

ANALISIS KANDUNGAN KLOROFIL MAKROALGA HIJAU DOMINAN DI PERAIRAN TELUK AWUR, JEPARA

Nur Hikmah Mazroatum Maslahah^{**}, Max Rudolf Muskananfolo^a dan Pujiono Wahyu Purnomo^a

^aManajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

*Koresponden penulis : nhikmah558@gmail.com

Abstrak

Perairan Teluk Awur merupakan perairan dengan karakteristik gelombang yang tidak begitu besar dan daerah yang landai dengan substrat dasar berupa pasir dan pecahan karang, sehingga lokasi tersebut banyak ditemukan keanekaragaman sumber daya laut, diantaranya adalah makroalga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis makroalga dan kandungan klorofil makroalga hijau dominan serta faktor fisika kimia yang mempengaruhi kandungan klorofil makroalga. Metode yang digunakan penelitian ini adalah metode studi kasus yang dianalisis secara deskriptif dan analisis statistik uji *One Way ANOVA* dan *Principal Component Analysis*. Pengambilan sampel menggunakan teknik sampling secara *purposive random sampling*. Kandungan klorofil diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 645 dan 663 nm. Makroalga yang ditemukan di Perairan Teluk Awur, Jepara yaitu spesies *Caulerpa racemosa*, *Halimeda opuntia*, *Halimeda macroloba*, *Sargassum polycystum*, *Padina australis* dan *Halymenia durvillaei*. Hasil kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total berturut-turut dari makroalga hijau dominan spesies *Caulerpa racemosa*, *Halimeda opuntia* dan *Halimeda macroloba* berkisar antara 1,311-9,299 mg/L, 2,080-12,409 mg/L, dan 3,390-20,167 mg/L. Indeks keanekaragaman tergolong rendah (0-0,820), indeks keseragaman sedang (0-0,458) dan indeks dominansi pada kategori tinggi (0-1). Hasil uji analisis statistik dengan *One Way ANOVA* bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara jenis kandungan klorofil makroalga dengan jenis makroalga di Teluk awur, sedangkan hasil uji dengan metode PCA bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap kandungan klorofil diantaranya adalah variabel pH, DO, kecerahan, kecepatan arus, nitrat, dan fosfat, sedangkan faktor yang berpengaruh kecil terhadap kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total makroalga diantaranya adalah variabel suhu, intensitas cahaya, salinitas, dan kedalaman perairan.

Kata kunci: Klorofil, Makroalga, One Way ANOVA, PCA, Teluk Awur

Abstract

The waters of Teluk Awur relatively have small wave characteristics and sloping area with basic substrates of sand and coral fragment, which give rise to great variety of marine resources, including macroalgae. This study aims to determine diversity of macroalgae species and chlorophyll content of green macroalgae, as well as physical and chemical factors that affect chlorophyll content of macroalage. The method used study case, descriptive analysis, statistic analysis by One Way ANOVA and Principal Component Analysis. The method of sampling using purposive random sampling. Chlorophyll content was measured using UV-Vis spectrophotometer with wavelength of 645 and 663 nm. The macroalgae found in Teluk Awur, Jepara are *Caulerpa racemosa*, *Halimeda opuntia*, *Halimeda macroloba*, *Sargassum polycystum*, *Padina australis* and *Halymenia durvillaei*. The results of chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll content of the dominant green macroalgae from the species *Caulerpa racemosa*, *Halimeda opuntia* and *Halimeda macroloba* ranged from 1.311-9.299 mg/L, 2,080-12,409 mg/L, and 3,390-20,167 mg/L. The diversity index is low (0-0,820), uniformity index is moderate (0-0.458) and dominance index is high (0-1). The results of statistical analysis test with One Way ANOVA showed that was no significant difference between type of chlorophyll content and type of macroalgae in Teluk Awur, while the test results with PCA method showed the biggest environmental affect that influenced chlorophyll content were pH, DO, the brightness, speed currents, nitrates, and phosphates, while environmental factor have little effect on chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll content are temperature, light intensity, salinity and water depth.

