JURNAL PESISIR DAN LAUT TROPIS
E-ISSN: 2339-1537
Vol 14 No. 2 : 202-209 (2026)
https://doi.org/10.35800/jplt.14.2.2026.67070

# Community Structure of Macroalgae in Atep Oki Cape, Atep Oki Village, East Lembean District, Minahasa Regency

(*Struktur Komunitas Makroalga di Tanjung Atep Oki Desa Atep Oki Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa*)

**Stevi A. Samangilailai, Rene C. Kepel*, Adnan S. Wantasen, Rose O. S. E. Mantiri, John L. Tombokan, Khristin I. F. Kondoy**

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

*(Received 23 Apr. 2026; Revised 4 May. 2026; Accepted 16 Jun. 2026)*

**ABSTRACT.** Macroalgae are important components of coastal ecosystems, playing key roles in primary production and habitat provision. This study aimed to identify species composition, analyze density, and calculate community structure indices of macroalgae in the waters of Atep Oki Cape, Atep Oki Village, East Lembean District, Minahasa Regency. Sampling was conducted in June 2025 during the lowest tide using the line transect method with quadrat technique (50 × 50 cm). Three 50-m transect lines were laid perpendicular to the shore, with 30-m intervals between transects and 5-m intervals between quadrats. Results revealed 13 macroalgae species from three main groups: Chlorophyta (7 species), Phaeophyceae (2 species), and Rhodophyta (4 species), with a total of 412 individuals. The highest species density was recorded for Halimeda opuntia (28.8 ind/m²) and Halimeda macroloba (16.13 ind/m²). The Shannon-Wiener diversity index (H') = 1.33 (low), Simpson dominance index (D) = 0.37 (low–moderate), and evenness index (E) = 0.52 (moderate). The macroalgae community at the study site showed a tendency toward dominance by the Halimeda group, with other species acting as complementary components.
**Keywords**: macroalgae, community structure, Atep Oki Cape, density, diversity

**ABSTRAK.** Makroalga merupakan komponen penting ekosistem pesisir yang berperan dalam produksi primer dan penyedia habitat. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi komposisi spesies, menganalisis kepadatan, dan menghitung indeks struktur komunitas makroalga di perairan Tanjung Atep Oki, Desa Atep Oki, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni 2025 saat surut terendah menggunakan metode line transect dengan teknik kuadrat (50 × 50 cm). Tiga garis transek sepanjang 50 m dipasang tegak lurus pantai dengan jarak antar transek 30 m dan jarak antar kuadrat 5 m. Hasil penelitian menunjukkan ditemukan 13 spesies makroalga dari tiga kelompok utama, yaitu Chlorophyta (7 spesies), Phaeophyceae (2 spesies), dan Rhodophyta (4 spesies) dengan total 412 individu. Kepadatan jenis tertinggi diperoleh pada Halimeda opuntia (28,8 ind/m²) dan Halimeda macroloba (16,13 ind/m²). Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') = 1,33 (rendah), indeks dominansi Simpson (D) = 0,37 (rendah–sedang), dan indeks kemerataan (E) = 0,52 (sedang). Komunitas makroalga di lokasi penelitian menunjukkan kecenderungan dominasi oleh kelompok Halimeda dengan spesies lain berperan sebagai penyusun pelengkap.
**Kata kunci:** makroalga, struktur komunitas, Tanjung Atep Oki, kepadatan, keanekaragaman

*corresponding author :
*Email*: renecharleskepel1965@unsrat.ac.id

## PENDAHULUAN

Makroalga adalah alga yang berukuran besar, dari beberapa centimeter (cm) sampai bermeter-meter (Ira *et al*., 2018). Makroalga terdiri dari berbagai spesies yang secara struktural dan filogenetik bervariasi dengan berbagai bentuk, ukuran, warna, dan profil kimia (Min *et al.*, 2021). Makroalga merupakan komponen utama penyusun ekosistem pesisir yang berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem, sebagai produsen dalam rantai makanan, dan menyediakan habitat bagi biota laut (Irawan & Luthfi, 2017).

Alga tersebut diklasifikasikan terutama dalam tiga kategori berdasarkan keberadaan pigmen fotosintetik, seperti alga merah, alga hijau, dan alga coklat dalam filum Rhodophyta, Secara ekonomi, makroalga dimanfaatkan sebagai bahan pangan, farmasi, kosmetik, dan bioenergi (Farghali *et al*., 2022).

Di Sulawesi Utara, berbagai penelitian biodiversitas makroalga telah dilakukan, 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 (Kepel *et al.*, 2019b; 2020), dan beberapa lokasi lainnya. Namun, di Tanjung Atep Oki, Desa Atep Oki, kajian tentang struktur komunitas makroalga masih sangat terbatas.

