

# Keanekaragaman dan Potensi Pemanfaatan Makroalga di Pesisir Pulau Tunda

## (Biodiversity and Utilization Potency of Macroalgae at Tunda Island)

Endang Sunarwati Srimariana<sup>1</sup>, Mujizat Kawaroe<sup>1,2</sup>, Dea Fauzia Lestari<sup>1</sup>, Aditya Hikmat Nugraha<sup>3,4\*</sup>

(Diterima Januari 2019/Disetujui November 2019)

### ABSTRAK

Makroalga merupakan salah satu sumber daya hayati laut yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan lebih lanjut oleh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keanekaragaman beserta mengidentifikasi potensi pemanfaatan makroalga di area pesisir Pulau Tunda. Penelitian dilakukan pada empat stasiun dengan menggunakan metode *belt transect*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 15 jenis spesies makroalga yang ditemukan yang berasal dari 3 kelas makroalga yang meliputi *chlorophyceae*, *phaeophyceae*, dan *rhodophyceae*. Spesies makroalga yang banyak dijumpai ialah *Padina minor*, *Halimeda macroloba*, dan *Gracilaria salicornia*. Berdasarkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, keanekaragaman makroalga tertinggi ditemukan pada stasiun 3, yakni sebesar 2,44. Berdasarkan jenis makroalga yang ditemukan di lapangan, terdapat beberapa spesies makroalga yang dapat dimanfaatkan. Kurangnya informasi terkait kandungan makroalga yang terdapat di pesisir Pulau Tunda menyebabkan belum adanya pemanfaatan makroalga oleh masyarakat setempat.

**Kata kunci:** *Gracilaria salicornia*, *Halimeda macroloba*, keanekaragaman, makroalga, *Padina minor*

### ABSTRACT

Macroalgae is one of the marine biological resources that has a potential to be utilized further by humans. This research aims to study macroalgae diversity and utilization potency by humans in the coastal area of Tunda Island. The study was conducted at 4 stations using the belt transect method. Results of this study indicated that there were 15 species of macroalgae found that came from 3 macroalgae classes, they were *chlorophyceae*, *phaeophyceae*, and *rhodophyceae*. Macroalgae species that are often found are *Padina minor*, *Halimeda macroloba*, and *Gracilaria salicornia*. The highest macroalgae diversity was found at station 3 with a value of 2.44. Based on the type of macroalgae found in the field there are several macroalgae species that can be utilized, and the lack of information causes the low macroalgae utilization by the local community.

**Keywords:** *Biodiversity*, *Gracilaria salicornia*, *Halimeda macroloba*, macroalgae, *Padina minor*

### PENDAHULUAN

Makroalga merupakan salah satu organisme bentik yang hidup tumbuh di perairan dangkal serta memiliki kemampuan untuk melakukan aktivitas fotosintesis. Kemampuan makroalga dalam melakukan fotosintesis berdampak pada peran makroalga sebagai sumber produktivas primer di perairan. Makroalga juga memiliki peran sebagai sumber makanan bagi beberapa organisme herbivora sehingga memiliki peran ekologi yang cukup penting (Melville 2005). Selain peran

ekologi, makroalga juga memiliki potensi yang cukup tinggi untuk dimanfaatkan, beberapa jenis makroalga memiliki kandungan bioaktif sehingga inventarisasi keanekaragaman dan potensinya masih perlu dilakukan.

Kelimpahan makroalga di alam salah satunya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan (Hurrey *et al.* 2013; Han & Liu 2014). Umumnya, makroalga hidup di kawasan intertidal yang memiliki variasi faktor lingkungan yang cukup tinggi dibandingkan dengan bagian ekosistem laut yang lain (Satyam & Thiruchitrambalam 2018.). Beberapa faktor lingkungan yang bervariasi tersebut di antaranya seperti suhu, salinitas, substrat, dan sebagainya. Karakteristik lingkungan yang berbeda berdampak pada keragaman jenis makroalga yang berada di suatu lingkungan perairan (Cleary *et al.* 2016).

