JURNAL PESISIR DAN LAUT TROPIS
E-ISSN: 2339-1537
Vol 14 No. 2 : 192-201 (2026)
https://doi.org/10.35800/jplt.14.2.2026.66865

Macroalgae Community Structure in Kamenti Waters, Kapataran Satu Village, East Lembean District, Minahasa Regency

(*Struktur Komunitas Makroalga di Perairan Kamenti, Desa Kapataran Satu, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa*)

David Langi, Lawrence J.L. Lumingas*, Rene C. Kepel, Silvester B. Pratasik, Ridwan Lasabuda, Jety K. Rangan

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

(Received 23 Apr. 2026; Revised 2 May. 2026; Accepted 5 Jun. 2026)

ABSTRACT. Macroalgae are photosynthetic macrophytes that play a vital role in coastal ecosystems as primary producers, habitat providers, and environmental stabilizers. This study aimed to identify species composition and analyze the macroalgal community structure in Kamenti Waters, Kapataran Satu Village, East Lembean District, Minahasa Regency. Sampling was conducted on June 25, 2025, using a *line transect* method with quadrat technique (50 cm × 50 cm), comprising 5 transects with 50 m intervals. Six macroalgal species were recorded: *Halimeda opuntia*, *H. macroloba*, *Valonia aegagropila*, *Avrainvillea erecta*, *Amphiroa fragilissima* and *Hydropuntia edulis*. Community structure was analyzed based on density, Shannon-Wiener diversity index (H'), dominance (D), evenness (E), and species richness (R). *H. opuntia* was the most abundant spesies with a relative density of 75.93% (183 of 241 total individuals). H' ranged from 0.570 to 1.392, with transect 4 showing the most balanced community (H' = 1.392; D = 0.216; E = 0.865). Hutcheson t-test confirmed that transect 4 differed significantly ($p < 0.05$) from the other transects. Water temperature (30–31°C) and salinity (33‰) were within optimal ranges for macroalgal growth. Continued monitoring and ecosystem-based management are recommended.
Keywords: density, diversity, macroalgae, Kamenti waters, community structure

ABSTRAK. Makroalga merupakan organisme fotosintetik makrofit yang berperan penting dalam ekosistem pesisir sebagai produsen primer, penyedia habitat, dan penyeimbang lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komposisi jenis serta menganalisis struktur komunitas makroalga di perairan Kamenti, Desa Kapataran Satu, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa. Pengambilan sampel dilakukan pada 25 Juni 2025 menggunakan metode *line transect* dengan teknik kuadrat (50 cm × 50 cm), sebanyak 5 transek dengan jarak antartransek 50 m. Hasil penelitian menemukan 6 jenis makroalga, yaitu *Halimeda opuntia*, *H. macroloba*, *Valonia aegagropila*, *Avrainvillea erecta*, *Amphiroa fragilissima* dan *Hydropuntia edulis*. Struktur komunitas dianalisis berdasarkan kepadatan, indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), dominansi (D), kemerataan (E), dan kekayaan jenis (R). Spesies *H. opuntia* mendominasi komunitas dengan kepadatan relatif 75,93% (183 dari 241 individu total). Nilai H' berkisar antara 0,570–1,392, dengan transek 4 menunjukkan komunitas paling seimbang (H' = 1,392; D = 0,216; E = 0,865). Uji t Hutcheson mengkonfirmasi bahwa transek 4 berbeda nyata ($p < 0,05$) dari transek lainnya. Kondisi lingkungan berupa suhu 30–31°C dan salinitas 33‰ masih dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan makroalga. Penelitian lanjutan dan pengelolaan berbasis ekosistem diperlukan untuk keberlanjutan komunitas makroalga di perairan ini.
Kata kunci: kepadatan, keanekaragaman, makroalga, perairan Kamenti, struktur komunitas

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

PENDAHULUAN

Makroalga adalah alga yang berukuran besar, dari beberapa centimeter (cm) sampai bermeter-meter (Ira *et al*., 2018). Makroalga merupakan biota penting sebagai salah satu komponen utama penyusun ekosistem pesisir juga ikut berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Selain itu makro alga merupakan salah satu sumberdaya alam hayati laut yang bernilai ekonomis dan memiliki peranan ekologis sebagai produsen yang tinggi dalam rantai makanan dan habitat biota-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). Indonesia, termasuk Sulawesi Utara, memiliki keanekaragaman makroalga yang tinggi dan telah dikaji di berbagai lokasi pesisir, namun informasi dari perairan Kamenti masih sangat terbatas.