Perairan pesisir Desa Atep Oki memiliki rataan pasang surut dengan substrat berpasir, berlumpur, dan berbatu, serta terdapat hamparan lamun dan makroalga. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui kondisi komunitas makroalga saat ini sebagai data dasar dalam menilai kondisi ekosistem pesisir setempat. Tujuan penelitian ini adalah: (1) mengidentifikasi komposisi spesies makroalga; (2) menganalisis kepadatan masing-masing spesies; dan (3) menghitung indeks keanekaragaman, dominansi, dan kemerataan komunitas makroalga di Perairan Tanjung Atep Oki.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Tanjung Atep Oki, Desa Atep Oki, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Pengambilan data dilakukan pada bulan Juni 2025 pada saat surut terendah dengan bantuan aplikasi *Tides*.

### Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel makroalga menggunakan metode *line transect* dengan teknik kuadrat (Krebs, 1999). Dipasang tiga garis transek sepanjang 50 m yang ditarik tegak lurus dari pantai ke arah laut, dengan jarak antar transek 30 m. Pada setiap transek, kuadrat berukuran 50 × 50 cm ditempatkan dengan jarak 5 m antar kuadrat, sehingga diperoleh total 30 kuadrat. Seluruh individu makroalga di dalam setiap kuadrat dihitung, dikoleksi dalam kantong sampel berlabel, lalu dibawa ke Laboratorium Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil FPIK Unsrat untuk diidentifikasi menggunakan petunjuk Calumpong & Meñez (1997) dan Trono (1997).

### Analisis Data

Struktur komunitas dianalisis menggunakan parameter:

**1.** Kepadatan Jenis (Krebs, 1999**)**

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

$$\text{Kepadatan Relatif (\%)} = \frac{\text{Jumlah individu tiap jenis}}{\text{Jumlah individu seluruh jenis}} \times 100$$

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

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

dimana:

$n_i$ = Jumlah individu tiap jenis

N = Jumlah individu seluruh jenis.

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

3. Indeks Dominansi (Odum, 1996)

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

dimana:

$n_i$ = Jumlah individu tiap jenis

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.

4. Indeks Kemerataan (Ludwig & Reynolds, 1988)

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

dimana:

H = Indeks keanekaragaman

S = Jumlah jenis pada suatu sampel

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi Jenis Makroalga

Hasil identifikasi sampel makroalga di perairan Tanjung Atep Oki, Desa Atep Oki menunjukkan ditemukan 13 spesies makroalga yang tergolong ke dalam 3 kelompok utama: Chlorophyta (7 spesies), Phaeophyceae (2 spesies), dan Rhodophyta (4 spesies) (Tabel 1). Jumlah total individu yang ditemukan adalah 412 individu.

Jumlah 13 spesies yang ditemukan di Tanjung Atep Oki ini sebanding dengan penelitian di beberapa lokasi perairan Sulawesi Utara, seperti di Kora-Kora (10 jenis, Kepel & Mantiri, 2019), Tanjung Merah (6 jenis, Achmad *et al.*, 2021), Ondong (15 jenis, Kandati *et al.*, 2021), dan Rap-rap (18 jenis, Rafii *et al.*, 2024).

Tabel 1. Komposisi spesies makroalga di Perairan Tanjung Atep Oki

| No | Kelas | Ordo | Famili | Spesies |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ulvophyceae | Bryopsidales | Halimedaceae | *Halimeda macroloba* |
| 2 | | | | *Halimeda opuntia* |
| 3 | | | Dichotomosiphonaceae | *Avrainvillea erecta* |
| 4 | | | Caulerpaceae | *Caulerpa racemosa* |
| 5 | | Cladophorales | Cladophoraceae | *Chaetomorpha crassa* |
| 6 | | | Siphonocladaceae | *Dictyosphaeria cavernosa* |
| 7 | | | Valoniaceae | *Valonia aegagropila* |
| 8 | Phaeophyceae | Dictyotales | Dictyotaceae | *Padina australis* |
| 9 | | Fucales | Sargassaceae | *Turbinaria decurrens* |
| 10 | Florideophyceae | Corallinales | Lithophyllaceae | *Amphiroa fragilissima* |
| 11 | | Nemaliales | Galaxauraceae | *Tricleocarpa fragilis* |
| 12 | | Gracilariales | Gracilariaceae | *Hydropuntia edulis* |
| 13 | | Ceramiales | Rhodomelaceae | *Palisada perforata* |

Chlorophyta mendominasi komposisi jenis dengan 7 spesies, diikuti Rhodophyta (4 spesies) dan Phaeophyceae (2 spesies). Dominasi Chlorophyta umum dijumpai di ekosistem rataan pasang surut dengan substrat berpasir dan berlumpur, yang mendukung pertumbuhan jenis-jenis seperti *Halimeda* dan *Caulerpa*.