Keywords: Chlorophyll, One Way ANOVA, PCA, Seaweed, Teluk Awur

PENDAHULUAN

Permukaan bumi terdiri dari daratan dan lautan, lebih dari 70 % permukaannya tertutupi oleh perairan dengan berbagai keanekaragaman spesies, salah satunya adalah makroalga. Indonesia memiliki potensi sebaran makroalga yang cukup luas dengan sebaran habitat di kawasan pasir, pasir berlumpur, pecahan karang, batuan dan berasosiasi dengan lamun maupun terumbu karang [1]. Makroalga merupakan tumbuhan yang tidak memiliki perbedaan struktur tubuh secara jelas, seperti batang (*stipe*), alat perekat atau akar (*holdfast*) dan daun (*blade*), tetapi hanya berbentuk *thallus*, sehingga rumput laut termasuk kedalam tumbuhan tingkat rendah [2]. Kandungan pigmen yang terdapat di makroalga diantaranya adalah pigmen fotosintesis yang berupa klorofil a dan klorofil b, serta pigmen pendukung (aksesoris) yang berupa karotenoid dan turunannya. Faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan makroalga diantaranya adalah kondisi lingkungan dan kualitas perairannya, diantaranya adalah suhu, DO, pH, intensitas cahaya, salinitas, arus, dan ketersediaan nutrient [3].

Perairan Teluk Awur Jepara merupakan perairan dengan karakteristik dasar yang landai serta gelombang yang tidak begitu besar. Perairan Teluk Awur tergolong dalam perairan yang masih baik dibandingkan pantai utara lain di Pulau Jawa, sehingga makroalga laut dapat tumbuh di perairan ini [4]. Makroalga dan lamun banyak ditemukan di daerah tepian perairan karena substrat di perairan ini berupa pasir, pasir berlumpur dan pecahan karang [5]. Seiring dengan berjalannya waktu dan adanya fenomena perubahan iklim sehingga mengakibatkan berubahnya kondisi cuaca dan mempengaruhi kondisi makroalga [6].

Potensi makroalga di perairan ini belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman jenis makroalga yang terdapat di perairan Teluk Awur, serta mengetahui kandungan pigmen klorofil yang terdapat pada makroalga dan faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhannya sehingga dapat digunakan untuk mendukung

penanaman makroalga dan kelestarian ekosistem tersebut.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu struktur komunitas makroalga dan kandungan klorofil a, b, dan total makroalga hijau dominan.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk mengimplementasikan penelitian dan perencanaan analisis variabel uji menggunakan metode studi kasus dengan analisis secara deskriptif. Metode ini dilakukan dengan mempelajari obyek penelitian berdasarkan tempat, waktu, dan populasi di lapangan [7].

Lokasi dan Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan di perairan Teluk Awur, Jepara, Jawa Tengah pada bulan November 2020-Januari 2021. Peta lokasi penelitian terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive random sampling* berdasarkan populasi sampel pada 6 stasiun, stasiun 1 (110°38'13.82"), stasiun 2 (110°38'14.54"), stasiun 3 (110°38'17.43"), stasiun 4 (110°38'20.40"), stasiun 5 (110°38'25.90"), dan stasiun 6 (110°38'29.74") dengan 3 kali pengulangan pada setiap stasiun. Variabel yang diukur diantaranya adalah struktur komunitas makroalga dengan menggunakan kuadran

transek 50x50 cm, koordinat lokasi penelitian dengan menggunakan GPS, serta variabel fisika perairan yaitu kecerahan dan kedalaman perairan dengan *Secchi disk*, suhu dengan thermometer, dan kecepatan arus menggunakan *flowatch* meter, sampel sedimen dengan *sediment core*, intensitas cahaya dengan lux meter, variabel kimia perairan yang diukur yaitu pH dengan pH meter, DO dengan DO meter, serta nitrat, fosfat, dan klorofil menggunakan spektrofotometer. Pengujian kandungan klorofil dan analisis tekstur substrat dilakukan di Laboratorium PSDIL dan Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, serta pengujian nutrient nitrat dan fosfat di Laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pengambilan data struktur komunitas dan kerapatan makroalga dengan menghitung setiap species dalam kuadran sampling 50x50 cm. Identifikasi makroalga dengan menggunakan buku FAO *Species Identification Guide for Fishery Purposes*.

Proses Ekstraksi Makroalga

Sampel makroalga hijau dominan yang telah diidentifikasi dan dibersihkan dengan air bersih kemudian di ekstraksi dengan menggunakan pelarut aseton. Proses ekstraksi dengan menggunakan 15 gr makroalga, kemudian ditumbuk dengan menggunakan mortar dan alu, selama proses penumbukan kemudian diberikan aseton sebanyak 10 mL, setelah tercampur kemudian dimasukkan pada botol gelap dan disimpan dalam freezer selama semalam yang bertujuan untuk mendapatkan ekstrak klorofil secara maksimal.