Perairan Kamenti, Desa Kapataran Satu, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa, memiliki karakteristik substrat berbatu, berpasir, pecahan karang, dan sedikit berlumpur dengan hamparan lamun dan makroalga alami. Kondisi ini berpotensi mendukung terbentuknya komunitas makroalga yang beragam, namun belum pernah dikaji secara ilmiah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi komposisi jenis serta menganalisis struktur komunitas makroalga di perairan tersebut, yang diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengelolaan sumber daya pesisir berkelanjutan di wilayah ini.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi

Pengambilan sampel dilaksanakan pada 25 Juni 2025 di perairan Kamenti, Desa Kapataran Satu, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa. Lokasi pengambilan merupakan perairan pesisir dengan karakteristik substrat batuan, pasir, pecahan karang, dan sedikit berlumpur, serta terdapat hamparan lamun dan makroalga alami.

Pengambilan Sampel dan Data

Pengambilan sampel dilakukan saat surut terendah dengan metode *line transect* menggunakan kuadrat (Krebs, 1999). Sebanyak 5 transek garis sepanjang 50 m ditarik tegak lurus dari garis pantai ke arah laut, dengan jarak antartransek 50 m. Pada setiap transek, kuadrat (50 cm × 50 cm) ditempatkan dengan interval 10 m, menghasilkan 5 kuadrat per transek (25 kuadrat total). Seluruh individu makroalga dalam kuadrat dihitung, dikumpulkan, dan diidentifikasi di Laboratorium Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi. Parameter lingkungan yaitu suhu dan salinitas diukur di setiap transek.

Analisis Data

Struktur komunitas dianalisis menggunakan parameter;

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

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

Kepadatan Relatif (%) =

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

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

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

Keterangan:
n_i = Jumlah individu tiap jenis
N = Jumlah individu seluruh jenis.

3. Indeks Dominansi (Odum, 1996)

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

Keterangan:
n_i = Jumlah individu tiap jenis
N = Jumlah individu seluruh jenis.

4. Indeks Kemerataan (Ludwig & Reynolds, 1988)

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

Keterangan:
H = Indeks keanekaragaman
S = Jumlah jenis pada suatu sampel

5. Indeks Kekayaan Jenis (Ludwig & Reynolds, 1988)

$$R = S - 1 / \ln N$$

Keterangan:
S = jumlah jenis pada suatu sampel
N = Jumlah total jenis

6. Uji Perbedaan Indeks Keanekaragaman (Hutcheson, 1970)

$$t = \frac{|H_1' - H_2'|}{\sqrt{Var(H_1') + Var(H_2')}}$$

Keterangan:
t= nilai uji t Hutcheson
H_1'= indeks keanekaragaman Shannon–Wiener lokasi 1
H_2'= indeks keanekaragaman Shannon–Wiener lokasi 2
$Var(H_1')$= varians indeks keanekaragaman lokasi 1
$Var(H_2')$= varians indeks keanekaragaman lokasi 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-jenis Makroalga

Berdasarkan hasil identifikasi, ditemukan 6 jenis makroalga di perairan Kamenti yang terbagi dalam 2 kelas: Ulvophyceae (Chlorophyta) dan Florideophyceae (Rhodophyta). Rincian taksonominya disajikan pada Tabel 1.

Keenam spesies yang ditemukan umumnya merupakan makroalga tropis yang umum dijumpai di perairan pesisir Indonesia. Keenam spesies makroalga ini telah diteliti dalam berbagai penelitian berikut ini.

Alga hijau *H. opuntia* 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*., 2020a), 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 *H. opuntia* ini adalah salah satu alga hijau yang mengandung kalsium tinggi yang tumbuh dengan baik di perairan Indonesia karena iklim tropisnya, namun eksplorasi dan pemanfaatannya masih terbatas. *H. opuntia* merupakan makroalga non-ekonomi. Pemanfaatan alga ini sebagai sumber kalsium berbiaya rendah