**Kepadatan Jenis dan Kepadatan Relatif**

Hasil analisis kepadatan jenis menunjukkan variasi yang cukup besar antar spesies (Tabel 2). Kepadatan tertinggi diperoleh pada *Halimeda opuntia* (28,8 ind/m²) dan *Halimeda macroloba* (16,13 ind/m²), sedangkan 11 spesies lainnya memiliki kepadatan lebih rendah (0,13–3,33 ind/m²).

Dominasi *Halimeda opuntia* dan *Halimeda macroloba* di lokasi penelitian berkaitan erat dengan karakteristik habitat di Tanjung Atep Oki. Kedua spesies ini memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap substrat berpasir dan berlumpur karena memiliki alat pelekat (*holdfast*) yang efektif untuk bertahan di substrat lunak. Dominasi *Halimeda* juga dilaporkan di beberapa penelitian di Sulawesi Utara, seperti di Kora-Kora (Kepel & Mantiri, 2019) dan Semenanjung Minahasa (Kepel *et al.*, 2020).

Rendahnya kepadatan beberapa spesies seperti *Avrainvillea erecta*, *Padina australis*, *Chaetomorpha crassa*, *Palisada perforata*, dan *Turbinaria decurrens* (masing-masing 0,13 ind/m²) kemungkinan dipengaruhi oleh kompetisi ruang dengan spesies dominan, preferensi mikrohabitat tertentu, serta faktor lingkungan seperti tipe substrat, arus, dan ketersediaan nutrien (Priosambodo & Ferial, 2006).

**Indeks Struktur Komunitas**

Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') = 1,33 tergolong rendah (H' < 1 tidak berlaku, karena 1 ≤ H' ≤ 3 adalah sedang; namun nilai mendekati batas bawah). Nilai ini lebih rendah dibandingkan beberapa lokasi lain di Sulawesi Utara, seperti Ondong (H' = 2,11,

Tabel 2. Kepadatan jenis dan kepadatan relatif makroalga di Perairan Tanjung Atep Oki

| No | Spesies | Jml Individu | Kepadatan (ind/m²) | Kepadatan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Halimeda opuntia* | 216 | 28,80 | 52,43 |
| 2 | *Halimeda macroloba* | 121 | 16,13 | 29,37 |
| 3 | *Amphiroa fragilissima* | 25 | 3,33 | 6,07 |
| 4 | *Hydropuntia edulis* | 22 | 2,93 | 5,34 |
| 5 | *Valonia aegagropila* | 11 | 1,47 | 2,67 |
| 6 | *Caulerpa racemosa* | 7 | 0,93 | 1,70 |
| 7 | *Tricleocarpa fragilis* | 3 | 0,40 | 0,73 |
| 8 | *Dictyosphaeria cavernosa* | 2 | 0,27 | 0,49 |
| 9 | *Avrainvillea erecta* | 1 | 0,13 | 0,24 |
| 10 | *Padina australis* | 1 | 0,13 | 0,24 |
| 11 | *Chaetomorpha crassa* | 1 | 0,13 | 0,24 |
| 12 | *Palisada perforata* | 1 | 0,13 | 0,24 |
| 13 | *Turbinaria decurrens* | 1 | 0,13 | 0,24 |
| | Total | 412 | - | 100,00 |

Tabel 3. Nilai indeks struktur komunitas makroalga di Perairan Tanjung Atep Oki

| No | Parameter | Nilai | Kategori |
|---|---|---|---|
| 1 | Jumlah spesies (S) | 13 | - |
| 2 | Jumlah individu (N) | 412 | - |
| 3 | Indeks Keanekaragaman (H') | 1,33 | Rendah |
| 4 | Indeks Dominansi (D) | 0,37 | Rendah-Sedang |
| 5 | Indeks Kemerataan (E) | 0,52 | Sedang |

Kandati *et al.*, 2021) dan Rap-rap (Rafii *et al.*, 2024), tetapi sebanding dengan lokasi yang didominasi spesies tertentu seperti Tanjung Merah (Achmad *et al.*, 2021). Rendahnya nilai H' disebabkan oleh distribusi individu yang tidak merata, di mana sebagian besar individu terkonsentrasi pada *Halimeda opuntia* (52,43%) dan *H. macroloba* (29,37%).

