sofiana, S. Helena, "Antibacterial Activity from Ethanol and Ethyl Acetate Extracts of *Padina pavonica* Hauck from Kabung Island Against *Escherichia coli*", *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, vol. 18, no. 1, hal. 1-6, Apr 2022.
- [14] J.T. Anggadiredja, A. Zatznika, H. Purwoto, S. Istini, "*Rumput Laut, Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial*", Jakarta: Penebar Swadaya. 147 hlm. 2006.
- [15] K. Sahayaraj, S. Rajesh, A. Asha, J.M. Rathi, P. Raja, P., "Distribution and diversity assessment of the marine macroalgae at four southern districts of Tamil Nadu, India", *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, vol. 43, no. 4, hal. 607-617, Apr 2014.
- [16] M. Koch, G. Bowes, C. Ross, X.H. Zhang, "Climate change and ocean acidification effects on seagrasses and marine macroalgae", *Glob. Chang. Biol.*, vol. 19, hal. 103-32, Sep 2013.
- [17] K. Sudhakar, R. Mamat, M. Samykan, W.H. Azmi, W.F.W. Ishak, T. Yusaf, "An overview of marine macroalgae as bioresource", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 91, hal. 165-179, Aug 2018.
- [18] D.F. Simatupang, J.S. Yanty, Y. Rachmayanti, F.M. Warganegara, Akhmaloka, "Diversity of Tropical Marine Macroalgae from Coastal Area of

- Sayang Diversity of Tropical Marine Macroalgae from Coastal Area of Sayang Heulang, West Java Indonesia”, *Biosciences Biotechnology Research Asia*, vol. 15, no. 1, hal. 139-144, Apr 2018.
- [19] R. Elizondo-González, E. Quiroz-Guzmán, C. Escobedo-Fregoso, P. Magallón-Servín, A. Peña-Rodríguez, “Use of seaweed *Ulva lactuca* for water bioremediation and as feed additive for white shrimp *Litopenaeus vannamei*”, *PeerJ*, vol. 6:e4459, Mar 2018.
- [20] N. Arumugam, S. Chelliapan, H. Kamyab, S. Thirugnana, N. Othman, N.S. Nasri, “Treatment of Wastewater Using Seaweed: A Review”, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 15, no. 2851, hal. 1-17, Des 2018.
- [21] R. Raj., N.K. Manju, T.S. Fazil, N.S. Chatterji, R. Anandan, S. Mathew, “Seaweed and its Role in Bioremediation - A Review”, *Fishery Technology*, vol. 59, hal. 147-153, Jul 2022.
- [22] K.J. Mcdermid, B. Stuercke, G.H. Balazs, “Nutritional Composition of Marine Plants in the Diet of the Green Sea Turtle (*Chelonia mydas*) in the Hawaiian Islands”, *BULLETIN OF MARINE SCIENCE*, vol. 81, no. 1, hal. 55-71, 2007.
- [23] M. Kasim, A.M. Balubi, A. Mustafa, R. Nurdin, R.S. Patadjai, W. Jalil, “Floating Cage: A New Innovation of Seaweed Culture, Emerging Technologies”, *Environment and Research for Sustainable Aquaculture*, 16 hal., 2020.
- [24] L.N. Howell dan D.J. Shaver, “Foraging Habits of Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) in the Northwestern Gulf of Mexico”, *Front. Mar. Sci.*, 15 Apr 2021.
- [25] D.M. John dan R.F. Al-Thani, “Benthic marine algae of the Arabian Gulf: a critical review and analysis of distribution and diversity patterns”, *Nova Hedwigia*, vol. 98, no. 3-4, hal. 341-392, Jul 2014.
- [26] E-S. Biris-Dorhoi, D. Michiu, C.R. Pop, A.M. Rotar, M. Tofana, O.L. Pop, S.A. Socaci, A.C. Farcas, “Macroalgae - A Sustainable Source of Chemical Compounds with Biological Activities”, *Nutrients*, vol. 12, no. 3085, Okt 2020.