Tabel 1. Spesies-spesies makroalga yang teridentifikasi di Perairan Kamenti

No	Kelas	Ordo	Famili	Spesies
1	Ulvophyceae	Bryopsidales	Halimedaceae	*Halimeda macroloba* Decaisne, 1841
2	Ulvophyceae	Bryopsidales	Halimedaceae	*Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux, 1816
3	Ulvophyceae	Bryopsidales	Dichotomosiphonaceae	*Avrainvillea erecta* (Berkeley) A.Gepp & E.S.Gepp, 1911
4	Ulvophyceae	Cladophorales	Valoniaceae	*Valonia aegagropila* C. Agardh, 1823
5	Florideophyceae	Corallinales	Lithophyllaceae	*Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) J.V. Lamouroux, 1816
6	Florideophyceae	Gracilariales	Gracilariaceae	*Hydropuntia edulis* (S.G.Gmelin) Gurgel & Fredericq, 2004

dapat meningkatkan nilainya. Namun, untuk produksi yang berkelanjutan, budidaya alga ini mungkin diperlukan. *H. opuntia* penting di lautan, mengubah karbon dioksida (CO_2) menjadi kalsium karbonat ($CaCO_3$). Alga kalsium sering menyebut *H. opuntia* karena kapur menempel pada segmen-segmennya akibat perubahan CO_2. Peran penting *H. opuntia* adalah mengubah CO_2 menjadi $CaCO_3$. Hal ini menunjukkan bahwa alga ini memiliki kandungan kalsium yang tinggi (Nirwasita *et al*., 2024). Studi sebelumnya oleh Kepel *et al*. (2021) menunjukkan bahwa *H. opuntia* mengandung 30,30% kalsium. Menurut Meyer *et al*. (2015), dari perspektif ekologis menunjukkan pengurangan produksi primer untuk komunitas terumbu bentik yang didominasi *Halimeda* di bawah konsentrasi karbon organik terlarut yang tinggi dan penurunan tambahan akresi karbonat di bawah konsentrasi karbon anorganik terlarut yang meningkat, di mana *H. opuntia* mendominasi komunitas bentik. Hal ini dapat mengurangi laju sedimentasi karbonat biogenik dan dengan demikian kapasitas penyangga terhadap pengasaman laut lebih lanjut.

Alga hijau *H. macroloba* 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*., 2020a), 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.

Alga hijau *Avrainvillea erecta* ini dilaporkan di Blongko (Kepel *et al*., 2018a), Pulau Mantehage (Kepel *et al*., 2019), Semenanjung Minahasa pada musim penghujan (Kepel *et al*., 2019), Semenanjung Minahasa pada musim kemarau (Kepel *et al*., 2020a), Laboratorium Basah Likupang, Tongkaina dan Kora-kora (Kepel *et al*., 2024), dan Meras (Kamalirang *et al*., 2025). Alga *A. erecta* biasanya tumbuh sendiri dengan alat pelekat berbentuk umbi dan lebih besar dibandingkan dengan *A. lacerata*. Helai dari kedua tumbuhan ini tersusun dari filamen struktural yang longgar dan saling terkait. Filamen pada helai ini berbentuk sedikit moniliform hingga silindris dan sangat menyempit di atas percabangan pada *A. erecta* (Wai *et al*., 2009). Littler dan Littler (1992) menggambarkan reproduksi sporik dari genus ini baik di lapangan maupun pada spesimen kering.

Alga hijau *Valonia aegagropila* ini dilaporkan di Kora-kora (Kepel & Mantiri, 2019), Pulau Mantehage (Kepel *et al*., 2019a), Minahasa pada beberapa konsentrasi logam berat yang berbeda (Tombokan *et al*., 2020), Laboratorium Basah Likupang, Tongkaina dan Kora-kora (Kepel *et al*., 2024), Kora-kora (Warouw *et al*., 2024), dan Rap-rap, Tongkaina (Rafii *et al*., 2024). Alga *V. aegagropila* memiliki thallus berbentuk yang lurus, berwarna hijau kecokelatan, vesikula tidak beraturan, bergerombol dan belapis-lapis. Memiliki alat pelekat *rhizoid* terletak di permukaan bawah thallus. Alga ini hidup pada zona mid-litoral yang menghuni daerah intertidal dangkal (Chaudhury *et al*., 2019), dan substrat batu dan karang mati (Trono, 2016). *V. aegagropila* adalah spesies kosmopolitan yang tersebar di sabuk beriklim sedang dan tropis. Ketika tumbuh di daerah dangkal yang terpapar gelombang, spesies ini melekat pada substrat keras, sementara di daerah dangkal yang terlindung, ia membentuk thallus aegagropilous (bola) yang mengapung di dasar, yang dapat naik ke permukaan untuk pembentukan gas. Kondisi bola pleustofitik khas dari lingkungan laguna. Spesies ini telah dipelajari sebagai elemen dasar dalam produksi asam levulinat (Raspolli *et al*., 2019).