Pulau Tunda merupakan salah satu pulau kecil yang berada di Perairan Kabupaten Serang, tepatnya berada di laut Jawa yang memiliki keanekaragaman hayati laut yang cukup baik. Penelitian Darus *et al.* (2015) menunjukkan bahwa area intertidal di Pulau Tunda terdiri atas tiga ekosistem yang merupakan ciri khas ekosistem laut tropis yang meliputi ekosistem

<sup>1</sup> Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

<sup>2</sup> Pusat Penelitian Surfaktan dan Bionergi, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Baranangsiang, Jl Raya Pajajaran, Bogor 16153

<sup>3</sup> Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Jl. Politeknik Senggarang, Tanjungpinang 29100

<sup>4</sup> Yayasan Lamun Indonesia (LAMINA), Jl. Amonia F-10 Kavling Pupuk Kujang, Beji timur, Depok 16422

\* Penulis Korespondensi: Email: [adityahn@umrah.ac.id](mailto:adityahn@umrah.ac.id)

mangrove, ekosistem padang lamun, dan ekosistem terumbu karang, yang umumnya masih berada dalam kondisi yang sangat baik. Kondisi ekosistem perairan yang masih dalam kondisi baik tersebut memungkinkan dapat memengaruhi keanekaragaman biota asosiasinya, termasuk makroalga. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keanekaragaman makroalga di area pesisir Pulau Tunda dan potensi pemanfaatan makrolaga yang ada di Pulau Tunda.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Pengambilan Data

Penelitian ini dilaksanakan di pesisir Pulau Tunda. Pulau Tunda merupakan salah satu pulau kecil yang terletak di utara Pulau Jawa. Secara administrasi, pulau ini termasuk ke dalam wilayah Provinsi Banten. Pengambilan data dilakukan di empat stasiun, yang mewakili keseluruhan wilayah Pulau Tunda (Gambar 1). Stasiun 1 berada di sebelah selatan yang berbatasan dengan arah barat, Stasiun 2 berada di sebelah selatan yang berbatasan dengan arah timur, Stasiun 3 berada di sebelah timur, dan Stasiun 4 berada di sebelah utara.

Penelitian ini terdiri atas pengamatan yang dilakukan secara *in situ* dan *eks situ*. Pengamatan yang dilakukan secara *in situ* meliputi pengamatan kelimpahan makroalga, dan kualitas lingkungan perairan seperti suhu, salinitas, pH, dan kecerahan, sedangkan pengamatan yang dilakukan secara *eks situ* dilakukan di laboratorium, seperti identifikasi makroalga dan pengamatan parameter kualitas lingkungan perairan seperti nitrat, fosfat, dan kualitas sedimen.

### Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data makroalga dilakukan pada setiap stasiun dengan menggunakan metode

visual sensus pada area intertidal yang merupakan area dilakukannya penelitian ini. Pengambilan data menggunakan metode *belt transek* dengan mengambil panjang garis transek sepanjang 100 m tegak lurus garis pantai menuju tubir dan lebar transek 50 m sebanyak tiga kali ulangan. Pengambilan data dilakukan dengan bantuan transek kuadrat berukuran 1 m x 1 m. Selanjutnya pada transek tersebut dilakukan identifikasi dan pendataan jenis makroalga yang ditemukan serta pengambilan data kualitas lingkungan perairan (Draisma *et al.* 2018).

### Analisis Data

Analisis indeks ekologi meliputi indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Indeks keanekaragaman dihitung dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon Wiener, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman

n<sub>i</sub> = Jumlah individu pada spesies i

N = Total semua individu

Indeks keseragaman dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Keterangan:

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

S = Jumlah spesies

Indeks dominansi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:



Gambar 1 Lokasi pengambilan data di Pulau Tunda, Kabupaten Serang, Banten.

$$c = \sum \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan:

C = Indeks dominansi

$n_i$  = Jumlah individu pada spesies  $i$

N = Total semua individu

Hubungan antara kelimpahan makroalga dengan karakteristik fisika kimia perairan dianalisis dengan menggunakan analisis komponen utama. Analisis komponen utama adalah salah satu teknik analisis multivariat yang membentuk variabel baru yang merupakan kombinasi linear dari variabel asal dan bertujuan untuk melakukan reduksi dan interpretasi data (Bengen 2000). Analisis komponen utama dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak XL Stat 2013.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Distribusi Kelimpahan Makroalga

Hasil pengamatan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa makroalga yang ditemukan di perairan Pulau Tunda tersebar di empat stasiun pengamatan. Sebaran makroalga di perairan tentunya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan di sekitarnya (Tabel 1). Nilai salinitas di semua stasiun pengamatan berada pada kisaran 29–31 psu, kecerahan di semua stasiun

