

**STRUKTUR KOMUNITAS MAKROALGA DI PERAIRAN PANTAI NUNHILA DAN
NUNBAUN DELHA, KOTA KUPANG
MACROALGAE COMMUNITY STRUCTURE IN THE WATERS OF NUNHILA AND
NUNBAUN DELHA BEACHES, KUPANG CITY****Paulus B. Taolin¹, Beatrix M. Rehatta², Donny M. Bessie², Anthoinette R. F. Anakotta²**¹ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana, Kupang, Indonesia² Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana, Kupang, IndonesiaCorresponding author: beatrix@ukaw.ac.id**ABSTRAK**

Perairan pesisir pantai Nunhila dan Nunbaun Delha, Kota Kupang, merupakan salah satu daerah pesisir yang memiliki potensi sumberdaya makroalga yang cukup tinggi, namun organisme ini sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan atau tekanan ekologis seperti gelombang arus dan musim sebagai faktor pemicu terjadinya perubahan habitat makroalga. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas makroalga di kawasan perairan Pantai Nunhila dan Nunbaun Delha. Penelitian ini menggunakan metode observasi atau pengamatan langsung di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi makroalga yang ditemukan perairan pantai Nunhila dan Nunbaun Delha berasal dari 3 divisi yakni divisi Chlorophyta terdiri dari 4 jenis yaitu *Chaetomorpha intestinalis*, *Ulva reticulata*, *Enteromorpha intestinalis* dan *Ulva lactuca*. Divisi Phaeophyta terdiri dari 2 jenis yaitu *Sargassum* sp dan *Padina australis* dan Divisi Rhodophyta terdiri dari 3 jenis yaitu *Gracilaria salicornia*, *Acanthophora specifera* dan *Gigartina* sp. Nilai indeks keanekaragaman jenis (H') makroalga di Pantai Nunhila dan Nunbaun Delha adalah sama yakni 0,89 dan tergolong rendah, indeks keseragaman jenis (E) di kedua lokasi juga sama dan nilainya tinggi karena hampir mendekati 1 yakni 0,93 dan tergolong merata sebaliknya indeks dominansi (C) di Pantai Nunhila 0,13 dan Nunbaun Delha 0,14 menunjukkan tidak adanya dominansi jenis.

Kata kunci: Sumberdaya, makroalga, keanekaragaman jenis, Nunhila, Nunbaun Delha

ABSTRACT

The coastal waters of Nunhila and Nunbaun Delha, Kupang City, are one of the coastal areas that have a high potential for macroalgae resources, but these organisms are very vulnerable to changes in environmental conditions or ecological pressures such as currents and seasons as a trigger factor for changes in macroalgae habitat. This study aims to analyze the community structure of macroalgae in the coastal waters of Nunhila and Nunbaun Delha. This study uses the method of observation or direct observation in the field. The results showed that the composition of macroalgae found in the coastal waters of Nunhila and Nunbaun Delha came from 3 divisions namely the Chlorophyta division consisting of 4 types namely *Chaetomorpha intestinalis*, *Ulva reticulata*, *Enteromorpha intestinalis* and *Ulva lactuca*. The Phaeophyta division consists of 2 species namely *Sargassum* sp and *Padina australis* and the Rhodophyta division consists of 3 types namely *Gracilaria salicornia*, *Acanthophora specifera* and *Gigartina* sp. The species diversity index (H') of macroalgae at Nunhila Beach and Nunbaun Delha was the same, 0.89 and was classified as low, the species uniformity index (E) at both locations was also the same and the value was high because it was close to 1, namely 0.93 and relatively evenly distributed, whereas the dominance index (C) at Nunhila Beach was 0.13 and Nunbaun Delha was 0.14 indicating no species dominance.

Keywords: Resources, macroalgae, species diversity, Nunhila, Nunbaun Delha

PENDAHULUAN

Potensi sumberdaya kelautan dan perikanan dikelompokkan menjadi 3 utama yaitu: sumberdaya dapat pulih (*renewable resources*), sumberdaya tak dapat pulih (*non-renewable resources*) serta jasa-jasa lingkungan. Sumberdaya dapat pulih diantaranya mangrove, terumbu karang, padang lamun, makroalga serta sumberdaya perikanan (ikan serta non ikan). Secara ekonomi makroalga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat menjadi bahan pangan, bahan baku, industri serta obat-obatan (Marianingsih, 2013; Vázquez-Romero *et al.* 2022; Ahmad *et al.* 2022). Secara ekologi, makroalga merupakan sumber makanan bagi ikan-ikan herbivora sekaligus menjadi kawasan proteksi bagi berbagai jenis biota laut.