- [27] L. Pereira, “Seaweeds as Source of Bioactive Substances and Skin Care Therapy-Cosmeceuticals, Algotherapy, and Thalassotherapy”, *Cosmetics*, vol. 5, no. 68, hal. 1-41, Nov 2018.
- [28] A. Leandro, L. Pereira, A.M.M. Gonçalves, “Diverse Applications of Marine Macroalgae”, *Mar. Drugs.*, vol. 18, no. 17, Des 2020.
- [29] Y. Kumar, A. Tarafdar, P.C. Badgujar, “Seaweed as a Source of Natural Antioxidants: Therapeutic Activity and Food Applications”, *Journal of Food Quality*, vol. 1, no. 17, hal. 1-17, Jun 2021.
- [30] S. Lomartire dan A.M.M. Gonçalves, “Antiviral Activity and Mechanisms of Seaweeds Bioactive Compounds on Enveloped Viruses - A Review”, *Mar. Drugs.*, vol. 20, no. 385, hal. 1-30, Jun 2022.
- [31] T.N. Sumarni, Warsidah, I. Safitri, A.A. Kushadiwijayanto, M.S.J. Sofiana, “Analisis Kandungan Proksimat dan Mineral Zink dari *Sargassum* sp. Asal Perairan Pulau Kabung”, *Oceanologia*, vol. 1, no. 1, hal. 24-27, Apr 2022.
- [32] D. Fatriyanti, Warsidah, M.S.J. Sofiana, S. Helena, “Analisis Kandungan Proksimat dan Mineral Zink dari Makroalga *Euclima cottonii* di Perairan Lemukutan”, *Oceanologia*, vol. 1, no. 1, hal. 28-32, Apr 2022.
- [33] M.S.J. Sofiana, A.B. Aritonang, I. Safitri, S. Helena, S.I. Nurdiansyah, Risko, D. Fadly, Warsidah, “Proximate, Phytochemicals, Total Phenolic Content

- and Antioxidant Activity of Ethanolic Extract of *Eucheuma spinosum* Seaweed”, *Sys. Rev. Pharm.*, vol. 11, no. 8, hal. 228-232, Aug 2020.
- [34] M. Eggertsen, “Introduced and indigenous macroalgae: Ecological effects, functions and regulating factors in tropical seascapes”, Department of Ecology, Environment and Plant Sciences, Stockholm University, 2020. [Tesis].
- [35] O.G. Mouritsen, “*Seaweeds: edible, available, and sustainable*”, University of Chicago Press, 2013.
- [36] N.A. Campbell, J.B. Reece, L.A. Urry, “*Biology, Eighth Edition*”, San Francisco, Pearson Benjamin Cummings, 2008.
- [37] P. Marianingsih, E. Amelia, T. Suroto, “Inventarisasi dan Identifikasi Makroalga di Perairan Pulau Untung Jawa”, *Prosiding Semirata FMIPA, Unerversitas Lampung*, 2013.
- [38] H. Mushlihah, K. Amri, A. Faizal, “Diversity and Distribution of Macroalgae to Environmental Conditions of Makassar City”, *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, vol. 7, no. 1, hal. 16-26, Sep 2021.
- [39] L. Pereira, “Macroalgae, Encyclopedia”, vol. 1, hal. 177-188, Feb 2021.
- [40] M.P. Raffo, R.V. Lo, E. Schwindt, “Introduced and native species on rocky shore macroalgal assemblages: zonation patterns, composition and diversity”, *Aquat. Bot.*, no. 112, hal. 57-65, Jan 2014.
- [41] American Public Health Association (APHA). “Standard Method for The Examination of Water and Wastewater”, 22th Edition, American Public Health Association, Washington DC, 2009.
- [42] C.E. Shannon dan W. Wiener, “The Mathematical Theory of Communication”, University of Illinois Press, Urbana, 125 pp., 1949.
- [43] E.P. Odum, “*Dasar-Dasar Ekologi*”, Gajah Mada Univ Press, Yogyakarta, 1993.
