

Community Structure of Macroalgae in the Coastal Waters of Bahowo*(Struktur Komunitas Makroalga Di Perairan Pesisir Bahowo)***Giovanni Matthew A. J. Tamara¹, Rene Charles Kepel^{*2}, Lawrence J. L. Lumingas², Adnan S. Wantasen², Ridwan Lasabuda², Anneke V. Lohoo²**¹ Aquatic Resources Management Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University, Manado, Indonesia² Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University, Manado, Indonesia* Corresponding author: charleskepel@gmail.com

Manuscript received: 19 Oct. 2024. Revision accepted: 29 Jan. 2025

Abstract

This research aims to describe the morphology and anatomy of each species from the research location and to analyze the community structure of macroalgae from the research location. Data collection was done using the Line Transect method with a quadrat sampling technique during the lowest tide. Temperature and salinity checks were measured using a thermometer and refractometer. Substrate determination was done visually based on the type of substrate. The results of this study found 9 species, consisting of 4 red algae species (Rhodophyceae) and 5 green algae species (Ulvophyceae). The morphology of these algae species varies, with different anatomy based on transverse and longitudinal sections of each part of the alga's thallus. The highest species density was *H. edulis*, while the lowest densities were *A. fragilissima*, *D. versluysii*, *T. fragilis*, and *C. racemosa*. The macroalgae diversity index values in the three transects are in the medium category, the species evenness index values are stable, the species richness index values are in the low category, and the dominance index values are in the low category.

Keywords: Macroalgae, Community, Transect, Quadrat, Bahowo.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan morfologi dan anatomi masing-masing spesies dari lokasi penelitian, dan menganalisis struktur komunitas makroalga dari lokasi penelitian. Pengambilan data menggunakan metode *Line Transect* dengan teknik sampling kuadrat yang dilakukan pada saat surut terendah. Pengecekan suhu dan salinitas diukur dengan menggunakan termometer dan refractometer. Untuk penentuan substrat dilihat secara visual terhadap jenis dari substrat tersebut. Hasil penelitian ini ditemukan 9 spesies yang terdiri dari 4 spesies alga merah (Rhodophyceae), dan 5 spesies alga hijau (Ulvophyceae). Morfologi jenis-jenis alga tersebut beragam dengan anatomi yang berbeda berdasarkan potongan melintang dan memanjang dari masing-masing bagian thallus alga. Kepadatan spesies tertinggi yaitu *H. edulis* sedangkan kepadatan terendah yaitu *A. fragilissima*, *D. versluysii*, *T. fragilis*, dan *C. racemosa*. Nilai indeks keanekaragaman makroalga pada ketiga transek termasuk dalam kategori sedang, nilai indeks kemerataan jenis dalam keadaan stabil, nilai indeks kekayaan jenis dalam kategori rendah dan nilai indeks dominasi dalam kategori rendah.

Kata kunci: Makroalga, Komunitas, Transek, Kuadrat, Bawoho.

PENDAHULUAN

Makroalga (*macroalgae*) atau rumput laut (*seaweed*) adalah salah satu sumberdaya hayati laut. Makroalga merupakan salah satu sumber daya hayati laut yang dikenal dengan nama ganggang laut. Makroalga memiliki habitat yang beragam, antara lain puing-puing karang, karang berlumpur, karang mati, pasir

berlumpur, mangrove, dan lamun dan tak jarang juga ditemukan hidup dan menempel pada makroalga lain (Ghazali *et al.*, 2018) sehingga mempunyai pengaruh besar terhadap sifat dan pola persebaran organisme laut (Faradilla *et al.*, 2022).

Makroalga di daerah pasang surut sangat membutuhkan sinar matahari untuk melakukan fotosintesis. Kondisi lingkungan

dan substrat menunjukkan habitat yang cocok bagi makroalga berada di perairan pantai sampai kedalaman 180 meter; menempel pada substrat, seperti batuan, karang mati, cangkang, kerikil, dan tumbuhan. Makroalga diklasifikasikan menurut fungsi pigmentasinya, seperti alga hijau (Chlorophyta), alga coklat (Phaeophyta), dan alga merah (Rhodophyta). Peran makroalga dalam urutan ekosistem perairan berfungsi sebagai makanan, menyediakan habitat bagi berbagai jenis organisme laut seperti moluska, krustasea, echinodermata, dan ikan karang, serta organisme produsen yang bermanfaat bagi organisme (Marianingsih et al., 2013; Ira et al., 2018).

Makroalga dapat ditemukan di daerah pasang surut (*intertidal*) atau pada daerah yang selalu terendam (*subtidal*). Makroalga biasanya melekat pada batu karang, pecahan-pecahan karang atau pada substrat keras di dasar perairan, substrat berpasir dan berlumpur. Akan tetapi, ada beberapa spesies yang hidup sebagai epifit (melekat) pada lamun, mangrove dan organisme laut lainnya. Perairan yang memiliki substrat lunak seperti pasir dan lumpur sering kali dijumpai jenis-jenis makroalga seperti *Halimeda*, *Caulerpa*, dan *Gracilaria* sedangkan pada substrat keras seperti karang hidup, batu karang dan pecahan karang banyak ditemui jenis makroalga seperti *Sargassum*, *Turbinaria*, dan *Ulva* (Sumich, 1992). Distribusi alga dapat dibagi berdasarkan kedalaman yaitu pada perairan dangkal yang didominasi oleh alga hijau, kemudian diikuti oleh alga cokelat, kemudian yang sering dijumpai pada perairan yang lebih dalam yaitu alga merah (Duxbury dan Duxbury, 1989).

Sebagai sumberdaya hayati laut, makroalga tumbuh dan berkembang secara alamiah di perairan Teluk Manado, khususnya di pantai Bahowo. Makroalga dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan dan bahan baku industri guna peningkatan kesejahteraan masyarakat. Makroalga yang hidup di alam tersebut dapat dijadikan bahan baku untuk berbagai industri, seperti kosmetik, nutrasetika, kosmetika dan sebagainya.

Perairan pesisir Bahowo, terdapat rata-rata pasang surut dengan substrat berlumpur dan beberapa hamparan lamun serta makroalga dan juga mangrove. Sampai saat ini, masih terbatas penelitian tentang makroalga di perairan pesisir Bahowo, namun kajian mengenai makroalga khususnya aspek karakteristik anatomi belum dilakukan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan kajian karakteristik anatomi dan juga struktur komunitasnya.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2024. Lokasi penelitian bertempat di perairan pesisir Bahowo, Kelurahan Tongkaina, Kecamatan Bunaken, Kota Manado (Gambar 1).

Metode Penelitian

Pengambilan sampel makroalga sendiri menggunakan metode *Line Transect* dengan teknik sampling kuadrat (Krebs, 1999).

Pengambilan Sampel dan Data

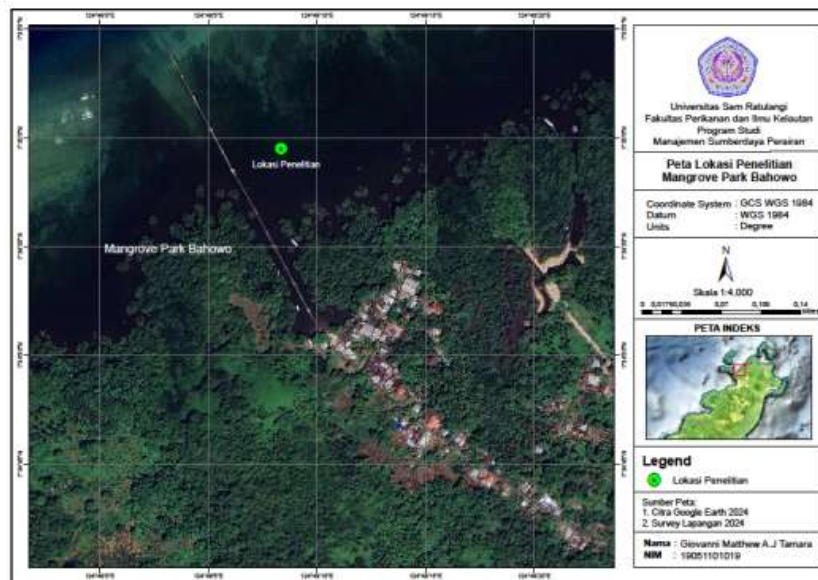
Lokasi pengambilan ditentukan dengan melihat kondisi perairan yang ditumbuhi makroalga dan bisa mewakili lokasi tersebut. Pengambilan sampel dilakukan pada saat surut terendah dengan bantuan aplikasi *Tides* (untuk mengetahui waktu surut terendah). Peletakan transek pada masing-masing lokasi untuk pengambilan data makroalga sebanyak 3 garis transek sepanjang 50 m yang ditarik tegak lurus dari pantai ke arah laut dengan asumsi bahwa penyebaran komunitas merata. Jarak antar transek yaitu 30 m dengan jarak kuadrat yaitu 5 m (Gambar 2).

Setiap kuadrat dipakai untuk pengambilan data berukuran 1 x 1 m². Untuk semua sampel makroalga yang didapat dihitung jumlah individu tiap spesies dan dimasukkan ke dalam kantong sampel. Setiap kantong sampel diberi label nomor, kemudian sampel yang terkumpul dibawa ke laboratorium untuk diadakan proses identifikasi.

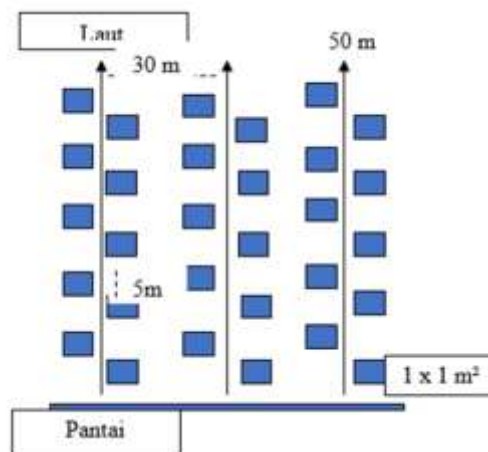
Sampel dibersihkan terlebih dahulu dengan cara dicuci untuk mengeluarkan kotoran yang menempel. Selanjutnya,

sampel diidentifikasi hingga tingkat spesies di rumah dengan menggunakan petunjuk identifikasi dari Calumpang dan Meñez (1997) dan Trono (1997). Untuk menjaga kualitas sampel agar tidak rusak, maka sampel disimpan kedalam lemari pendingin atau *freezer* untuk mempertahankan kualitas sampel tetap

baik hingga tahapan analisis anatomi spesies. Dilakukan juga proses dokumentasi terhadap setiap spesimen dengan menggunakan kamera. Selain pengambilan sampel makroalga, dilakukan juga pengamatan terhadap kualitas perairan, seperti kondisi suhu, salinitas dan substrat dasar perairan.



Gambar 1. Lokasi penelitian



Gambar 2. Skema transek kuadrat

Analisis Anatomi dan Morfologi

Tahapan untuk menganalisis anatomi spesies, dimulai dengan memperisapkan alat dan bahan yaitu:

1. Sampel makroalga dikeluarkan dari lemari pendingin, kemudian dikeringkan. Sampel yang sudah kering, kemudian diambil dan pisahkan

mulai dari alat pelekot (*holdfast*), batang (*stipe*), daun (*blade*) dan reseptakel (jika ada).

2. Setelah dipisahkan, selanjutnya sampel dipotong secara melintang dan memanjang terhadap masing-masing bagian. Hasil pemotongan setipis

- mungkin agar struktur sel dapat terlihat jelas.
- Hasil pemotongan bagian sampel, kemudian diletakkan pada kaca preparat dan diberikan cairan *metylene blue* yang sudah dicampur dengan air. Sampel diletakkan di bawah lensa mikroskop dengan titik fokus 100x yang hasilnya dapat dilihat dimonitor.
 - Setelah hasil didapatkan dengan titik fokus yang baik, maka hasil tersebut disimpan dengan cara menekan tombol save pada alat bantu mikroskop.

Analisis Data

1. Kepadatan Jenis (Krebs, 1999)

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

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

2. Indeks Dominasi (Odum, 1996)

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

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.

3. Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener (Ludwig dan 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, $1 < H' \leq 3$ adalah keanekaragaman sedang, dan $H' > 3$ adalah keanekaragaman tinggi.

4. Indeks Kemerataan Jenis (Ludwig dan Reynolds, 1988)

$$E = H / \ln S$$

dimana:

H = Indeks keanekaragaman

$\ln$ = Logaritma natural

S = Jumlah jenis

Kriteria indeks kemerataan jenis dibagi dalam 3 kategori yaitu $E < 0,3$ adalah kemerataan rendah, $E 0,3-0,6$ adalah kemerataan sedang dan $E > 0,6$ adalah kemerataan tinggi.

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

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

dimana:

S = jumlah jenis pada suatu sampel

N = Jumlah total jenis

$\ln$ = Logaritma natural

Kriteria indeks kekayaan jenis dibagi dalam 3 kategori yaitu $d < 2,5$ adalah kekayaan rendah, $2,5 > d > 4$ adalah kekayaan sedang dan $d > 4$ adalah kekayaan tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Spesies

Pada penelitian ini ditemukan 9 spesies yang tersebar pada 7 famili dari makroalga merah (Rhodophyceae), dan makroalga hijau (Ulvophyceae) (Tabel 1), sedangkan makroalga coklat (Phaeophyceae) tidak ditemukan.

Gambar 3. Kerapatan relatif jenis

No	Kelas	Ordo	Famili	Spesies
1	Florideophyceae	Corallinales	Lithophyllaceae	<i>Amphiroa fragilissima</i>
2		Nemaliales	Galaxauraceae	<i>Tricleocarpa fragilis</i>
3		Ceramiales s	Rhodomelaceae	<i>Acantophora spicifera</i>
4		Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Hydropuntia edulis</i>
5	Ulvophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	<i>Caulerpa racemosa</i>
6				<i>Caulerpa taxifolia</i>
7			Halimedaceae	<i>Halimeda macroloba</i>
8				<i>Halimeda opuntia</i>
9		Cladophorales	Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria versluysii</i>

Deskripsi Morfologi dan Anatomi

Alga Merah

1. Spesimen *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) J.V. Lamouroux, 1816.

Gambar 3 menunjukkan spesimen *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) J.V. Lamouroux, 1816.