Pengukuran Konsentrasi Klorofil

Pengukuran absorbansi kandungan klorofil makroalga menggunakan spektrofotometer UV vis dengan panjang gelombang 645 dan 663 nm. Kandungan klorofil a, b, dan total ditentukan dengan menggunakan rumus matematis berdasarkan perhitungan Harborne (1973):

$$\begin{aligned} \text{Chl a (mg/L)} &= 12,7 A_{663} - 2,69 A_{645} \\ \text{Chl b (mg/L)} &= 22,9 A_{645} - 4,68 A_{663} \\ \text{Total chl (mg/L)} &= 20,2 A_{645} + 8,02 A_{663} \end{aligned}$$

Keterangan:

A = absorbansi pada panjang gelombang spesifik

Tekstur Substrat

Proses analisis tekstur substrat perairan dengan mengacu pada metode Buchanan [8], yaitu dengan mengeringkan sampel pada suhu 220⁰ hingga sampel mengering, kemudian sampel dihaluskan dengan menggunakan mortar dan alu. Sampel yang sudah halus disaring dengan menggunakan *Sieve Net* berukuran 63 μm . Sampel yang lolos saring dikategorikan sebagai silt dan clay, sedangkan yang tidak lolos saring dikategorikan sebagai sand. Sampel yang tergolong dalam silt dan clay kemudian dilakukan pemipetan, hasil pemipetan dihitung dengan menggunakan beberapa rumus untuk menentukan persentasi dari fraksi sedimen sebagai berikut:

- Fraksi *sand* = $\frac{\text{Berat total (gr)}}{\text{Berat total sampel}} \times 100 \%$
- Berat fraksi *silt* = (a-b) + (b-c) + (c-d) + (d-e)
Fraksi *silt* = $\frac{\text{Berat total fraksi lumpur (gr)}}{\text{Berat total sampel}} \times 100 \%$
- Fraksi *clay* = 100 % - % fraksi pasir - % fraksi lumpur

Struktur Komunitas Makroalga

Indeks keanekaragaman jenis (H')

Perhitungan indeks keanekaragaman digunakan untuk mengetahui keanekaragaman spesies di suatu ekosistem, indeks keanekaragaman dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Shannon – Wiener (H') [9] dengan rumus sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) \ln(p_i)$$

Keterangan :

H' : indeks keanekaragaman Shannon- wiener

Pi : ni/N

ni : jumlah individu jenis ke i

N : jumlah total individu

S : jumlah genera/spesies

Kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') [10] diantaranya adalah sebagai berikut:

H \leq 1 : keanekaragaman rendah

1<H<3 : keanekaragaman sedang

H \geq 3 : keanekaragaman tinggi

Indeks Keseragaman Jenis (e)

Indeks keseragaman digunakan untuk mengetahui sebaran individu antar jenisnya, indeks keseragaman dapat dihitung dengan rumus Evennes-Indeks [9] adalah sebagai berikut:

$$e = \frac{H'}{H_{max}}$$

Keterangan :

e : indeks keseragaman

Hmax : ln S

S : jumlah spesies

Kriteria nilai indeks keseragaman jenis [11] adalah sebagai berikut:

$e < 0,4$: keseragaman jenis kecil

$0,4 < e < 0,6$: keseragaman jenis sedang

$e > 0,6$: keseragaman jenis tinggi

Indeks Dominansi (D)

Indeks dominansi digunakan untuk mengetahui spesies dominan di suatu ekosistem, indeks dominansi dapat diketahui dengan persamaan Simpson [9] yang dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$D = \sum \left[\frac{n_i}{N} \right]^2$$

Keterangan :

D : indeks dominansi

n_i : jumlah individu

Berdasarkan hasil tersebut kandungan klorofil a, b, dan total dari setiap stasiun pada spesies dominan yang berbeda memiliki hasil yang berbeda, hal tersebut dapat dimungkinkan karena kandungan tersebut tergantung pada jenis spesies, kondisi lingkungan perairan serta penanganan sampelnya [14]. Perbedaan kandungan klorofil dapat juga dipengaruhi karena adanya pimen lain dalam makroalga

N : jumlah total individu

Kriteria penilaian indeks dominansi yaitu berdasarkan indeks dominansi Simpson pada kisaran nilai 0-1. Nilai yang mendekati 0 menunjukkan bahwa dominansi rendah atau tidak terdapat jenis yang mendominasi, sedangkan nilai yang mendekati 1 menunjukkan bahwa dominansi tinggi.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total makroalga terhadap spesies makroalga hijau dominan dengan menggunakan analisis uji *One Way ANOVA* [12] pada *software SPSS v.26*. Analisis untuk menyederhanakan suatu data dan mengetahui faktor utama yang mempengaruhi variabel kandungan klorofil makroalga dengan menggunakan metode *Principal Component Analysis (PCA)* [13] pada *software SPSS v.26*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Komunitas Makroalga

Berikut ini merupakan hasil dari struktur komunitas makroalga di Perairan Teluk Awur, Jepara.

tersebut yang lebih dominan atau dari faktor spesies itu sendiri, selain itu luas permukaan dari *blade* dan *thallus* juga berpengaruh terhadap proses fotosintesis tumbuhan tergantung pada jumlah penetrasi cahaya yang masuk.

