

Macroalgae community structure on Kumeke Island, East Bolaang Mongondow Regency, North Sulawesi Province, Indonesia

Rahmi Valina*, Dias Asthisa, Novelia M.A. Pangalila, Farhan A. Timumu, Fitra M.A. Kasim

Program Studi Ilmu Perikanan Universitas Dumoga Kotamobagu, Jl. Bridjen Katamso No. 50 Kotabangon, Kotamobagu 95712, Sulawesi Utara, Indonesia

*Corresponding author: rahmivalina04@gmail.com

Received: 29 September 2024 – Revised: 25 October 2024 – Accepted: 28 October 2024

ABSTRACT: Macroalgae is one of the potential biological resources in Indonesian waters that has many important roles, from an ecological to an economic perspective. The aim of this research is to analyse the structure of macroalgae communities found in the waters of Kumeke Island, East Bolaang Mongondow Regency, Indonesia. The method used in this research is a survey with descriptive data analysis. Determining the sampling station point is carried out by purposive sampling, namely by selecting an area based on the presence of macroalgae. Macroalgae sampling used the line transect method with a quadratic sampling technique with a size of 1.5 x 1.5 m. The research results showed that the types of macroalgae found were 11 species, consisting of 3 species of Chlorophyta, 4 species of Phaeophyta, and 4 species of Rhodophyta. The density of macroalgae species is dominated by Rhodophyta (38%), Phaeophyta (31%), and Chlorophyta (30%). The total density of macroalgae is 9–46 ind/m². The diversity index ranges from 1.154 to 2.234 in the medium category, the uniformity index ranges from 0.481 to 0.932 in the high category, and the dominance index ranges from 0.114 to 0.338 in the low category.

Keywords: community structure; macroalgae diversity; aquatic ecosystem; kumeke island; east bolaang mongondow

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan wilayah laut yang lebih besar dibandingkan daratannya. Wilayah perairan Indonesia memiliki luas sekitar 5,8 juta km², atau sekitar 62% dari total luas wilayah negara. Kondisi ini membuat Indonesia memiliki potensi sumber daya laut yang melimpah. Selain itu, Indonesia juga dikenal sebagai negara yang kaya akan keanekaragaman hayati (Melsasail *et al.*, 2018); salah satunya adalah makroalga.

Makroalga adalah salah satu sumber daya hayati yang memiliki potensi besar dan berperan terhadap produktivitas primer di perairan laut (Sofiana *et al.*, 2022). Jenis sumber daya ini juga berperan penting secara ekologis terutama sebagai habitat berbagai jenis (Lambre *et al.*, 2024). Selain itu, jenis ini juga berpotensi dalam bidang ekonomi, karena biomassa alga mengandung senyawa bioaktif yang bermanfaat dalam berbagai bidang seperti sumber makanan, pupuk, dan pakan ternak, serta dimanfaatkan untuk suplemen makanan, hidrokoloid, nutraceuticals, obat-obatan, biofuel dan biomaterial (Kammler *et al.*, 2024).

Secara ekologis, makroalga, yang juga dikenal sebagai rumput laut, merupakan kelompok polifiletik alga laut makroskopis dan multiseluler yang terdiri dari tiga jenis, yaitu alga coklat (Phaeophyta), alga merah (Rhodophyta), dan alga hijau (Chlorophyta) (Orberg *et al.*, 2023). Komunitas organisme ini membentuk sekumpulan yang terdiri dari

populasi berbagai jenis alga laut yang hidup di habitat tertentu. Populasi ini terdiri dari berbagai jenis makroalga yang saling berinteraksi dan berhubungan dengan organisme lain di sekitarnya. Struktur komunitas memberikan gambaran tentang kondisi komunitas dalam suatu habitat, meliputi komposisi jenis, kerapatan, dominansi, keragaman, serta indeks keanekaragaman jenis (Prasetyo and Arisandi, 2021).