<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux, 1816	
	
Pengamatan (herbarium): Morfologi thallus menunjukkan tingginya 6-10 cm, lebar sumbu utama 0,2-0,8 mm, menempel antara 0,3-0,4 mm. Merupakan alga berkapur dengan bentuk segmen alga koralin ini berupa percabangan.	
Pengamatan (sayatan histologi): Tidak bisa dilakukan pengamatan karena sampelnya terlalu kecil dan mudah patah (alasan teknis).	
Habitat: Menyebar luas di rataaan pasir (tumbuh menempel pada dasar pasir) atau di padang lamun (menempel pada substrat dasar lainnya).	
Distribusi di Asia: Filipina (Trono, 1997).	
Distribusi di Indonesia: Semenanjung Minahasa pada musim penghujan (Kepel et al., 2019), Semenanjung Minahasa pada musim kemarau (Kepel et al., 2020), Tanjung Merah – Bitung (Achmad et al., 2021), Bitung – Tanjung Merah, Rap-rap – Minahasa Selatan, Teluk Totok – Minahasa Tenggara (Kepel et al., 2023), Tongkaina – Manado (Rafii et al., 2024).	
Klasifikasi: Kingdom: Plantae Subkingdom: Biliphyta Division: Rhodophyta Subdivision: Eurhodophytina Class: Florideophyceae Ordo: Corallinales Subordo: Corallinninae Family: Lithophyllaceae Subfamily: Lithophylloideae Tribe: Amphiroeae Genus: <i>Amphiroa</i> Species: <i>Amphiroa fragilissima</i>	

Gambar 3 *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) J.V. Lamouroux, 1816

Secara morfologi, alga merah *A. fragilissima* memiliki thalli *pulvinate-caespitose*, membentuk tikar luas, tinggi 4-5 cm dan lebar 5-15 cm, teratur bercabang dikotomis, sudutnya agak lancip, kadang-kadang trikotomis atau dengan cabang tambahan, ujung cabang terminal membulat. Secara anatomi alga ini memiliki intergenikula *terete* dengan diameter hingga 300-350 μm , dan panjang 1-3 mm. Pada bagian memanjang, *intergenicula* menunjukkan daerah medula yang menonjol dengan pergantian 1-2 sel panjang (panjang 30-40 μm dan 6-10 μm) dan satu sel pendek (panjang 14-16 μm dan diameter 6-8 μm), sel kortikal (terdiri dari 3-5 tingkatan sel) berbentuk bulat dengan lebar 5-8 μm dan panjang 6-10 μm ; sel epitel unistratosa dengan sel lonjong berukuran panjang 1-3 μm dan lebar 5-6 μm . Genikula yang dikortikasi biasanya hampir tidak terlihat di antara intergenikula yang terdiri dari 5-7 tingkatan sel meduler dan lebar 350-400 μm (Mendoza-González et al., 2014).

Alga *A. fragilissima* mengandung aktivitas antioksidan dan antimikroba serta kandungan fenolik, dan flavonoid. Ekstrak metanol dari alga ini memiliki kandungan antimikroba dan antioksidan tertinggi. Ekstraksi antimikroba dari alga ini bergantung pada pelarut. Kandungan antioksidannya tidak berbeda secara signifikan dengan berbagai pelarut polar. Hal ini merupakan temuan yang menjanjikan, karena potensial dalam memanfaatkan ekstrak tersebut untuk obat-obatan yang berperan sebagai antioksidan yang dapat meningkatkan kualitas, dan juga sebagai agen antimikroba, yang berpotensi meningkatkan umur simpan dan keamanan (Viswanathan et al., 2014).

2. Species *Tricleocarpa fragilis* (Linnaeus) Huisman and R. A. Townsend, 1993.

Alga *T. fragilis* (Gambar 4). dijelaskan berdasarkan spesimen dari Jamaika (Oceano Americano) yang aslinya sebagai *E. fragilis* Linnaeus, genus bryozoa (Linnaeus, 1758), sebelum dikenal sebagai

nama awal untuk *T. oblongata* yang terkenal (Huisman and Townsend, 1993). Alga ini terdistribusi ke seluruh dunia, jangkauannya tumpang tindih dengan *T. cylindrica*, di Afrika (Silva et al., 1996; John et al., 2004), Asia (Yoshida, 1998; Atmadja dan Prud'homme van Reine, 2012), Australasia (Huisman, 2006), Eropa (Haroun et al., 2002; John et al., 2004), Amerika Utara dan Selatan (Creed et al., 2010; Wynne, 2011), dan Kepulauan Pasifik (Skelton dan South, 2007). Alga ini dibedakan dari cabangnya yang tebal (diameter hingga 2,5 mm), filamen gonimoblas muncul dari dasar rongga sistokarp (cystocarp), dan paraphyses steril kurang berkembang (Huisman, 2006). Meskipun jangkauan alga ini mencakup beberapa benua, hanya satu rangkaian rbcL dari spesimen Taiwan telah dianalisis (Wang et al., 2005).

Komposit multifungsi baru yang hemat biaya dikembangkan dengan menggunakan alginat dari makroalga coklat *S. latifolium* dan hidroksiapatit disintesis secara kimia dari pengendapan dengan menggunakan makroalga merah *T. fragilis* sebagai sumber CaCO_3 . ZA/nHA yang dikembangkan, diterapkan secara efektif untuk mendesinfeksi *Escherichia coli* dalam air dan efisiensinya dengan meningkatkan konsentrasi komposit dan mengurangi jumlah bakteri (Gomaa dan Danial, 2023).

3. Spesimen *Acanthophora spicifera* (M. Vahl) Børgesen, 1910.

Alga merah *A. spicifera* ini memiliki tinggi thallus 5-30 cm, tegak, lebat dan kaku (bahkan agak rapuh) ketika muda, spesimen lebih tua menjadi lebih elegan; melekat oleh cakram parenkim yang tidak beraturan, memuat satu atau beberapa sumbu utama; bercabang radial, dalam empat baris; sumbu utama terete, diameter pangkal 1-2 mm, dengan bekas ramelli patah tetapi tanpa duri; sumbu samping mirip dengan sumbu utama, tersusun rapat dengan cabang pendek (panjang 0,5-2 mm), ditutupi oleh duri kecil (panjang 0,5 mm), trikoblas hadir di puncak tetapi fugacious; berwarna coklat muda sampai

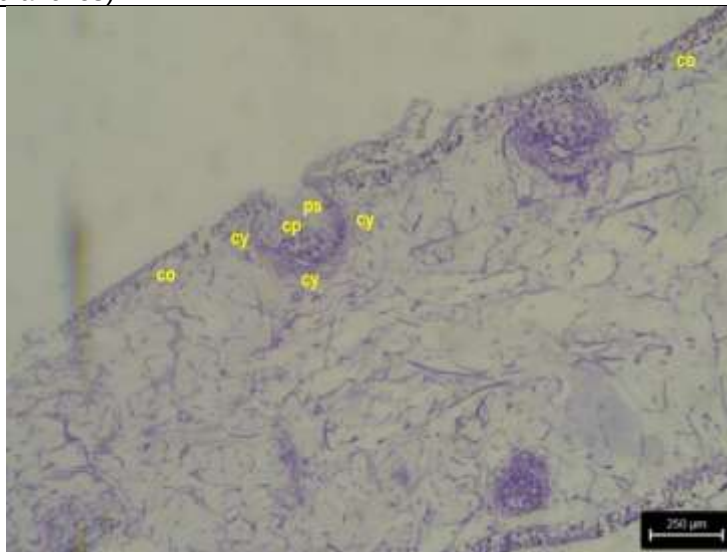
merah muda, menghitam saat dikeringkan; dan steril. Ditemukan sepanjang tahun, namun dengan pertumbuhan optimal selama musim semi dan musim panas; pada musim gugur dan musim dingin hanya diamati spesimen tua yang terkikis dengan sebagian besar sumbu utama gundul. Paling sering ditemukan di sepanjang pantai yang terdedah ombak: Pulau Abu Ali, Ras az-Zaur dan terumbu karang, dari air surut hingga kedalaman 3 m, umumnya epilitik tetapi terkadang epifit

(pada *Cystoseira*, Digenea) (Krupp et al., 1996). Alga ini memiliki tinggi 6-8 cm dan sumbu utamanya lebarnya kira-kira 0,5-1 mm. Berwarna kemerahan hingga coklat, dan menempel pada substrat dengan alat pelekak berbentuk cakram datar dengan pucuk tegak tumbuh ke atas. Daun biasanya berbentuk silinder dan subdikotomis bercabang berselang-seling dan tidak beraturan. Bagian apikalnya meruncing membentuk ujung yang lancip (De Jong et al., 1999).

Tricleocarpa fragilis (Linnaeus) Huisman and R. A. Townsend, 1993



Pengamatan (herbarium Morfologi thallus menunjukkan tegak, rimbun, berbentuk rumpun, berwarna merah muda. Membentuk rumpun soliter yang besar. Makroalga merah ini hidup di daerah berbatu atau berpasir, karang mati dan cangkang kerang pada perairan dangkal di daerah terdedah terhadap gelombang yang cukup kuat hingga kuat. Foto di atas menunjukkan morfologi spesimen herbarium dan cabang-cabang dikotomis (*dichtomus branches*).



Pengamatan (sayatan histologi): Anatomi thallus menunjukkan pada bagian ini menunjukkan sistokarp/cystocarp (cy) dengan pericarp/pericarp menunjukkan karposporangia (cp) yang muncul dari dasar sistokarp dan parafisis steril (ps), yang tidak bercampur dengan filamen gonimoblas; dan korteks (cortex) (co).
Habitat: Substrat at.
Distribusi di Asia: Filipina (Calumpong dan Meñes, 1997; Trono, 1997).
Distribusi di Indonesia: Tongkaina – Manado (Kepel et al., 2018a), Blongko – Minahasa Selatan (Kepel et al., 2018b), Kora-kora – Minahasa (Singkoh et al., 2019), Tasik Ria, Mokupa – Minahasa (Turangan et al., 2024).
Klasifikasi: Kingdom: Plantae Subkingdom: Biliphyta Division: Rhodophyta Subdivision: Eurhodophytina Class: Florideophyceae Subclass: Nemaliophycidae Ordo: Nemaliales Subordo: Galaxaurineae Family: Galaxauraceae Genus: <i>Tricleocarpa</i> Species: <i>Tricleocarpa fragilis</i>

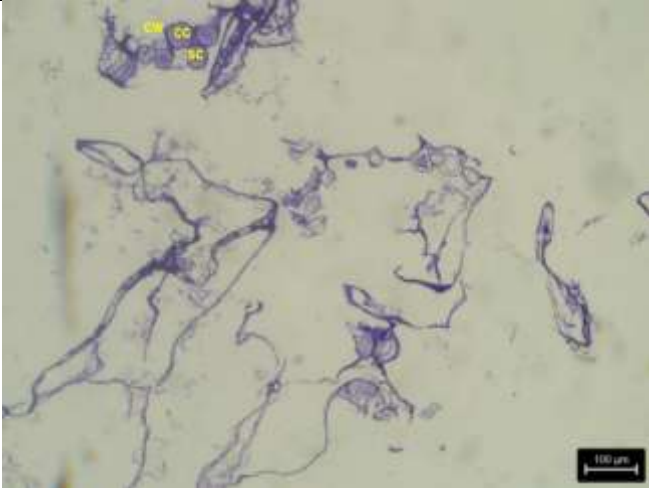
Gambar 4. menunjukkan spesimen *Tricleocarpa fragilis* (Linnaeus) Huisman and R. A. Townsend, 1993.

Alga merah ini sedikit bercabang, tidak memiliki duri; jika ada, jumlahnya hanya sedikit atau soliter pada sumbu utama. Pada cabang yang tidak tentu, durinya padat dan lebih kecil menuju puncak dan yang ada di cabang-cabang sebagian besar dikelompokkan di puncak (De Jong et al., 1999). Alga ini telah dianggap sebagai spesies asing di Samudera Pasifik sejak ditemukan pada tahun 1952 di pantai Hawaii, sejak diintroduksi (Doty, 1961), khususnya di Manila, Filipina yang mempunyai status kriptogenik (Tsuda et al., 2008) dan, berdasarkan O'Doherty dan Sherwood (2007), tidak mungkin untuk menyimpulkan apakah itu diintroduksi dari Pasifik Barat atau Pasifik Selatan karena kesamaan genetik di antara situs-situs yang jauh. Namun, aslinya berasal dari Atlantik Tropis (De Jong et al., 1999). Di seluruh dunia, *A. spicifera* telah tercatat sebagai substrat yang sering menjadi penyebab organisme pengotor seperti hidroid (Migotto, 1996; Oliveira dan Marques, 2007; Ávila et al., 2012), serta spons dan makroalga dalam

catatan dari Teluk La Paz (Ávila et al., 2012; Méndez-Trejo et al., 2014). Demikian pula organisme yang bukan pengotor, seperti annelida, artropoda, echinodermata dan moluska, menggunakan makroalga ini sebagai refugia (Méndez-Trejo et al., 2014), yang menunjukkan bahwa *A. spicifera* bisa menjadi media tumpangan yang sangat baik untuk melakukan perjalanan sepanjang laut.

Beberapa dari penelitian menunjukkan bahwa galaktan I-karagenan tersulfasi adalah polisakarida utama hadir dalam *A. spicifera* (Parekh et al., 1989; Goma dan Elshoubaky, 2016; Anand et al., 2018). Namun, penulis lain melaporkan keberadaan agar-agar sebagai komponen utama dalam ekstrak polisakarida *A. spicifera* (Gonçalves et al., 2002; Duarte et al., 2004; Schnoller et al., 2020; Junior et al., 2021) dan *A. muscoides* (Rodrigues et al., 2016).

Gambar 5 menunjukkan spesimen *Acanthophora spicifera* (M. Vahl) Børgesen, 1910.

<i>Acanthophora spicifera</i> (M. Vahl) Børgesen, 1910	
	
Pengamatan (herbarium): Morfologi thallus menunjukkan bagian apeks/pucuk, tengah dan basal/pangkal; transparan hingga berwarna merah jambu, tegak, tinggi 7 cm, menempel pada karang mati di daerah intertidal dan subtidal atas dengan alat pelekot berbentuk cakram. Percabangan tidak beraturan, jarang, ujung percabangan terbuka dan panjang, mempunyai cabang-cabang pendek seperti tulang belakang, segar, dan mudah patah.	
	
Pengamatan (sayatan histologi): Anatomi thallus menunjukkan dinding sel (cw), sel kortikal (cc) dan sel subkortikal (sc).	
Habitat: Hidup di daerah pasang surut, subtidal, dan padang lamun, menempel pada batuan	
Distribusi di Asia: Filipina (Calumpang dan Meñes, 1997; Trono, 1997).	
Distribusi di Indonesia: -	
Klasifikasi: - Kingdom: Plantae - Subkingdom: Biliphyta - Division: Rhodophyta - Subdivision: Eurhodophytina - Subclass: Rhodymeniophycidae - Ordo: Ceramiales - Family: Rhodomelaceae - Tribe: Chondrieae - Genus: <i>Acanthophora</i> - Species: <i>Acanthophora spicifera</i>	

Gambar 5. *Acanthophora spicifera* (M. Vahl) Børgesen, 1910

4. Spesimen *Hydropuntia edulis* (S. G. Gmeli) Gurgel et Fredericq, 2004.

Hydropuntia Montagne awalnya dideskripsikan dengan *H. urvillei*, berdasarkan konsep kompleks spermatangialnya yang rumit (Wynne, 1989). *Hydropuntia* telah divalidasi oleh Fredericq dan Norris (1985) berdasarkan produksi gonimoblas yang tidak langsung dimulai dari sel fusi, filamen nutrisi basalnya, perkembangan awal rongga sistokarp (cystocarp) dan sel fusi bercabang. Gurgel dan Fredericq (2004) membenarkan ketergantungan genus *Hydropuntia* pada Gracilariaceae, dan akhirnya memindahkan *G. edulis* ke genus *Hydropuntia*.