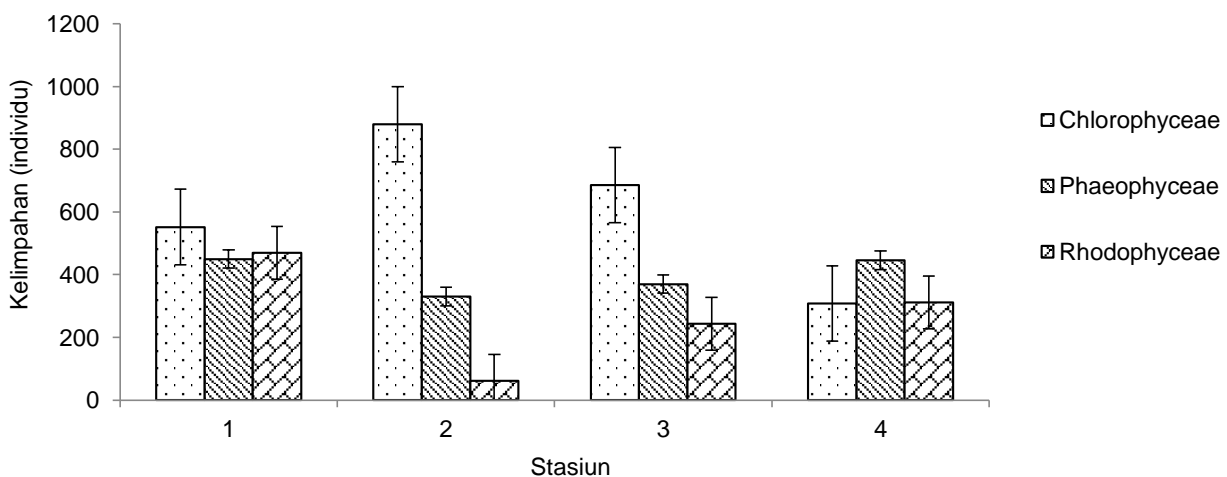
pengamatan berada pada nilai 100% pada kedalaman 50 cm sampai 1 m, konsentrasi nitrat berada pada kisaran 0,364–0,686 mg/L, konsentrasi fosfat berada pada kisaran 0,03–0,058 mg/L, dengan mayoritas substrat dasar perairan didominasi oleh pasir. Berdasarkan kandungan nutriennya, perairan di pesisir Pulau Tunda berada dalam kondisi eutrofik karena konsentrasi parameter nitrat dan fosfat telah melebihi baku mutu untuk kehidupan biota laut (Effendi 2003).

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa ketiga kelas makroalga ditemukan di semua stasiun pengamatan (Gambar 2). Makroalga kelas chlorophyceae memiliki kelimpahan tertinggi di semua stasiun pengamatan, disusul oleh makroalga yang berasal dari kelas phaeophyceae dan rhodophyceae. Secara keseluruhan, kelimpahan makroalga terbanyak ditemukan pada stasiun 1, yaitu sebesar 1471 individu, disusul selanjutnya oleh stasiun 3 sebesar 1298 individu, stasiun 2 sebesar 1272 individu, dan stasiun 4 sebesar 1065 individu.

Umumnya, makroalga yang berasal dari kelas chlorophyceae memiliki kelimpahan makroalga tertinggi dibandingkan dengan kelas lainnya. Hal tersebut dikarenakan jumlah jenis makroalga yang berasal dari kelas chlorophyceae memiliki sebaran habitat yang lebih luas dibandingkan dengan kelas lainnya sehingga menyebabkan tingkat kemunculan makroalga yang berasal dari kelas tersebut lebih mudah dijumpai dibandingkan dengan kelas lainnya (Odum 1993). Selain itu, makroalga kelas chlorophyceae memiliki ke-

Tabel 1 Kualitas lingkungan perairan

Parameter	Unit	Stasiun				Baku mutu (KepMenLH)
		St 1	St 2	St 3	St 4	
Kimia fisika perairan nitrat	mg/L	0,364	0,404	0,686	0,351	0,008
Fosfat	mg/L	0,030	0,035	0,058	0,039	0,015
Salinitas	psu	31,000	30,000	29,000	31,000	33–34
Kecerahan	%	100,000	100,000	100,000	100,000	
Fraksinasi substrat kerikil	%	0,580	15,640	4,960	30,610	
Pasir	%	95,740	81,750	93,780	68,790	
Debu	%	3,680	2,610	1,260	0,610	



Gambar 2 Kelimpahan makroalga di pesisir Pulau Tunda berdasarkan kelas.