Pulau Kumeke berada di Desa Kotabunan, Kecamatan Kotabunan, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Pulau ini memiliki keindahan bawah laut yang berpotensi menjadikannya sebagai destinasi wisata, yang dapat memberikan manfaat bagi perekonomian daerah dan masyarakat setempat. Selain memiliki pantai yang indah, pulau ini juga kaya akan sumber daya laut, termasuk makroalga. Namun, hingga kini jumlah dan jenis makroalga yang ada di perairan pulau ini belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas dari makroalga yang ditemukan di perairan tersebut.

MATERIAL DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Pulau Kumeke pada bulan Agustus 2024 (Gambar 1). Pulau Kumeke merupakan pulau yang terletak dalam wilayah administrasi



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Pulau Kumeke, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur

Desa Kotabunan Induk, Kecamatan Kotabunan, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Pulau ini termasuk ke dalam pulau tidak berpenghuni, namun pulau ini berpotensi menjadi salah satu destinasi wisata yang memiliki aktivitas pariwisata bahari di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur.

Pengambilan Sampel Makroalga

Pengambilan sampel makroalga dan pengukuran parameter fisika-kimia perairan dilakukan secara *in situ* pada tiga stasiun. Penentuan lokasi stasiun pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *purposive sampling*, yakni dengan mempertimbangkan karakteristik habitat makroalga, seperti adanya lamun, karang, dan kondisi substrat. Kondisi substrat pada penelitian ini yaitu pasir berlumpur.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *line transect* menggunakan kuadrat (Krebs, 1999). Pada setiap stasiun pengambilan sampel, garis transek ditarik tegak lurus dari garis pantai menuju ke laut dan dengan asumsi distribusi komunitas makroalga merata. Ukuran kuadrat yang digunakan adalah 1,5 x 1,5 m. Ukuran ini ditentukan berdasarkan pertimbangan, bahwa ukuran tersebut cukup besar untuk mengakomodasi jenis yang berbeda, baik yang berukuran kecil maupun besar dan memungkinkan identifikasi jenis lebih baik. Sampel makroalga dikumpulkan dan dimasukkan kedalam kantong bersih dan ditambah dengan air laut untuk selanjutnya diidentifikasi.

Kondisi lingkungan perairan di lokasi penelitian dipantau menggunakan parameter suhu, pH, oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*), dan salinitas. Kondisi lingkungan ini memengaruhi pertumbuhan makroalga (Atmadja, 1996; Sudradjat, 2009; Kusumaningtyas et al., 2014; Rangkuti et al., 2017; Nikhlani and Indrati, 2021; Sofiana et al., 2022).

Analisis Data

Identifikasi makroalga dilakukan dengan cara melihat taksonomi menggunakan buku identifikasi dari Calumpang and Menez (1997), Trono (1997), dan website www.algabase.org. Struktur komunitas makroalga, ditentukan berdasarkan indeks kelimpahan, keanekaragaman, dan dominansi, yang dihitung dengan cara sebagai berikut:

- **Kelimpahan Jenis.** Kelimpahan makroalga dihitung menggunakan rumus (APHA, 2009): $K = ni/A$; di mana K : kepadatan makroalga (ind/m²); ni : banyak individu setiap jenis/individu jenis ke i ; dan A : luas wilayah (m²).
- **Keanekaragaman Jenis.** Indeks keanekaragaman jenis makroalga menggunakan rumus Shannon-Wiener (1949) berikut: $H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$; di mana H' : indeks keanekaragaman; P_i : proporsional kelimpahan masing-masing jenis, $p_i = ni/N$; ni : jumlah individu setiap jenis/individu jenis ke i ; dan N : total kelimpahan jenis individu dalam suatu komunitas. Keanekaragaman makroalga diklasifikasikan menjadi tiga kriteria yaitu

Tabel 1
Komposisi Makroalga yang ditemukan di Pulau Kumeke
(Keterangan: + ditemukan; - tidak ditemukan)