Tabel 1. Indeks Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi Makroalga

Stasiun	Jenis Makroalga	H'	E	D (Dominansi)
1	<i>Caulerpa racemosa</i>	0,604	0,337	0.664
	<i>Halymenia durvillaei</i>			0.005
	<i>Sargassum polycystum</i>			0.012
	<i>Halimeda macroloba</i>			-
	<i>Halimeda opuntia</i>			-
	<i>Padina australis</i>			-
2	<i>Caulerpa racemosa</i>	0,201	0,112	0.901
	<i>Sargassum polycystum</i>			0.003
	<i>Halymenia durvillaei</i>			-
	<i>Halimeda macroloba</i>			-
	<i>Halimeda opuntia</i>			-
	<i>Padina australis</i>			-
3	<i>Halimeda opuntia</i>	0,820	0,458	0.536
	<i>Caulerpa racemosa</i>			0.016
	<i>Padina australis</i>			0.0003
	<i>Sargassum polycystum</i>			0.016
	<i>Halymenia durvillaei</i>			-
	<i>Halimeda macroloba</i>			-
4	<i>Halimeda opuntia</i>	0,606	0,338	0.087
	<i>Halimeda macroloba</i>			0.498
	<i>Caulerpa racemosa</i>			-
	<i>Halymenia durvillaei</i>			-
	<i>Sargassum polycystum</i>			-
	<i>Padina australis</i>			-
5	<i>Halimeda opuntia</i>	0,474	0,265	0.669
	<i>Halimeda macroloba</i>			0.033
	<i>Caulerpa racemosa</i>			-
	<i>Halymenia durvillaei</i>			-
	<i>Sargassum polycystum</i>			-
	<i>Padina australis</i>			-
6	<i>Halimeda opuntia</i>	0	0	1
	<i>Halimeda macroloba</i>			-
	<i>Caulerpa racemosa</i>			-
	<i>Halymenia durvillaei</i>			-
	<i>Sargassum polycystum</i>			-
	<i>Padina australis</i>			-

Berdasarkan hasil identifikasi spesies makroalga yang ditemukan di Perairan Teluk Awur diperoleh 3 divisi yang terdiri dari divisi Chlorophyta (*Caulerpa racemosa*, *Halimeda opuntia* dan *Halimeda macroloba*), divisi Phaeophyta (*Sargassum polycystum* dan *Padina australis*) dan divisi Rhodophyta (*Halymenia durvillaei*) didapatkan jumlah yang berbeda pada masing-masing stasiun. Stasiun 3 ditemukan jenis makroalga yang

lebih beragam dibandingkan dengan stasiun lainnya. Perbedaan hasil makroalga yang ditemukan pada setiap stasiun dapat terjadi dimungkinkan karena kondisi lingkungan dan kualitas perairan yang berbeda-beda.

Klorofil-a, Klorofil-b, dan Klorofil Total Makroalga Hijau Dominan

Hasil analisis kandungan klorofil pada makroalga hijau dominan di perairan Teluk Awur, Jepara dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Klorofil-a, Klorofil-b dan Klorofil Total Makroalga

Stasiun	Jenis Makroalga	Klorofil a (mg/L)	Klorofil b (mg/L)	Klorofil Total (mg/L)
1	<i>Caulerpa racemosa</i>	3,770-7,764	5,249-12,409	9,016-20,167
2	<i>Caulerpa racemosa</i>	1,311-4,899	2,080-7,638	3,390-12,532
3	<i>Halimeda opuntia</i>	3,149-6,234	4,703-5,259	8,109-13,047
4	<i>Halimeda macroloba</i>	4,358	6,347	10,701
	<i>Halimeda opuntia</i>	9,299	9,171	18,464
	<i>Halimeda macroloba</i>	4,750	6,005	10,752
5	<i>Halimeda opuntia</i>	4,867-7,666	6,247-8,589	11,111-16,250
6	<i>Halimeda opuntia</i>	4,935-8,047	7,427-9,172	12,358-17,214

Parameter Kualitas Air

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air dapat digunakan sebagai pertimbangan

terhadap persebaran spesies dan kandungan klorofil makroalga di perairan Teluk Awur, Jepara. Data kualitas air yaitu tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Kualitas Air