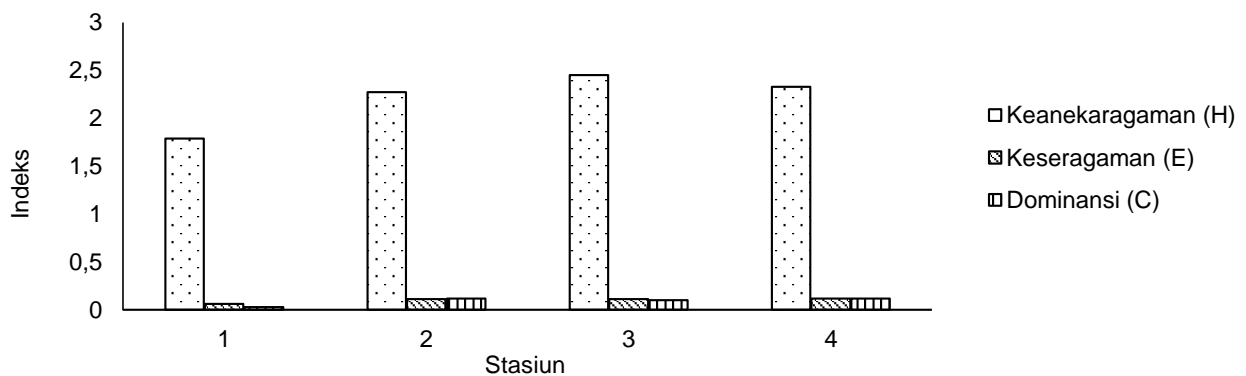
mampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan sekitarnya, salah satu contoh tingkat adaptasi makroalga yang berasal dari kelas Chlorophyceae, yaitu mudah menancap berbagai jenis substrat dasar perairan sehingga dapat mempertahankan diri dari arus perairan (Irwandi *et al.* 2017). Tingginya kelimpahan makroalga yang berasal dari kelas chlorophyceae ditemukan juga di kawasan lain, seperti di perairan Kepulauan Seribu (Atmaja & Prud'homme van Reine 2014).

Terdapat 15 jenis spesies makroalga yang ditemukan di perairan Pulau Tunda (Tabel 2) dengan rincian enam spesies berasal dari kelas chlorophyceae, empat spesies berasal dari kelas phaeophyceae, dan lima spesies berasal dari kelas rhodophyceae. Spesies makroalga yang banyak ditemukan di pesisir Pulau Tunda di antaranya, *Caulerpa racemosa*, *Halimeda*, *Padina minor*, dan *Gracilaria salicornia*. Genus makroalga tersebut merupakan genus yang bersifat kosmopolitan, jenis makroalga tersebut juga banyak ditemukan di perairan Kepulauan Seribu, yang berlokasi tidak jauh dan masih terletak dalam satu zona perairan dengan perairan Pulau Tunda, yaitu di sebelah utara Pulau Jawa (Draisma *et al.* 2018)