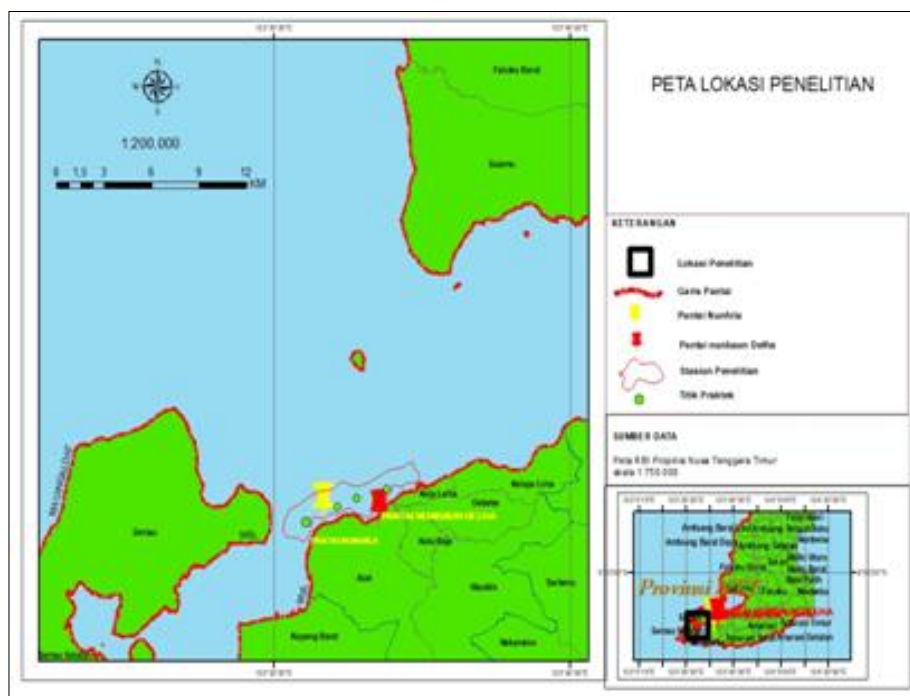
Pesisir Pantai Nunhila dan Nunbaun Delha Kecamatan Alak Kota Kupang, menyimpan potensi sumberdaya makroalga yang cukup melimpah. Namun organisme ini sangat rentan terhadap perubahan lingkungan atau tekanan ekologis baik secara alami karena gelombang, arus sebagai faktor pemicu perubahan habitat makroalga. (Palallo, 2013; Perisha *et al.* 2022). Selain itu tekanan antropogenik seperti limbah domestik, dan buangan sampah padat, aktivitas warga di perairan yang meningkat cenderung akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan keanekaragaman makroalga (D'Archino, *et al.* 2021; Mushlihah *et al.* 2021). Tekanan yang lain yakni pemanfaatan sumberdaya makroalga beberapa jenis yang ekonomis penting oleh masyarakat Nunhila dan Nunbaun Delha yang dilakukan dengan cara *makameting* (pengambilan biota perairan saat air laut surut).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas makroalga di pesisir pantai Nunhila dan Nunbaun Delha, sehingga kondisi eksisting (kondisi terkini) makroalga pada kedua lokasi tersebut menjadi dasar untuk tindakan pengelolaan di waktu mendatang.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2022, bertempat di pesisir pantai Nunhila dan Nunbaun Delha, Kota Kupang.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Metode dan Prosedur Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi atau pengamatan langsung di lapangan.

Tahapan pengambilan data yaitu:

1. Survei awal untuk memperoleh gambaran umum tentang lokasi penelitian dan dasar penentuan lokasi pengambilan sampel.
2. Lokasi penelitian dibagi atas 2 stasiun yakni pesisir Pantai Nunbaun Delha dan Nunhila. Penentuan stasiun didasarkan pada perbedaan karakteristik substrat dan kondisi pantai.
3. Pada masing-masing stasiun ditentukan 4 transek pengamatan, garis transek ditarik dari garis pantai ke arah pasang surut tertinggi dan jarak antara tiap transek adalah 100 m.
4. Pada masing-masing transek ditempatkan plot sebanyak 10 buah, sehingga total keseluruhan adalah 80 buah plot.
5. Pengambilan sampel dilakukan pada saat air laut surut
6. Sampel makro alga diidentifikasi berdasarkan buku Seaweed (Braune & Guiry 2011).
7. Pengukuran parameter perairan meliputi salinitas, suhu, arus dan pH dilakukan pada setiap stasiun penelitian.