Phylum	Ordo	Famili	Jenis	Stasiun		
				I	II	III
Chlorophyta	Bryopsidales	Halimedaceae	<i>Halimeda opuntia</i>	+	+	+
	Bryopsidales	Halimedaceae	<i>Halimeda cylindracea</i>	+	-	-
	Bryopsidales	Caulerpacae	<i>Caulerpa racemosa</i>	+	-	-
Phaeophyta	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Padina australis</i>	+	-	+
	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Dictyota dichotoma</i>	+	+	+
	Fucales	Sargassaceae	<i>Sargassum oligocystum</i>	+	-	+
	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Dictyopteris dichotoma</i>	-	-	+
Rhodophyta	Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria salicornia</i>	+	+	+
	Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria arcuata</i>	+	+	-
	Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria coronopifolia</i>	+	-	+
	Gigartinales	Solieriaceae	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	+	-	-

$H' > 3$: keanekaragaman jenis tinggi; $1 \leq H' \leq 3$: keanekaragaman jenis sedang; dan $H' < 1$: keanekaragaman jenis rendah.

- **Keseragaman Jenis.** Indeks keseragaman jenis digunakan untuk menentukan sebaran makroalga dalam suatu komunitas. Indeks keseragaman dihitung menggunakan rumus Eveness (Ludwig and Reynolds, 1988) berikut: $E = H'/H_{max}$; di mana E : indeks keseragaman; H' : indeks keanekaragaman; H_{max} : nilai maksimum keanekaragaman, $H_{max} = \ln S$; dan S : jumlah total jenis yang ditemukan. Nilai indeks keseragaman berkisar antara 0-1, apabila nilainya mendekati 0 artinya ada kecenderungan suatu genus mendominasi populasi. Sebaliknya, jika nilainya mendekati 1 maka tidak ada kecenderungan suatu genus untuk mendominasi populasi (Krebs, 1985).
- **Dominansi.** Indeks dominansi ditentukan berdasarkan Indeks Simpson (Odum, 1971), sebagai berikut: $C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$; di mana C : indeks dominansi; n_i : jumlah individu setiap jenis/individu jenis ke i ; dan N : total kelimpahan jenis individu dalam suatu komunitas. Nilai indeks dominansi diklasifikasikan menjadi tiga kriteria yaitu $C < 0,50$: dominasi rendah; $0,50 < C < 0,75$: dominasi sedang; $C > 0,75$: dominasi tinggi.

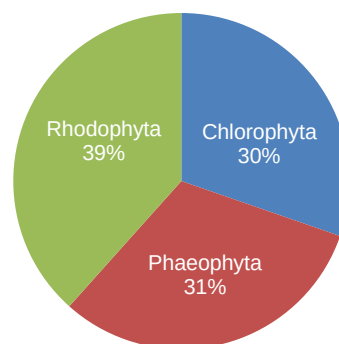
HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi dan Kepadatan Makroalga

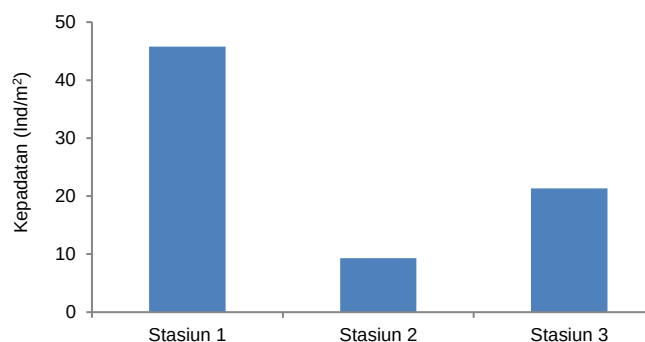
Makroalga yang teridentifikasi di lokasi penelitian sebanyak 11 jenis yang diklasifikasikan kedalam 3 phylum, 3 ordo, 6 famili, dan 8 genus. Jenis yang ditemukan terdiri dari Chlorophyta berjumlah 3 jenis, Phaeophyta berjumlah 4 jenis dan Rhodophyta berjumlah 4 jenis. Kemudian 11 jenis yang teridentifikasi meliputi *Halimeda opuntia*, *H. cylindracea*, *Caulerpa racemosa*, *Padina australis*, *Dictyota dichotoma*, *Sargassum oligocystum*, *Dictyopteris dichotoma*, *Gracilaria salicornia*, *G. arcuata*, *G. coronopifolia*, dan *Kappaphycus alvarezii* (Tabel 1). Sebelumnya, Patra et al. (2021) menemukan 7 jenis makroalga di Pulau Bombuyanai (pulau yang berlokasi dekat Pulau Kumeke), yang meliputi jenis *Eucheuma*