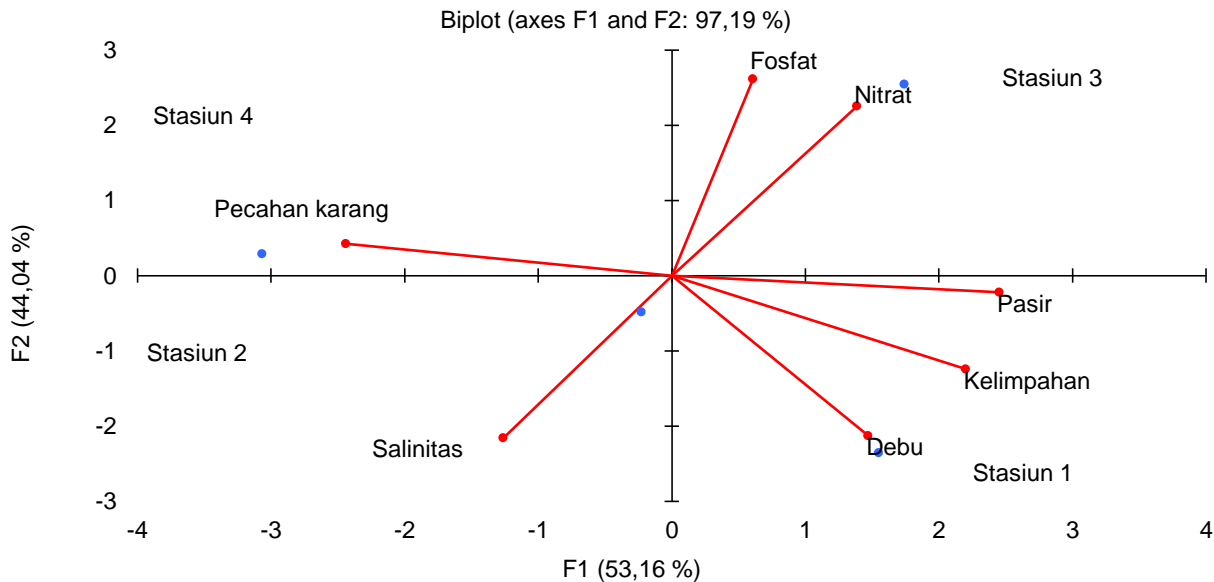
Keanekaragaman tertinggi makroalga di perairan Pulau Tunda terdapat pada stasiun 3 (Gambar 3). Secara umum keanekaragaman makroalga di perairan Pulau Tunda berada dalam kondisi keanekaragaman yang sedang dengan kisaran nilai antara 1,79–2,45 dan tidak ditemukan spesies makroalga yang mendominasi di perairan tersebut. Kualitas lingkungan perairan berpengaruh pada keanekaragaman makroalga di alam. Merujuk ke hasil analisis komponen utama (Gambar 4), tingginya keanekaragaman makroalga pada stasiun 3 serta kelimpahan pada stasiun 1 dipengaruhi oleh tingginya nutrisi (nitrat dan fosfat) pada stasiun tersebut. Nutrien merupakan salah satu faktor yang mengontrol kelimpahan dan keragaman makroalga pada suatu habitat perairan (Lüning 1990). Nutrien sangat berperan dalam proses fisiologis makroalga, terutama dalam proses pembentukan senyawa metabolit di dalam tubuh makroalga (Setthamongkol *et al.* 2015). Hasil penelitian lain juga menjelaskan bahwa makroalga dapat dijadikan sebagai indikator tingginya unsur nitrogen di perairan, dalam hal ini nitrat, selain itu makroalga juga berperan dalam siklus N di perairan (Fong 2008). Selain nutrisi, kondisi substrat yang terdiri atas campuran pecahan

Tabel 2 Kelimpahan (ind/500 m<sup>2</sup>) spesies makroalga pada masing-masing stasiun pengamatan

Jenis Makroalga	Jumlah spesies			
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4
Chlorophyceae				
<i>Boergesenia forbesii</i>	50	175	52	50
<i>Caulerpa cupressoides</i>	150	210	100	20
<i>Caulerpa racemosa</i>	125	205	105	25
<i>Chaetomorpha crassa</i>	52	20	53	54
<i>Halimeda</i> sp.	125	220	225	24
<i>Ulva</i> sp.	50	50	150	135
Phaeophyceae				
<i>Hydroclathrus clatratus</i>	25	25	120	175
<i>Padina minor</i>	245	100	50	230
<i>Sargasum</i> sp.	165	100	25	26
<i>Torbinaria ornata</i>	15	105	175	15
Rhodophyceae				
<i>Amphiroa</i> sp.	23	10	25	115
<i>Archantophora spicifera</i>	45	10	25	25
<i>Euchema denticulatum</i>	136	11	28	26
<i>Euchema edule</i>	133	15	20	20
<i>Gracilaria salicornia</i>	132	16	145	125



Gambar 3 Indeks ekologi (keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi) makroalga di Pulau Tunda.



Gambar 4 Analisis komponen utama keterkaitan antara kelimpahan makroalga dan parameter fisika dan kimia perairan.

karang dengan pasir serta tingginya kecerahan perairan menjadi penentu keanekaragaman jenis makroalga yang hidup di suatu habitat (Gambar 3). Kondisi substrat yang bercampur dengan pecahan karang memungkinkan banyaknya variasi makroalga yang hidup pada kawasan tersebut, substrat yang keras dibutuhkan makroalga untuk menancapkan tubuhnya (Irwandi *et al.* 2017).