Parameter	1	2	3	4	5	6
pH	7,52-7,6	7,67-7,68	7,51-7,58	8,3-8,4	8,32-8,37	8,41-8,52
Suhu (°C)	31	31	30,5-31	31	31	31
DO (mg/L)	4,3-4,8	4,1-4,4	6-6,1	9,7-10,4	9,8-10,1	8,8-9,1
Salinitas (‰)	28-30	27-28	28-29	23-26	21-25	21-25
Kecerahan (cm)	0	0	0	14,5-35,5	15,5-31	17,5-29
Kedalaman(cm)	37-38	32-25	18-53	32-76	25-59	48-49
I. cahaya (lx)	22.147	17.889	16.485	24.985	23.947	23.908
Arus (m/s)	0,03-0,07	0,02-0,05	0,02-0,05	0,04-0,07	0,07-0,16	0,05-0,17
Nitrat (mg/L)	3,599	3,669	3,539	3,634	2,515	2,539
Fosfat (mg/L)	0,016	0,016	0,016	0,037	0,054	0,053
Jenis substrat	Pasir	Pasir	Pasir	Pasir	Pasir	Pasir

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air di Perairan Teluk Awur, Jepara didapatkan nilai pH berkisar antara 7,51 – 8,52. Nilai pH berpengaruh penting terhadap kehidupan organisme perairan, ketika nilai pH terlalu asam dapat mengakibatkan terhambatnya laju pertumbuhan organisme dan kematian organisme. Kisaran nilai pH yang optimal bagi kehidupan organisme perairan adalah 6,5-9 [15]. Kandungan pH berpengaruh terhadap kandungan klorofil, dimana pH berpengaruh terhadap proses biokimiawi perairan seperti pada proses nitrifikasi, ketika pH rendah maka nitrifikasi akan berakhir sehingga proses fotosintesis akan terhenti [16].

Kisaran suhu yang didapatkan adalah 30,5-31°C. Kisaran suhu berkisar antara 26 – 33°C merupakan nilai yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan makroalga [17]. Nilai suhu yang baik untuk proses

fotosintesis adalah 30°C, jika suhu diatas 32°C maka dapat menghambat proses fotosintesis. Pengaruh suhu menyebabkan klorofil tumbuhan bersifat labil, sehingga klorofil mudah terdegradasi menjadi molekul turunannya [18]. Suhu yang tinggi menyebabkan kandungan klorofil b menurun dan menjadi tidak optimal.

Salah satu faktor pembatas bagi kehidupan organisme perairan adalah kandungan oksigen terlarut (*Dissolved oxygen*). Nilai DO yang optimal bagi pertumbuhan makroalga adalah 4,5-9,8 mg/L [19]. Nilai DO yang didapatkan yaitu antara 4,1-10,4 mg/L. Nilai tersebut melampaui batas saturasi oksigen terlarut yaitu 7,51-7,63 mg/L [20]. Akurasi nilai DO banyak menjadi permasalahan, yaitu dapat dipengaruhi oleh pH, suhu perairan, proses fotosintesis, terjadinya difusi antara air dengan udara bebas,

serta ketelitian dari instrument yang digunakan maupun faktor antropogenik.

Nilai salinitas yang diukur ketika penelitian adalah sebesar 21-30 ‰, terdapat nilai salinitas yang cukup rendah dapat disebabkan ketika pengambilan sampel yang berlangsung pada musim hujan, sehingga adanya air tawar yang masuk kedalam perairan berpengaruh terhadap nilai salinitasnya. Kisaran salinitas yang optimal di perairan adalah 15-35 ‰ [15]. Ketika salinitas perairan tinggi maka akan berpengaruh terhadap proses respirasi, fotosintesis dan biosintesis, terutama biosintesis pada umput laut [21].

Perairan Teluk Awur merupakan perairan yang memiliki tingkat kecerahan cukup tinggi, nilai kecerahan yang didapatkan ketika penelitian adalah 0-35,5 cm. Kecerahan perairan mempengaruhi penetrasi cahaya yang masuk dan menyebabkan proses fotosintesis lebih efektif [17]. Intensitas cahaya di lokasi penelitian yaitu berkisar antara 16.485-24.985 lx. Sedangkan kedalaman perairannya adalah 18-76 cm. Seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan maka akan mempengaruhi kandungan klorofil makroalga. Semakin dalam perairan, kecerahan yang dibutuhkan untuk masuknya penetrasi cahaya pada proses fotosintesis akan semakin menurun [22].

Distribusi nutrien di perairan untuk pertumbuhan makroalga disebabkan oleh adanya pergerakan massa air atau biasa disebut dengan kecepatan arus. Nutrien yang terdistribusi kemudian diserap oleh *thallus* makroalga. Nilai kecepatan arus yang didapatkan adalah 0,02-0,17 m/s. Kecepatan arus yang optimal untuk pertumbuhan makroalga adalah tidak lebih dari 40 cm/s, arus

yang terlalu besar dapat menyebabkan patahnya percabangan makroalga [23].

