

**BIODIVERSITAS MAKROALGA DI PERAIRAN PESISIR DESA BLONGKO, KECAMATAN SINONSAYANG, KABUPATEN MINAHASA SELATAN**

*(The biodiversity of macroalgae in the coastal waters of Blongko Village, Sub-District of Sinonsayang, District of South Minahasa)*

Rene Charles Kepel<sup>1</sup>, Desy Maria Helena Mantiri<sup>2</sup>, Anton Rumengan<sup>2</sup>, Nasprianto

1) Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado

2) Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado

e-mail: [renecharleskepel1965@unsrat.ac.id](mailto:renecharleskepel1965@unsrat.ac.id)

**Abstract**

This study was carried out in coastal waters of Blongko Village, Sub-District of Sinonsayang, District of South Minahasa with an objective of knowing the taxa composition of macroalgae through morphological studies. Data collection used exploring survey. Results found 14 species that consisted 8 species of green algae, 2 species of brown algae, and 4 species of red algae.

*Keyword: Macroalgae, Blongko.*

**Abstrak**

Penelitian ini dilakukan di perairan pesisir Blongko, Kecamatan Sinonsayang, Kabupaten Minahasa Selatan dengan tujuan untuk mengetahui komposisi taksa makroalga melalui pendekatan morfologi. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode Survei Jelajah. Hasil penelitian menemukan 14 spesies, yang terdiri dari 8 spesies alga hijau, 2 spesies alga cokelat dan 4 spesies alga merah.

*Kata Kunci: makroalga, Blongko.*

**PENDAHULUAN**

Perairan laut Sulawesi utara memiliki berbagai sumberdaya hayati yang sangat potensial untuk dikembangkan bagi kesejahteraan manusia. Namun, pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya hayati yang ada di laut kebanyakan hanya difokuskan pada sumberdaya ikan yang bernilai ekonomis penting, sedangkan sumberdaya alam lainnya relatif masih terbatas pengelolaannya. Salah satu jenis sumberdaya yang belum banyak mendapat perhatian untuk dikembangkan tetapi mempunyai nilai ekonomis penting adalah makroalga.

Makroalga (seaweed) merupakan salah satu sumberdaya yang tersebar luas dan merupakan

bagian terbesar dari tumbuhan yang hidup di laut sehingga dapat dijumpai pada semua perairan di dunia. Berdasarkan ukurannya, alga dapat dibedakan menjadi dua yaitu mikroalga dan makroalga. Alga yang hidup di laut ada yang melekat di dasar perairan sebagai fitobenthos (alga bentik), tetapi ada juga yang melayang-layang di atas permukaan air sebagai fitoplankton (alga planktonik).

Perairan pesisir Desa Blongko memiliki biodiversitas atau keanekaragaman vegetasi yaitu mangrove, lamun dan makroalga. Hal ini berhubungan dengan produktivitas primer maupun fungsi dan peranannya secara ekologis baik sebagai tempat berlindung, memijah dan tempat

mencari makan bagi organisme lain. Adapun penelitian tentang sumberdaya makroalga di Blongko telah dilakukan oleh Kepel dan Rawung (2000), Kepel (2001), Kepel dan Wondal (2001), dan Kepel dkk (2001). Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian kembali untuk melihat biodiversitas makroalga di wilayah tersebut.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Deskripsi Makroalga

Alga merupakan tumbuhan tingkat rendah yang tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar atau alat perekat (holdfast), batang (stipe) dan daun (blade), meskipun wujudnya tampak seperti ada perbedaan, tetapi sesungguhnya hanya merupakan bentuk thallus belaka (Winarno, 1990). Alga laut yang mempunyai nilai ekonomis di Indonesia adalah dari jenis alga hijau (Chlorophyta), alga merah (Rhodophyta) dan alga coklat (Phaeophyta) (Kadi dan Atmadja, 1988).

Menurut Sumich (1992), struktur alga terdiri dari tiga struktur bagian yaitu struktur yang menyerupai daun utama yang dikenal dengan blade yaitu bagian yang menyerupai daun pipih yang biasanya lebar, kemudian kedua adalah stipe yaitu bagian yang menyerupai batang dan berfungsi sebagai penahan goncangan ombak, dan ketiga yaitu holdfast, yang merupakan bagian yang menyerupai akar yang berfungsi sebagai alat pelekak pada substrat.