Alga hijau *H. opuntia* ini memiliki persentase populasi terbesar (52,43%) di lokasi penelitian. Alga ini tumbuh di dasar berpasir, serta di retakan dan depresi di terumbu, sering membentuk tikar yang tumbuh rapat. Alga ini memiliki sebaran luas di Indo-Pasifik (dari Jepang ke Australia dan Afrika Selatan) dan Atlantik Barat tropis, dari selatan Florida hingga Brasil. Data filogeografi menunjukkan bahwa alga ini berasal dari Indo-Pasifik, dengan keanekaragaman genetik yang sangat berkurang di Atlantik Barat. Koleksi Atlantik Barat tertua dikumpulkan di Jamaika sebelum tahun 1700 (Kooistra & Verbruggen, 2005). Alga ini dilaporkan di Blongko (Kepel *et al*., 2018a), Tongkaina (Kepel *et al*., 2018b), Bahoi (Baino *et al*., 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), Semenanjung Minahasa pada beberapa konsentrasi logam berat yang berbeda (Tombokan *et al*., 2020), Ondong (Kandati *et al*., 2021), Tanjung Merah (Achmad *et al*., 2021), Tanjung Merah (Kepel *et al*., 2021), Tanjung Merah, Rap-rap dan Teluk Totok (Kepel *et al*., 2023), Laboratorium Basah Likupang, Tongkaina dan Kora-kora (Kepel *et al*., 2024), Rap-rap, Tongkaina (Rafii *et al*., 2024), Tasik Ria (Turangan *et al*., 2024), Meras (Kamalirang *et al*., 2025), Tiwoho (Iyanleba *et al*., 2025), dan Bahowo (Tamara *et al*., 2025).

Alga hijau *H. macroloba* ini memiliki persentase populasi kedua terbesar (29,37%) di lokasi penelitian. Alga ini dilaporkan di Blongko (Kepel *et al*., 2018a), Tongkaina (Kepel *et al*., 2018b), Bahoi (Baino *et al*., 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), Semenanjung Minahasa pada beberapa konsentrasi logam berat yang berbeda (Tombokan *et al*., 2020), Tanjung Merah (Kepel *et al*., 2021), Molas (Hadath *et al*., 2023), Laboratorium Basah Likupang, Tongkaina dan Kora-kora (Kepel *et al*., 2024), Rap-rap, Tongkaina (Rafii *et al*., 2024), Tasik Ria (Turangan *et al*., 2024), Meras (Kamalirang *et al*., 2025), Tiwoho (Iyanleba *et al*., 2025), dan Bahowo (Tamara *et al*., 2025). Sebagai makroalga pembentuk terumbu yang mendasar dalam ekosistem pesisir, *H. macroloba* merupakan salah satu alga intertidal dominan di wilayah Indo-Pasifik. Studi

yang dilakukan oleh Kepel *et al*. (2021) menunjukkan bahwa *H. macroloba* mengandung 25,64% kalsium. Alga hijau *H. macroloba* yang mengendapkan kalsium banyak ditemukan di terumbu karang dan penting dalam produksi sedimen kalsium karbonat. Proses terbentuknya segmen hijau baru selama semalam diungkapkan di sini untuk pertama kalinya (Larkum *et al*., 2011).

Nilai indeks dominansi (D = 0,37) menunjukkan dominansi rendah hingga sedang. Meskipun *Halimeda opuntia* dan *Halimeda macroloba* mendominasi, nilai D yang belum mendekati 1 mencerminkan kondisi ekosistem yang masih relatif stabil dan belum mengalami tekanan lingkungan yang berat. Nilai indeks kemerataan (E = 0,52) yang tergolong sedang mengindikasikan bahwa distribusi individu antar spesies belum merata, dengan beberapa spesies hadir dalam jumlah sangat terbatas.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan 13 spesies makroalga di Perairan Tanjung Atep Oki yang tergolong ke dalam Chlorophyta (7 spesies), Phaeophyceae (2 spesies), dan Rhodophyta (4 spesies) dengan total 412 individu. *Halimeda opuntia* dan *H. macroloba* merupakan spesies dominan dengan kepadatan masing-masing 28,8 ind/m² (52,43%) dan 16,13 ind/m² (29,37%). Nilai indeks keanekaragaman (H' = 1,33) tergolong rendah, indeks dominansi (D = 0,37) rendah–sedang, dan indeks kemerataan (E = 0,52) sedang. Komunitas makroalga di lokasi penelitian menunjukkan kecenderungan dominasi oleh kelompok *Halimeda*, sementara spesies lain berperan sebagai penyusun pelengkap. Penelitian lanjutan diperlukan untuk memantau dinamika komunitas dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya.

