

Macroalgae Community Structure in The Waters of Budo Village, Wori District, North Minahasa Regency

(Struktur Komunitas Makroalga di Perairan Desa Budo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara)

Dwiko Yonathan Ellu*, Rene C. Kepel, John L. Tombokan, Adnan S. Wantasen, Rose O.S.E. Mantiri, Anneke V. Lohoo

Aquatic Resources Management Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Science, Sam Ratulangi University, Manado.

(Received 22 May. 2026; Revised 31 May. 2026; Accepted 3 Jun. 2026)

ABSTRACT. This study aims to examine the community structure of macroalgae in the waters of Budo Village, Wori District, North Minahasa Regency. Data collection was conducted on June 26, 2025, during the lowest low tide using the Line Transect method with a quadrat sampling technique (1 m × 1 m) along three 50 m transect lines. Environmental parameters including temperature and salinity were measured. The study identified 13 macroalgae species comprising 4 Chlorophyta species (*Caulerpa sertularioides*, *Bornetella oligospora*, *Halimeda macroloba*, *H. opuntia*), 5 Phaeophyta species (*Padina australis*, *Turbinaria decurrens*, *T. ornata*, *Sargassum polycystum*, *S. ilicifolium*), and 4 Rhodophyta species (*Amphiroa fragilissima*, *Tricleocarpa fragilis*, *Hydropuntia edulis*, *Portieria hornemannii*). Total macroalgae density was 16.93 ind/m² with *Turbinaria ornata* as the dominant species (species density 5.467 ind/m²; relative density 32.28%). The Shannon-Wiener diversity index indicated moderate diversity ($H' = 2.051$), Simpson's dominance index was low ($D = 0.169$), and the evenness index was high ($E = 0.80$). Environmental conditions with temperatures of 30–31°C and salinity of 33‰ supported macroalgae growth. Overall, the coastal ecosystem of Budo Village is in a stable condition without significant ecological stress.

Keywords: macroalgae, density, diversity, dominance, evenness, North Minahasa

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji struktur komunitas makroalga di perairan Desa Budo, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. Pengambilan data dilaksanakan pada 26 Juni 2025 saat kondisi surut terendah dengan menggunakan metode *Line Transect* dengan teknik sampling kuadrat (1 m × 1 m) pada tiga garis transek sepanjang 50 m. Parameter lingkungan yang diukur meliputi suhu dan salinitas. Hasil penelitian menemukan 13 spesies makroalga yang terdiri atas 4 spesies Chlorophyta (*Caulerpa sertularioides*, *Bornetella oligospora*, *Halimeda macroloba*, *H. opuntia*), 5 spesies Phaeophyta (*Padina australis*, *Turbinaria decurrens*, *T. ornata*, *Sargassum polycystum*, *S. ilicifolium*), dan 4 spesies Rhodophyta (*Amphiroa fragilissima*, *Tricleocarpa fragilis*, *Hydropuntia edulis*, *Portieria hornemannii*). Total kepadatan makroalga adalah 16,93 ind/m² dengan *Turbinaria ornata* sebagai spesies dominan (kepadatan jenis 5,467 ind/m²; kepadatan relatif 32,28%). Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener menunjukkan kategori sedang ($H' = 2,051$), indeks dominansi Simpson rendah ($D = 0,169$), dan indeks pemerataan tinggi ($E = 0,80$). Kondisi lingkungan dengan suhu 30–31°C dan salinitas 33‰ mendukung pertumbuhan makroalga. Secara keseluruhan, ekosistem pesisir Desa Budo berada dalam kondisi stabil tanpa tekanan ekologis yang signifikan.

Kata kunci: makroalga, kepadatan, keanekaragaman, dominansi, pemerataan, Minahasa Utara

PENDAHULUAN

Makroalga atau rumput laut (*seaweeds*), alga laut makroskopik, adalah tumbuhan fotosintetik makrofit non-bunga yang primitif dan tidak menghasilkan bunga. Makroalga terdiri dari berbagai spesies yang secara struktural dan filogenetik bervariasi dengan berbagai bentuk, ukuran, warna, dan profil kimia (Min *et al.*, 2021).