- [44] C.J. Krebs, “*Experimental Analysis of Distribution and Abundance*”, 3rd Ed., New York: Haper and Row Publisher, 1985.
- [45] J.D. Wehr, “Brown Algae: Freshwater Algae of North America”, Chapter 19, Elsevier Inc. All rights reserved, hal. 851-871.
- [46] Guiry dan Guiry, “Algae Base”, World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway, Ireland, 2020.
- [47] P. Eloranta, J. Kwandrans, E. Kusel-Fetzmann, “Rhodophyta and Phaeophyceae”, In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 7. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, p. 155, 2011.
- [48] K.E. Carpenter dan V.H. Niem, “The living marine resources of the western central pacific”, Vol. 4. Bony fish part 2 (Mugilidae to Carangidae), Rome, FAO, hal. 2069-2790, 2001.
- [49] Subagio dan M.S.H. Kasim, “Identifikasi Rumput Laut (Seaweed) di Perairan Pantai Cemara, Jerowaru Lombok Timur”, *J. Ilmu Sosial dan Pendidikan*, vol. 3, no. 1, hal. 308-321, Mar 2019.
- [50] T. Handayani, "Potensi Makroalga di Papan Terumbu Karang Perairan Teluk Lampung", *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, vol. 2, no. 1, hal. 55-67, 2017.
- [51] M. Kokabi, M. Yousefzadi, M. Razaghi, M.A. Fegghi, “Zonation patterns, composition and diversity of macroalgal communities in the eastern coasts of Qeshm Island, Persian Gulf, Iran”,

- Marine Biodiversity Records*, vol. 9, no.96, hal. 1-11, Okt 2016.
- [52] E.S. Srimariana, M. Kawaroe, D.F. Lestari, W.A. Setyaningsih, A.H. Nugraha, "Biodiversity of macroalgae in Pari Island Biodiversity of macroalgae in Pari Island", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020. DOI:10.1088/1755-1315/429/1/012018.
- [53] G. IIndrawati, I.W. Arthana, I.N. Meri, "Studi Komunitas Rumput Laut di Pantai Sanur dan Pantai Sawangan Nusa Dua Bali", *ECOTROPIC*, vol. 4, no. 2, hal. 73-79, 2022.
- [54] T.A. Caires, H.M.D.J. Affe, J.M.D.C. Nunes, "Reproductive and population characteristics of *Padina gymnospora* (Dictyotales, Ochrophyta) in a tropical beach of Brazil", *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, vol. 15, no. 4, hal. 272-282, 2020.
- [55] Tarigan, N., "Eksplorasi Keanekaragaman Makroalga di Perairan Londalima Kabupaten Sumba Timur", *BIOSFER: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, vol. 5, no. 1, hal. 37-43, Jun 2020.
- [56] A. Husni dan S.A. Budhiyanti, "Rumput Laut sebagai Sumber Pangan, Kesehatan dan Kosmetik", Yogyakarta: UGM Press, 158 pp., 2021.
- [57] A. Kadi, "Beberapa Catatan Kehadiran Marga *Sargassum* di Perairan Indonesia", *Jurnal Oseana*, vol. 4, hal. 19-29, 2005.
- [58] N. Kasanah, A.S. Wisnu, M.H.R.P. Akbar, M. Ulfah, Triyanto, "Sargassum: Karakteristik, Biogeografi, dan Potensi", Yogyakarta: UGM Press, 163 pp., 2017.
- [59] M. Puspita, M. Deniel, I. Widowati, O.K. Radjasa, P. Douzenel, G. Bedoux, N. Bourgougnon, "Antioxidant and antibacterial activity of solid-liquid and enzyme-assisted extraction of phenolic compound from three species of tropical *Sargassum*", *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, vol. 55, hal. 1-13, Jul 2017.
- [60] F. Meiyasa, Y.R. Tega, K.U. Henggu, N. Tarigan, S. Ndahawali, "Identifikasi Makroalga di Perairan Moudolung Kabupaten Sumba Timur", *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, vol. 12, no. 2, hal. 202-210, 2020.