## DAFTAR PUSTAKA

Achmad, F.V., Kepel, R.C., Mandagi, S.V., Tilaar, F.F., Tombokan, J.L., Ngangi, E.L.A. 2021. Struktur Komunitas Makrolga di Perairan Tanjung Merah Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Platax*, 9(1), 138-142. https://doi.org/10.35800/jip.9.1.2021.34494

Baino, I., Kepel, R.C., Manu, G.D. 2019. Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Desa Bahoi, Kecamatan Likupang Barat, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax, 7*(1), 134-141. https://doi.org/10.35800/jip.7.1.2019.22595

Calumpong, H.P., Meñez, E.G. 1997. Field Guide to the Common Mangroves: Seagrasses and Algae of The Philippines. Bookmark, Inc., Makati City, p 197.

Farghali, M., Mohamed, I.M.A., Osman, A.I., Rooney, D.W. 2022. Seaweed For Climate Mitigation, Wastewater Treatment, Bioenergy, Bioplastic, Biochar, Food, Pharmaceuticals, and Cosmetics: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 21, 97-152. https://doi.org/10.1007/s10311-022-01520-y

Hadath, D.S.B., Kepel, R.C., Rangan, J.K., Sangari, J.R.R., Mantiri, R.O.S.E., Lasabuda, R. 2023. Struktur Komunitas Makroalga di Perairan Pantai Molas, Kecamatan Bunaken, Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Platax*, 11(2), 353–361. https://doi.org/10.35800/jip.v11i2.47937

Ira, I., Rahmadani, R., Irawati, N. 2018. Komposisi Jenis Makroalga di Perairan Pulau Hari Sulawesi Tenggara (Spesies Composition of Makroalga in Hari Island, South East Sulawesi). *Jurnal Biologi Tropis,* 18(2), 141–148. https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.770

Irawan, S., Luthfi, O. 2017. Identifikasi Jenis Makroalga pada Mikro Atoll Karang Porites di Pantai Kondang Merak, Kabupaten Malang. *Journal Ilmiah Rinjani*, 5(1), 40-46. https://rjls.ub.ac.id/index.php/rjls/article/view/98/0

Iyanleba, J.Y., Kepel, R.C., Tombokan, J.L., Kondoy, K.F.I., Mandagi, S.V., Kambey, A.D. 2025. Struktur Komunitas

Makroalga di Perairan Pesisir Desa Tiwoho. *Jurnal Ilmiah Platax*, 13(1), 50-57. 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.9.1.2021.34483

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., Mantiri, D.M.H. 2019. Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Kora-Kora, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(2), 49-59 https://doi.org/10.35800/jip.7.2.2019.23727

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. 2021. Biomineral Characterization and Phytochemical Profile of Green Algae *Halimeda Macroloba* and *Halimeda Opuntia* from Coastal Waters of Tanjung Merah, Bitung City, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux 14*(5): 3217-3230.

Kooistra, W.H.C.F., Verbruggen, H. 2005. Genetic Patterns in The Calcified Tropical Seaweeds *Halimeda opuntia*, *H. distorta*, *H. hederacea*, and *H. minima* (Bryopsidales, Chlorophyta) Provide Insights in Species Boundaries and Interoceanic Dispersal. *J. Phycol. 41*, 177-187.

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. 2nd Edition. Benjamin/Cummings, Addison Wesley Longman, Menlo Park, California. xii + p 620.

Ludwig, J.A., Reynolds, J.F. 1988. Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. John Wiley & Sons, New York. p 337.

Larkum, A.W.D., Salih, A., Kühl, M. 2011. Rapid Mass Movement of Chloroplasts During Segment Formation of The Calcifying Siphonalean Green Alga, *Halimeda macroloba*. *PLoSONE.* 6(7), e20841.

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. *Animal Nutrition*, 7(4), 1371–1387. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.10.003

Norton, T.A., Melkonian, M., Andersen, R.A. 1996. Algal biodiversity. *Phycologia*, 35, 308-326.

Odum, E.P. 1996. Dasar-Dasar Ekologi (Terjemahan). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 697 hal.

Priosambodo, D., Ferial, E.W. 2006. Analisis Vegetasi Makroalga di Rataan Terumbu Karang Pulau Katindoang Kecamatan Sinjai Utara Kabupaten Sinjai. *Jurnal Bioma*, 1(2), 31-45.

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

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 Woth 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., Makati 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. *Jurnal Ilmiah Platax*, 12(1), 164-170. https://doi.org/10.35800/jip.v12i1.49441