Analisi Data

Perhitungan struktur komunitas makroalga meliputi: kepadatan, keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi dan frekuensi relatif.

Kepadatan

Kepadatan jenis dan kepadatan relatif dihitung dengan menggunakan rumus menurut Brower (1998) sebagai berikut:

$$\text{Kepadatan jenis} = \frac{\sum \text{individu suatu jenis}}{\text{Luas area pengamatan sampel (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Kepadatan relatif} = \frac{\sum \text{individu suatu jenis}}{\sum \text{individu seluruh jenis}} \times 100\%$$

Indeks keanekaragaman

Indeks keanekaragaman ini digunakan untuk mengetahui keanekaragaman jenis biota perairan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks ini adalah persamaan Shannon-Wiener menurut Krebs (1985) sebagai berikut:

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

Keterangan:

- H' : Indeks keanekaragaman
Pi : Proporsi jenis ke-i terhadap total jumlah seluruh jenis (ni/N)
Ni : Jumlah jenis ke-i
N : Jumlah total seluruh jenis

Kriteria H' menurut Ludwig & Reynold (1988):

- H' > 3 : Keanekaragaman jenis pada transek bernilai tinggi
1 ≤ H' ≤ 3 : Keanekaragaman jenis pada suatu transek bernilai sedang
H' < 1 : Keanekaragaman jenis pada suatu transek bernilai rendah

Indeks keseragaman

Indeks ini menunjukkan pola sebaran biota yaitu merata atau tidak. Jika indeks keseragaman relatif tinggi maka keberadaan setiap jenis biota di perairan dalam keadaan seragam atau merata Krebs (1985):

$$E = \frac{H'}{H_{maks}}$$

Keterangan:

E : Indeks keseragaman
H' : Indeks keanekaragaman
H_{maks} : Log S (S adalah jumlah jenis yang Ditemukan)

Kriteria: Indeks keseragaman berkisar antara 0-1. Apabila nilai E mendekati 1, sebaran antar jenis merata. Nilai E mendekati 0, apabila sebaran antar jenis tidak merata atau ada jenis tertentu yang dominan.

Indeks dominansi

Indeks dominansi digunakan untuk mengetahui sejauh mana suatu jenis mendominasi jenis lain. Dominansi yang cukup besar akan mengarah pada komunitas stabil maupun tertekan. Dominansi ini diperoleh dari rumus menurut Odum (1993) sebagai berikut:

$$C = \sum (P_i)^2$$

Keterangan:

C : Indeks dominansi
P_i : n_i/N
N_i : Jumlah individu jenis ke-i
N : Jumlah total individu

Menurut Odum (1993) indeks dominansi Simpson berkisar antara 0-1:

C = ~0, berarti tidak terdapat jenis yang mendominasi jenis lainnya atau struktur komunitas dalam keadaan stabil.

C = ~1, berarti terdapat jenis yang mendominasi jenis lainnya atau struktur komunitas labil, karena terjadi tekanan ekologis (stres).

Frekuensi Jenis

Frekuensi jenis adalah jumlah plot dimana satu jenis ditemukan dibandingkan dengan jumlah total plot yang diamati, dihitung dengan formula Odum dalam Irwandi (2017) sebagai berikut:

$$F = \frac{P_i}{\sum P}$$

Keterangan:

F : Frekuensi jenis
 $\sum P$: Jumlah total petak sampel yang diamati
P_i : Jumlah petak dimana ditemukan jenis ke-i

Frekuensi Relatif

$$\text{Frekuensi relatif (\%)} = \frac{\text{Frekuensi jenis ke-}i}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100 \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Jenis

Hasil identifikasi makro algae dari kedua stasiun penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan terdapat 9 jenis makroalga yang dikelompokkan dalam 3 divisi makroalga dengan jumlah jenis pada setiap divisi yang bervariasi. Divisi Chlorophyta terdiri dari 4 jenis yaitu *Chaetomorpha intestinalis*, *Ulva reticulata*, *Enteromorpha intestinalis* dan *Ulva lactuca*. Divisi Phaeophyta terdiri dari 2 jenis yaitu *Sargassum* sp dan *Padina australis*. Divisi Rhodophyta terdiri dari 3 jenis yaitu *Gracilaria salicornia*, *Acanthophora specifera* dan *Gigartina* sp.