- [61] S. Irwandi, dan W.A. Nurgayah, "Struktur komunitas makroalga pada substrat yang berbeda di Perairan Desa Tanjung Tiram Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara," *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, vol. 2, no. 3, hal. 215-224, Aug 2017.
- [62] S. Diansyah, I. Kusumawati, F. Hardinata, "Inventarisasi Jenis-Jenis Makroalga Di Pantai Lhok Bubon Kecamatan Samatiga Kabupaten Aceh Barat", *Jurnal Perikanan Tropis*, vol. 5, no. 1, hal. 93-103, Apr 2018.
- [63] S. Kamisyah, A. Sapar, R. Brilliantoro, E. Sayekti, "Isolasi dan Karakterisasi Alginat dari Rumput Laut (*Sargassum polycystum*) Asal Perairan Singkawang Kalimantan Barat", *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, vol. 8, no. 3, hal. 62-71, 2020.
- [64] Sukiman, M. Alada, P.A. Sri, Hilman, E. Aryanti, "Keanekaragaman dan Distribusi Spesies Makroalga di Wilayah Sektor Lombok Barat", *J. Penelitian UNRAM*, vol. 18, no. 2, hal. 0854-0098, 2014.
- [65] G.A.E. Shoubaky dan M.F. Kaiser, "Monitoring Spatial and Temporal Seaweeds Variation Using Remote Sensing Data in Al-Shoaiba Coast, Red Sea", *British Journal of Environment & Climate Change*, vol. 4, no. 4, hal. 409-422, Nov 2014.
- [66] I.K. Sumandiarsa, D.G. Bengen, J. Santoso, H.I. Januar, "The Impact of Spatio-temporal Variation on Seawater Quality and its Effect on the Domination of *Sargassum polycystum* on Small Islands in Western Indonesian Waters",

- Environment Asia, vol. 14, no. 1, hal. 80-92, Jan 2021.
- [67] H.J. Kang, Y.I. Kawasaki, F. Cheng, Y. Zhu, X. Xu, M. Li, A.M.M. Sousa, M. Pletikos, K.A. Meyer, G. Sedmak, T. Guennel, Y. Shin, M.B. Johnson, Ž. Krsnik, S. Mayer, S. Fertuzinhos, S. Umlauf, S.N. Lisgo, A. Vortmeyer, D.R. Weinberger, S. Mane, T.M. Hyde, A. Huttner, M. Reimers, J.E. Kleinman, N. Šestan, “Spatio-temporal transcriptome of the human brain”, *Nature*, vol. 478, hal. 483-489, Okt 2011.
- [68] A.W. Bruckner dan A.C. Dempsey, “The Status, Threats, and Resilience of Reef-Building Corals of the Saudi Arabian Red Sea”, *Springer Earth System Sciences*, Apr 2015.
- [69] C.D.G. Harley, K.M. Anderson, K.W. Demes, J.P. Jorve, R.L. Kordas, T.A. Coyle, M.H. Graham, “Effects of Climate Change on Global Seaweed Communities”, *Journal of Phycology*, vol. 48, no.5, hal. 1064-1078, Aug 2012.
- [70] A. Sina dan B.S. Muntalif, “Makrozoobentos sebagai bioindicator kualitas air (Studi kasus: Sungai Cipeles, Kabupaten Sumedang)”, *Prosiding Seminar II Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia*, 2005.
- [71] M.A. Kusumaningtyas, R. Bramawanto, A. Daulat, W.S. Pranowo, “Kualitas Perairan Natuna pada Musim Transisi”, *Depik*, vol. 3, no. 1, hal. 10-20, Apr 2014.
- [72] H. Effendi, “Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan”, Yogyakarta: Kanisius, 259 hlm, 2003.
- [73] A. Nontji, “*Laut Nusantara*” Jakarta: Djambatan, 2005.
- [74] P. Brahmana, “*Ekologi Laut*”, Tangerang: Universitas Terbuka, 412 hlm, 2014.