Kandungan nitrat yang diperoleh sebesar 2,515-3,699 mg/L, sedangkan kandungan fosfatnya adalah 0,016-0,054 mg/L. Berdasarkan hasil pengukuran nitrat, perairan tersebut tergolong dalam perairan dengan kesuburan sedang atau mesotrofik. Ketersediaan zat hara dalam kondisi seimbang atau cukup, serta keberadaan organisme perairan mencukupi. Kandungan nitrat yang lebih dari 0,2 mg/L dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu pertumbuhan alga dan tumbuhan air meningkat (*blooming*) [24]. Tetapi eutrofikasi tidak terjadi di stasiun penelitian, dikarenakan kandungan fosfat yang rendah, sedangkan eutrofikasi terjadi ketika zat hara meningkat (nitrat dan fosfat). Kandungan fosfat di lokasi penelitian cukup sesuai untuk pertumbuhan makroalga. Kandungan fosfat dengan nilai 0,021-0,05 mg/L di perairan tergolong dalam perairan yang cukup subur [25].

Salah satu faktor penting untuk keberadaan organisme makroalga adalah jenis substrat tumbuhnya. Jenis substrat di lokasi penelitian adalah jenis pasir. Tipe substrat yang baik untuk pertumbuhan makroalga adalah jenis campuran pasir dan pecahan karang, tipe ini biasanya dapat mudah dilalui oleh arus sehingga cocok untuk pertumbuhan makroalga [26].

Perbedaan Kandungan Klorofil terhadap Jenis Makroalga Hijau Doiminan

Hasil analisis perbedaan kandungan klorofil a, b, dan total terhadap jenis makroalga hijau yang dominan tersaji pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Uji One Way ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Klorofil a	Between Groups	12,985	2	6,492	1,645	0,226
	Within Groups	59,197	15	3,946		
	Total	72,182	17			
Klorofil b	Between Groups	5,117	2	2,558	0,460	0,640
	Within Groups	83,508	15	5,567		
	Total	88,624	17			
Klorofil total	Between Groups	34,123	2	17,061	0,950	0,409
	Within Groups	269,404	15	17,960		
	Total	303,527	17			

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) didapatkan nilai signifikansi klorofil a, klorofil b dan klorofil total ialah 0,226; 0,640 dan 0,409. Nilai tersebut dikategorikan $> 0,05$, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa H_0 diterima. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total makroalga terhadap spesies makroalga hijau dominan yang ditemukan. Nilai

kandungan klorofil yang berbeda-beda setiap individu dikarenakan spesies yang berbeda, kondisi lingkungan perairan serta penanganan sampelnya [14]. Kadar pigmen lain yang lebih dominan pada suatu spesies makroalga atau faktor lain dari jenis spesies juga dapat mempengaruhi kandungan klorofil. Selain itu, luas dari *blade* dan *thallus* makroalga juga berpengaruh terhadap penangkapan cahaya yang masuk kedalam tumbuhan tersebut untuk proses fotosintesis.

Faktor yang Mempengaruhi Kandungan Klorofil Makroalga Hijau

Hasil model analisis faktor PCA disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Model Analisis PCA

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		0,528
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	417,785
	Df	78
	Sig.	0,00

Nilai KMO yang didapatkan adalah 0,528, nilai tersebut menunjukkan bahwa $0,528 > 0,5$, sehingga analisis faktor dapat dilanjutkan. Sedangkan hasil *Bartlett's Test of Sphericity* menunjukkan nilai 417,785 dengan signifikansi $0,00 < 0,05$. Nilai hasil uji tersebut memenuhi persyaratan uji Bartlett dan analisis dapat dilanjutkan.

Berdasarkan hasil tersebut maka akan diketahui variabel yang dapat diproses lebih lanjut dan variabel yang akan dikeluarkan. Hasil dari interpretasi analisis faktor disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Interpretasi Variabel

Variabel	Faktor	Eigenvalues	Loading Factor	% Variance	Kumulatif %
pH			0,926		
DO			0,905		
Kecerahan	Faktor 1	6,960	0,854	53,539	53,539
Kecepatan arus			0,651		
Nitrat			-0,533		
Fosfat			0,921		
Klorofil a			0,918		
Klorofil b	Faktor 2	2,045	0,960	15,728	69,267
Klorofil total			0,966		
Suhu			0,802		
Salinitas	Faktor 3	1,539	-0,056	11,838	81,105
Kedalaman			0,828		
Intensitas cahaya			0,787		

Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai eigenvalues dari ketiga faktor adalah > 1 . Kelompok satu atau faktor yang paling berpengaruh terhadap kandungan klorofil makroalga adalah pH, DO, kecerahan, kecepatan arus, nitrat, dan fosfat. Faktor yang paling berpengaruh adalah variabel pH dengan nilai *loading* sebesar 0,926. Tinggi rendahnya kandungan klorofil dipengaruhi oleh faktor hidrologi, diantaranya adalah pH, arus, DO, nitrat dan fosfat [16]. Faktor yang kedua ialah klorofil a, klorofil b, dan klorofil total. Sedangkan untuk faktor ketiga atau biasa faktor yang berpengaruh kecil diantaranya adalah suhu, salinitas, kedalaman, dan intensitas cahaya. Kandungan klorofil bersifat labil terhadap pengaruh suhu dan cahaya, serta berdasarkan kedalaman perairan kandungan klorofil menunjukkan hasil yang tidak berbeda [18].