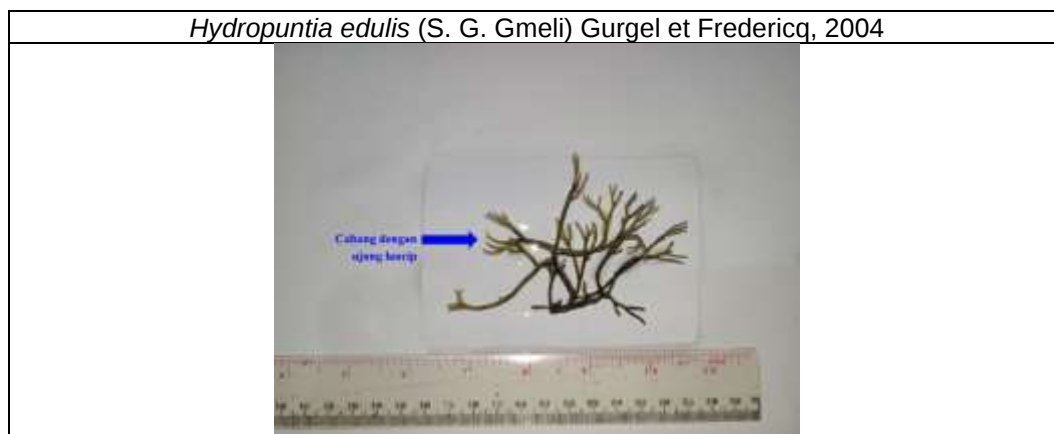
Alga *H. edulis* (yang sebelumnya dikenal sebagai *Gracilaria edulis* (S.G. Gmelin) P.C. Silva, 1952) dikumpulkan dari teluk Qingshui, Sanya, pada tanggal 29 Januari 2010. Tumbuh di atas tebing yang langsung terkena ombak. Dalam pohon filogenetik ini, clade *Hydropuntia* membentuk kelompok monofiletik termasuk jenis spesies *H. urvillei*, meskipun ada dua spesies *Gracilaria* yang dimasukkan dalam clade yang sama (Yang et al., 2012). Alga *H. edulis* merupakan salah satu spesies alga merah yang memiliki ciri berupa thallus yang tebal dan berbulu. Thallus biasanya berukuran 2-5 cm, lebar dan panjang 10-30 cm dan dapat tegak atau merunduk. Seringkali warnanya merah keunguan gelap dan tampak mengkilap atau halus. Thallus terdiri dari cabang-cabang kecil yang dikemas rapat dan tekstur bisa halus atau berbulu.

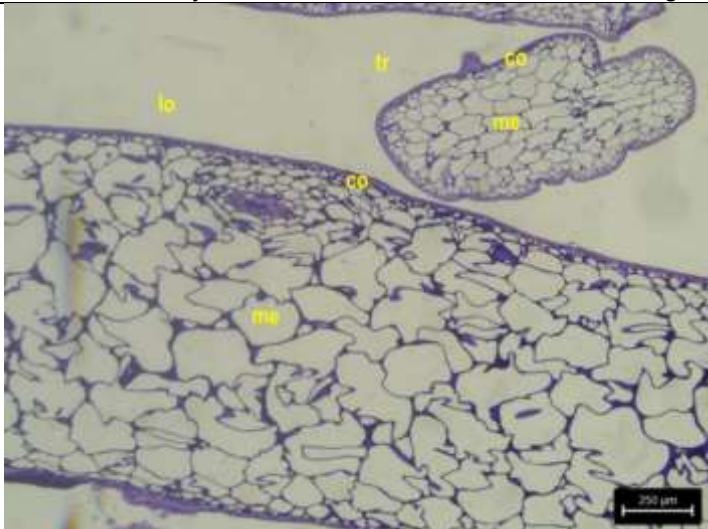
Cabang-cabangnya biasanya berdiameter sekitar 1 mm dan biasanya bercabang secara dikotomis. Spesies ini juga mempunyai alat pelekat bulat kecil, yang digunakan untuk menambatkan alga ke substratum.

Alga *H. edulis* terkenal dengan kandungan senyawa penyerap UV yang tinggi (Tanaka et al., 2020). Alga ini mengandung senyawa kimia seperti keton, alcohol, asam lemak, ester asam lemak, sterol, hidrokarbon dan lainnya (Nazarudin et al., 2021). Sebagian besar senyawa bioaktif *H. edulis* bersifat antioksidan, antivirus, anti-inflamasi, antibakteri, antijamur, antiprotozoal, antidepresan, antineoplastik, antiherpes, antidiabetik, antikoagulan, dan antikanker. Beberapa senyawa spesies ini juga menunjukkan aktivitas sitotoksik, kardioprotektif, hepatoprotektif dan sifat neuroprotektif (Vijayaraj et al., 2022).

Demikian juga, *Hydropuntia edulis* (= *Gracilaria edulis*) digunakan sebagai pola pakan tunggal dan pola makan campuran alga (*H. edulis*, *Eucheuma arnoldii*, dan *Halymenia durvillaei*) untuk pertumbuhan abalon *Haliotis asinina*. Dalam penelitian ini menegaskan bahwa abalon hanya diberi makan *H. edulis* dan lain yaitu *Gracilaria spp.* dapat mendukung pertumbuhan berkelanjutan dari *H. asinina* dalam jangka panjang (Capinpin dan Corre 1996; Capinpin et al. 1999).

Gambar 6. menunjukkan spesimen *Hydropuntia edulis* (S. G. Gmeli) Gurgel et Fredericq, 2004.



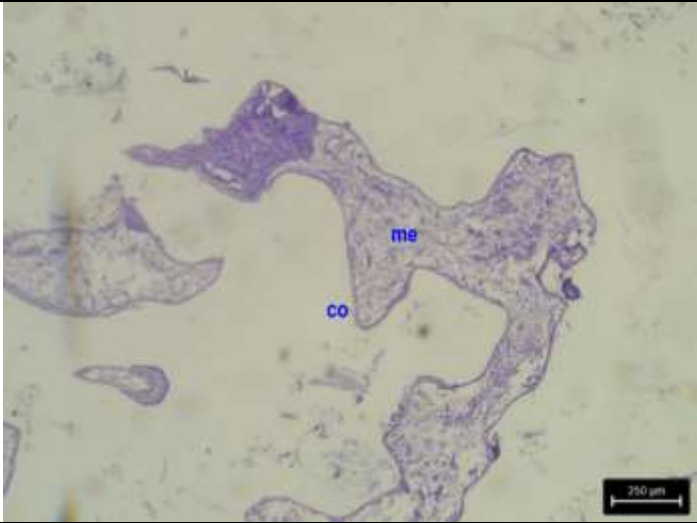
Pengamatan (herbarium): Morfologi thallus menunjukkan silindris dengan tinggi 7 cm. Bagian alat pelek (holdfast) berbentuk cakram. Bercabang dikotom, kadang dijumpai tidak beraturan, pada bagian apeks biasanya mengecil dan melengkung waktu kering. Thallus berwarna coklat kehijauan di alam dan coklat tua saat kering.	
	
Pengamatan (sayatan histologi): Anatomi thallus menunjukkan bagian melintang (tr) dan memanjang dari thallus (lo) yang merupakan transisi bertahap dari ukuran sel medular (me) ke kortikal (co).	
Habitat: Substrat berkarang di rata-rata intertidal.	
Distribusi di Asia: Thailand (Lewmanomount dan Ogawa, 1995), Malaysia (Ismail, 1995), Filipina (Trono, 1997).	
Distribusi di Indonesia: Pulau Aru, Makasar dan Nusakambangan, Manado, (Gerung, 2001), Gorontalo (Kepel dan Ismail, 2003), Teluk Luwuk (Rogi, 2003), Talimau, Tameti dan Siko (Kepel et al., 2005), Pulau Aru - Maluku (Kepel dan Dangeubun, 2007), Tafaga, Takofi dan Tafamutu (Madjid et al., 2007), Pulau Nain (Tony, 2008), Mokupa – Minahasa (Wowor et al., 2015), Pulau Mantehage dan Pulau Siladen (Wattimury et al., 2010), Blongko – Minahasa Selatan (Kepel et al., 2018b), Bahoi – Minahasa Utara (Baino et al., 2019), Pulau Mantehage (Kepel et al., 2019), Semenanjung Minahasa pada musim penghujan (Kepel et al., 2019), Semenanjung Minahasa pada musim kemarau (Kepel et al., 2020), perairan dengan beberapa konsentrasi logam berat di Semenanjung Minahasa (Tombokan et al., 2020), Ondong – Siau Tagulandang Biaro (Kandati et al., 2021), Bitung – Tanjung Merah, Rap-rap – Minahasa Selatan, Teluk Totok – Minahasa Tenggara (Kepel et al., 2023), Molas – Manado (Hadath et al., 2023), Tongkaina – Manado (Rafii et al., 2024), Beton Panjang, Tateli – Minahasa (Turangan et al., 2024).	
Klasifikasi: - Kingdom: Plantae - Subkingdom: Biliphyta - Division: Rhodophyta - Subdivision: Eurhodophytina - Class: Florideophyceae - Ordo: Gracilariales - Family: Gracilariaceae - Subfamily: Gracilarioideae - Tribe: Gracilarieae - Genus: <i>Hydropuntia</i> - Species: <i>Hydropuntia edulis</i>	

Gambar 6. *Hydropuntia edulis* (S. G. Gmeli) Gurgel et Fredericq, 2004

Alga Hijau

1. Spesimen *Caulerpa racemosa* J. Agardh, 1873.

Gambar 7. Menunjukkan spesimen *Padina australis* Hauck, 1887

<i>Caulerpa racemosa</i> J. Agardh, 1873	
	
	Pengamatan (herbarium): Morfologi thallus yaitu berwarna hijau, stolon menjalar secara horisontal. Thallus tegak dengan tinggi total 2-5,3 cm, tinggi dari rhizoid ke percabangan pertama 0,1-2,0 cm, jarak antara thalli satu dengan yang lainnya 1-2 cm, panjang rhizoid 1-1,5 cm, tinggi thalli dari pangkal stolon 0,5-3,5 cm. Batang berbentuk silindris. Daun tegak, bundar berbentuk bola-bola (ramuli) yang berlendir berwarna hijau tua agak kekuning-kuningan. Asimilator adalah ciri yang khas untuk masing-masing spesies <i>Caulerpa</i>. Asimilator berfungsi sebagai tempat utama bagi proses fotosintesis.
	
	Pengamatan (sayatan histologi): Anatomi thallus menunjukkan bagian melintang dari stolon yang merupakan sel medular (me) ke kortikal (co).
	Habitat: Substrat karang berpasir.
	Distribusi di Asia: Filipina (Trono, 1997), Thailand (Lewmanomont dan Ogawa, 1995), Jepang (Arasaki, 1981), dan Malaysia (Ismail, 1995).
	Distribusi di Indonesia: Pulau Kabala Dua, Banda, Kei (Weber-van Bosse, 1913), Likupang (Lumindong, 1988), Waleo (Raranta, 1998), Rap-rap (Monoarfa, 1999), Tombariri (Pojo, 2000), Moinit (Mukuan, 2000), dan Likupang (Soegimin, 2003), Baho – Minahasa Utara (Baino et al., 2019), Pulau Mantehage (Kapel et al., 2019),

Semenanjung Minahasa pada musim penghujan (Kepel et al., 2019), Semenanjung Minahasa pada musim kemarau (Kepel et al., 2020), Bitung – Tanjung Merah, Rap-rap – Minahasa Selatan, Teluk Totok – Minahasa Tenggara (Kepel et al., 2023), Tongkaina – Manado (Rafii et al., 2024).
Klasifikasi: Kingdom: Plantae Subkingdom: Viridiplantae Division: Chlorophyta Subdivision: Chlorophytina Class: Ulvophyceae Ordo: Bryopsidales Family: Caulerpaceae Genus: Caulerpa Species: <i>Caulerpa racemosa</i>

Gambar 7. *Caulerpa racemosa* J. Agardh, 1873

Alga *C. racemosa* umumnya dikenal sebagai anggur laut [Inggris], “*Parelwier*” [Belanda], *Caulerpa* “raisin vert” [Perancis], “*Grüne Traubenalge*” [Jerman], ditemukan berdekatan dengan karang hidup di banyak daerah teluk berlumpur dangkal di laut beriklim sedang dan tropis pada kedalaman sekitar 100 m di seluruh dunia. Alga *C. racemosa* disebut juga *Acropora palmata*, berinti banyak dan nonseptat (coenocytic), kloroplas bebas bermigrasi dari bagian manapun dari organisme ke bagian lain dan jaringan protein berserat yang membantu dalam pergerakan organel. Alga ini memiliki cabang yang pendek dan tegak yang muncul dari stolon mendatar yang menempel pada sedimen pada interval dengan rimpang yang menurun. Cabang tegak muncul setiap beberapa sentimeter hingga tingginya mencapai 19-30 cm. Banyak berbentuk bulat telur atau cabang-cabang tubuh bulat pada tangkai yang muncul dari setiap cabang tegak, tempat cabang dan stolon berada berdekatan, cabang-cabangnya membentuk lapisan padat dari struktur yang tampak bulat (Humann, 1993; de Souza dan de Lira, 2009). Alga ini berkembang biak secara vegetatif dengan fragmentasi; pertumbuhan dimulai pada bulan April berlanjut hingga Desember di daerah substrat berpasir di perairan yang tenang dan keruh yang cenderung mempunyai cabang tegak yang panjang sedangkan alga yang tumbuh pada substrat berbatu yang terdedah pada gelombang laut memiliki cabang kuat pendek dan tegak

(Ceccherelli dan Piazzzi, 2001; Prud'homme dan Trona, 2002; Mandlik et al., 2002).

Komposisi proksimat makroalga, *C. racemosa* menunjukkan nilai yang bervariasi. Kadar protein *C. racemosa* sebesar 10,41% (Jumsurizal et al., 2021) lebih tinggi dibandingkan penelitian Tapotubun (2018) menggunakan *C. lentillifera* dengan perlakuan pengeringan yang sama yaitu 5,63%. Kadar protein yang berbeda ini disebabkan kondisi perairan yang berbeda sehingga menyebabkan nutrisi dan asupan nutrisi pada setiap jenis rumput laut akan berbeda (Gao et al., 2018). Dari tujuh karotenoid yang diamati pada *C. racemosa*, terdapat 2 karotenoid paling dominan yaitu β -karoten dan kantaksantin (Jumsurizal et al., 2021).