Alga merah *Amphiroa fragilissima* ini membentuk rumpun yang padat di kolam pasang surut pada zona intertidal dan subtidal dan dapat dikenali dari cabang silindris yang lebih kecil, sudut yang bervariasi tetapi sebagian besar menyempit, dan ruas yang menonjol serta membengkak. Lamouroux (1812) menetapkan genus *Amphiroa* pada tahun 1812 dan pertama kali melaporkan *A. fragilissima* pada tahun 1816 (Lamouroux, 1916). Alga ini dilaporkan teridentifikasi di Semenanjung Minahasa pada musim penghujan (Kepel *et al*., 2019b), Minahasa pada beberapa konsentrasi logam berat yang berbeda (Tombokan *et al*., 2020), Semenanjung Minahasa pada musim kemarau (Kepel *et al*., 2020a), Tanjung Merah (Achmad *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), Bahowo (Tamara *et al*., 2025).

Alga merah *Hydropuntia edulis*=

Gracilaria edulis ini dilaporkan di Blongko (Kepel *et al*., 2018a), Bahoi (Baino *et al*., 2019), Pulau Mantehage (Kepel *et al*., 2019a), Semenanjung Minahasa pada musim penghujan (Kepel *et al*., 2019b), Minahasa pada beberapa konsentrasi logam berat yang berbeda (Tombokan *et al*., 2020), Semenanjung Minahasa pada musim kemarau (Kepel *et al*., 2020), Pulau Bombuyanoi (Patra *et al*., 2021), Ondong (Kandati *et al*., 2021), Tanjung Merah, Rap-rap dan Teluk Totok (Kepel *et al*., 2023), Molas (Hadath *et al*., 2023), Laboratorium Basah Likupang, Tongkaina dan Kora-kora (Kepel *et al*., 2024), Beton Panjang (Turangan *et al*., 2024), Rap-rap, Tongkaina (Rafii *et al*., 2024), Tiwoho (Iyanleba *et al*., 2025), dan Bahowo (Tamara *et al*., 2025). Biasanya, *H. edulis* tumbuh dalam kelompok atau rimbun, dengan banyak cabang yang muncul dari pangkal dan terikat oleh alat pelekat berbentuk cakram kecil. Thallus *H. edulis* berbentuk silindris, berwarnanya keunguan gelap, berdaging hingga agak kenyal, mencapai panjang 5-25 cm dan diameter 1-2 mm, serta tumbuh pada batu yang tertutup pasir di zona pasang surut bawah laut terbuka (Phang *et al.*, 2019).

Komposisi Jenis dan Kepadatan

Total Individu makroalga yang ditemukan sebanyak 241 individu dari 25 kuadrat pengamatan. Komposisi jenis dan kepadatan relatif setiap spesies disajikan pada Tabel 2.

Halimeda opuntia mendominasi dengan kepadatan rata-rata berkisar 10,4 – 40,0 individu/m², jauh melampaui spesies lainnya. Dominansi ini berkaitan dengan kemampuan adaptasi *H. opuntia* terhadap berbagai kondisi substrat keras dan toleransinya yang tinggi terhadap variasi lingkungan, konsisten dengan laporan Schubert *et al*. (2023) bahwa alga berkapur *Halimeda* sering mendominasi di perairan pesisir tropis. Spesies dengan kepadatan terendah adalah *Hydropuntia edulis* (1 individu, kepadatan relative 0,41%), mengindikasikan keterbatasan distribusi dan adaptasi spesies ini pada lokasi penelitian.

Indeks Struktur Komunitas

Hasil analisis indeks struktur komunitas makroalga pada lima transek disajikan pada Tabel 3. Nilai H' pada transek 1, 2, 3, dan 5 berkisar antara 0,570–0,812, tergolong dalam kategori keanekaragaman rendah (H' < 1) menurut Shannon-Wiener. Kondisi ini mencerminkan dominansi kuat oleh *H. opuntia* yang menekan kelimpahan spesies lain, sejalan dengan pernyataan

Tabel 2. Komposisi jenis dan kepadatan relatif makroalga di Perairan Kamenti

No	Spesies	T1	T2	T3	T4	T5	∑	KR (%)
1	*Halimeda opuntia*	45	49	26	13	50	183	75,93
2	*Halimeda macroloba*	4	7	3	4	0	18	7,47
3	*Amphiroa fragilissima*	9	4	0	2	5	20	8,30
4	*Valonia aegagropila*	0	1	0	6	1	8	3,32
5	*Avrainvillea erecta*	0	1	4	3	3	11	4,56
6	*Hydropuntia edulis*	0	1	0	0	0	1	0,41
Total		58	63	33	28	59	241	100