Umumnya, makroalga yang hidup pada substrat campuran pasir dan pecahan karang memiliki makroalga yang lebih beragam dibanding makroalga yang terdapat pada substrat pasir (Kadi 2005). Hal tersebut diduga karena pecahan karang yang umumnya mengandung senyawa kalsium karbonat sangat berpengaruh pada pembentukan struktur beberapa jenis makroalga, di mana tubuhnya tersusun atas zat kapur seperti spesies *Halimeda*. Selain itu, substrat dasar yang berupa pecahan karang memungkinkan lebih banyak makroalga yang hidup menancap pada bebatuan pecahan karang dibandingkan dengan substrat yang hanya berupa pasir. Beberapa jenis makroalga yang sering menempel pada batuan karang adalah *Gracilaria*, *Halimeda*, *Padina*, dan *Sargassum*.

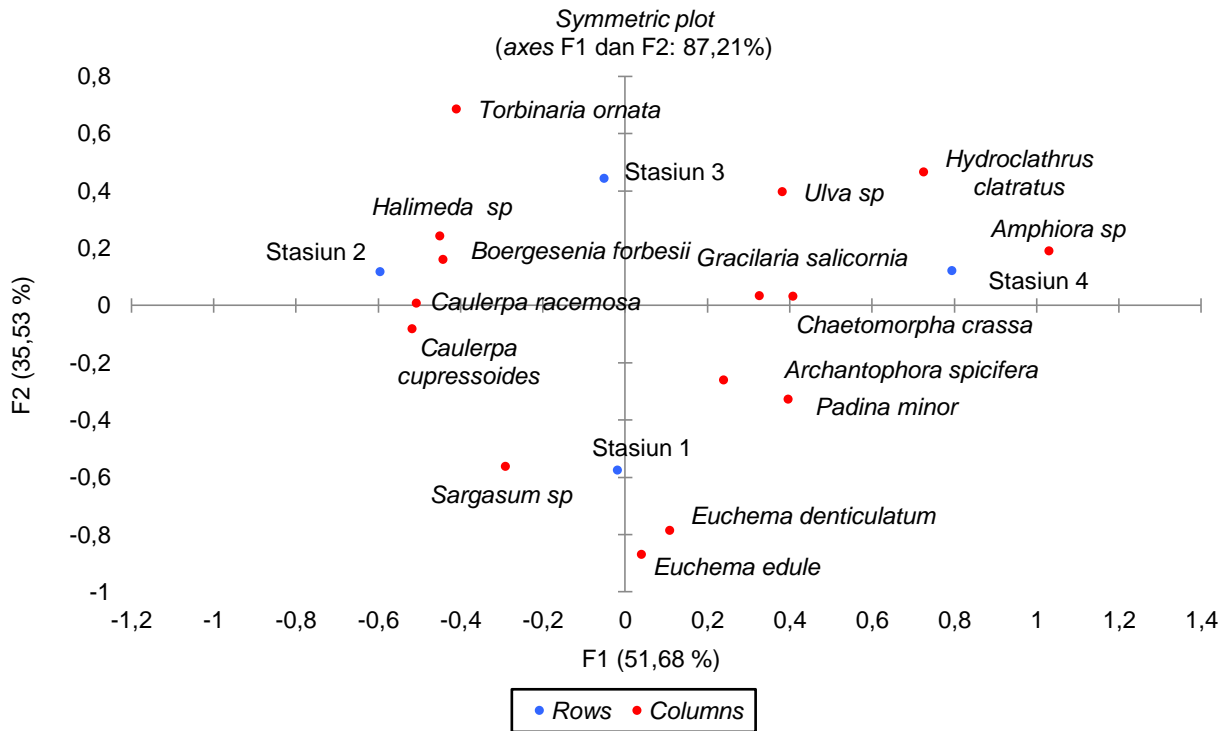
Keanekaragaman jenis makroalga di setiap stasiun didukung juga oleh hasil analisis korespondensi terkait sebaran jenis makroalga di pesisir Pulau Tunda (Gambar 5). Stasiun 1 dicirikan oleh makroalga yang berasal dari genus *Sargassum* dan *Euchema*, sedangkan stasiun 2, 3, dan 4 dicirikan oleh makroalga yang lebih beragam dibandingkan dengan stasiun 1. Stasiun 3 dicirikan oleh genus *Ulva*, *Hydroclathrus*, dan *Turbinaria*. Stasiun 2 dan 4 dicirikan oleh mayoritas makroalga yang berasal dari genus *Caulerpa*, *Boergesenia*, *Halimeda*, *Padina*, dan *Gracilaria*. Selain itu, Stasiun 2 dan 4 dicirikan dengan tingginya substrat pecahan karang di mana umumnya spesies yang ditemukan pada stasiun 2 dan 4 hidup dengan baik

melalui cara menancapkan diri pada batuan pecahan karang (Gambar 4).