2. Spesimen *Caulerpa taxifolia* (M. Vahl) C. Agardh, 1817

Gambar 8. menunjukkan spesimen *Caulerpa taxifolia* (M. Vahl) C. Agardh, 1817.

Alga *C. taxifolia* (“Killer Algae”) adalah makroalga hijau muda yang tumbuh hingga ketinggian 2,8 m di kedalaman laut tropis 40-60 cm, berdiameter 6-8 mm, daun berbentuk tegak pipih yang muncul dari stolon yang menjalar sepanjang 3-15 cm dan dari pangkal, ujung sempit ke atas cabang samping kecil yang berlawanan dengan pelepah (Zuljevic dan Antolic, 2000; Galil, 2006). Alga ini berkembang biak secara seksual dan vegetatif, kolonisasi maksimal pada kedalamannya antara 2-6 m, namun alga telah teramati

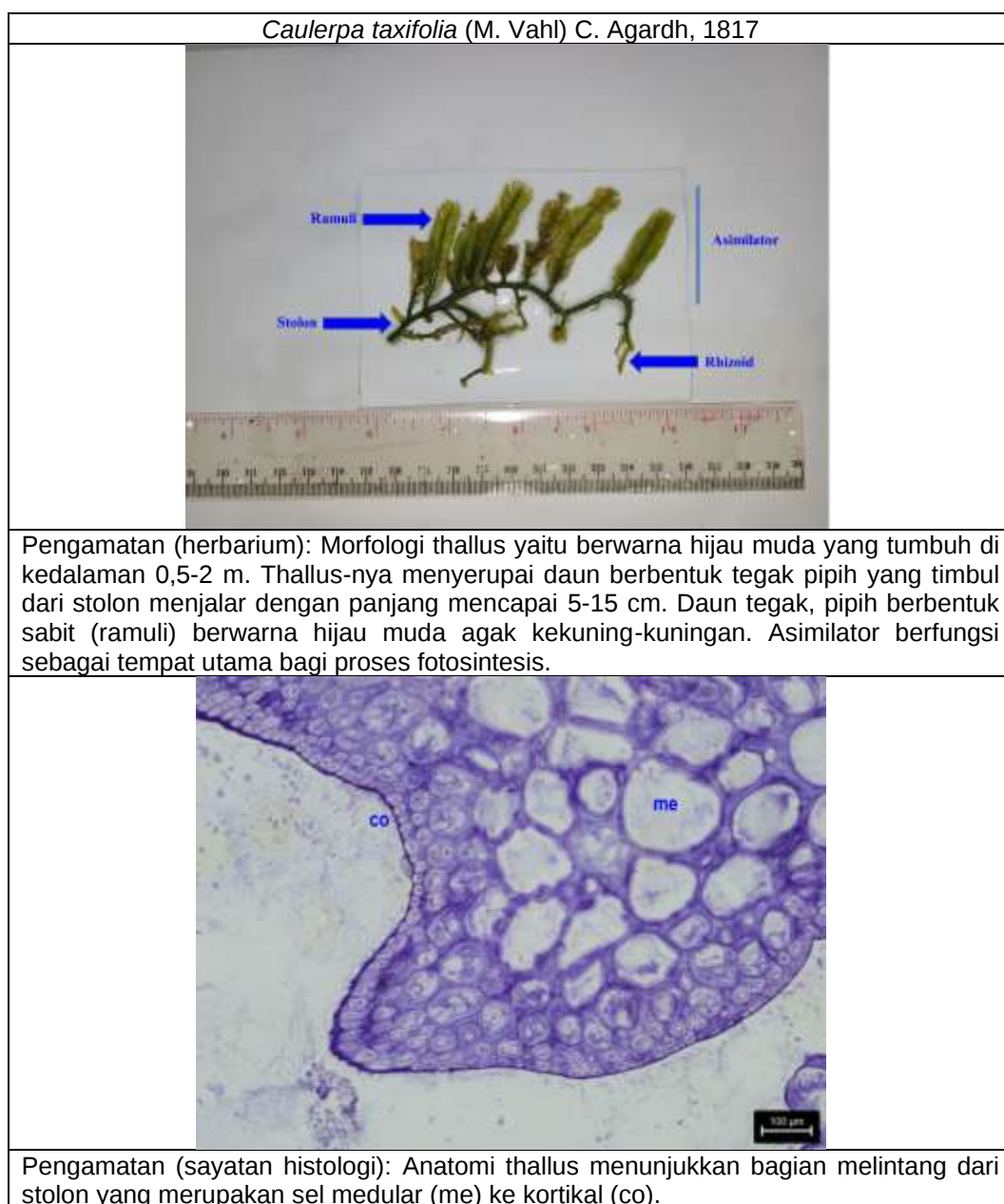
hingga kedalaman 99-350 m dengan kepadatan hingga 14.000/m². Caulerpenyne adalah endotoksin paling ampuh untuk melindungi makroalga ini dari epifit dan herbivora, bersifat toksik bagi moluska, bulu babi, ikan herbivora, setidaknya selama musim panas dan musim gugur (Lemee dan Pesando, 1993; Santini-Bellan dan Arnaud, 1996).

Komposisi proksimat makroalga, *C. taxifolia* menunjukkan nilai yang bervariasi. Kadar protein *C. taxifolia* (11,02%) yang ditemukan dalam penelitian ini lebih tinggi

dibandingkan penelitian Tapotubun (2018) menggunakan *C. lentillifera* dengan perlakuan pengeringan yang sama yaitu 5,63%. Kadar protein yang berbeda ini disebabkan kondisi perairan yang berbeda sehingga menyebabkan nutrisi dan asupan nutrisi pada setiap jenis makroalga akan berbeda (Gao et al., 2018).

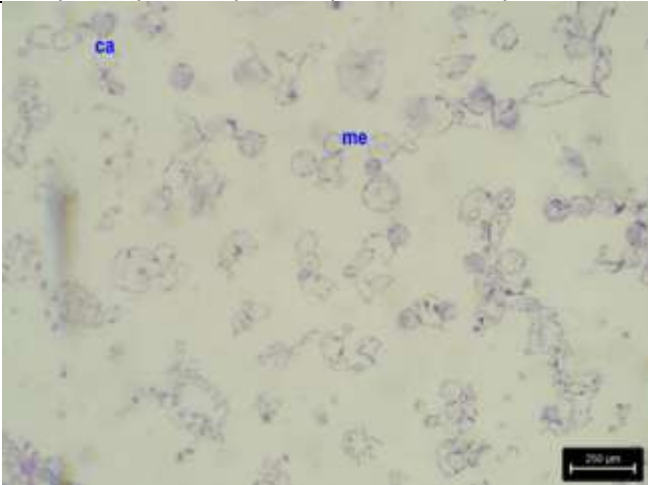
3. Spesimen *Halimeda macroloba* Decaisne, 1841.

Gambar 9. menunjukkan spesimen *Halimeda macroloba* Decaisne, 1841



Habitat: Karang mati di daerah intertidal.
Distribusi di Asia: Filipina (Calumpang dan Meñes, 1997; Trono, 1997).
Distribusi di Indonesia: Rap-rap – Manado (Rafii et al., 2024).
Klasifikasi: Kingdom: Plantae Subkingdom: Viridiplantae Division: Chlorophyta Subdivision: Chlorophytina Class: Ulvophyceae Ordo: Bryopsidales Family: Caulerpaceae Genus: Caulerpa Species: <i>Caulerpa taxifolia</i>

Gambar 8. *Caulerpa taxifolia* (M. Vahl) C. Agardh, 1817

<i>Halimeda macroloba</i> Decaisne, 1841	
	
Pengamatan (herbarium): Morfologi thallus yaitu rimbun dan tegak dan tinggi 6-10 cm, berwarna hijau muda. Segmen kaku, agak keras dan berkapur. Terdapat segmen apikal (apical segment), segmen berkapur (calcified segment), segmen basal (basal segment), dan simpul (node). Tumbuh melebar seperti kipas, daun (blade) berbentuk bulat, seperti pangkal kipas tampak seperti silinder, tebal dan kaku. Bentuk percabangan trikomus (trichomus). Alat pelekak (holdfast) berbentuk seperti umbi.	
	
Pengamatan (sayatan histologi): Anatomi thallus menunjukkan kalsit (ca) dan medula (me).	

Habitat: Substrat berpasir dan pasir bercampur lumpur.
Distribusi di Asia: Jepang (Arasaki, 1981), Filipina (Trono, 1997), Vietnam (Tsutsui et al., 2005).
Distribusi di Indonesia: Pulau Rote, Kabala Dua, Tual (Weber-van Bosse, 1913), Rap-rap (Monoarfa, 1999), Gorontalo (Ismail, 2002), Teluk Manado (Palesang, 2003), Tameti dan Siko (Kepel et al., 2005), Takofi dan Tafamutu (Madjid et al., 2007), Baho – Minahasa Utara (Baino et al., 2019), Pulau Mantehage (Kepel et al., 2019), Semenanjung Minahasa pada musim penghujan (Kepel et al., 2019), Semenanjung Minahasa pada musim kemarau (Kepel et al., 2020), perairan dengan beberapa konsentrasi logam berat di Semenanjung Minahasa (Tombokan et al., 2020), (Achmad et al., 2021), Tanjung Merah – Bitung, Rap-rap – Minahasa Selatan, Teluk Totok – Minahasa Tenggara (Kepel et al., 2023), Molas – Manado (Hadath et al., 2023), Beton Panjang, Tateli dan Tasik Ria, Mokupa – Minahasa (Turangan et al., 2024), Rap-rap, Tongkaina – Manado (Rafii et al., 2024).
Klasifikasi: Kingdom: Plantae Subkingdom: Viridiplantae Division: Chlorophyta Subdivision: Chlorophytina Class: Ulvophyceae Ordo: Bryopsidales Family: Halimedaceae Genus: Halimeda Species: Halimeda macroloba

Gambar 9. *Halimeda macroloba* Decaisne, 1841

Alga *H. macroloba* memiliki thallus tegak dan rata, mengalami kalsifikasi (pengapuran) sedang hingga ringan, berwarna hijau tua hingga hijau muda, panjangnya hingga 10 cm dan menempel di pasir dengan alat pelekat bulat besar. Percabangan terutama bersifat dikotomis dengan trikotomis yang jarang terjadi (Decaisne, 1841). Dua segmen basal pertama berbentuk persegi panjang dengan bagian anterior agak melebar. Segmen atas umumnya berbentuk kipas dengan beberapa reniform berukuran lebar 12-24 mm dan panjang 15-18 mm. Margin atas bergelombang dan tebal. Korteks berbagai segmen padat dan mencapai empat lapisan utrikulus. Utrikulus permukaan mirip dengan *H. monile* dalam tampilan permukaan, memanjang dan heksagonal, tetapi lebih kecil dengan panjang hingga 54 μm . Utrikulus sekunder memanjang, panjangnya mencapai 92 μm dan setiap utrikulus menyokong 2-4 utrikulus primer (permukaan). Sifon meduler terjalin dan menyatu pada titik simpul menjadi satu unit dengan serangkaian pori-pori yang berdiameter

kurang dari 20 μm (El-Manawy dan Shafik, 2008).

Meskipun banyak penelitian telah dilakukan mengenai berbagai hal dari Seksi Halimeda dan kelompok spesies (Kooistra et al., 2002; Verbruggen et al., 2006) dalam batas-batas tingkatan variasi morfologi dan spesies, banyak spesies yang tidak sepenuhnya dieksplorasi. Alga ini ditemukan di Samudera Indo-Pasifik, dan merupakan salah satu spesies yang paling umum dan tersebar luas di wilayah ini (Guiry dan Guiry, 2024). Alga *H. macroloba* tersebar di sekitar perairan Thailand, di berbagai habitat dan yang mengejutkan, ini adalah satu-satunya spesies Halimeda yang terdapat di Teluk Thailand (Pongparadon et al., 2015). Hal ini juga diketahui menjadi plastis secara morfologis (Verbruggen et al., 2006; Dijoux et al., 2012; Pongparadon dan Prathep, 2013; Pongparadon et al., 2015). Plastisitas morfologi yang tinggi inilah yang menyebabkan spesies terkadang sulit dan spesiesnya bisa saja salah diidentifikasi.

Alga *H. macroloba* mengandung senyawa biomineral yang didominasi oleh C (karbon) lebih dari 40%. Selain unsur

karbon, alga ini juga tersusun atas O (oksigen) 55,19%, Na (natrium) 6,03%, Ca (kalsium) 32,16%, dan Cl (klor) 6,62%. Senyawa fitokimia yang dihasilkan paling tinggi dari alga yaitu asam heptadekanoat, 16-metil-, metil ester (C₁₉H₃₈O₂), berat molekul 298 dan luas relatif 46,92%. Selanjutnya diikuti oleh asam n-heksadekanoat (C₁₆H₃₂O₂), asam heksadekanoat, metil ester (C₁₇H₃₄O₂), 1-kloroundekana (C₁₁H₂₃Cl), dan asam eikosanoat (C₂₀H₄₀O₂) (Kepel et al., 2021).

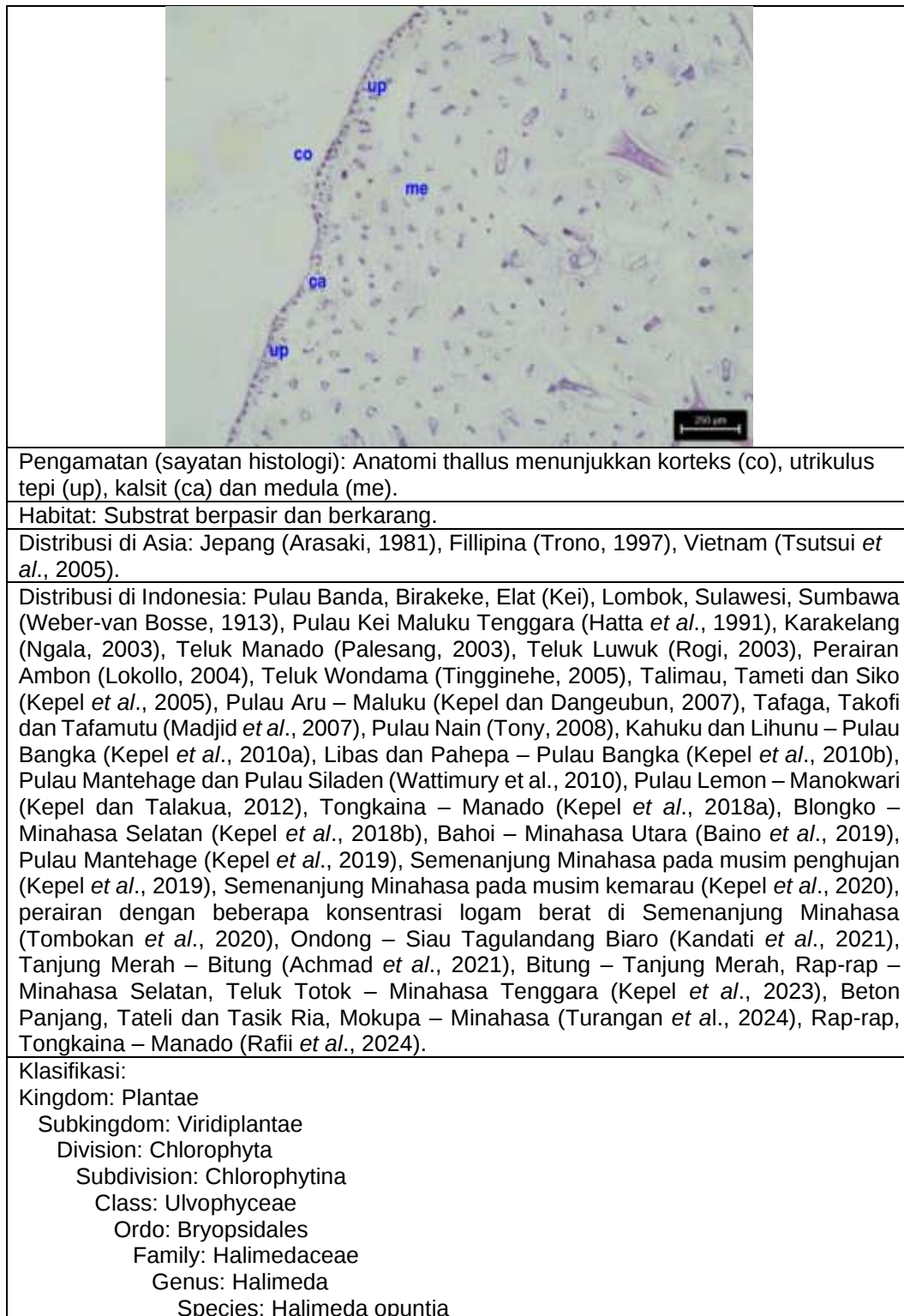
4. Spesimen *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux, 1816.