Perairan Indonesia, khususnya kawasan Sulawesi Utara, dikenal memiliki keanekaragaman hayati laut yang tinggi, termasuk makroalga. Beberapa penelitian sebelumnya telah mendokumentasikan keberadaan makroalga di berbagai perairan pesisir Sulawesi Utara, antara lain di Tongkaina (Kepel *et al.*, 2018a), Blongko (Kepel *et al.*, 2018b), Kora-Kora (Kepel & Mantiri, 2019), Pulau Mantehage (Kepel *et al.*, 2019a), Semenanjung Minahasa pada musim penghujan (Kepel *et al.*, 2019b), Semenanjung Minahasa pada musim kemarau (Kepel *et al.*, 2020), Tanjung Merah (Achmad *et al.*, 2021), Ondong (Kandati *et al.*, 2021), Semenanjung Minahasa dengan beberapa konsentrasi logam berat (Tombokan *et al.*, 2020), Tanjung Merah, Rap-rap dan Teluk Totok (Kepel *et al.*, 2023), Laboratorium Basah Likupang, Tongkaina dan Kora-kora (Kepel *et al.*, 2024), Tateli dan Mokupa (Turangan *et al.*, 2024), Rap-rap (Rafii *et al.*, 2024), Meras (Kamalirang *et al.*, 2025), Tiwoho (Iyanleba *et al.*, 2025), serta Bahowo (Tamara *et al.*, 2025).

Desa Budo yang terletak di Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, merupakan kawasan pesisir yang relatif masih terjaga dengan tingkat kerusakan habitat yang minimal. Kondisi ini

menjadikan perairan Desa Budo sebagai habitat potensial bagi pertumbuhan makroalga. Namun, hingga saat ini belum ada penelitian yang secara khusus mengkaji struktur komunitas makroalga di lokasi tersebut.

Kajian struktur komunitas makroalga meliputi aspek kepadatan jenis, kepadatan relatif, keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan. Parameter-parameter ekologi ini diperlukan untuk memahami kondisi dan stabilitas ekosistem serta menjadi dasar pengelolaan sumber daya pesisir secara berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji struktur komunitas makroalga di perairan Desa Budo, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara.

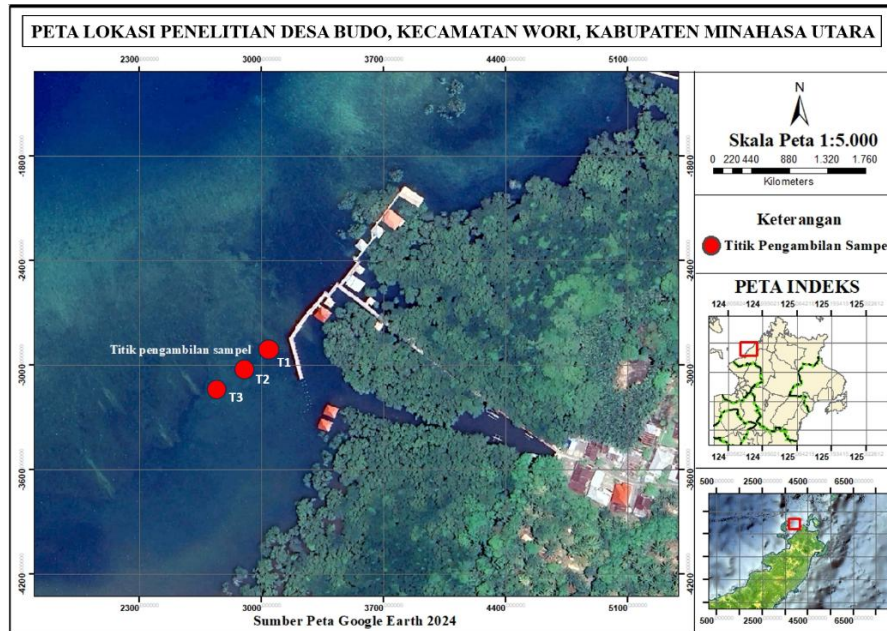
METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di perairan Desa Budo, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara pada tanggal 26 Juni 2025 selama dua hari. Lokasi berada di kawasan pesisir yang masih relatif alami dengan habitat makroalga yang beragam (Gambar 1).