denticilatum, *G. arcuata*, *Hydropuntia edulis*, *G. salicornia*, *Hypnea valentiae*, *Turbinaria deccurens*, dan *T. ornata*. Jika dibandingkan dengan hasil tersebut, jenis makroalga lebih banyak ditemukan di Pulau Kumeke. Hal ini diduga disebabkan oleh tingginya aktivitas pariwisata yang dilakukan di Pulau Bambuyanai dibandingkan dengan Pulau Kumeke, yang dapat berpengaruh terhadap keberadaan makroalga.

Kepadatan jenis berdasarkan phylum didapatkan hasil grup Chlorophyta sebesar 30%, Phaeophyta sebesar 31%, dan Rhodophyta sebesar 38% (Gambar 2). Tingginya jenis



Gambar 2. Kepadatan jenis makroalga di Pulau Kumeke, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur



Gambar 3. Total kepadatan makroalga di Pulau Kumeke, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur

Tabel 2
Indeks ekologi makroalga di Pulau Kumeke, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur

Indeks Biologi	Stasiun			Kategori
	I	II	III	
H'	2,234	1,154	1,789	Sedang
E	0,932	0,481	0,746	Tinggi
C	0,114	0,388	0,180	Rendah

Tabel 3
Parameter kualitas air di Pulau Kumeke, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur

Parameter	Stasiun		
	I	II	III
Suhu (°C)	30,2	31,5	30,8
pH	8,1	7,9	8,5
DO (mg/L)	5,2	5	6,2
Salinitas (ppt)	30	32	31

makroalga grup Rhodophyta disebabkan karena keanekaragaman jenis yang tinggi di mana Grup Rhodophyta menunjukkan kemampuan adaptasi yang baik terhadap perubahan lingkungan, selain efisiensi seksual dan kemampuan reproduksi aseksual sehingga memungkinkan untuk bereproduksi dengan cepat (Mudrikah et al., 2024). Grup Phaeophyta lebih sedikit ditemukan dibandingkan dengan Rhodophyta; hal ini disebabkan oleh beberapa jenis alga Phaeophyta lebih mampu beradaptasi dan tumbuh pada substrat yang keras (Supit et al., 2024). Jenis Chlorophyta memiliki nilai kepadatan jenis paling rendah, tetapi jenis individunya paling tinggi ditemukan. Hal ini disebabkan karena beberapa jenis alga Chlorophyta membentuk rumpun besar dan padat menempati semua ruang pada berbagai tipe substrat (Supit et al., 2024).

Kepadatan jenis makroalga yang paling tinggi ditemukan adalah *H. opuntia* sebesar 17% dan diikuti oleh *G. arcuata* sebesar 12%. Halimeda adalah genus Chlorophyta yang paling luas penyebarannya, termasuk di lokasi pengambilan sampel yang memiliki substrat pasir berlumpur. Substrat berpasir merupakan habitat bagi alga hijau terutama *Halimeda* sp. (Ariani et al., 2020). Selain itu Halimeda juga memiliki toleransi yang luas terhadap perubahan lingkungan serta dapat tumbuh pada berbagai substrat perairan (Ira, 2018).