Keterangan: T1–T5 = Transek 1–5; KR = Kepadatan Relatif; ∑ = Jumlah individu

Tabel 3. Indeks struktur komunitas makroalga di Perairan Kamenti

Indeks	T1	T2	T3	T4	T5
Keanekaragaman (H')	0,670	0,812	0,662	1,392	0,570
Dominansi (D)	0,602	0,605	0,621	0,216	0,718
Kemerataan (E)	0,610	0,453	0,602	0,865	0,411
Kekayaan Jenis (R)	0,493	1,207	0,572	1,200	0,736

Magurran (2004) bahwa rendahnya H' umumnya disebabkan oleh dominansi spesies tertentu. Transek 4 merupakan pengecualian dengan H' = 1,392 (keanekaragaman sedang), D = 0,216 (dominansi rendah), dan E = 0,865 (kemerataan tinggi), menandakan komunitas yang lebih seimbang. Bennett *et al*. (2021) menjelaskan bahwa habitat dengan heterogenitas substrat yang lebih tinggi cenderung mendukung distribusi organisme yang lebih merata.

Indeks kekayaan jenis (R) tertinggi pada transek 2 (R = 1,207) dan transek 4 (R = 1,200), berkaitan dengan kehadiran semua 6 spesies di kedua transek tersebut. Transek 1 memiliki nilai R terendah (0,493) akibat dominasi *H. opuntia* (45 individu dari 58 total) yang menekan kehadiran spesies lain.

Uji t Hutcheson menunjukkan bahwa transek 4 berbeda nyata ($p < 0,05$) dibandingkan transek 1, 2, 3, dan 5, sementara tidak terdapat perbedaan nyata di antara transek 1, 2, 3, dan 5 ($p > 0,05$). Keseragaman ini berkaitan erat dengan dominansi *H. opuntia* yang kuat dan merata pada keempat transek tersebut, sehingga struktur komunitasnya cenderung serupa.

Parameter Lingkungan

Hasil pengukuran kualitas air di seluruh transek menunjukkan suhu 30–31°C dan salinitas yang seragam sebesar 33‰. Nilai ini masih berada dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan makroalga, yaitu 25–31°C untuk suhu (Marianingsih *et al*., 2013) dan 13–37‰ untuk salinitas (Kadi dan Atmadja, 1988). Substrat didominasi oleh batuan, pasir, dan pecahan karang dengan sedikit lumpur di beberapa bagian. Substrat keras menyediakan permukaan perlekatan yang stabil bagi *H. opuntia*, *A. fragilissima*, dan *A. erecta*. Keberadaan substrat berlumpur diduga membatasi pertumbuhan makroalga tertentu pada area tersebut karena mengurangi stabilitas perlekatan dan penetrasi cahaya (Nontji, 1987).

KESIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi 6 jenis makroalga di perairan Kamenti, yaitu *Halimeda opuntia*, *H. macroloba*, *Valonia aegagropila*, *Avrainvillea erecta*, *Amphiroa fragilissima* dan *Hydropuntia edulis*. Komunitas didominasi kuat oleh *H. opuntia* (kepadatan relatif 75,93%), menyebabkan keanekaragaman secara umum rendah di sebagian besar transek. Transek 4 menunjukkan struktur komunitas paling seimbang dengan H' = 1,392, D = 0,216, dan E = 0,865, yang secara nyata berbeda dari transek lainnya berdasarkan uji t Hutcheson ($p < 0,05$). Pemantauan berkala dan pengelolaan berbasis ekosistem sangat diperlukan untuk menjaga keberlanjutan komunitas makroalga di perairan ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada staf Laboratorium Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil FPIK Unsrat atas fasilitas yang diberikan, serta kepada seluruh pihak yang membantu pengambilan data di lapangan.

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.9.1.2021.34494

Aryee, A.N., Agyei, D., Akanbi, T.O. 2018. Recovery and Utilization of Seaweed Pigments in Food Processing. *Curr. Opin. Food Sci., 19*, 113-119. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.03.013

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

Chaudhury, N.R., Shangvy D., Jain B. 2019. Macroalgae Species as Zonal Indicators of Coral Reef: A Case Study from Bet Shankhodhar Reef, India in Gokce, D. Weland Management:Assesing Risk and Sustanaible Solutions. IntechOpen. pp. 45-55.