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tali dan meteran roll untuk penempatan transek dan kuadrat, kuadrat berukuran 1 m × 1 m untuk pengambilan sampel, plastik sampel berlabel, kamera untuk dokumentasi, termometer, dan refraktometer untuk pengukuran parameter lingkungan. Objek penelitian adalah seluruh spesies makroalga yang ditemukan di lokasi sampling.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Pengambilan Data

Pengambilan sampel dilakukan saat kondisi surut terendah menggunakan metode Line Transect dengan teknik sampling kuadrat (Krebs, 1999). Tiga garis transek sepanjang 50 m ditarik tegak lurus dari pantai ke arah laut dengan jarak antar transek 30 m. Pada setiap transek, kuadrat ditempatkan setiap 5 m sehingga terdapat 11 kuadrat per transek (total 33 kuadrat). Setiap individu makroalga dalam kuadrat dihitung jumlahnya per spesies, dicatat, dan dimasukkan ke dalam kantong sampel berlabel. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi menggunakan panduan Calumpong & Meñez (1997) serta Trono (1997). Parameter lingkungan berupa suhu dan salinitas juga diukur pada masing-masing transek.

Analisis Data

Struktur komunitas dianalisis menggunakan parameter:

1. Kepadatan Jenis (Krebs, 1999)

Kepadatan jenis =

$$\frac{\text{Jumlah individu tiap jenis}}{\text{Luas wilayah contoh (m}^2\text{)}}$$

Kepadatan relatif (%) =

$$\frac{\text{Jumlah individu tiap jenis}}{\text{Jumlah individu seluruh jenis}} \times 100$$

1. Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener (Ludwig & Reynolds, 1988)

$$H' = - \sum (n_i / N) \ln (n_i / N),$$

dimana: n_i = Jumlah individu tiap jenis dan N = Jumlah individu seluruh jenis.

Kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yaitu $H' < 1$ adalah keanekaragaman rendah, $H' \leq 1-3$ adalah keanekaragaman sedang, dan $H' > 3$ adalah keanekaragaman tinggi.

2. Indeks Dominansi (Odum, 1996)

$$D = \sum (n_i / N)^2 = \sum P_i^2,$$

dimana: n_i = Jumlah individu tiap jenis dan N = Jumlah individu seluruh jenis.

Kriteria indeks dominansi dibagi dalam 3

kategori yaitu 0,01-0,30 adalah dominasi rendah, 0,31-0,60 adalah dominasi sedang dan 0,61-1,00 adalah dominasi tinggi.

3. Indeks Kemerataan (Ludwig & Reynolds, 1988)

$$E = H' / \ln S,$$

dimana: H' = Indeks keanekaragaman dan S = Jumlah jenis pada suatu sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-Jenis Makroalga

Hasil identifikasi ditemukan 13 spesies makroalga di perairan Desa Budo yang termasuk dalam tiga divisi, yaitu Chlorophyta (4 spesies), Phaeophyta (5 spesies), dan Rhodophyta (4 spesies). Komposisi taksonomi lengkap tersaji pada Tabel 1.

Kelompok Phaeophyta mendominasi komposisi jenis dengan 5 spesies (38,5%), diikuti Chlorophyta dengan 4 spesies (30,8%), dan Rhodophyta dengan 4 spesies (30,8%). Hasil ini sebanding dengan penelitian di perairan sekitarnya, seperti di Bahowo yang menemukan 22 spesies (Tamara et al., 2025) dan di Tateli-Mokupa yang menemukan 16 spesies (Turangan et al., 2024).

Kepadatan Jenis dan Kepadatan Relatif

Total kepadatan makroalga di perairan Desa Budo adalah 16,93 ind/m² yang diperoleh dari 508 individu pada 33 kuadrat (luas total 33 m²). *Turbinaria ornata* tercatat sebagai spesies dengan kepadatan tertinggi (5,467 ind/m²) dan kepadatan relatif 32,28% (Tabel 2).