#### Potensi Pemanfaatan

Potensi makroalga yang dapat dimanfaatkan dapat dilihat dari kelimpahan jenis makroalga yang ditemukan di perairan Pulau Tunda. Terdapat empat jenis makroalga yang kelimpahannya cukup tinggi dibandingkan jenis lainnya yang meliputi: *Caulerpa racemosa*, *Gracilaria salicornia*, *Padina minor*, dan *Halimeda* sp. Komposisi empat jenis makroalga tersebut disajikan pada Tabel 3.

Makroalga jenis *Caulerpa racemosa* selama ini telah banyak digunakan oleh masyarakat sebagai sumber nutrisi hewan, pupuk, bahan industri, serta dikonsumsi langsung sebagai sumber makanan (Ridhowati *et al.* 2016). Selain itu, makroalga jenis *Caulerpa racemosa* dapat diolah lebih lanjut menjadi agar, alginat, dan karaginan. Berdasarkan informasi yang disajikan pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa makroalga spesies ini memiliki potensi yang cukup baik untuk dikembangkan di masa depan, seperti sebagai sumber antioksidan, antiinflamasi, dan antidiabet. Makroalga jenis *Gracilaria* selama ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan agar, sedangkan makroalga jenis *Padina* dan *Halimeda* belum terlalu masif digunakan dalam kebutuhan manusia, *Halimeda* merupakan jenis makroalga yang struktur tubuhnya terdiri atas kapur sehingga diduga menjadi penyebab belum adanya produk yang dihasilkan dari makroalga jenis tersebut. Secara umum, apabila melihat informasi yang disajikan pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa keempat makroalga tersebut memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan dasar dalam industri bioteknologi, terutama dalam pengembangan sumber obat-obatan dan pangan fungsional.



Gambar 5 Analisis korespondensi sebaran jenis makroalga di perairan Pulau Tunda.

Tabel 3 Kandungan senyawa metabolit pada spesies makroalga yang memiliki kelimpahan tinggi di perairan Pulau Tunda

Spesies	Metabolit primer	Metabolit sekunder	Aktivitas biologi	sumber
<i>Caulerpa racemosa</i>	Protein 10,70% Lemak 0,30% Karbohidrat 27,20%	Glikoglicerolipid, fenol, diterpenoid, dan triterpenoid	Antioksidan Antiinflamasi Antidiabet	Ridhowati <i>et al.</i> 2016
<i>Gracilaria salicornia</i>	Protein 4,17% Lemak 0,35% Karbohidrat 24,47%	Alkaloid Flavonoid Fenol Tanin	Antioksidan Antibakteri Antivirus Antiinflamasi	Sanger <i>et al.</i> 2018; Sa'diyah <i>et al.</i> 2018
<i>Padina minor</i>	Protein 11,21% Lemak 0,36% Karbohidrat 25,98%	Alkaloid Flavonoid Fenol Saponin Steroid Triterpenoid	Antioksidan Antiaging Antiinflamasi Antikanker	Diachanty <i>et al.</i> 2017
<i>Halimeda sp.</i>	Protein Lemak Karbohidrat	Steroid Fenol hidrokuinon	Antioksidan Antibakteri	Sanger <i>et al.</i> 2018

### KESIMPULAN

Terdapat 15 jenis makroalga yang ditemukan di perairan Pulau Tunda. Keanekaragaman makroalga menunjukkan bahwa keanekaragaman makroalga di Pulau Tunda berada dalam kondisi sedang, artinya tekanan ekologis di pesisir Pulau Tunda dalam kondisi sedang serta produktivitas cukup. Nutrien dan kondisi substrat dasar perairan memberikan pengaruh pada kelimpahan makroalga di Pulau Tunda. Umumnya, makroalga yang memiliki kelimpahan tinggi memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber bahan dasar obat-obatan dan pangan fungsional.