### Habitat Makroalga

Habitat merupakan suatu tempat organisme terbentuk dari keadaan luar, baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi organisme tersebut. Makroalga dapat dijumpai hidup dan melekat pada tipe substrat seperti pasir, berlumpur, bahkan pada tipe substrat keras seperti karang dan batu. Makroalga hidup dengan menancapkan dirinya pada substrat berlumpur, pasir,

karang, karang mati, kulit kerang, batu, kayu bahkan sebagai epifit dengan menancapkan dirinya pada tumbuhan lain (Trono, 1997).

Odum (1996) menjelaskan bahwa distribusi alga laut dapat dibagi menurut kedalaman. Alga hijau dominan pada bagian permukaan di daerah intertidal, dan alga coklat dominan sepanjang bagian tengah dan bawah daerah intertidal dan pada bagian permukaan subtidal, dan alga merah dominan sepanjang batas bawah dari zona fotik. Alga coklat berukuran mulai dari epifit mikroskopik sampai yang paling besar yaitu *Macrocystis*, dengan panjang 60 m. Struktur yang sederhana dari alga coklat yaitu tersusun menegak, filamen bercabang atau filamen tidak bercabang dan sistem dasar berfilamen (Bold dan Wynne, 1985).

Dawes (1998) membagi distribusi alga laut berdasarkan posisi geografisnya sebagai berikut: (i) Alga hijau (Chlorophyta) ditemukan pada perairan tropis dan sub tropis berupa *Cladophorales*, *Siphonocladales*, *Pasycladales*, *Caulerpales* dalam jumlah yang melimpah. Disamping itu juga terdapat *Ulva* dan *Enteromorpha* yang tersebar luas pada perairan yang memiliki temperatur dingin di Artik sampai pada perairan tropis; (ii) Alga Cokelat (Phaeophyta) yang berukuran besar hidup di perairan dingin seperti di pantai Atlantik Utara; dan (iii) Alga Merah (Rhodophyta) ditemukan tersebar luas dan melimpah pada bagian daerah intertidal dan subtidal, juga tersebar luas pada perairan dingin Artik dan perairan tropis.

Tomascik dkk (1997) menyatakan bahwa di Indonesia pada rata-rata intertidal ditemukan alga merah berkapur seperti *Galaxaura*, *Amphiroa* dan alga coklat *Turbinaria* dan *Sargassum*. Pada daerah terumbu tepi (fringing reef) pada bagian yang lebih dalam dari parit-paritnya didominasi oleh alga *Penicillus capitatus*, *P. firiformus*, *Caulerpa* spp., *Rhizocephalus* dan *Udotea*. Pada

kebanyakan terumbu besar yang terdiri dari pecahan-pecahan karang sering ditumbuhi oleh *Caulerpa*, *Halimeda*, dan *Goniolithon*.

### Penelitian Makroalga

Penelitian-penelitian biodiversitas makroalga yang telah dilakukan khusus untuk Sulawesi Utara, antara lain terdapat 30 jenis di Sulawesi Utara (Kadi, 1990), 20 jenis di Rap-rap – Minahasa (Kepel dkk, 1999), 13 jenis di Maen – Minahasa (Kepel dan Madundang, 2001), 7 jenis di perairan hidrotermal dan sekitarnya, Moinit – Minahasa (Kepel dan Mukuan, 2001), 13 jenis di Aertembaga, Manembo-nembo dan Tanjung Merah – Bitung (Kepel dan Rum, 2001), 16 jenis di Daerah Perlindungan Laut dan sekitarnya, Blongko – Minahasa (Kepel dan Wondal, 2001), 6 jenis pada beberapa konstruksi buatan di Teluk Manado (Kepel dan Mamole, 2002), 11 jenis pada sarana budidaya di perairan Bentenan – Minahasa (Kepel dkk, 2002), 22 jenis di Daerah Perlindungan Laut dan sekitarnya, Tumbak – Minahasa (Beelt dan Kepel, 2003), 23 jenis di Poopoh – Minahasa (Kepel dan Rumondor, 2003), 5 jenis alga hijau *Halimeda* di perairan Laboratorium Basah Universitas Sam Ratulangi, Likupang – Minahasa (Kepel dkk, 2003), 25 jenis di Daerah Perlindungan Laut dan sekitarnya, Pulau Talise – Minahasa (Ngangi dan