Kepadatan total makroalga di setiap stasiun menunjukkan kelimpahan makroalga di mana di Stasiun 1 mencapai 46 ind/m², Stasiun 2 sebesar 9 ind/m², dan Stasiun 3 sebesar 21 ind/m² (Gambar 3). Tingginya kepadatan di Stasiun 1 disebabkan karena adanya kombinasi substrat, yaitu tumbuhan lamun dan karang mati sebagai tempat tumbuhnya makroalga. Hal ini sesuai dengan pernyataan Arfah and Patty (2016), bahwa area tepi pantai yang sering ditumbuhi lamun yang cukup merata merupakan habitat pertumbuhan makroalga. Kombinasi struktur substrat sangat menentukan variasi jenis makroalga (Kadi, 2000). Selain itu, perbedaan kepadatan makroalga dipengaruhi oleh faktor-faktor kondisi lingkungan yang mendukung kemampuan adaptasi dari masing-masing jenis. Menurut Ira (2018), perbedaan kepadatan jenis makroalga dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk daya reproduksi yang tinggi, kemampuan

adaptasi yang berkembang, ketahanan yang rendah terhadap habitat, serta keberadaan predator dan penyakit.

Indeks Ekologi Makroalga

Indeks ekologi makroalga, yang meliputi indeks keanekaragaman (*H'*), indeks keseragaman (*E*), dan indeks dominansi (*C*), untuk makroalga di perairan Pulau Kumeke ditunjukkan dalam Tabel 2. Ketiga indeks tersebut dapat digunakan untuk menilai stabilitas komunitas makroalga di perairan (Melsasail et al., 2018).

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa *H'* sebesar 1,154-2,234, yang termasuk dalam kategori keanekaragaman ‘sedang’. Keanekaragaman ‘sedang’ disebabkan oleh kondisi lingkungan dan jumlah jenis yang ditemukan cukup stabil (Handayani et al., 2023). Hal ini didukung oleh Hamzah et al. (2020). Tingkat keanekaragaman suatu jenis di perairan dipengaruhi secara signifikan oleh jumlah jenis yang ada, semakin banyak jumlah jenis, semakin tinggi pula tingkat keanekaragamannya.

Nilai *E* berkisar 0,481-0,932, termasuk kategori keseragaman ‘tinggi’. Hal ini menunjukkan jumlah individu dari setiap jenis terdistribusi secara merata, tanpa ada jenis tertentu yang mendominasi populasi. Keseragaman yang tinggi menunjukkan jumlah makroalga yang ditemukan tidak terlalu berbeda dan terdistribusi secara merata (Agustina et al., 2023).

Nilai *D* berkisar 0,114-0,388, termasuk kategori dominansi ‘rendah’, yang artinya tidak ada jenis makroalga tertentu yang mendominasi di perairan tersebut. Menurut Insafitri (2010), semakin tinggi nilai *D*, semakin besar kemungkinan adanya jenis tertentu yang mendominasi.

Parameter Kualitas Perairan

Pertumbuhan makroalga sangat didukung oleh kondisi lingkungan perairan. Hasil pengukuran parameter kualitas air di Pulau Kumeke disajikan dalam Tabel 3. Nampak, suhu di perairan tersebut berkisar 30,2-31,5 °C, pH berkisar 7,9-8,5, oksigen terlarut (DO) berkisar 5,0-6,2 mg/L, dan salinitas berkisar antara 30-32 ppt. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, kondisi kualitas air tersebut masih tergolong optimal untuk mendukung pertumbuhan makroalga.

Suhu memiliki peran yang signifikan dalam mempengaruhi pertumbuhan jenis (Kusumaningtyas et al., 2014); suhu optimal untuk pertumbuhan makroalga berkisar 26-31°C (Nikhilani and Indrati, 2021). Variasi pH sangat memengaruhi struktur komunitas organisme akuatik (Rangkuti et al., 2017); pH optimal untuk pertumbuhan makroalga berkisar 7-8,5 (Nikhilani dan Indrati, 2021). Salinitas memengaruhi sebaran dan produktivitas makroalga; salinitas yang rendah dapat berdampak negatif pada pertumbuhan dan proses fotosintesis (Sofiana et al., 2022). Menurut Sudradjat (2009), salinitas optimal untuk pertumbuhan makroalga berkisar 28-35 ppt. Oksigen terlarut (DO) yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan makroalga adalah lebih dari 6 mg/L (Atmadja, 1996).