Thallus *H. opuntia* membentuk gumpalan tebal membungkuk berwarna putih kehijauan yang terkalsifikasi secara substansial, panjangnya mencapai 20 cm, menempel pada substrat terumbu berpasir dengan beberapa penahan seperti kain dari titik mana pun di bagian bawahnya (Lamouroux, 1816). Warnanya menjadi kehijauan hingga krem saat dikeringkan. Percabangan padat, tidak beraturan, dan tumpang tindih. Beberapa segmen basal berbentuk silinder. Segmen atas berbentuk jantung hingga reniform, lebar hingga 12 mm dan panjang 7 mm, dengan tulang rusuk tengah yang menonjol sering kali

disertai dua tulang rusuk lateral lainnya. Batas distalnya berliku ke dalam lob. Korteks tampak tipis karena memiliki 3-5 lapisan utrikulus kecil, yang permukaannya tidak beraturan. Utrikulus sekunder memanjang, panjangnya mencapai 65 µm dan setiap utrikulus menyokong 2 utrikulus perifer. Sifon meduler terjalin dan menyatu pada simpul menjadi kelompok kecil yang terdiri dari 2 atau 3 sifon. Fusi terjadi pada jarak kurang dari 100 µm (El-Manawy and Shafik, 2008).

Alga hijau *H. opuntia* mengandung senyawa biomineral yang didominasi oleh C (karbon) lebih dari 40%. Selain unsur karbon, alga ini juga tersusun atas O (oksigen) 47,29%, dan Ca (kalsium) 30,30%. Senyawa fitokimia yang dihasilkan dari *H. opuntia* mempunyai senyawa dengan produksi paling tinggi yaitu fitol (C₂₀H₄₀O), berat molekul 296 dan luas relatif 16,52. Ini diikuti oleh neophytadiene (C₂₀H₃₈), 9,10-secocholesta-5,7,10(19)-trien-3,24,25-triol, (3β,5Z,7E) (C₂₇H₄₄O₃), etil iso-alokolat (C₂₆H₄₄O₅), dan asam heksadekanoat, etil ester (C₁₈H₃₆O₂) (Kepel et al., 2021). Gambar 10. menunjukkan spesimen *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux, 1816.





Gambar 10. *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux, 1816

1. Spesimen *Halimeda macroloba* Decaisne, 1841.
Thallus *D. versluysii* berdiameter hingga 4 cm, hijau tua mengkilat, sesil dan

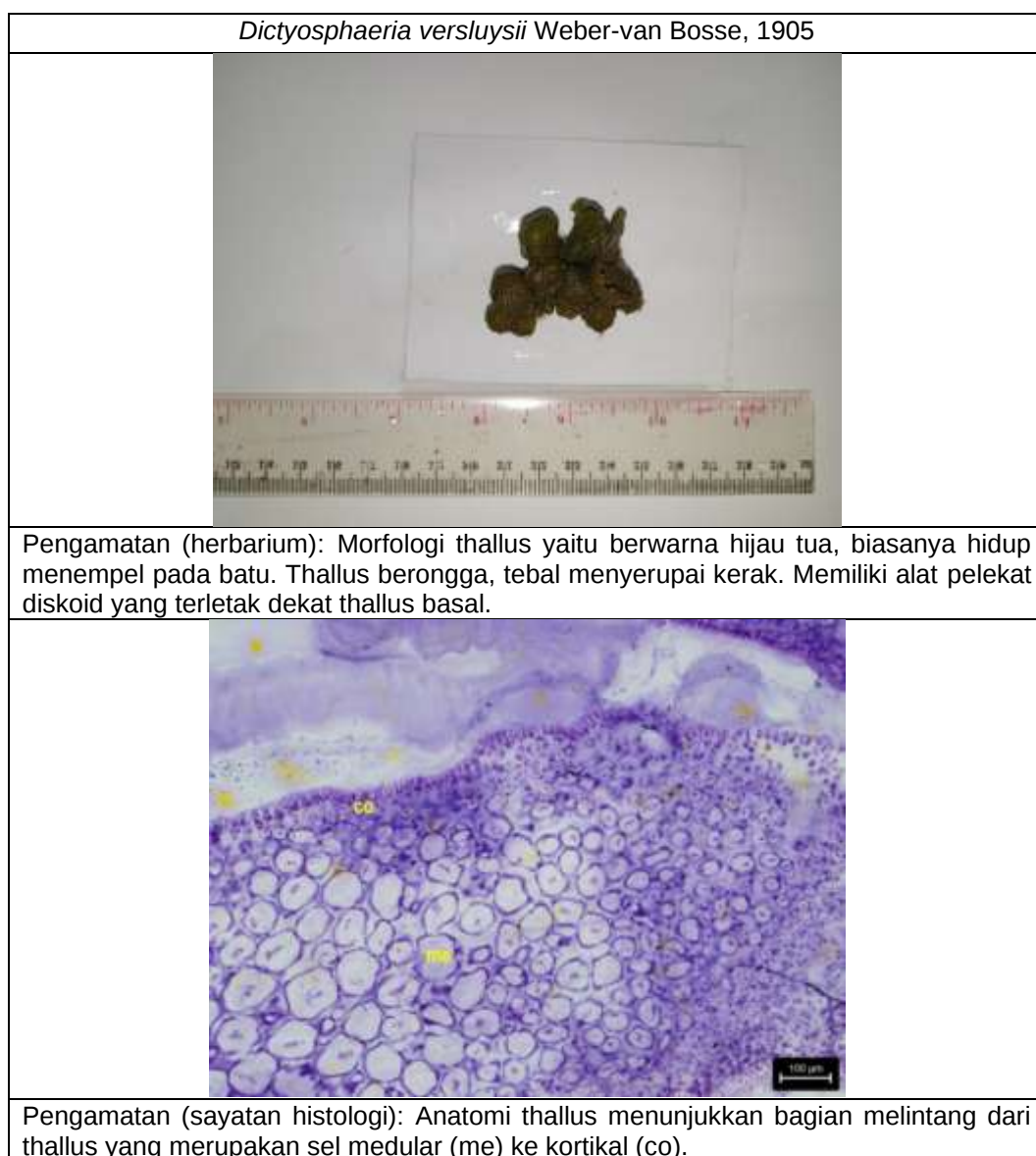
bertulang rawan, dengan sel bersudut atau poligonal terlihat jelas dengan mata telanjang. Struktur internal seluruhnya padat, dengan duri intraseluler jarang

sepanjang 60-88 μm . Menempel pada substratum melalui rizoid basal yang jarang. Membentuk kerak padat seperti kancing yang melekat erat pada puing-puing karang. Valet (1966) menemukan bahwa karakter sebelumnya digunakan untuk memisahkan spesies solit *Dictyosphaeria* dari kelompok *versluysii* tumpang tindih dan tidak dapat diandalkan; *D. australis* termasuk dalam kategori ini. Secara ekologis, alga ini hidup di pinggiran infralittoral atau infralittoral (turun hingga -30 m), bersifat epilitik pada permukaan horisontal dari batu-batu karang; beberapa spesimen bersifat epipsammik di padang lamun (*Thalassodendron*). Alga ini tersebar

di daerah tropis Indo-Pasifik (Leliaert et al., 1998).

Berdasarkan data hasil uji laboratorium (uji proksimat) dari *Silpau* (*D. versluysii*) menunjukkan bahwa *silpau* kering mengandung nilai gizi antara lain kadar air (2,91%), kadar abu (84,52%), kadar protein (3,33%), kadar lemak (0,55%), kadar karbohidrat (4,03%), serat kasar (4,44%), Mineral Cu (0,0204 ppm) dan mineral Zn (0,0849 ppm). Nilai kandungan gizi dari *silpau* sangat tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan pangan yang potensial dan aman untuk dikonsumsi.

Gambar 11. menunjukkan spesimen *Halimeda macroloba* Decaisne, 1841.



Habitat: Substrat berbatu di daerah subtidal.
Distribusi di Asia: Filipina (Trono, 1997)
Distribusi di Indonesia: Teluk Manado (Palesang, 2003), Pulau Mantehage dan pulau siaden (Wattimury et al., 2010), Takofi dan Tafamutu (Majid et al., 2007), Tongkaina – Manado (Rafii et al., 2024).
Klasifikasi: Kingdom: Plantae Subkingdom: Viridiplantae Division: Chlorophyta Subdivision: Chlorophytina Class: Ulvophyceae Ordo: Cladophorales Family: Siphonocladaceae Genus: Dictyosphaeria Species: Dictyosphaeria ersluysii

Gambar 11. *Dictyosphaeria versluysii* Weber-van Bosse, 1905

Analisis Komunitas Makroalga

Jumlah Spesies

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 9 spesies makroalga yang terdiri dari 4 spesies alga merah dan 5 spesies alga hijau. Menurut hasil penelitian ini ditemukan jumlah spesies makroalga lebih sedikit dibandingkan dengan yang ditemukan oleh Kepel et al. (2018a) sebanyak 15 spesies di Tongkaina – Kota Manado, Kepel et al. (2018b) sebanyak 14 spesies di Blongko – Kabupaten Minahasa Selatan, Kepel dan Mantiri (2019) sebanyak 10 jenis di Kora-Kora – Kabupaten Minahasa, Kepel et al. (2019a) sebanyak 45 jenis di Pulau Mantehage – Kabupaten Minahasa Utara, Kepel et al. (2019b) sebanyak 35 jenis di Semenanjung Minahasa pada musim penghujan, Kepel et al. (2020) sebanyak 19 jenis di Semenanjung Minahasa pada musim kemarau, Kandati et al. (2021) sebanyak 15 jenis di Ondong – Kabupaten Siau Tagulandang Biaro, Kepel et al. (2023) sebanyak 6 jenis di Tanjung Merah, Rap-rap dan Teluk Totok, Rafii et al. (2024) sebanyak 18 jenis di Rap-rap – Kota Manado dan Turangan et al. (2024) sebanyak 12 jenis di Tasik Ria, Mokupa – Kabupaten Minahasa.

Namun demikian, menurut hasil penelitian ini juga ditemukan jumlah spesies makroalga lebih banyak dibandingkan dengan yang ditemukan oleh Bains et al. (2019) sebanyak 8 jenis di Baho – Kabupaten Minahasa Utara, Achmad et al.

(2021) sebanyak 6 jenis di Tanjung Merah – Kota Bitung, Patra et al. (2021) sebanyak 7 jenis di Pulau Bombayanoi – Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Hadath et al. (2023) sebanyak 6 jenis di Molas – Kota Manado, dan Turangan et al. (2024) sebanyak 8 jenis di Beton Panjang, Tateli – Kabupaten Minahasa.

Analisis Kepadatan Makroalga

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan spesies pada ketiga transek berkisar 0,1-2,1 individu/m². Alga *H. edulis* memiliki kepadatan yang tertinggi yaitu 2,1 individu/m² sedangkan kepadatan terendah yaitu *A. fragilissima*, *D. versluysii*, *T. fragilis*, dan *C. racemosa* masing-masing sebesar 0,1 individu/m².

Transek 1

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kepadatan tertinggi pada transek 1 sebesar 2,1 individu/m² dari alga *H. edulis* sedangkan nilai kepadatan terendah yaitu alga *T. fragilis*, *D. versluysii* dan *A. fragilissima* masing-masing sebesar 0,1 individu/m² (Gambar 12).

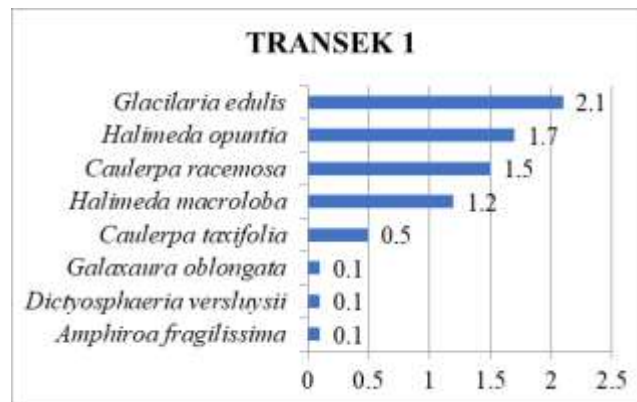
Transek 2

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kepadatan tertinggi pada transek 2 sebesar 1,1 individu/m² dari alga *H. opuntia* sedangkan nilai kepadatan terendah yaitu alga *C. racemosa*, dan *A. spicifera* masing-masing sebesar 0,2 individu/m² (Gambar 13).