Kepel, 2004), 1 jenis alga hijau *Halimeda* di Tanjung Merah, Bitung (Pulukadang dkk, 2004), 27 jenis di Poopoh – Minahasa (Luarwan dkk, 2004a), 13 jenis di Rap-rap – Minahasa (Luarwan dkk, 2004b), 23 jenis di Pulau Gangga, 15 jenis di Pulau Tindila dan 3 jenis di Pulau Lehaga – Minahasa Utara (Kepel dkk, 2006), 14 jenis di Kahuku dan 14 jenis di Lihunu, Pulau Bangka – Minahasa Utara (Kepel dkk, 2010a), 16 jenis di Libas dan 8 jenis di Pahepa, Pulau Bangka – Minahasa Utara (Kepel dkk, 2010b), 7 rekor baru untuk makroalga di Pulau Mantehage dan Pulau Siladen (Wattimury dkk, 2010a), 44 jenis di Pulau Mantehage dan 27 jenis di Pulau Siladen – Sulawesi Utara (Wattimury dkk, 2010b), 7 jenis di Mokupa – Minahasa (Wowor dkk, 2015), 44 jenis di Pulau Mantehage – Sulawesi Utara (Watung dkk, 2016), dan 15 spesies di Tongkaina – Manado (Kepel dkk, 2018).

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung dari bulan Mei 2018. Tempat pelaksanaan penelitian yaitu di perairan pesisir Desa Blongko, Kecamatan Sinonsayang, Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara dengan hamparan makroalga di wilayah pesisir (Gambar 1).



Gambar 1. Hamparan alga di lokasi penelitian

### Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel alga menggunakan metode Survei Jelajah di perairan pesisir Tongkaina. Selanjutnya, dilakukan identifikasi dengan menggunakan buku identifikasi dari Calumpang dan Menez (1997), Trono (1997), Kepel dkk (2012) dan Kepel dan Baulu (2013).

Pengukuran parameter air dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel makroalga, meliputi suhu, salinitas dan kecerahan dengan menggunakan Horriba. Selain itu untuk daerah pengambilan sampel alga, dilakukan pengamatan secara visual terhadap kondisi substrat dasar perairan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Di lokasi penelitian ditemukan substrat pasir, pasir berlumpur, pasir bercampur dengan karang mati, patahan karang serta batuan. Secara keseluruhan substrat yang mendominasi yaitu pasir bercampur lumpur dan pada beberapa lokasi terdapat hamparan lamun (seagrass). Suhu perairan berkisar 29,76-30,06°C.

Menurut Sumich (1992), jika suhu terlalu tinggi di batas maksimum toleransi alga tersebut, dapat mengakibatkan alga sulit untuk bertahan hidup. Umumnya, alga dapat bertahan hidup pada suhu 24-30°C, namun ada juga spesies yang dapat hidup pada suhu 31°C (Lobban dan Harrison, 1994). Salinitas yang diukur di lokasi penelitian yaitu 30,18-31,1‰. Menurut Luning (1990), setiap spesies alga memiliki tingkat toleransi salinitas untuk dapat bertahan hidup dan bertumbuh secara maksimal. Kecerahan pada lokasi pengambilan data yaitu 7,45 m. Kecerahan seperti ini mendukung pertumbuhan makroalga, karena makroalga ini membutuhkan cahaya untuk melakukan fotosintesis (Nybakken, 1992).

Komposisi taksa dari makroalga yang ditemukan terdiri dari 3 divisi yaitu Divisi Chlorophyta yang terdiri dari 1 kelas, 5 ordo, 7 famili, 7 genera dan 8 spesies (Tabel 1); Divisi Phaeophyta yang terdiri dari 1 kelas, 2 ordo, 2 famili, 2 genera dan 2 spesies (Tabel 2); Divisi Rhodophyta yang terdiri dari 1 kelas, 3 ordo, 3 famili, 3 genera dan 4 spesies (Tabel 3).