Tingginya kepadatan *Turbinaria ornata* di perairan Desa Budo berkaitan dengan kemampuan adaptasi spesies ini terhadap kondisi lingkungan setempat. Menurut Handayani (2018), *T. ornata* memiliki *holdfast* yang kuat sehingga dapat bertahan pada substrat keras di perairan dengan arus yang cukup kuat, dan memiliki kemampuan penyebaran cepat melalui fragmentasi. Spesies ini juga dilaporkan mendominasi di beberapa perairan Sulawesi Utara, seperti di Bahowo (Tamara et al., 2025) dan Tiwoho (Iyanleba et al., 2025).

Spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Caulerpa sertularioides* (0,033 ind/m²; 0,20%) yang hanya ditemukan satu individu. Hal ini diduga karena substrat berpasir yang sesuai untuk spesies ini terbatas di lokasi penelitian,

Tabel 1. Spesies makroalga teridentifikasi di perairan Desa Budo

No	Kelas	Ordo	Famili	Spesies
1	Ulvophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	<i>Caulerpa sertularioides</i>
2			Halimedaceae	<i>Halimeda macroloba</i>
3				<i>Halimeda opuntia</i>
4	Phaeophyceae	Dasycladales	Dasycladaceae	<i>Bornetella oligospora</i>
5		Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Padina australis</i>
6		Fucales	Sargassaceae	<i>Turbinaria decurrens</i>
7				<i>Turbinaria ornata</i>
8				<i>Sargassum polycystum</i>
9				<i>Sargassum ilicifolium</i>
10	Florideophyceae	Corallinales	Lithophyllaceae	<i>Amphiroa fragilissima</i>
11		Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Hydropuntia edulis</i>
12			Rhizophyllidaceae	<i>Portieria hornemannii</i>
13		Nemaliales	Galaxauraceae	<i>Tricleocarpa fragilis</i>

Tabel 2. Kepadatan jenis dan kepadatan relatif makroalga di perairan Desa Budo

No	Spesies	Jumlah Individu	KJ (ind/m ²)	KR (%)
1	<i>Turbinaria ornata</i>	164	5,467	32,28
2	<i>Sargassum polycystum</i>	70	2,333	13,78
3	<i>Halimeda opuntia</i>	58	1,933	11,42
4	<i>Sargassum ilicifolium</i>	57	1,900	11,22
5	<i>Amphiroa fragilissima</i>	46	1,533	9,06
6	<i>Bornetella oligospora</i>	36	1,200	7,09
7	<i>Padina australis</i>	34	1,133	6,69
8	<i>Hydropuntia edulis</i>	15	0,500	2,95
9	<i>Tricleocarpa fragilis</i>	14	0,467	2,76
10	<i>Halimeda macroloba</i>	7	0,233	1,38
11	<i>Portieria hornemannii</i>	4	0,133	0,79
12	<i>Turbinaria decurrens</i>	2	0,067	0,39
13	<i>Caulerpa sertularioides</i>	1	0,033	0,20
Total		508	16,93	100,00

Keterangan: KJ = Kepadatan Jenis; KR = Kepadatan Relatif

mengingat sebagian besar substrat didominasi karang keras yang lebih sesuai untuk *Turbinaria* dan *Sargassum*.

Indeks Ekologi

Hasil analisis indeks ekologi struktur komunitas makroalga di perairan Desa Budo disajikan pada Tabel 3.