KESIMPULAN

Keanekaragaman jenis makroalga di perairan Teluk Awur tergolong dalam keanekaragaman rendah, keseragamannya tergolong sedang, sedangkan dominansi spesiesnya tergolong dominansi tinggi dan didominasi oleh spesies *Caulerpa racemosa*, *Halimeda opuntia* dan *Halimeda macroloba*. Kandungan klorofil a yaitu sebesar 1,311 - 9,299 mg/L, sedangkan untuk kandungan klorofil b yaitu sebesar 2,080 - 12,409 mg/L dan kandungan klorofil total yaitu sebesar 3,390 - 20,167 mg/L dimana tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kandungan

klorofil a, b, dan total terhadap jenis spesiesnya. Faktor yang paling berpengaruh terhadap kandungan klorofil diantaranya adalah variabel pH, DO, kecerahan, kecepatan arus, nitrat, dan fosfat, sedangkan faktor yang berpengaruh kecil terhadap kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total makroalga diantaranya adalah variabel suhu, intensitas cahaya, salinitas, dan kedalaman perairan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, M.S dan Dr. Aninditia Sabdaningsih, S.Si., M.Si selaku dosen penguji atas segala bimbingan, kritik dan saran yang diberikan dalam hasil penelitian ini, serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erlania, I. N. Radiarta, J. Haryadi, dan O. Johan, "Kondisi Rumput Laut Alam di Perairan Pantai Ujung Genteng, Sukabumi dan Labuhanbua, Sumbawa: Potensi Karbon Biru dan Pengembangan Budidaya," vol. 10, no. 2, pp. 293–304, 2015.
- [2] R. C. Kepel, D. M. H. Mantiri, A. Rumengan, dan Nasprianto, "Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Desa Blongko, Kecamatan