Tabel 1. Klasifikasi alga hijau

No	Divisi	Kelas	Ordo	Famili	Genera	Spesies	
1	Chlorophyta	Chlorophyceae	Ulvales	Ulvaceae	<i>Ulva</i>	<i>lactuca</i>	
2			Cladophorales	Anadyomenaceae	<i>Anadyomene</i>	<i>wrightii</i>	
3			Siphonocladales	Siphonocladaceae	<i>Boodlea</i>	<i>composita</i>	
4			Bryopsidales	Valoniaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>versluysii</i>	
5				Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	<i>macroloba</i>	
6				Udoteaceae	<i>Halimeda</i>	<i>opuntia</i>	
7			Dasycladales		Udoteaceae	<i>Avrainvillea</i>	<i>erecta</i>
8					Dasycladaceae	<i>Bornetella</i>	<i>oligospora</i>

Tabel 2. Klasifikasi alga cokelat

No	Divisi	Kelas	Ordo	Famili	Genera	Spesies
1	Phaeophyta	Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Padina</i>	<i>australis</i>
2			Fucales	Sargassaceae	<i>Turbinaria</i>	<i>ornata</i>

Tabel 3. Klasifikasi alga merah

No	Divisi	Kelas	Ordo	Famili	Genera	Spesies
1	Rhodophyta	Rhodophyceae	Bonnemaisoniales	Galaxauraceae	<i>Galaxaura</i>	<i>obongata</i>
2			Gigartinales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria</i>	<i>edulis</i>
3			Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Gracilaria</i>	<i>salicornia</i>
4					<i>Laurencia</i>	<i>tranoi</i>

### Deskripsi Makroalga

#### 1. *Ulva lactuca* Linnaeus

Thallus berwarna hijau segar, melebar hingga menipis, bagian tepinya bergelombang; daunnya

menyatu dengan alat pelekat; hidup pada substrat karang mati; melekatkan diri dengan alat pelekat pada substrat keras di daerah intertidal terdeah pada saat air surut (Gambar 2).

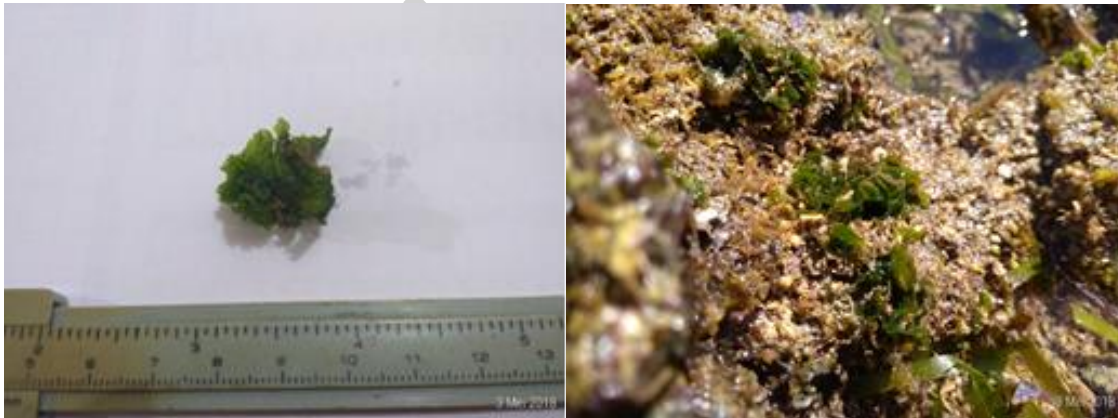


Gambar 2. *Ulva lactuca* Linnaeus (herbarium)

#### 2. *Anadyomene wrightii* Harvey ex J.E. Gray

Thallus berwarna hijau segar, tumbuh mendatar, bagian tepinya kadang-kadang bergelombang; membentuk rumpun daun dimana

semua batang daunnya menyatu dengan alat pelekat; hidup pada substrat karang mati; melekatkan diri dengan alat pelekat pada substrat keras di daerah intertidal (Gambar 3).