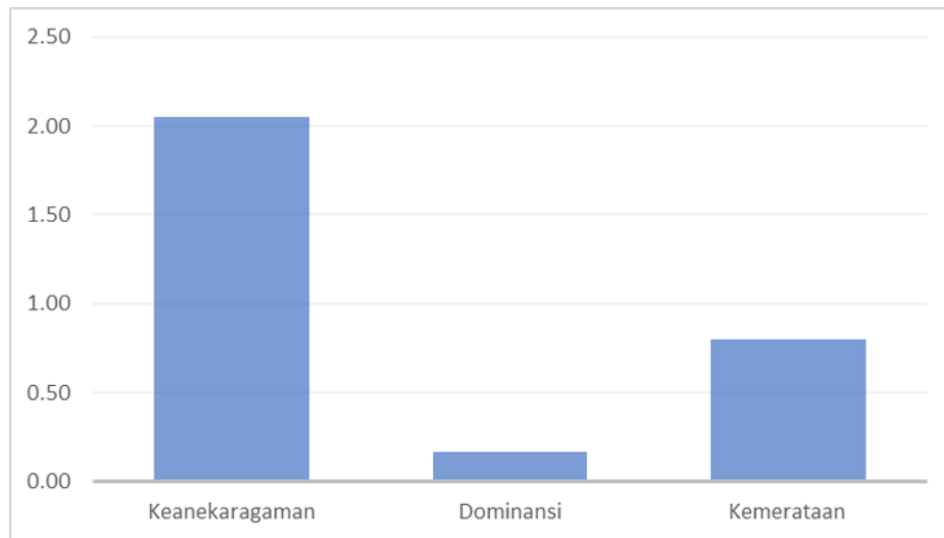
Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener ($H' = 2,051$) menunjukkan keanekaragaman kategori sedang ($1 \leq H' \leq 3$). Nilai ini mengindikasikan bahwa komunitas makroalga di lokasi penelitian memiliki struktur yang cukup kompleks dan tidak mengalami tekanan lingkungan yang berat. Temuan ini didukung oleh Ariani et al. (2020), yang menyatakan bahwa perairan pesisir dengan keanekaragaman

makroalga tingkat sedang umumnya merepresentasikan lingkungan perairan yang tidak mengalami tekanan ekologis atau pencemaran antropogenik yang ekstrem. Nilai H' yang diperoleh ini sebanding dengan beberapa penelitian di perairan sekitarnya di Sulawesi Utara.

Indeks Dominansi Simpson ($D = 0,169$) tergolong rendah, mendekati nilai 0. Meskipun *Turbinaria ornata* memiliki proporsi kepadatan relatif 32,28%, nilai D tetap rendah karena nilai kuadrat proporsi individu (π^2) tidak cukup besar untuk mendongkrak nilai total D mendekati 1. Kondisi ini menunjukkan bahwa tidak ada satu spesies yang menguasai sumber daya secara mutlak, melainkan sumber daya dimanfaatkan secara bersama oleh beberapa spesies.

Tabel 3. Hasil analisis indeks ekologi makroalga di perairan Desa Budo

Parameter	Nilai	Kategori
Keanekaragaman (H')	2,051	Sedang
Dominansi (D)	0,169	Rendah
Kemerataan (E)	0,80	Tinggi
Jumlah Spesies (S)	13	-
Total Individu (N)	508	-



Gambar 2. Indeks Keanekaragaman, Dominansi, Kemerataan

Tabel 4. Parameter lingkungan perairan Desa Budo

Transek	Suhu (°C)	Salinitas (‰)
Transek 1	30	33
Transek 2	30	33
Transek 3	31	33

Indeks Kemerataan ($E = 0,80$) mendekati nilai 1, mengindikasikan kemerataan jenis yang tinggi. Nilai ini menunjukkan bahwa pembagian jumlah individu antarspesies relatif merata. Nilai kemerataan ekosistem bentik yang mendekati angka 1 merupakan representasi dari komunitas perairan yang sehat, di mana ketersediaan nutrisi terdistribusi dengan baik (Ariani *et al.*, 2020).

Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan di ketiga transek menunjukkan kisaran suhu 30–31°C dan salinitas konstan 33‰ (Tabel 4). Kisaran suhu yang diperoleh masih dalam batas optimal pertumbuhan makroalga, yaitu 15–33°C (Umar *et al.*, 2023). Nilai salinitas 33‰ juga masih berada dalam kisaran aman bagi pertumbuhan makroalga, yaitu 28–35‰ (Rajagukguk *et al.*, 2023).