- [75] A.M. Rangkuti, R.C. Muhammad, R. Ani, Yulma, E.A. Hasan, “*Ekosistem Pesisir dan Laut Indonesia*”, Jakarta: Bumi Aksara, 482 hlm, 2017.
- [76] L. Ding, Y. Ma, B. Huang, S. Chen, “Effects of seawater salinity and temperature on growth and pigment contents in *Hypnea cervicornis* J. Agardh (Gigartinales, Rhodophyta)”, *J. BioMed Research International*, hal. 1-10, 2013.
- [77] S. Redmond, J.K. Kim, C. Yarish, M. Pietrak, I. Bricknell, “*Culture of Sargassum in Korea: Technique and Potential for Culture in the US*”, Orono, ME: Maine Sea Grant College Program, 2014.
- [78] A. Parenrengi, Sulaeman, E. Suryati, A. Tenriulo, “*Karakterisasi Genetika Rumput Laut Kappaphycus alvarezii yang Dibudidayakan di Sulawesi Selatan*”, *Jurnal Riset Akuakultur*, vol. 1, no.1, hal. 1-11, 2006.
- [79] A. Parenrengi dan Sulaeman, “*Mengenal Rumput Laut Kappaphycus alvarezii*”, Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau, Maros, 2007.
- [80] K.K. Rosada, Sunardi, T.D.K. Pribadi, S.A. Putri, “Struktur Komunitas Fithoplankton pada Berbagai Kedalaman di Pantai Timur Pananjung Pangandaran”, *J. Biodjati*, vol. 2, no. 1, hal. 30-37, Mei 2017.
- [81] Sunaryat, “*Pemilihan Lokasi & Budidaya Rumput Laut*”, Makalah Pelatihan INBUDKAD budidaya Kerapu, Tanggal 24-29 Mei 2004 di BBL Lampung.
- [82] Astriwana, “Peran Perendaman dengan Air Tawar dalam Menekan Penyakit pada Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Doty di Perairan Semak Daun Kepulauan Seribu, Jakarta”, Institut Pertanian Bogor, 2010. [Skripsi].
- [83] T.A. Barus, “*Pengantar Limnologi: Studi tentang Ekosistem Air Daratan*”, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2004.

- [84] M.G.H. Kordi dan A.B. Tancung, “Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan” Jakarta: Rineka Cipta, 2010.
- [85] Hilmi, Yuniarlin, C. Nunik, F. Nihla, “Pertumbuhan *Eucheuma cottonii* pada kedalaman 150 cm dengan jarak tanam yang berbeda”, *Jurnal Kelautan Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo*, 2013.
- [86] C. Peteiro dan Ó. Freire, “Effect of water motion on the cultivation of the commercial seaweed *Undaria pinnatifida* in a coastal bay of Galicia, Northwest Spain”, *Aquaculture*, vol. 314, hal. 269-276, 2011.
- [87] E. Ryder, S.G. Nelson, C. McKeon, E.P. Glen, K. Fitzsimmons, S. Napoleon, “Effect of water motion on the cultivation of the economic seaweed *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) on Molokai, Hawaii”, *Aquaculture*, vol. 238, hal. 207-219, 2004.
- [88] F. Msuya dan Neori, A., “Effect of Water Aeration and Nutrient Load Level on Biomass Yield, N Uptake and Protein Content of the Seaweed *Ulva lactuca* Cultured in Seawater Tanks”, *Journal of Applied Phycology*, vol. 20, hal. 1021-1031, 2008.
- [89] Masyahoro dan Mappiratu, “Respon Pertumbuhan pada Berbagai Kedalaman Bibit dan Umur Panen Rumput Laut *Eucheuma cottonii* di Perairan Teluk Palu”, *Media Litbang Sulteng*, vol. 3, no. 2, hal. 104-111, Sep 2010.
- [90] S. Fried, B. Mackie, E. Nothwehr, “Nitrate and phosphate levels positively affect the growth of algae species found in Perry Pond”, Mei 2003.