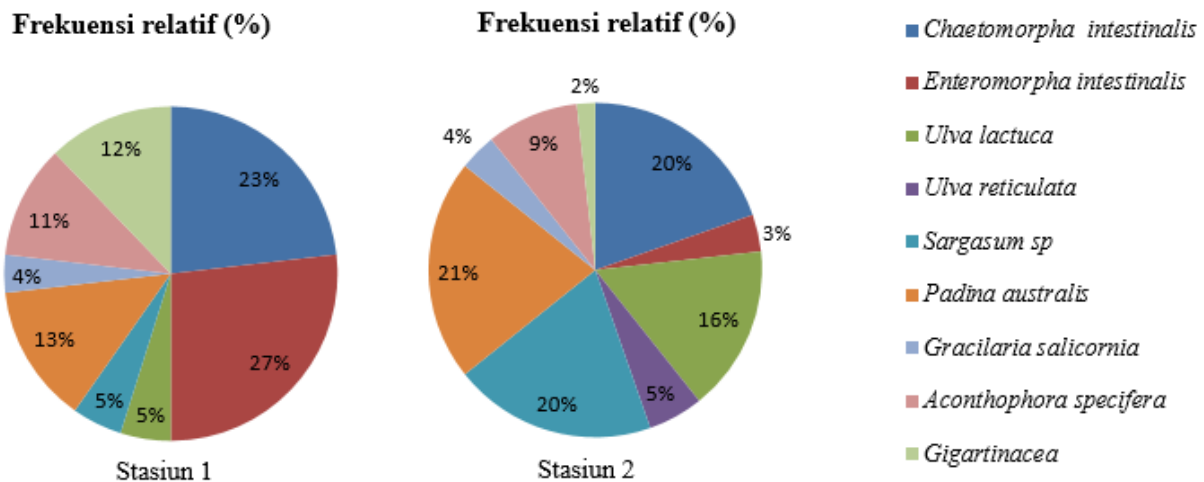
Menurut Kadi (2017) dan Ira dkk (2018), kombinasi struktur substrat sangat menentukan kehadiran makroalga dengan variasi jenis. Lebih lanjut dijelaskan Ira dkk (2018) bahwa perbedaan jumlah jenis makroalga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kemampuan adaptasi untuk berkembang, daya tahan yang lemah terhadap habitat, daya reproduksi yang tinggi, adanya predator dan penyakit.

Sinyo dan Somadayo 2013, Sukiman dkk, 2014, Pulukadang *et al.*, 2014 mengatakan bahwa perbedaan jumlah jenis makroalga di area penelitian yang berbeda disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya musim, substrat dan kondisi lingkungan. Substrat yang baik merupakan tempat menempel dan tumbuhnya makroalga. Sukiman *et al.* 2014 menyatakan substrat berupa pecahan karang sangat cocok untuk melekatnya berbagai jenis makro alga merah dan coklat.

Kepadatan Jenis dan Relatif

Hasil analisis kepadatan jenis menunjukkan bahwa makroalga *Gigartina* sp pada stasiun 1 adalah jenis yang paling banyak ditemukan dengan nilai kepadatan 20,68 ind/m², kondisi habitat yang berlumpur, berpasir dan pecahan karang serta lingkungan perairan diduga mendukung pertumbuhan makro alga jenis ini. Berbeda halnya di stasiun 2, kepadatan jenis makroalga tertinggi ditemukan pada jenis *Padina australis* dengan nilai 8,58 ind/m². Kepadatan jenis *P.australis* yang lebih tinggi dibanding jenis lainnya di stasiun 2 diduga karena jenis ini mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dari habitat aslinya. Menurut Arfah & Patty (2014), jenis makroalga ini sangat melimpah di bulan Agustus, karena tahan terhadap ombak yang kuat di bulan Juli. Kemampuan *holdfast* (akar semunya) untuk bertahan dan tidak lepas dari substrat, justru membuat spora dari *P.australis* tersebar lebih luas di perairan dan menyebabkan jenis ini melimpah di bulan Agustus.