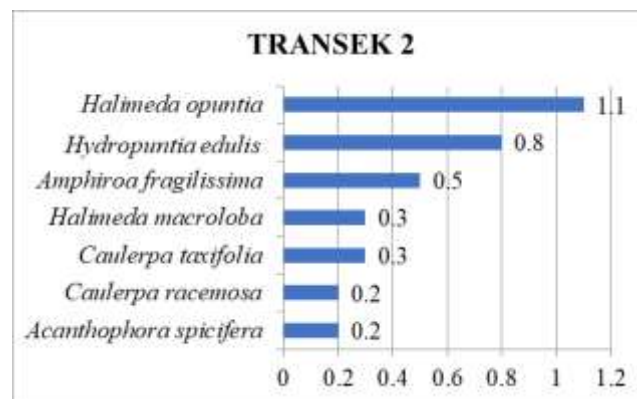
Transek 3

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kepadatan tertinggi pada transek 3 sebesar 1,2

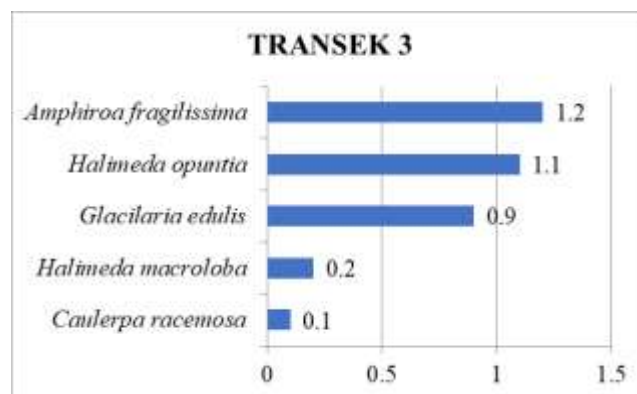
individu/m² pada alga *A. fragilissima* sedangkan nilai kepadatan terendah yaitu alga *C. racemosa* masing-masing sebesar 0,1 individu/m² (Gambar 14).



Gambar 12. Kepadatan jenis makroalga pada transek 1



Gambar 13. Kepadatan jenis makroalga pada transek 2



Gambar 14. Kepadatan jenis makroalga pada transek 3

Analisis Keanekaragaman Spesies, Kemerataan Spesies, Kekayaan Spesies, dan Dominasi Spesies Makroalga.

Nilai Indeks Keanekaragaman Spesies (H') makroalga rata-rata (Gambar

15) di perairan pesisir pesisir Bahowo pada ketiga transek termasuk dalam kategori sedang (1,5913) karena menurut hasil penelitian indeks keanekaragaman ini diperoleh, transek pertama 1,6796, transek kedua 1,7491, transek ketiga 1,3451.

Berdasarkan kriteria indeks keanekaragaman (H'), ketiga transek memiliki nilai $1 < H' \leq 3$ adalah indeks keanekaragaman sedang. Menurut Odum (1996), semakin besar nilai H' berarti komunitasnya semakin beragam.

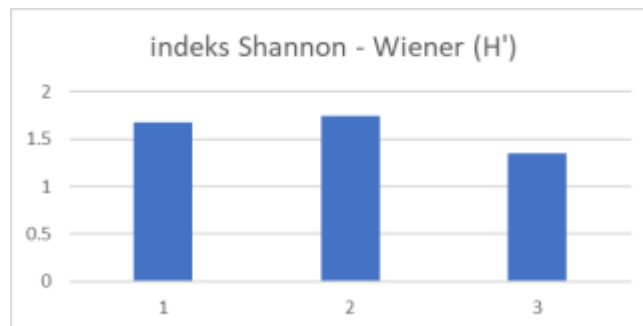
Nilai Indeks Kemerataan Spesies (E) makroalga rata-rata (Gambar 16) pada ketiga transek dalam kategori tinggi yaitu 0,8474. Menurut hasil penelitian ini menunjukkan indeks kemerataan jenis yang diperoleh pada transek pertama 0,8077, transek kedua 0,8989, transek ketiga 0,8357. Menurut Odum (1996), suatu komunitas dikatakan stabil jika nilai indeks kemerataan berkisar 0,6-0,8.

Nilai Indeks Kekayaan Spesies (R) makroalga rata-rata (Gambar 17) pada

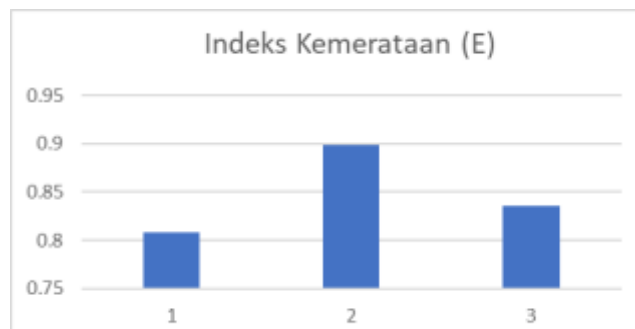
ketiga transek sebesar 1,4860. Menurut hasil penelitian ini menunjukkan indeks kekayaan jenis yang diperoleh pada transek pertama 1,6315, transek kedua 1,7014 transek ketiga 1,1250. Berdasarkan kriteria indeks kekayaan spesies, ketiga transek tergolong rendah.

Nilai Indeks Dominasi Spesies (D) makroalga rata-rata (Tabel 18) pada ketiga transek yaitu 0,2340. Menurut hasil penelitian ini menunjukkan Indeks Dominasi yang diperoleh pada transek pertama 0,2114, transek kedua 0,2041, transek ketiga 0,2865. Berdasarkan kriteria indeks dominasi spesies, ketiga transek tergolong rendah.

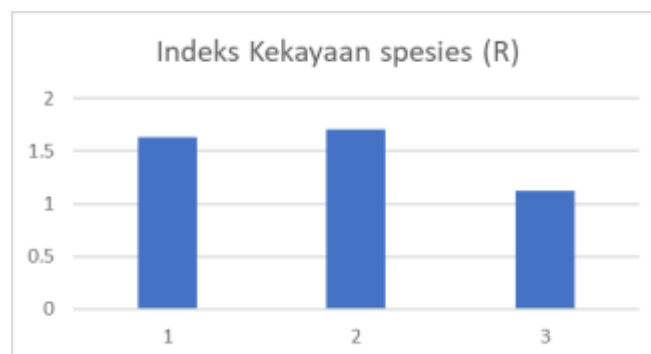
Nilai indeks-indeks komunitas makroalga ditunjukkan pada Tabel 2.



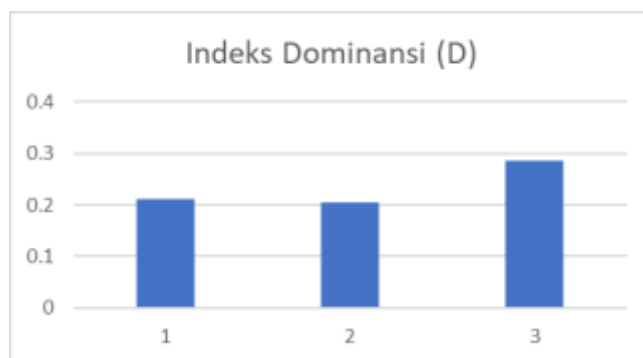
Gambar 15. Indeks Shannon-Wiener (H') transek 1,2, dan 3



Gambar 16. Indeks kemerataan (E) transek 1,2, dan 3



Gambar 17. Indeks kekayaan jenis (R) transek 1,2, dan 3



Gambar 18. Indeks dominansi (D) transek 1,2, dan 3

Tabel 2. Nilai indeks-indeks komunitas makroalga

Lokasi	H'	E	R	D
Bahowo	1,5913	0,8474	1,4860	0,2340

Perbedaan tinggi dan rendahnya tingkat keanekaragaman hayati makroalga yang diperoleh dibandingkan dengan hasil penelitian lainnya disebabkan adanya perbedaan jumlah sampel lokasi, dan perbedaan parameter lingkungan, baik topografi pantai, substrat, transparansi perairan maupun dampak antropogenik. Pada ketiga transek penelitian tersebut menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki topografi pantai yang landai, substrat umumnya pasir, pasir berlumpur, dan patahan karang berpasir. Di lokasi penelitian juga tidak terdapat sungai, namun di beberapa titik terdapat aktivitas manusia.

Berdasarkan hasil penelitian, substrat di lokasi penelitian menunjukkan adanya perbedaan substrat yakni pada alga merah ditemukan pada substrat yang berbeda-beda yaitu pada substrat pasir, batu, dan

batu bercampur pasir. Menurut Langoy et al. (2011), alga merah tumbuh menempel pada substrat batu, pasir berbatu, dan rata-rata terumbu karang. Spesies alga hijau ditemukan pada substrat pasir, pasir berlumpur, patahan karang berpasir. Menurut Sukiman et al. (2014), lokasi dengan substrat pasir kebanyakan ditumbuhi oleh alga hijau terutama dari genus *Halimeda*.

Kualitas Perairan

Hasil pengukuran kualitas air menunjukkan suhu 30°C dan salinitas 31 ppt pada Transek 1. Adapun suhu 30°C dan salinitas 31 ppt pada Transek 2. Selanjutnya suhu 30°C dan salinitas 31 ppt pada Transek 3 (Tabel 3). Jadi suhu rata-rata sebesar 30°C, dan salinitas rata-rata sebesar 31 ppt.

Tabel 3. Suhu dan salinitas di lokasi penelitian

Lokasi Penelitian	Parameter	
	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)
Transek 1	30	31
Transek 2	30	31
Transek 3	30	31

Kisaran suhu yang baik untuk pertumbuhan alga yaitu 21-31,2°C, sedangkan suhu optimum pertumbuhan alga untuk daerah tropis adalah 15-30°C (Lüning, 1990). Berdasarkan dari hasil pengukuran suhu di lokasi penelitian

berkisar 30°C yang menunjukkan suhu yang masih baik untuk pertumbuhan makroalga. Menurut Yudasmara (2014), suhu merupakan faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan proses metabolisme

makroalga. Selanjutnya, Ahsaniyah et al. (2021) menyatakan jika suhu di suatu perairan terlalu tinggi melewati batas maksimum toleransi alga, maka dapat mengakibatkan alga sulit untuk bertahan hidup. Menurut Rizki (2020), suhu optimum pertumbuhan makroalga berkisar antara 25-31°C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Ditemukan 9 spesies makroalga yang terdiri dari 4 spesies alga merah (Rhodophyceae), dan 5 spesies alga hijau (Ulvophyceae). Adapun morfologi atau bentuk thallus dari jenis-jenis alga tersebut beragam dengan anatomi yang berbeda berdasarkan potongan melintang dan memanjang dari masing-masing bagian thallus alga.

Kepadatan spesies tertinggi yaitu *H. edulis* sedangkan kepadatan terendah yaitu *A. fragilissima*, *D. versluysii*, *T. fragilis*, dan *C. racemosa*. Nilai indeks keanekaragaman makroalga pada ketiga transek termasuk dalam kategori sedang. Nilai indeks kemerataan jenis pada ketiga transek termasuk dalam keadaan stabil. Nilai indeks kekayaan jenis pada ketiga transek termasuk dalam kategori rendah. Nilai indeks dominasi pada ketiga transek termasuk dalam kategori rendah.

Saran

Perlu dilakukan penelitian-penelitian lebih lanjut mengenai bioekologi berupa penelitian pada musim yang berbeda dan manfaat dari makroalga bagi kehidupan manusia. Begitu juga dengan penelitian mengenai anatomi dan metode uji DNA pada makroalga.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F.V., Kepel, R.C., Mandagi, S.V., Tilaar, F.F., Tombokan, J.L. dan Ngangi, E.L.A. 2021. Struktur komunitas makroalga di perairan Tanjung Merah Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Platax* 9(1): 138-142.
- Ahsaniyah, S., Lingga, R., Henri, H., Sari, N. P., Suryani, P. A. I., dan Assyifa, I. 2021. Keanekaragaman jenis makroalga di perairan Pulau Nangka Kabupaten Bangka Tengah. *Ekotonia: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi* 6(1): 17-22.
- Anand, J., Sathuvan, M., Babu, G. V., Sakthivel, M., Palani, P., and Nagaraj, S. 2018. Bioactive potential and composition analysis of sulfated polysaccharide from *Acanthophora spicifera* (Vahl) borgeson. *Int. J. Biol. Macromol.* 111: 1238-1244.
- Anggadiredja, T., Zatinika, A., Purwoto, H. dan Istini. 2009. Rumput laut. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Aslan, L.M. 1998. Budidaya rumput laut. Kanisius. Yogyakarta.
- Atmadja, W.S., and Prud'homme, and van Reine, W.F. 2012. Checklist of the seaweed species biodiversity of Indonesia with their distribution and classification: Rhodophyceae. Ceklis keanekaragaman jenis rumput laut di Indonesia dengan sebaran dan klasifikasinya merah (Rhodophyceae). Coral Reef Information and Training Centre. Coral Reef Rehabilitation and Management Programme. Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Jakarta. pp. 1-72.
- Ávila, E., Méndez-Trejo, M., Riosmena-Rodriguez, R., López-Vivas, J., and Senties, A., 2012. Epibiotic traits of the invasive red seaweed *Acanthophora spicifera* in La Paz Bay, South Baja California (Eastern Pacific). *Marine Ecology* 33(4): 470-480.
- Ayhuan, H.V. 2017. Studi analisis interaksi makroalga dengan parameter lingkungan di perairan Manokwari Papua Barat. Tesis. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Baino, I., Kepel, R.C. dan Manu, G.D. 2019. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Desa Baho, Kecamatan Likupang Barat, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax* 7(1): 134-141.
- Baldauf, S.L. 2003. The deep roots of eukaryotes. *Science* 5626: 1703-

- 1706.
- Bartsch, I., Wiencke, C. and Laepple, T. 2012. Global seaweed biogeography under a changing climate: the prospective effects of temperature. pp. 383-406. In: Wiencke, C. and K. Bischof (eds.). Seaweed Biology, Ecological Studies 219. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Bold H.C. and Wynne, M.J. 1985. Introduction to the algae. Prentice Hall Inc., Eaglewood Cliffs, New Jersey, USA. 720 p.
- Buchholz, C.M., Krause, G., and Buck, B.H. 2012. Seaweed and man. In: Wiencke C, Bischof K, eds. Seaweed Biology: Novel Insights into Ecophysiology, Ecology and Utilization. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; pp 471-493.
- Calumpong, H.P. and E.G. Meñez. 1997. Field guide to the common mangroves: seagrasses and algae of the Philippines. Bookmark, Inc., Makati City, Philippines. 197 p.
- Capinpin, E.C. Jr. and Corre, K.G. 1996. Growth rate of the Philippine abalone, *Haliotis asinina*, fed an artificial diet and macroalgae. Aquaculture 144: 81-89.
- Capinpin, E.C. Jr., Toledo, J.D., Encena, V.C. II and Doi M. 1999. Density-dependent growth of the tropical abalone *Haliotis asinina* in cage culture. Aquaculture 171: 227-235.
- Ceccherelli, G. and Piazzzi L. 2001. Dispersal of *Caulerpa racemosa* fragments in the Mediterranean: lack of detachment time effect on the establishment. Bot Mar 44: 209-213.
- Charrier, B., Coelho, S.M., Le Bail, A., Tonon, T., Michel, G., Potin, P., and Kloareg, B. 2008. Development and physiology of the brown alga *Ectocarpus siliculosus*: two centuries of research. New Phytol. 177(2): 319-332.
- Creed, M., Fujii, M.T., Barreto, M.B., De, B., Guimaraes, S.M.P. De, B., Cassano, V., Pereira, S.M.B., Carvalho, M. De, F. and Khader, S. 2010. Rhodophyceae. In: Cata'logo de plantas e fungos do Brasil, (Ed. by R.C. FORZZA), vol.1. pp. 416-436. Instituto de Pesquisas Jardim Bota'nico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Dawes, C.J. 1998. Marine botany. Second edition. John Wiley and Sons, Inc. 480 p.
- De Jong, Y., Hitipeuw, C., and Prud'Homme van Reine, W. 1999. A taxonomic, phylogenetic and biogeographic study of the genus *Acanthophora* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants 44(1): 217-249.
- De Souza, E.T. and De Lira, D.P: 2009. The antinociceptive and anti-inflammatory activities of Caulerpin, a bisindole alkaloid isolated from seaweeds of the genus *Caulerpa*. Marine Drugs 7: 689-704.
- Decaisne, J. 1841. Plantes de l'arabie heureuse, recueillies par M.P.-E. Botta et décrites par M.J. Decaisne. Arch. Mus. d'Hist. Nat. [Paris] 2: 89-199, Plates V-VII.
- Dijoux, L., Verbruggen, H., Mattio, L., Duong, N. and Payri, C. 2012. Diversity of *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in New Caledonia: a combined morphological and molecular study. J. Phycol. 48: 1465-1481.
- Doty, M. 1961. *Acanthophora*, a possible invader of the marine flora of Hawaii. Pacific Science 15: 547-552.
- Dring, M.J. 1982. The biology of marine plants. Edward Arnold. London.
- Duarte, M., Cauduro, J., Nosedá, D., Nosedá, M., Gonçalves, A., and Pujol, C. 2004. The structure of the agaran sulfate from *Acanthophora spicifera* (Rhodomelaceae, Ceramiales) and its antiviral activity. relation between structure and antiviral activity in agarans. Carbohydr. Res. 339: 335-347.
- Duxbury, A.C. and Duxbury, A.B. 1989. Ocean and introduction to the world. WM. C. Publishers. USA. 466 p.
- El-Manawy, I.M. and Shafik, M.A. 2008.