Kondisi substrat di lokasi penelitian bervariasi meliputi lumpur, pasir, karang, dan berbatu. Pantai berkarang dan pecahan karang merupakan habitat yang baik bagi sejumlah spesies makroalga, terutama kelompok Sargassum dan Turbinaria yang mendominasi di lokasi ini (Umar *et al.*, 2023). Variasi substrat ini turut berkontribusi pada tingginya keanekaragaman jenis yang ditemukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di perairan pesisir Desa Budo, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, ditemukan 13 spesies makroalga yang terdiri dari 4 spesies Chlorophyta, 5 spesies Phaeophyta, dan 4 spesies Rhodophyta. Total kepadatan makroalga adalah 16,93 ind/m² dengan Turbinaria ornata sebagai spesies dominan ($KJ = 5,467$ ind/m²; $KR = 32,28\%$). Analisis

indeks ekologi menunjukkan keanekaragaman sedang ($H' = 2,051$), dominansi rendah ($D = 0,169$), dan pemerataan tinggi ($E = 0,80$). Kondisi lingkungan perairan dengan suhu $30-31^{\circ}\text{C}$ dan salinitas 33‰ mendukung pertumbuhan makroalga. Secara keseluruhan, ekosistem pesisir Desa Budo berada dalam kondisi stabil dan seimbang tanpa adanya tekanan ekologis yang signifikan.

Penelitian lanjutan diperlukan untuk memantau perubahan temporal struktur komunitas makroalga, terutama pada musim yang berbeda. Keterlibatan masyarakat dalam pemantauan dan pelestarian ekosistem pesisir juga sangat direkomendasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F.V., Kepel, R.C., Mandagi, S.V., Tilaar, F.F., Tombokan, J.L., Ngangi, E.L.A. 2021. Struktur Komunitas Makroalga di Perairan Tanjung Merah Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Platax*, 9(1), 138-142. <https://doi.org/10.35800/jip.9.1.2021.34427>
- Ariani, S., Idrus, A. A., Japa, L., 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), 132-138. [10.29303/jbt.v20i1.1690](https://doi.org/10.29303/jbt.v20i1.1690)
- Calumpong, H.P., Meñez, E.G. 1997. Field Guide to The Common Mangroves: Seagrasses and Algae of The Philippines. Bookmark, Inc. Makati City, Philippines. p 197.
- Handayani, T. 2018. Mengenal Makroalga *Turbinaria* dan Pemanfaatannya. *Oseana*, 43(4). [10.14203/oseana.2018.Vol.43No.4.5](https://doi.org/10.14203/oseana.2018.Vol.43No.4.5)
- Iyanleba, A.G., Kepel, R.C., Tombokan, J.L., Manu, G.D., Lumingas, L.J.L., Wantasen, A.S., Lasabuda, R. 2025. Komunitas Makroalga di Perairan Desa Tiwoho, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 13(1), 167-194. <https://doi.org/10.35800/jip.v13i1.60693>
- Kamalirang, D.C., Kepel, R.C., Rembet, U.N.W.J., Mantiri, R.O.S.E., Wantasen, A.S., Sangari, J.R.R. 2025. Morfologi, Anatomi dan Struktur Komunitas Makroalga Di Perairan Pesisir Kelurahan Meras. *Jurnal Ilmiah Platax*, 13(2), 277-284. <https://doi.org/10.35800/jip.v13i2.61577>
- Kandati, F.R.S., Kepel, R.C., Rangan, J.K., Gerung, G.S., Salaki, M.S., Lasabuda, R. 2021. Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Ondong. *Jurnal Ilmiah Platax*, 9(1), 100-114. <https://doi.org/10.35800/jip.9.1.2021.34136>
- Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H. 2019. Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Kora-Kora, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(2), 383-393. <https://doi.org/10.35800/jip.7.2.2019.23727>
- Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H., Nasprianto. 2018a. Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Tongkaina, Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1), 160-173. <https://doi.org/10.35800/jip.6.1.2018.19558>
- Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H., Rumengan, A., Nasprianto. 2018b. Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Desa Blongko, Kecamatan Sinonsayang, Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1), 174-187. <https://doi.org/10.35800/jip.6.1.2018.19583>
- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Watung, P.M.M., Mantiri, D.M.H. 2019a. Community Structure of Seaweeds Along The Intertidal Zone of Mantehage Island, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*, 12(1), 87-101.
- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Tombokan, J.L., Mantiri, D.M.H. 2019b. Biodiversity and Community Structure of Seaweeds in Minahasa Peninsula, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*, 12(3), 880-892.

- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Tombokan, J.L., Mantiri, D.M.H. 2020. Community Structure of Seaweeds in Dry Season in Minahasa Peninsula, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*, 13(1), 392-402.
- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Tombokan, J.L., Mantiri, D.M.H. 2023. Community Structure of Macroalgae in Tanjung Merah, Rap-rap and Totok Bay, North Sulawesi, Indonesia. AIP Conference Proceedings, 2694, 060004.
- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Tombokan, J.L., Mantiri, D.M.H. 2024. Seaweed Communities in The Coastal Waters of Likupang Marine Station, Tongkaina and Kora-kora, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*, 17(3), 1090-1102.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. Second edition. Addison Wesley Longman Inc. New York. p 620.
- Ludwig, J.A., Reynolds, J.F. 1988. Statistical Ecology: a Primer on Methods and Computing. A Willey Interscience Publication. New York. p 337.
- Min, B.R., Parker, D., Brauer, D., Waldrip, H., Lockard, C., Hales, K., Akbay, A., Augyte, S. 2021. The Role of Seaweed as a Potential Dietary Supplementation for Enteric Methane Mitigation in Ruminants: Challenges and opportunities. *Anim. Nutr.*, 7(4), 1371-1387. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.10.003>
- Odum, E.P. 1996. Dasar-Dasar Ekologi. Terjemahan Samigan dan B. Srigadi. Gajah Mada University. Press. Yogyakarta. 677 hal.
- Rafii, K.A., Kepel, R.C., Kondoy, K.F.I., Mandagi, S.V., Tombokan, J.L., Lohoo, A.V. 2024. Morfologi dan Anatomi Komunitas Makroalga di Perairan Pesisir Rap Rap, Kelurahan Tongkaina, Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Platax*, 12(1), 141-156. <https://doi.org/10.35800/jip.v12i1.52140>
- Rajagukguk, BB, Kambey, RP, Opa, SL, Pamikiran, VA, Rumengan, R., Sumolang, CS 2023. Inventarisasi dan Identifikasi Makroalga di Perairan Talawaan Bajo, Sulawesi Utara. *e-Jurnal Budidaya Perairan*, 11(2), 264-274. <https://doi.org/10.35800/bdp.v11i2.49847>
- Tamara, G.M.A.J., Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Wantasen, A.S., Lasabuda, R., Lohoo, A.V. 2025. Struktur Komunitas Makroalga di Perairan Pesisir Bahowo. *Jurnal Ilmiah Platax*, 13(2), 220-252. <https://doi.org/10.35800/jip.v13i2.61576>
- Tombokan, J.L., Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H., Paulus, J.J.H., Lumingas, L.J.L. 2020. Comparison of Seaweed Communities in Coastal Waters with Different Heavy Metals Concentrations in Minahasa Peninsula, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*, 13(4), 1779-1794.
- Trono, G.C. 1997. Field Guide and Atlas of The Seaweed Resources of The Philippines. Bookmarks, Inc. Makaty City. p 306.
- Turangan, S., Kepel, R.C., Mandagi, S.V., Mantiri, R.O.S.E., Menajang, F.S.I., Kambey, A.D. 2024. Komunitas Makroalga di Perairan Desa Tateli, Kecamatan Mandolang, dan Perairan Desa Mokupa, Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 12(1), 164-170. <https://doi.org/10.35800/jip.v12i1.49441>
- Umar, F. D., Kumampung, D. R., Sinjal, C. A., Gerung, G. S., Kaligis, E. Y., Tilaar, S. O. 2023. Keanekaragaman Jenis, Kepadatan, Dominansi, dan Pola Penyebaran Alga Hijau di Perairan Pantai Kalasey Minahasa Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 11(1), 126-131. <https://doi.org/10.35800/jplt.11.1.2023.52736>