Kepadatan relatif menunjukkan proporsi kehadiran masing-masing jenis terhadap keseluruhan jenis di masing-masing stasiun penelitian. Nilai kepadatan relatif pada Stasiun 1 berkisar antara 0-20% sebaliknya pada stasiun 2, berkisar dari 3-20% (Gambar 2). Pada stasiun 1, lima dari delapan jenis makroalga hadir dengan persentase yang lebih tinggi yakni *Gigartina* sp (20%), *Enteromorpha intestinalis* dan *Acanthopora specifera* (14%), *Ulva lactuca* dan *Gracilaria sarcolina* (11%). Di Stasiun 2 hadir dengan kepadatan relatif tertinggi yakni *Padina australis* (22%), *Gracilaria sarcolina* (18%) dan *ulva lactuca* (14%).



Gambar 2. Kepadatan relatif makroalga di stasiun 1 dan 2

Tingginya kepadatan jenis *Gigartina* sp di stasiun 1 dan *Padina australis* di stasiun 2 diduga karena jenis tersebut mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan dan substrat hidupnya. Hal ini didukung oleh pernyataan Rarasari & Suryani (2019) & Ghadiyanfar *et al.* (2016) bahwa makroalga yang tumbuh pada tipe substrat yang cenderung sesuai, menyebabkan tingkat kepadatan makroalga tersebut semakin tinggi. Rendahnya kepadatan relatif *Enteromorpha intestinalis* 3% di stasiun 2 diduga karena jenis ini lebih menyukai substrat berlumpur dan berpasir. Tinggi rendahnya kepadatan jenis makroalga dalam suatu perairan dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan perairan itu sendiri.

Tabel 1. Nilai indeks ekologi makroalga

Indeks Ekologi	Stasiun		Kategori
	St. 1	St. 2	
Keanekaragaman (H')	0,89	0,89	Rendah
Keseragaman (E)	0,93	0,93	Merata
Dominasi (C)	0,13	0,14	Tidak ada jenis yang mendominasi

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman jenis (H') makroalga yang terdapat di stasiun 1 perairan Nunhila dan stasiun 2 Nunbaun Delha adalah sama yakni 0,89 dan terkategori rendah berdasarkan kriteria Shanon-Wiener (1949) karena nilai $H' < 1$ yang berarti keanekaragaman jenisnya rendah. Hal ini disebabkan karena kehadiran tiap individu dari masing-masing jenis sangatlah sedikit.

Nilai indeks dominansi (C) jenis makroalga di masing-masing stasiun penelitian sangat rendah (< 1) dan mendekati nilai "0" menunjukkan bahwa tidak satupun jenis makroalga yang dominan dibanding jenis yang lain. Nilai indeks dominansi jenis (C) di stasiun 1 pada perairan Nunhila sebesar 0,13 dan Stasiun 2 di perairan Nunbaun Delha 0,14. Hal ini mengindikasikan bahwa komunitas makroalga di Perairan Pantai Nunhila dan Nunbaun Delha berada dalam kondisi yang relatif stabil atau seragam. Hal ini juga dibuktikan dengan nilai indeks keseragaman (E) yang tinggi (hampir mendekati nilai 1) di kedua stasiun penelitian yakni 0,93, kondisinya berbanding terbalik dengan nilai indeks keanekaragaman yang rendah.

Frekuensi Jenis dan Frekuensi Relatif

Nilai frekuensi jenis diperoleh dari kehadiran setiap jenis dalam plot pengamatan, sebaliknya frekuensi relatif adalah perbandingan frekuensi jenis terhadap frekuensi semua jenis makro algae.

Tabel 3 menyajikan hasil perhitungan nilai frekuensi jenis dan relatif makroalga yang ditemukan di perairan pantai Nunhila dan Nunbaun Delha.