- Morphological characterization of *Halimeda* (Lamouroux) from different Biotopes on the Red Sea Coral Reefs of Egypt. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 3 (4): 532-538.
- Erich, S.K. and G. Pierre 1999. Microenvironmental control on biomineralization: superficial processes of apatite and calcite precipitation in Quaternary soil Roussillon, France. *Sedimentology*. 46(3). 463-476.
- Faradilla, Nikmah, F., Putri, A. D., Agustin, G, A., Nurkaromah, L., Febrianti, M. W., Budhiman, M. A., Salamah, U. dan Chasani, A. R. 2022. Macroalgae diversity at porok beach, gunungkidul, yogyakarta, indonesia. *Journal of Agriculture and Applied Biology* 3(1): 50-61.
- Fredericq, S. and Norris, J.N. 1985. Morphological studies on some tropical species of Gracilaria Grev. (Gracilariaceae, Rhodophyta): taxonomic concepts based on reproductive morphology. In Abbott, I. A. & Norris, J. N. (Eds.) *Taxonomy of Economic Seaweeds with Reference to Some Pacific and Caribbean Species*. University of California, California Sea Grant College Program, La Jolla, CA, pp. 137-155.
- Fritsch, F.E. 1935. *The structure and reproduction of algae*, vol I. Cambridge University Press, London.
- Galil, B.S. 2006. *Caulerpa taxifolia*. Delivering alien invasive species inventories for Europe. pp 1-4.
- Gao, X., Choi, H.G., Park, S.K., Sunm, Z.M. and Nam, K.W. 2019. Assessment of optimal growth conditions for cultivation of the edible *Caulerpa okamurae* (Caulerpales, Chlorophyta) from Korea. *Journal of Applied Phycology* 31(3): 1855-1862.
- Ghazali, M., Mardiana, Menip dan Bangun. 2018. Jenis-jenis makroalga epifit pada budidaya (*Kappaphycus alvarezii*) di perairan Teluk Gerupuk, Lombok Tengah. *Jurnal Biologi Tropis* 18(2): 208-215.
- Gomaa, H. and Elshoubaky, G. 2016. Antiviral activity of sulfated polysaccharides carrageenan from some marine seaweeds. *Int. J. Curr. Pharm. Rev. Res.* 7: 34-42.
- Gomaa, M. and Danial, A.W. 2023. Seaweed-based alginate/hydroxyapatite composite for the effective removal of bacteria, cyanobacteria, algae, and crystal violet from water. *Journal of Biological Engineering* 17: 69.
- Gonçalves, A., Ducatti, D., Duarte, M. and Nosedá, M. 2002. Sulfated and pyruvylated disaccharide alditols obtained from a red seaweed galactan: ESIMS and NMR approaches. *Carbohydr. Res.* 337: 2443-2453.
- Guiry, M.D. and Guiry, G.M. 2024. *AlgaeBase*. World-wide Electronic Publication. National University of Ireland, Galway [Cited on 5 December 2016]. Available from: <http://www.algaebase.org>
- Gurgel, C.F.D. and Fredericq, S. 2004. Systematics of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta): a critical assessment based on rbcL sequence analyses. *J. Phycol.* 40:138-159.
- Hadath, D.S.B., Kepel, R.C., Rangan, J.K., Sangari, J.R.R., Mantiri, R.O.S.E dan Lasabuda, R. 2023. Struktur komunitas makroalga di perairan pantai Molas, Kecamatan Bunaken, Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Platax* 11(2): 353-361.
- Harley, C.D.G., Anderson, K.M., Demes, K.W., Jorve, J.P., Kordas, R.L. Coyle, T.A. and Graham, M.H. 2012. Effects of climate change on global seaweed communities. *Journal of Phycology* 48: 1064-1078.
- Haroun, R.J., Gil-Rodríguez, M.C., Diaz De Castro, J. and Prud'homme van Reine, W.F. 2002. A checklist of the marine plants from the Canary Islands (central eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina* 45: 139-169.
- Hillis-Colinvaux, L. 1980. Ecology and taxonomy of *Halimeda*: primary producer of coral reefs. In: Blaxter, Russel and Yonge (eds.) *Marine*

- Biology. Academic Press, London. XVII: 2-84 Hillison, C.I. 1977. Seaweeds, a color-coded, illustrated guide to common marine plants of east coast of the United States. Keystone Books, The Pennsylvania State University Press. pp. 1-5.
- Huisman, J.M. 2006. Algae of Australia: Nemaliales. ABRS, Canberra; CSIRO publishing, Melbourne, Australia. 153 pp.
- Huisman, J.M. and Townsend, R.A. 1993. An examination of Linnaean and pre-Linnaean taxa referable to *Galaxaura* and *Tricleocarpa* (Galaxauraceae, Rhodophyta). Botanical Journal of the Linnaean Society 113: 95-101.
- Humann. P. 1993. Reef coral identification - Florida Caribbean Bahamas. New World Publications and Printed by Vaughan Press, Orlando, Florida, ed. N. Deloach.
- John, D.M., Prud'homme, van Reine, W.F., Lawson, G.W., Kostermans, T.B. and Price, J.H. 2004. A taxonomic and geographical catalogue of the seaweeds of the western coast of Africa and adjacent islands. Nova Hedwigia Beiheft 127: 1-339.
- Marianingsih, P., Evi, A., dan Teguh, S. 2013. Inventarisasi dan identifikasi makroalga di perairan Pulau Untung Jawa. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Negeri Lampung.
- Mendoza-González, A.C., Mateo-Cid, L.E., García-López, D.Y. and Acosta-Calderón, J.A. 2014. Diversity and distribution of articulated coralline algae (Rhodophyta, Corallinales) of the Atlantic coast of Mexico. Phytotaxa 190 (1): 045-063.
- Ira, Rahmadani dan Irawati, N. 2018. Komposisi jenis makroalga di perairan Pulau Hari, Sulawesi Tenggara. Jurnal Biologi Tropis 18 (2): 141-158.
- Jumsurizal, Ilhamdy, A.F., Anggi, dan Astika. 2021. Karakteristik kimia rumput laut hijau (*Caulerpa racemosa* & *Caulerpa taxifolia*) dari Laut Natuna, Kepulauan Riau, Indonesia. Jurnal Akuatika Indonesia 6(1):19-24.
- Júnior, L., Nascimento, F., Oliveira, S., Lima, G., Chagas, F. and Sombra, V. 2021. Protective effect against gastric mucosa injury of a sulfated agar from *Acanthophora spicifera*. Carbohydr. Polym. 261: 117829.
- Kadi, A. 2014. Kepadatan rumput laut alami di perairan Teluk Kolono, Konowe Selatan, Sulawesi Tenggara. Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia (OLDI) 40 (2): 203-210.
- Kandati, F.R.S., Kepel, R.C., Rangan, J.K., Gerung, G.S., Salaki, M.S. dan Lasabuda, R. 2021. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Ondong. Jurnal Ilmiah Platax 9(1): 100-114.
- Kepel, R.C. dan Mantiri, D.M.H. 2019. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Kora-Kora, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa. Jurnal Ilmiah Platax 7(2): 49-59.
- Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H. dan Nasprianto. 2018a. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Tongkaina, Kota Manado. Jurnal Ilmiah Platax 6(1): 160-173.
- Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H., Rumengan, A. dan Nasprianto. 2018b. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Desa Blongko, Kecamatan Sinonsayang, Kabupaten Minahasa Selatan. Jurnal Ilmiah Platax 6(1): 174-187.
- Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H., Paransa, D.S.J., Paulus, J.J.H., Nasprianto and Wagey, B.T. 2018c. Arsenic content, cell structure, and pigment of *Ulva* sp. from Totok Bay and Blongko waters, North Sulawesi, Indonesia. AACL Bioflux 11(3): 765-772.
- Kepel, R.C. dan Mantiri, D.M.H. 2019. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Kora-Kora, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa. Jurnal Ilmiah Platax 7(2): 49-59.
- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Watung, P.M.M. and 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. and 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. and 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. and 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(6): 3217-3230.
- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Tombokan, J.L. and 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.
- Kooistra, W.H.C.F., Coppejans, E. and Payri, C. 2002. Molecular systematics, historical ecology, and phylogeography of *Halimeda* (Bryopsidales). Mol. Phylogenet. Evol. 24: 121-138.
- Kraft, G.T. and Woelkerling, W.J. 1990. Rhodophyta - systematics and biology. In Biology of Marine Plants, eds. M.N. Clayton and R.J. King. Melbourne. Longman Cheshire.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological methodology. Second Edition. Addison Wesley Longman, Inc. New York.
- Krupp, F., Abuzinada, A.H., and Nader, I.A. 1996. A Marine Wildlife Sanctuary for the Arabian Gulf. Environmental Research and Conservation Following the 1991 GidfWar Oil Spill. NCW CD, Riyadh and Senckenberg Research Institute, Frankfurt a.M.
- Kumar, M. and Ralph, P. 2017. Systems biology of marine ecosystems. Springer 355 p.
- Lamouroux, J. 1816. Histoire des polypiers coralligènes flexibles, vulgairement nommés zoophytes. 1 folded table, XIX plates. Caen: Poisson, pp. lxxxiv + 560.
- Langoy, M.L., Saroyo, S., Dapas, F.N., Katili, D.Y., dan Hamsir, S.B. 2011. Deskripsi alga makro di Taman Wisata Alam Batuputih, Kota Bitung. Jurnal Ilmiah Sains 11(2): 219-224.
- Lee, R.E. 2008. Phycology. Fourth edition. Cambridge University Press. 547 p.
- Leliaert, F., Coppejans, E. and De Clerck, O. 1998. The Siphonocladales sensu egerod (Chlorophyta) from Papua New Guinea and Indonesia (Snellius-li Expedition). Belg. Journ. Bot. 130(2): 177-197.
- Lemee, R. and Pesando, D. 1993. Preliminary survey of toxicity of the green algae *Caulerpa taxifolia* introduced into the Mediterranean. Journal of Applied Phycology 5(5): 485-493.
- Lewmanomount, K. and Ogawa, H. 1995. Common seaweeds and seagrasses of Thailand. Integrated Promotion Technology Co, Ltd. Faculty of Fisheries. Kasetsart University. 163 p.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. 1988. Statistical ecology: A primer on methods and computing. A Willey Interscience Publication. New York. 337 p.
- Lüning, K. 1990. Seaweeds. Their environment, biogeography, and ecophysiology. New York: Wiley-Interscience. 527 p.
- Mandlik, R., Naik, S. and Tatiya, A. 2014. Evaluation of physicochemical properties of seaweed, *Caulerpa racemosa*. International journal of research Ayurveda pharmacy 5(4): 540-546.
- Mantiri, D.M.H., Kepel, R.C., Wagey, B.T. and Nasprianto. 2018. Heavy metal content, cell structure, and pigment of *Halimeda opuntia* (Linnaeus) J.V. Lamouroux from Totok Bay and Blongko waters, North Sulawesi,