### DAFTAR PUSTAKA

Atmadja WS, Prud'homme van Reine WF. 2014. *Checklist of the Seaweed Species Biodiversity of Indonesia with Their Distribution and Classification: Green Algae (Chlorophyta) and Brown Algae (Phaeophyceae, Ochrophyta)*. Jakarta (ID): Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Naturalis Biodiversity Center, Leiden.

Bengen DG. 2000. *Sinopsis Teknik Pengambilan Contoh dan Analisis Data Biofisik Sumberdaya Pesisir*. Bogor (ID): Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor.

- Cleary DFR, Polonia ARM, Renema W, Hoeksema BW, Rachello-Dolmen PG, Budiyo A, Yahmanto, Tuti Y, Giyanto, Draisma SGA, Prud'homme van Reine WF, Hariyanto, Gittenberger A, Rikoh MS, De Voogd NJ. 2016. Variation in the composition of corals, fishes, sponges, echinoderms, ascidians, molluscs, foraminifera and macroalgae across a pronounced in-to-offshore environmental gradient in the Jakarta Bay Thousand Islands coral reef complex. *Mar Pollution Bulletin*. 105: 701e171. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.04.042>
- Darus RF, Dedi, Jurajj, Syahrial, Lestari DF, Nugraha AH, Zamani NP. 2015. Keanekaragaman hayati ekosistem pesisir di Pulau Tunda Kabupaten Serang Banten. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Universitas Trunojoyo*. Madura (ID).
- Diachanty S, Nurjanah, Abdullah A. 2017. Aktivitas antioksidan berbagai jenis rumput laut cokelat dari perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 305–318. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.18013>
- Draisma SGA, van Reine WF, Herandarudewi SMC, Hoeksema BW. 2018. Macroalgal diversity along an inshore-offshore environmental gradient in The Jakarta Bay-Thousand Islands reef complex, Indonesia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 200: 258–269. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.11.010>
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Han Q, Liu D. 2014. Temporal and spatial variations in the distribution of macroalgal communities along the Yantai, China. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 32(3): 595–607. <https://doi.org/10.1007/s00343-014-3236-x>
- Hurrey LP, Pitcher CR, Lovelock CE, Schmidt S. 2013. Macroalgal species richness and assemblage composition of the Great Barrier Reef seabed. *Marine Ecology Progress Series*. 492: 69e83. <https://doi.org/10.3354/meps10366>
- Irwandi, Salwiyah, Nurgayah WA. 2017. 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*. 2(3): 215–224.
- Kadi A. 2005. Beberapa Catatan Kehadiran Marga *Sargassum* di Perairan Indonesia. *Oseana*. 30(4): 19–29.
- Lüning K. 1980. Critical levels of light and temperature regulating the gametogenesis of three *Laminaria* species. *Journal of Phycology*. 16: 1–15.
- Melville F. 2005. *Mangrove Algae in the Assessment of Estuarine Pollution*. [Dissertation]. Sydney (AU): University of Technology. <https://doi.org/10.1111/j.0022-3646.1980.00001.x>
- Odum EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Terjemahan: Samigan dan B.Srigadi. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Press.
- Ridhowati S, Asnani. 2016. Potensi anggur laut kelompok *Caulerpa racemosa* sebagai kandidat pangan fungsional Indonesia. *Oseana*. XLI(4): 50–62
- Setthamongkol P, Tunkijjanukij S, Satapornvanit K, Salaenoi J. 2015. Growth and Nutrient Analysis in Marine Macroalgae. *Kasetsart Journal Natural Science*. 49: 211–218.
- Sa'diyah A, SP Anugerah, Dycka. 2018. Potensi rumput laut *Gracilaria* sp sebagai alternatif biomassa studi kasus di kawasan Tambak Tanjungsari Kecamatan Jabon Sidoarjo. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Aplikasi Industri*. Malang (ID).
- Sanger G, Kaseger BE, Rarung LK, Damongilala L. 2018. Potensi beberapa jenis rumput laut sebagai bahan fungsional, sumber pigmen dan antioksidan alami. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(2): 208–218. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i2.22841>
- Satyam K, Thiruchitrabalam G. 2018. *Habitat Ecology and Diversity of Rocky Shore Fauna*. Dalam: Sivaperuman C, Singh AK, Velmurugan A, Jaisankar I, editor. *Biodiversity and Climate Change Adaptation in Tropical Islands*. Cambridge (EN): Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813064-3.00007-7>