KESIMPULAN

Di perairan Pulau Kumeke ditemukan 11 jenis makroalga (*H. opuntia*, *H. cylindracea*, *C. racemosa*, *P. australis*, *D. dichotoma*, *S. oligocystum*, *D. dichotoma*, *G. salicornia*, *G. arcuata*, *G. coronopifolia*, dan *K. alvarezii*) dari kelompok Rhodophyta, Phaeophyta, dan Chlorophyta, dengan Rhodophyta memiliki

kepadatan tertinggi; dan memiliki keanekaragaman jenis 'sedang', keseragaman jenis 'tinggi', dan dominasi jenis 'rendah', yang menunjukkan struktur komunitas makroalga yang seimbang dan sehat.

Ucapan terima kasih. Terima kasih penulis ucapkan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat DRTPM-Diktiristek yang membiayai kampus Universitas Dumoga Kotamobagu. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada tim peneliti yang turun lapangan, Pemerintah Desa Kotabunan, Kecamatan Kotabunan, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur dan seluruh unsur yang terlibat.

"Kami menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dengan organisasi manapun mengenai bahan yang didiskusikan dalam naskah ini."

REFERENSI

- AGUSTINA, S., MULIADI, and HELENA, S. (2023) Macroalgae community structure in the southern waters of Kabung Island Bengkayang Regency West Kalimantan. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 6(1), pp. 50-57.
- APHA (2009) *Standard Method for The Examination of Water and Wastewater*. 22th Edition. American Public Health Association (APHA). Washington DC.
- ARFAH, H. and PATTY, S.I. (2016) Kualitas Air dan Komunitas Makroalga di Perairan Pantai Jikumerasa Pulau Buru. *Jurnal Ilmiah Platax*, 4(2): 109-119.
- ARIANI, S., IDRUS, A.A., JAPA, L, and SANTOSO, D. (2020) Struktur Komunitas Makroalga sebagai Indikator Ekologi Ekosistem Perairan pada Kawasan Konservasi Laut Daerah di Gili Sulat Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(1), pp. 132-138.
- ATMADJA, W.S. (1996) *Pengenalan Jenis Algae Coklat (Phaeophyta) dalam Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia*. Jakarta: Puslitbang Oseanologi LIPI.
- CALUMPONG, H.P. and MENEZ, E.G. (1997) *Field guide to the common mangroves: seagrasses and algae of the Philippines*. Bookmark, Inc. Makati City, Philippines. 197 pp.
- HAMZAH, R., HAKIM, L. And RETNANINGDYAH, C. (2020) Evaluation of the quality of coastal ecosystems in the spermonde archipelago using macroalgae as indicators. *Journal of Tropical Life Science*, 10, pp. 113-122.
- HANDAYANI, S., WIDHIONO, I. and WIDYARTINI, D.S. (2023) Macroalgae diversity and its relationship with environmental conditions in polluted waters of Seribu Islands, Jakarta Bay, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(11), pp. 6279-6286.
- INSAFITRI (2010) Keanekaragaman, keseragaman dan dominansi bivalvia di area buangan lumpur Lapindo Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan*, 3(1), pp. 54-59.
- IRA (2018) Struktur Komunitas Makro Alga di Perairan Desa Mata Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(1), pp. 45-56.
- KADI, A. (2000) *Rumput Laut di Perairan Kalimantan Timur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI Jakarta. pp. 107-109.
- KAMMLER, S., ROMERO, A.M, BURKHARDT, C, BARUTH, L, ANTRANIKIAN, G, LIESE, A. and KALTSCHMITT, M. (2024) Macroalgae Valorization for the Production of Polymers, Chemicals and Energy. *Biomass and Bioenergy*, 183, pp. 1-16.