Tabel 2. Nilai frekuensi jenis dan frekuensi relatif

Stasiun 1			
No	Jenis Makroalga	Frekuensi jenis	Frekuensi Relatif (%)
1.	<i>Chaetomorpha intestinalis</i>	0,48	23,41
2.	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	0,55	26,83
3.	<i>Ulva lactuca</i>	0,10	4,88
4.	<i>Sargasum</i> sp	0,10	4,88
5.	<i>Padina australis</i>	0,28	13,66
6.	<i>Gracilaria salicornii</i>	0,08	3,90
7.	<i>Acanthophora specifera</i>	0,23	11,22
8.	<i>Gigartina</i> sp	0,25	12,20
Jumlah		2,05	100

Stasiun 1			
No	Jenis Makroalga	Frekuensi jenis	Frekuensi Relatif
1.	<i>Chaetomorpha intestinalis</i>	0,28	19,93
2.	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	0,05	3,56
3.	<i>Ulva lactuca</i>	0,23	16,01
4.	<i>Ulva reticulate</i>	0,08	5,34
5.	<i>Sargasum</i> sp	0,28	19,57
6.	<i>Padina australis</i>	0,30	21,35
7.	<i>Gracilaria salicornii</i>	0,05	3,56
8.	<i>Acanthophora specifera</i>	0,13	8,90
9.	<i>Gigartina</i> sp	0,03	1,78
Jumlah		1,405	100

Nilai frekuensi jenis tertinggi sebesar 0,55 yaitu *Enteromorpha intestinalis* dan frekuensi relatifnya sebesar 27%. Hal ini disebabkan oleh kemampuan jenis ini dalam beradaptasi terutama pada substrat berbatu dan tanah berlumpur. Menurut Rarasari & Suryani (2019) bahwa substrat merupakan salah satu faktor fisik lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan merupakan indikator penentu jenis makroalga di suatu perairan.

Parameter Lingkungan Perairan

Parameter lingkungan perairan juga dapat memberikan dampak yang relatif besar terhadap pertumbuhan serta perkembangan jenis makroalga. Keseluruhan parameter lingkungan diukur pada lokasi penelitian. Nilai parameter lingkungan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter lingkungan di lokasi penelitian

Parameter Lingkungan	Stasiun Pengukuran		Baku Mutu Kepmen LH No.51
	I	II	
Salinitas(‰)	27 ‰	29 ‰	33-34
Suhu (°C)	29 °C	30 °C	28-30 °C
pH	7,5	7,7	7-8,5

Hasil pengukuran salinitas di Stasiun 1 (Perairan Pantai Nunhila) dan Stasiun 2 (Perairan Nunbaun Delha) masing-masing 27 ‰ dan 29‰. Rendahnya salinitas pada kedua stasiun diduga karena waktu pengukuran, dilakukan pada pagi dan sore hari sehingga kurangnya proses penguapan yang mengakibatkan rendahnya salinitas di lokasi penelitian. Menurut Guo *et al.* (2015),

bahwa alga bentik umumnya hidup di laut dengan salinitas antara 29-30 ‰, namun banyak jenis makroalga hidup pada kisaran salinitas yang lebih besar maupun lebih rendah.

Rata-rata suhu di kedua stasiun penelitian masih dalam batas normal untuk pertumbuhan makro alga yakni 29-30°C. Dawes (1981) dalam Ira dkk (2018) menyatakan bahwa kisaran suhu normal untuk pertumbuhan makroalga adalah 25-30°C.

Nilai pH pada kedua lokasi penelitian masing-masing 7,5 untuk stasiun 1 (Perairan Pantai Nunhila) dan 7,7 untuk Stasiun 2 (Perairan Nunbaun Delha). Jika merujuk pada Arfah dan Patty (2014) yang mengemukakan bahwa pH air optimum untuk pertumbuhan makroalga adalah 7,0-8,0 maka pH perairan di kedua lokasi penelitian berada pada kisaran nilai yang baik bagi pertumbuhan makroalga.