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, p 56.

Hadath, D.S.B., Kepel, R.C., Rangan, J.K., Sangari, J.R.R., Mantiri, R.O.S.E., Lasabuda, R. 2023. Community Structure of Macroalgaes in Coastal Waters of Molas, Bunaken District, Manado City. *Jurnal Ilmiah Platax*, 11(2), 353–361. https://doi.org/10.35800/jip.v11i2.47937

Hutcheson, K. 1970. A Test for Comparing Diversities Based on The Shannon Formula. *Journal of Theoretical Biology*, 29, 151-154.

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_Universitas Gunung 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., Rumengan, A., Nasprianto. 2018a. 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., Nasprianto. 2018b. 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. 2019. Makroalga di Perairan Kora-Kora–Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(1), 64–75. 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. 2020a. 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.

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. https://doi.org/10.1063/5.0138472

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. p 620.

Lamouroux, J. V. F. 1812. Extrait d'un Mémoire Sur la Classification des Polypiers Coralligènes non Entièrement Pierreux. Nouveau Bulletin des Sciences*, Par la Société Philomathique de Paris*, 3, 181–188.

Lamouroux, J.V.F. 1816. Histoire Des Polypiers Coralligenes Flexibles. p 558.

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

Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing. Oxford. p 256..

Marianingsih, P., Amelia, E., Suroto, T. 2013. Inventarisasi dan Identifikasi Makroalga di Perairan Pulau Untung Jawa. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung. 219–225.

Meyer, F.W., Vogel, N., Teichberg, M., Uthicke, S., Wild, C. 2015. The Physiological Response of Two Green Calcifying Algae from The Great Barrier Reef Towards High Dissolved Inorganic and Organic Carbon (DIC and DOC) Availability. *PLoS ONE*, 10(8), e0133596.

Nirwasita, R. S., Wijayanti, I., Anggo, A. D. 2024. Physical and Chemical Characteristics of Green Algae Halimeda Opuntia Calcium Powder Extracted Using Hydrochloric Acid. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology, 19*(1), 71–80. https://doi.org/10.15578/squalen.857

Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta. 368 hal.

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

Phang, S.M.,Yeong, H.Y.,Lim, P.E. 2019. The Seaweed Resources of Malaysia. *Botanica Marina*, 62(3),

265-273. https://doi.org/10.1515/bot-2018-0067

Patra, F., Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Gerung, G.S., Kondoy, K.F., Sumilat, D.A., Undap, S.L. 2021. Karakteristik Anatomi Jenis Makroalga dari Pulau Bombuyanoi, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Sulawesi Utara. *Aquatic Science & Management*, 9(2), 18-25. https://doi.org/10.35800/jasm.v9i2.35229

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

Raspolli, G.A.M., Claudia, A., Domenico, L., Luca, M.E.B., Claudio, L. 2019 Levulinic Acid Production from The Green Macroalgae *Chaetomorpha linum* and *Valonia aegagropila* Harvested in The Orbetello Lagoon. *Chemical Engineering Transactions,* 74, 103-108. https://doi.org/10.3303/CET1974018

Schubert, N., García-Mendoza, E., Nielsen, S.L. 2023. Calcifying Macroalgae and Their Role in Coastal Ecosystems under Changing Environmental Conditions. *Climate Change Ecology*, 4, 100065. https://doi.org/10.1016/j.ecochg.2023.100065

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. Jr. 1997. Field Guide and Atlas of The Seaweed Resources of The Philippines. Bookmark, 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, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 12(1), 164-170. https://doi.org/10.35800/jip.v12i1.49441

Wai, M.K., Nyunt, T., Kyaw, S.P.P., Soe-Htun, U. 2009. The Morphology and Distribution of the Genus *Avrainvillea* (Bryopsidales, Chlorophyta) from Myanmar. *Jour. Myan. Acad. Arts & Sc*, VII(5), 1-10.

Warouw, F., Pertiwi J.M., Mantiri, D.M.H., Paransa, D.S.J., Montolalu, R.I., Lumoindong, F., Kepel, R.C. 2024. Phytochemical Screening, Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Green Macroalga *Valonia aegagropila* from Coastal Waters of Kora-kora, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*, 17(6), 2609-2619.

Weber–van Bosse, A. 1904. Corallineae Verae of The Malay Archipelago. *In:* Weber–van Bosse., Foslie, M. (Eds). The Corallinaceae of The Siboga Expedition. Siboga–Expeditae, Monogr. pp 78-110.