- KREBS, C.J. (1985) *Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 3rd Ed. New York: Haper and Row Publisher.
- KREBS, C.J. (1999) *Ecological Methodology*. Second Edition. Addison Wesley Longman, Inc. New York.
- KUSUMANINGTYAS, M.A., BRAMAWANTO, R., DAULAT, A. and PRANOWO, W.S. (2014) Kualitas Perairan Natuna pada Musim Transisi. *Depik*, 3(1), pp. 10-20.
- LAMBRE, M.E., LOPEZ, C., ACHA-ARAICO, B. and CLEMENTE, S. (2024) Effect of Macroalgae and Sea Urchin Grazing Pressure on Zoantharians Growth Under Laboratory Conditions. *Marine Environmental Research*, 198, pp. 1-12.
- LUDWIG, J.A. and REYNOLDS, J.F. (1988) *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. John Wiley & Sons Inc., New York, USA, 337 pp.
- MELSASAIL, K., AWAN, A., PAPILAYA, P.M. and RUMAHLATU, D. (2018) The Ecological Structure of Macroalgae Community (Seagrass) on Various Zones in the Coastal Waters of Nusalaut Island, Central Maluku District Indonesia. *AACL Bioflux*, 11(4), pp. 957-966.
- MUDRIKAH, S., UTAMI, L.W., OKTAVIA, R., SAYIDINAR, A., KHAIRUNNISA, A.D., NURLAILA, A.S., NURLAILA, R., SARI, W.P., ALFITO, M.A., ULYA, L.A., AMALIAH, N.M., WULANDARI, T., MAYSAROH, A.N., KURNIAWAN, I.A., HIDAYAH, A.N., KALOKA, V.N., NURHAYATI, R., RAHMAN, A.A. and Chasani, A.R. (2024) Macroalgal community structure and composition in intertidal zone of Sarangan Beach, Gunungkidul, Indonesia. In: *Proceedings of the 8th ICBS 2023*. BIO Web of Conferences. pp. 1-12.
- NIKHLANI, A. and INDRATI. K. (2021) Analisa Parameter Fisika dan Kimia Perairan Tihik Tihik Kota Bontang untuk Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(2), pp. 189-200.
- ODUM, E.P. (1971) *Fundamentals of Ecology*. Third Edition, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 574 pp.
- ORBERG, S.B., DUARTE, C.M., GERALDI, N.R., SEJR, M.K., WEGEBERG, S.J., HANSEN, L.S. and KRAUSE-JENSEN, D. (2023) Prevalent Fingerprint of Marine Macroalgae in Arctic Surface Sediments. *Science of the Total Environment*, 898, pp. 1-11.
- PATRA, F., KEPEL, R.C., LUMINGAS, L.J.L., GERUNG, G.S., KONDOY, K.F., SUMILAT, D.A. and UNDAP, S.L. (2021) Anatomical characteristics of macroalgal species from Bombuanoi Island, East Bolaang Mongondow Regency, North Sulawesi. *Aquatic Science & Management*, 9(2), pp. 55-62.
- PRASETIYO, H., and ARISANDI, A. (2021) Macroalgae Community Structure in The Waters of Prigi Bay in Trenggalek Regency. *Juvenil*, 2(1), pp. 1-9.
- RANGKUTI, A.M., MUHAMMAD, R.C., ANI, R., YULMA and HASAN, E.A. (2017) *Ekosistem Pesisir dan Laut Indonesia*. Jakarta: Bumi Aksara. pp. 482.
- SHANNON, C.E. and WIENER, W. (1949) *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press. pp. 125.
- SOFIANA, M.S.J., NURRAHMAN, Y.A., WARSIDAH,

- MINSAS, S., YULIONO, A., SAFITRI, I., HELENA, S. and RISKI (2022) Community Structure of Macroalgae in Lemukutan Island Waters, West Kalimantan. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 8(1), pp. 1-8.
- SUDRADJAT, A. (2009) *Budidaya 23 Komoditas Laut Menguntungkan*. Yogyakarta: Penebar Swadaya.
- SUPIT, R.R.L., EMOLA, I.J. and GINZEL, F.I. (2024) Struktur Komunitas Makroalga Di Daerah Intertidal Pantai Berbatu Desa Otan, Kecamatan Semau Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Journal of Marine Research*, 13(3), pp. 577-586.
- TRONO, G.C. (1997) *Field Guide and Atlas of the Seaweed Resources of the Philippines*. Bookmarks, Inc. Makaty City, 306 pp.