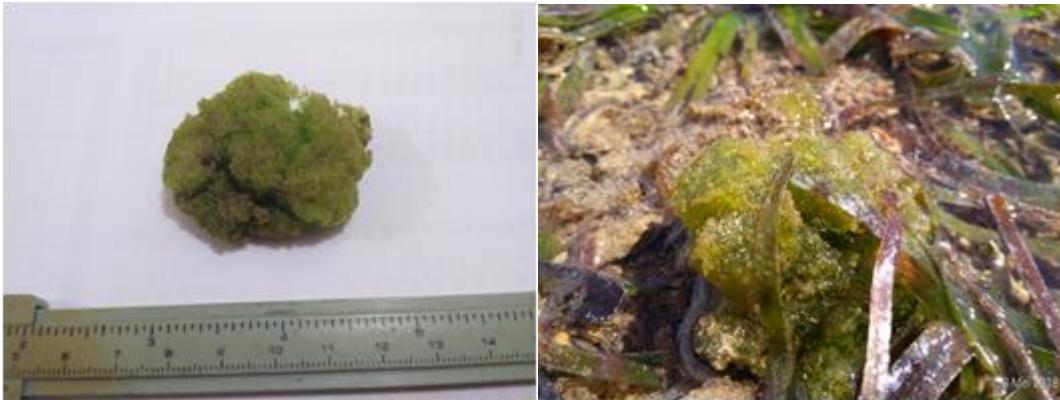


Gambar 3. *Anadyomene wrightii* Harvey ex J.E. Gray (herbarium dan di alam)

#### 3. *Boodlea composita* (Harvey) Brand

Thallus berwarna hijau muda hingga hijau tua, memiliki filamen-

filamen uniseriat bercabang membentuk spons; hidup pada substrat karang mati di daerah intertidal (Gambar 4).

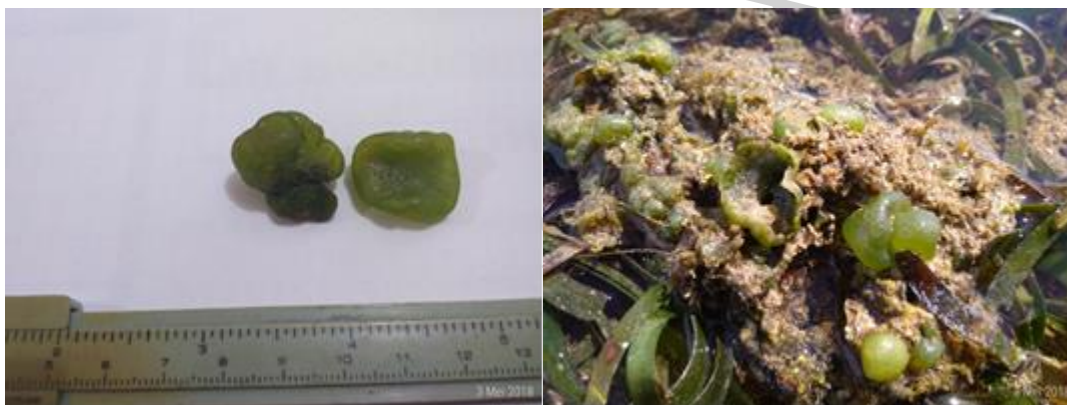


Gambar 4. *Boodlea composita* (Harvey) Brand (herbarium dan di alam)

4. ***Dictyosphaeria versluysii*  
Weber-van Bosse**

Thallus berwarna hijau tua, biasanya hidup menempel pada batu;

thallus berongga, tebal menyerupai kerak; memiliki alat pelekak diskoid yang terletak dekat thallus basal; hidup pada substrat berbatu di daerah subtidal (Gambar 5).



Gambar 5. *Dictyosphaeria versluysii* Werber-van Bosse (herbarium dan di alam)

5. ***Halimeda macroloba*  
Decaisne**

Thallus rimbun dan tegak; segmen-segmen tebal dan berkapur berbentuk seperti gada; mempunyai jumlah

percabangan 3-4, tersusun tumpang tindih; thallus berwarna hijau pada saat masih segar dan kuning kehijauan pada saat kering; hidup pada substrat berpasir dan pasir bercampur lumpur (Gambar 6).