- Sinonsayang, Kabupaten Minahasa Selatan,” *J. Ilm. Platax*, vol. 6, no. 1, pp. 174–187, 2018.
- [3] Akmal, R. Syamsuddin, D. D. Trijuno, dan A. Tuwo, “Morfologi, Kandungan Klorofil a, Pertumbuhan, Produksi, dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* yang Dibudidayakan pada Kedalaman Berbeda.” pp. 39–50, 2017.
- [4] R. Pramesti, A. Susanto, W. A. S, A. Ridlo, S. Subagiyo, dan Y. Oktaviaris, “Struktur Komunitas dan Anatomi Rumput Laut di Perairan Teluk Awur, Jepara dan Pantai Krakal, Yogyakarta,” *J. Kelaut. Trop.*, vol. 19, no. 2, p. 81, 2016, doi: 10.14710/jkt.v19i2.822.
- [5] S. Nabilla, R. Hartati, dan R. A. Tri Nuraini, “Hubungan Nutrien Pada Sedimen dan Penutupan Lamun Di Perairan Jepara,” *J. Kelaut. Trop.*, vol. 22, no. 1, p. 42, 2019, doi: 10.14710/jkt.v22i1.4252.
- [6] H. Kurniawan, B. Yulianto, dan I. Riniatsih, “Kondisi Padang Lamun di Perairan Teluk Awur Jepara Terkait dengan Parameter Lingkungan Perairan dan Keberadaan Sampah Makro Plastik,” vol. 10, no. 1, pp. 29–38, 2021.
- [7] S. B. Merriam dan E. J. Tisdell, *Qualitative research: A guide to design dan implementation*, Fourth Edi. San Francisco, CA : Jossey-Bass, 2016.
- [8] J. B. Buchanan, *Sediment Analisis. In Holme dan McLntryre. Method for Study of Marine Benthos. Method for Study of Marine Benthos*. London: Blackhel Scientific Publication., 1971.
- [9] J. Gray dan M. Elliott, *Ecology of Marine Sediments: From Science to Management*. 2009.
- [10] J. L. Wilhm dan T. C. Dorris, “Biological Parameters for Water Quality Criteria,” *Bioscience*, vol. 18, no. 6, pp. 477–481, 1968, doi: 10.2307/1294272.
- [11] E. P. Odum, *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta.: Gadjah Mada University Press, 1993.
- [12] C. Dastiana dan Mudiantono, “Analisis Perbedaan Respon Sikap Audience Atas Strategi Promosi Product Placement dalam Film Habibie & Ainun,” *Diponegoro J. Manag.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–9, 2013.
- [13] W. Wiyoto dan I. Effendi, “Analisis Kualitas Air Untuk Marikultur di Moro, Karimun, Kepulauan Riau dengan Analisis Komponen Utama,” *J. Aquac. Fish Heal.*, vol. 9, no. 2, pp. 143–154, 2020.
- [14] E. Ernati, F. R. Zakaria, E. Prangdimurti, D. R. Adawiyah, dan B. P. Priosoeryanto, “Penurunan Logam Berat dan Pigmen pada Pengolahan Geluring Rumput Laut *Gelidium Sp.* dan *Ulva lactuca*,” *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.*, vol. 21, no. 2, p. 267, 2018.
- [15] A. I. Nur, H. Syam, dan P. Patang, “Pengaruh Kualitas Air terhadap Produksi Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*),” *J. Pendidik. Teknol. Pertan.*, vol. 2, no. 1, pp. 27–40, 2016, doi: 10.26858/jptp.v2i1.5151.
- [16] R. F. Sihombing, R. Aryawati, dan Hartoni, “Kandungan Klorofil-a Fitoplankton di Sekitar Perairan Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan,” *Maspari J.*, vol. 5, no. 1, pp. 34–39, 2013.
- [17] A. Asni, “Analisis Poduksi Rumput Laut (*Kappaphycus Alvarezii*) Berdasarkan Musim dan Jarak Lokasi Budidaya di Perairan Kabupaten Bantaeng,” *J. Akuatika Indones.*, vol. 6, no. 2, p. 243950, 2015.
- [18] N. Rohmat, R. Ibrahim, dan P. Riyadi, “Pengaruh Perbedaan Suhu dan Lama Penyimpanan Rumput Laut Sargassum Polycystum terhadap Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen Klorofil,” *J. Pengolah. dan Bioteknol. Has. Perikan.*, vol. 3, no. 1, pp. 118–126, 2014.
- [19] Risnawati, M. Kasim, dan Haslianti, “Studi Kualitas Air Kaitanya dengan Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) pada Rakit Jaring Apung di Perairan Pantai Lakeba Kota Bau-Bau Sulawesi Tenggara,” *J. Manaj. Sumber Daya Perair.*, vol. 4, no. 2, pp. 155–164, 2018.

- [20] G. C. Whipple dan M. C. Whipple, "Solubility of Oxygen In Sea Water.," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 33, no. 3, pp. 362–365, May 1911, doi: 10.1021/ja02216a012.
- [21] E. Yudiati, A. Ridlo, A. A. Nugroho, S. Sedjati, dan L. Maslukah, "Analisis Kandungan Agar, Pigmen dan Proksimat Rumput Laut *Gracilaria* sp. pada Reservoir dan Biofilter Tambak Udang *Litopenaeus vannamei*," *Bul. Oseanografi Mar.*, vol. 9, no. 2, pp. 133–140, 2020, doi: 10.14710/buloma.v9i2.29453.
- [22] A. N. Kusuma, C. A. Suryono, dan I. Riniatsih, "Kandungan Klorofil *Cymodocea serrulata* pada Kedalaman Berbeda di Perairan Pulau Panjang Jepara," *J. Mar. Res.*, vol. 9, no. 4, pp. 439–443, 2020.
- [23] Y. Burdames dan E. L. A. Ngangi, "Kondisi Lingkungan Perairan Budi Daya Rumput Laut di Desa Arakan, Kabupaten Minahasa Selatan," *e-Journal Budid. Perair.*, vol. 2, no. 3, pp. 69–75, 2014, doi: 10.35800/bdp.2.3.2014.5706.
- [24] R. Hartati, A. Djunaedi, Hariyadi, dan Mujiyanto, "Struktur Komunitas Padang Lamun di Perairan Pulau Kumbang, Kepulauan Karmunjawa," *Ilmu Kelaut.*, vol. 17, no. 4, pp. 217–225, 2012.
- [25] Burhanuddin, "Pertumbuhan Dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* yang Dibudidayakan pada Jarak dari Dasar Perairan yang Berbeda Burhanuddin," *Octopus J. Ilmu Perikan.*, vol. 1, no. 1987, pp. 76–83, 2012.
- [26] S. S. M. Gufana, F. Fendi, K. Karyawati, dan A. Sommeng, "Kajian Kesesuaian Lokasi Perairan untuk Budidaya Rumput Laut di Kabupaten Muna, Indonesia," *J. Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, vol. 1, no. 2, pp. 13–24, 2016.