KESIMPULAN

Terdapat 9 jenis makroalga di Perairan Pantai Nunhila dan Nunbaun Delha yang dikelompokkan dalam 3 divisi yakni Chlorophyta, Phaeophyta dan Rhodophyta. Makroalga tersebut tumbuh pada substrat pasir, berlumpur dan pecahan karang. Kepadatan jenis makroalga tertinggi terdapat pada jenis *Gigartina* sp pada stasiun 1 dan kepadatan jenis terendah pada stasiun 2 yaitu jenis *Enteromorpha intestinalis*. Nilai indeks keanekaragaman (H') pada kedua stasiun rendah ($H' < 1$), berbanding terbalik dengan nilai indeks keseragaman (E) yang tinggi (mendekati 1) dan terbukti tidak ada jenis yang dominan di kedua stasiun penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., W. Hassan, S., & Banat, F. (2022). An overview of microalgae biomass as a sustainable aquaculture feed ingredient: Food security and circular economy. *Bioengineered*, 13(4), 9521-9547.
- Arfah, H., & Patty, S. I. (2014). Keanekaragaman dan biomassa makro algae di perairan Teluk Kotania, Seram Barat. *Jurnal Ilmiah Platax*, 2(2), 63-73.
- Braune, W and M, Guiry. 2011. *Seaweeds: A Colour Guide to common benthic green, brown, red algae of The World's oceans*. Gantner Verlag.
- D'Archino, R., & Piazzzi, L. (2021). Macroalgal assemblages as indicators of the ecological status of marine coastal systems: A review. *Ecological indicators*, 129, 107835.
- Ghadiryfar, M., Rosentrater, K. A., Keyhani, A., & Omid, M. (2016). A review of macroalgae production, with potential applications in biofuels and bioenergy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 473-481.
- Guo, H., Yao, J., Sun, Z., & Duan, D. (2015). Effect of temperature, irradiance on the growth of the green alga *Caulerpa lentillifera* (Bryopsidophyceae, Chlorophyta). *Journal of Applied Phycology*, 27, 879-885.
- Ira, I., Rahmadani, R., & Irawati, N. (2018). Komposisi Jenis Makroalga di Perairan Pulau Hari Sulawesi Tenggara (Species Composition of Makroalga in Hari Island, South East Sulawesi). *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 141-148.
- Ira, I., Rahmadani, R., & Irawati, N. (2018). Komposisi Jenis Makroalga di Perairan Pulau Hari Sulawesi Tenggara (Species Composition of Makroalga in Hari Island, South East Sulawesi). *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 141-148.
- Irwandi, S., & Nurgayah, W. A. (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. (2017). Interaksi Makroalgae dan Lingkungan Perairan Teluk Carita Pandeglang. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 34(1), 32-38.
- Krebs, C. J. (1985). *Ecology: The Experimental. Analysis of Distribution and Abundance*. Ludwig, J. A., & Reynolds, J. F. 1988. *Statistical ecology a primer and methods and computing* New York: Wiley.

- Marianingsih, P., Amelia, E., & Suroto, T. (2013). Inventarisasi dan identifikasi makroalga di perairan Pulau Untung Jawa. *Prosiding SEMIRATA 2013*, 1(1). Odum, E. P. 1993. Dasar-dasar ekologi. Diterjemahkan dari *Fundamentals of Ecology* oleh T. Samangan Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mushlihah, H., Faizal, A., & Amri, K. (2021). Diversity and distribution of macroalgae to environmental conditions of Makassar City. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 7(1), 16-26.
- Palallo, A. (2013). *Distribusi Makroalga pada Ekosistem Lamun dan Terumbu Karang di Pulau Bonebatang, Kecamatan Ujung Tanah, Kelurahan Barrang Lompo, Makassar* (Doctoral dissertation, Universitas Hassanuddin).
- Perisha, B., Widyartini, D. S., Piranti, A. S., Susanto, A. B., & Anggiani, M. (2022). Peranan Makroalga Bagi Ekosistem dan Responnya Terhadap Perubahan Iklim. *Oseana*, 47(1), 29-38.
- Pulukadan, I., Keppel, R. C., & Gerung, G. S. (2013). A study on bioecology of macroalgae, genus *Caulerpa* in northern Minahasa Waters, North Sulawesi Province. ., 1(1), 26-31.
- Sinyo, Y., & Somadayo, N. (2013). Studi Keanekaragaman Jenis Makroalga di Perairan Pantai Pulau Dofamuel Sidangoli Kecamatan Jailolo Selatan Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Bioedukasi*, 1(2), 120-130.
- Sukiman, A. M., Astuti, S. P., Ahyadi, H., & Aryanti, E. (2014). Keanekaragaman dan distribusi spesies makroalga di wilayah Sekotong Lombok Barat. *Jurnal Penelitian UNRAM*, 18(2), 71-81.
- Vázquez-Romero, B., Perales, J. A., de Vree, J. H., Böpple, H., Steinrücken, P., Barbosa, M. J., ... & Ruiz, J. (2022). Techno-economic analysis of microalgae production for aquafeed in Norway. *Algal Research*, 64, 102679.