- Indonesia. Eco. Env. & Cons. 24(3): 54-62.
- Mantiri, D.M.H., Kepel, R.C., Manoppo, H., Paulus, J.J.H. and Paransa, D.S. 2019a. Metals in seawater, sediment and *Padina australis* (Hauck, 1887) algae in the waters of North Sulawesi. AACL Bioflux, 12(3): 840-850.
- Mantiri, D.M.H., Kepel, R.C., Rumengan, A.P. and Kase, A.O. 2019b. Analysis of antioxidant and chlorophyll in green algae from Totok Bay and Tongkaina waters, North Sulawesi. Eco. Env. & Cons. 25(August Suppl. Issue):135-140.
- Mantiri, D.M.H., Kepel, R.C., Boneka, F.B. and Sumilat, D.A. 2021. Phytochemical screening, antioxidant and antibacterial tests on red algae, *Halymenia durvillaei*, and phycoerythrin pigments. AACL Bioflux 14(6): 3358-3365.
- Mantiri, D.M.H., Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L. and Tombokan, J.L. 2023. Phytochemical compounds of *Halimeda opuntia* from coastal waters of North Sulawesi, Indonesia. AIP Conference Proceedings 2694, 060006.
- Méndez-Trejo, M.D.C., Riosmena-Rodríguez, R., Ávila, E., López-Vivas, J.M., e Sentfies, A. 2014. Evaluación de la invasión de *Acanthophora spicifera* (Rhodophyta) sobre la epifauna en Bahía de La Paz, B.C.S. In: Low Pfeng AM, Quijón PA, Peters Recagno EM (Eds) Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Mexico, 433-456 pp.
- Migotto. A.E.1996. Benthic shallow-water hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) of the coast of São Sebastião, Brazil, including a checklist of Brazilian hydroids. Zoologische Verhandelingen 306: 1-125.
- Nazarudin, M.F., Alias, N.H., Sharifuddin, N. Abidin, A.Z., Ahmad, M.I., Mazli, N.A.I.N., Natrah, I., Aliyu-Paiko, M. and Ilsha A. 2021. Preliminary evaluation of the biochemical and antioxidant properties of seaweed species predominantly distributed in Peninsular Malaysia. Journal of Fisheries and Environment 45(2): 119-133.
- Nontji A. 1987. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta. 367 hal.
- Norton, T.A., Melkonian, M. and Andersen, R.A. 1996. Algal biodiversity. Phycologia 35: 308-326.
- O'Doherty, D., and Sherwood, A. 2007. Genetic population structure of the Hawaiian alien invasive seaweed *Acanthophora spicifera* (Rhodophyta) as revealed by DNA sequencing and ISSR analyses. Pacific Science 61(2): 223-233.
- Odum, E.P. 1996. Dasar-dasar ekologi. Terjemahan Samigan dan B. Srigadi. Gajah Mada University. Press. Yogyakarta.
- Oliveira, O.M.P., and Marques, A.C. 2007. Epiphytic hydroids (Hydrozoa: Anthoathecata and Leptothecata) of the World. Check List 3 (1): 21-38.
- Papalia, S. dan Arfah, H. 2013. Produktivitas biomassa makroalga di perairan Pulau Ambalau, Kabupaten Buru Selatan. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis 5 (2): 465-477.
- Paransa, D.S.J., Mantiri, D.M.H., Kepel, R.C. and Rumengan, A. 2020. Pigment concentration of red algae, *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva during the cultivation in the coastal waters of Nain Island, North Sulawesi, Indonesia. AACL Bioflux 13(5): 2788-2797.
- Parekh, R., Doshi, Y., and Chauhan, V. 1989. Polysaccharides from marine red algae *Acanthophora spicifera*, *Grateloupia indica* and *Halymenia porphyroides*. Indian J. Mar. Sci. 18: 139-140.
- Patra, F., Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Gerung, G.S., Kondoy, K.F., Sumilat, D.A. dan Undap, S.L. 2021. Karakteristik anatomi jenis makroalga dari Pulau Bombuyanoi, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur,

- Sulawesi Utara. Aquatic Science & Management 9(2): 18-25.
- Pereira, L. and J.M. Neto. 2015. Marine algae: biodiversity, taxonomy, environmental assessment, and biotechnology. CRC Press. 390 p.
- Perosa, A., Bordignon, G., Ravagnan, G. and Sinoviev, S. 2015. Algae as a potential source of food and energy in developing countries: Sustainability, technology and selected case studies. Ca'Foscari. 127 p.
- Pongparadon, S. and Prathep, A. 2013. Diversity and distribution of the genus *Halimeda* J.V. Lamour. (Chlorophyta) in Peninsular Thailand. In Phang, S. M. and Lim, P. E. (Eds). Taxonomy of Southeast Asian Seaweeds II. Institute of Ocean and Earth Sciences. University of Malaya Monograph Series 15. UM Press, Kuala Lumpur, pp. 39–64.
- Pongparadon, S., Zuccarello, G.C., Phang, S.M., Kawai, H., Hanyuda, T. and Prathep, A. 2015. Diversity of *Halimeda* (Chlorophyta) from the Thai-Malay Peninsula. Phycologia 54: 349-366.
- Priosambodo, D. dan Ferial, E.W. 2006. Analisis vegetasi makroalga di rataaan terumbu karang Pulau Katindoang Kecamatan Sinjai Utara Kabupaten Sinjai. Jurnal Bioma 1(2): 31-45.
- Prud'homme Van Reine, W.F. and Trona, G.C. 2002. Plant resources of South-East Asia, Cryptogams: Algae. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia 15(1): 318.
- Qin, Y. 2018. Bioactive seaweeds for food applications: natural ingredients for healthy diets. Academic Press. 322 p.
- Radiena, M.S.Y. 2018. Analisis kandungan gizi alga hijau silpau (*Dictyosphaeria versluysii*) dari perairan pantai Raitawun Desa Nuwewang, Kecamatan Pulau Letti. Majalah BIAM 14(01): 8-13.
- Rafii, K.A., Kepel, R.C., Kondoy, K.F.I., Mandagi, S.V., Tombokan, J.L. dan Lohoo, A.V. 2023. Morfologi dan anatomi komunitas makroalga di perairan pesisir Rap Rap, Kelurahan Tongkaina, Kota Manado. Jurnal Ilmiah Platax 12(1): 141-156.
- Ramos, E., Juanes, J.A., Galván, C., Neto, J.M., Melo, R., Pedersen, A., Scanlan, C., Wilkes, R., van den Bergh, E., Blomqvist, M., Karup, H.P., Heiber, W., Reitsma, J., Ximenes, M.C., Silió, A., Méndez, F. and González, B. 2012. Coastal waters classification based on physical attributes along the NE Atlantic region. An approach for rocky macroalgae potential distribution. Estuarine, Coastal & Shelf Science 112: 105-114.
- Ramos, E., Puente, A., Juanes, J.A., Neto, J.M., Pedersen, A., Bartsch, I., Scanlan, C., Wilkes, R., Van den Bergh, E., Ar Gall, E. and Melo, R. 2014. Biological validation of physical coastal waters classification along the NE Atlantic region based on rocky macroalgae distribution. Estuarine, Coastal and Shelf Science 147: 103-112.
- Rebours, C., Marinho-Soriano, E., and Zertuche-González, J.A. 2014. Seaweeds: an opportunity for wealth and sustainable livelihood for coastal communities. J. Appl. Phycol. 26: 1939-1951.
- Rizki, P. 2020. Keanekaragaman jenis makroalga yang terdapat di kawasan pantai Ujoeng Kareung Aceh Besar sebagai referensi matakuliah Botani Tumbuhan Rendah. Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Rodrigues, J.A.G., de Queiroz, I.N.L., Quinderé, A.L.G., Benevides, N.M.B., Tovar, A.M.F.T., and de Souza Mourão, P.A. 2016. Extraction and structural properties of *Acanthophora muscoides* (Rhodophyceae) extracellular matrix sulfated polysaccharides and their effects on coagulation. Maringá 38(3): 273-282.
- Ruswahyuni, N.A. dan Widyorini, N. 2014. Hubungan kerapatan rumput laut dengan substrat dasar berbeda di perairan pantai Bandengan Jepara. Diponegoro. Journal of Maquares

- 3(1): 99-107.
- Sahoo, D. and Seckbach, J. 2015. The algae world. Springer. 594 p.
- Santi, M.R., Rahmawati, Y. dan Tanjung, Z.A. 2010. Keanekaragaman makroalga di pantai Sundak Yogyakarta. Prosiding Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik - UNSOED, 26 Juni 2010, Purwokerto: 97-101.
- Santini-Bellan, D and Arnaud, P.M. 1996. The influence of the introduced tropical alga *Caulerpa taxifolia*, on the biodiversity of the mediterranean marine biota. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 76(1): 235-237.
- Schnoller, V., Hernández, G., Hernández, E., López, J., and Muñoz-Ochoa, M. 2020. Chemical characterization of soluble polysaccharides in the red alga *Acanthophora spicifera* from la paz bay, Baja California sur, Mexico. Cienc. Mar. 46: 165-176.
- Se-Kwon, K. 2012. Handbook of marine macroalgae: biotechnology and applied phycology. A John Wiley & Sons, Ltd., Publ. 581 p.
- Setyawan, I.H., Prihatna, W. dan Purwanti, E. 2015. Identifikasi keanekaragaman dan pola penyebaran makroalga di daerah pasang surut pantai Pidakan Kabupaten Pacitan sebagai sumber belajar biologi. Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia 1(1): 78-88.
- Setyobudiandi, L., Sulistiono, Yulianda, F., Kusmana, C., Hariyadi, S., Dammas, A., Sembiring, A. dan Bahtiar. 2009. Sampling dan analisis data perikanan dan kelautan, terapan metode pengambilan contoh di wilayah pesisir dan laut. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institute Pertanian Bogor. Bogor. 312 hal.
- Sheath, R.G. 1984. The biology of freshwater red algae. Prog. Phycol. Res. 3: 89-157.
- Silberfeld, T., Leigh, W.J., Verbruggen, H., Cruaud, C., Reviers, B. and Rousseau, F. 2010. A multi-locus time-calibrated phylogeny of the brown algae (Heterokonta, Ochrophyta, Phaeophyceae): investigating the evolutionary nature of the "brown algal crown radiation". Mol. Phylogenet. Evol. 56: 659-674.
- Silva P.C., Basson P.W. and Moe R.L. 1996. Catalog of the benthic marine algae of the Indian Ocean. University of California Publications in Botany 79: 1-1259.
- Singh, B., Baudh, K. and Bux, F. 2015. Algae and environmental sustainability. Springer. 194 p.
- Singkoh, M.F.O., Mantiri, D.M.H., Lumenta, C., and Manoppo, H. 2019. Biomineral characterization and antibacterial activity of marine algae *Tricleocarpa fragilis* from Kora-kora coastal waters of Minahasa Regency, Indonesia. AACL Bioflux 12(5): 1814-1822.
- Skelton, P.A., and South, G.R. 2007. The benthic marine algae of the Samoan Archipelago, South Pacific, with emphasis on the Apia District. Nova Hedwigia Beiheft 132: 1-350.
- Soedjiarti, T. dan Albuntana, A. 2010. Biodiversity of macroalgae in Castel of Sayangheulang, Pamengpeuk, Garut District, West Java Province. Prosiding Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik-UNSOED, 26 Juni 2010, Purwokerto: 109-115.
- Sukiman, A.M., Astuti, S.P., Ahyadi, H., dan Aryanti, E. 2014. Keanekaragaman dan distribusi spesies makroalga di wilayah Sekotong Lombok Barat. Jurnal Penelitian Unram 18(2): 71-81.
- Sulisetijono. 2009. Bahan serahan alga. Lembaga Penelitian Universitas Negeri Malang. UIN Press.
- Sumich, J.L. 1992. Introduction to the biology of marine life. Wmc Brown Publisher. Unitife State of America. 449 p.
- Suryana. 2010. Distribusi makroalga coklat (Phaeophyta) di pantai barat Cagar Alam Pananjung Pangandaran Jawa Barat. Prosiding Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik-UNSOED, 26 Juni 2010, Purwokerto: 88-91.

- Szekalska M., PuciBowska A., Szymanska E., Ciosek P., and Winnicka K. 2016. Alginate: current use and future perspectives in pharmaceutical and biomedical applications. *International Journal of Polymer Science* 8: 1-17.
- Tanaka, Y., Ashaari, A., Mohamad, F. S., and Lamit, N. 2020. Bioremediation potential of tropical seaweeds in aquaculture: low-salinity tolerance, phosphorus content, and production of UV-absorbing compounds. *Aquaculture* 518: 734853.
- Tapotubun, A.M. 2018. Komposisi kimia rumput laut *Caulerpa lentillifera* dari perairan Kei Maluku dengan metode pengeringan berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 21:(1): 13-23.
- Tjitrosoepomo, G. 1998. Dasar-dasar taksonomi tumbuhan. Gadjra Mada University Press, Yogyakarta. Cetakan Pertama.
- Tombokan, J.L., Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H., Paulus, J.J.H. and 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.
- Trainor, F.G. 1978. Introductory phycology. Vol. 1. John Wiley & Sons, New York. 525 p.
- Trono, G.C. 1997. Field guide and atlas of the seaweed resources of the Philippines. Bookmarks, Inc. Makaty City. 306 p.
- Tsuda, R., Coles, S.L., Guinther, E.B., Finlay, O., Harriss, F.L. 2008. *Acanthophora spicifera* (Rhodophyta: Rhodomelaceae) in the Marshall Islands. *Micronesica* 40: 245-252.
- Turangan, S., Kepel, R.C., Mandagi, S.V., Mantiri, R.O.S.E., Menajang, F.S.I. dan 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.
- Valet G. 1966. Les *Dictyosphaeria* du groupe *versluysii* (Siphonocladales, Valoniaceae). *Phycologia* 5: 256-260.
- Van den Hoek, C. 1982. The distribution of benthic marine algae in relation to the temperature regulatiog of their life histories. *Biological Journal of the Linnean Society* 18: 81-144.
- Van den Hoek, C., Man, D.G. and Jahns, H.M. 1995. *Algae: an introduction to phycology*. Cambridge University Press. 623 p.
- Verbruggen, H., De Clerck, O., Kooistra, W.H.C.F., and Coppejans, E. 2005. Molecular and morphometric data pinpoint species boundaries and *Halimeda* section *Rhipsalis* (Bryopsidales, Chlorophyta): *Journal of Phycology* 41: 606-621.
- Verbruggen, H., De Clerck, O., N'Yeurt, A.D.R., Spalding, H. and Vroom, P.S. 2006. Phylogeny and taxonomy of *Halimeda incrassata*, including descriptions of *H. kanaloana* and *H. heteromorpha* spp. nov. (Bryopsidales, Chlorophyta). *Eur. J. Phycol.* 41: 337362.
- Vijayaraj, R., Altaff, K., Sri Kumaran, N., and Swarnakala. 2022. Volatile bioactive compounds from marine macro-algae and their pharmacological properties. *Indian Journal of Geo Marine Sciences* 51(10): 832-842.
- Viswanathan, S., Ebciba, C., Santhiya, R., and Nallamuthu, T. 2014. Phytochemical screening and in vitro antibacterial, antioxidant and anticancer activity of *Amphiroa fragilissima* (Linneaus) J.V. Lamoroux. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* 3(5): 12933- 12948.
- Wang, W.L., Liu S.L., and Lin, S.M. 2005. Systematics of the calcified genera of the Galaxauraceae (Nemaliales, Rhodophyta) with an emphasis on Taiwan species. *Journal of Phycology* 41: 685-703.
- Wynne, M.J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and

- subtropical western Atlantic: third revision. Nova Hedwigia Beiheft 140: 1-166.
- Yoshida, T. 1998. Marine algae of Japan. Uchida Rokakuho Publ. Co. Ltd, Tokyo. 1222 pp.
- Worms, 2024. *Hydropuntia edulis*. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=376384>. Accessed April 12.
- Wynne, M.J. 1989. The re-instatement of *Hydropuntia* Montagne (Gracilariaceae, Rhodophyta). Taxon 38:476-479.
- Yang, M.Y., Dong J.-D. and Kim, M.S. 2012. Taxonomic notes on five species of Gracilariaceae from Hainan, China. Algae 27(3): 175-187.
- Yudasmara, G.A. 2014. Budidaya anggur laut (*Caulerpa racemosa*) melalui media tanam rigid quadrant nets berbahan bambu. Jurnal Sains dan Teknologi 3(2).
- Zubia, M., Draisma, M., Morrissey, K., and De Clerck O. 2020. Concise review of the genus *Caulerpa* J.V. Lamouroux. Journal of Applied Phycology 32(1).
- Zuljevic, A. and Antolic, B. 2000. Synchronous release of male gametes of *C. taxifolia* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea. Phycologia 39(2): 157-159.