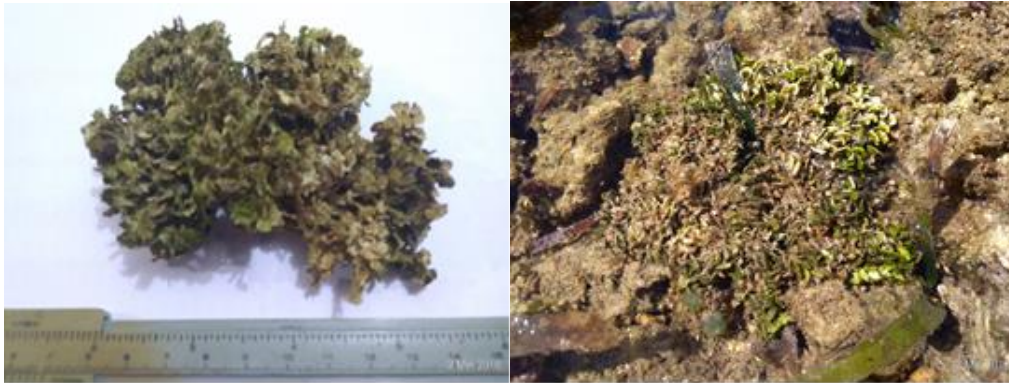


Gambar 6. *Halimeda macroloba* Decaisne (herbarium dan di alam)

6. ***Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux**

Thallus tegak, bersegmen dengan percabangan trikotom; segmen membentuk segitiga, segmen muncul pada segmen basal; tinggi thallus 4 cm; alat pelekat berupa filamen yang keluar dari segmen basal yang mencengkram substrat; segmen-

segmen berkapur, sangat kaku, bentuknya bertekuk tiga, susunannya tumpang tindih, tidak teratur dan tidak terletak pada satu percabangan tidak beraturan sehingga thallus terletak tidak pada satu bidang; hidup pada substrat berpasir dan karang pada daerah intertidal hingga subtidal (Gambar 7).

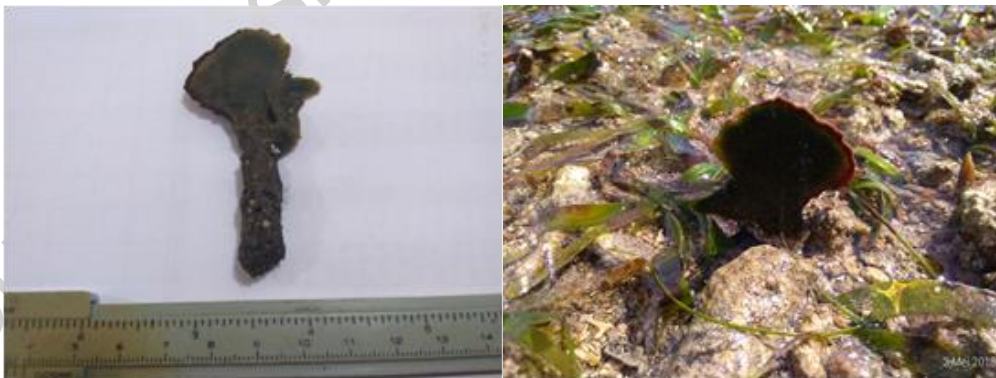


Gambar 7. *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux (herbarium dan di alam)

Penelitian beberapa aspek dari populasi alga hijau *H. opuntia* telah dilakukan oleh Pulukadang dkk (2004), Saromeng dkk (2004), dan Parera dkk (2015).

Thallus berwarna hijau tua, daun terdiri dari beberapa lapis, dengan alat pelekat yang memanjang; panjang dari alat pelekat sampai ke daun 5-6 cm, lebar daun 2-3 cm, alat pelekat berdiameter 0,5-0,8 cm dengan tinggi 3-4 cm, tinggi daun 1,5-2,0 cm (Gambar 8).

7. ***Avrainvillea erecta* (Berkeley) A. Gepp and E.S. Gepp**



Gambar 8. *Avrainvillea erecta* (Berkeley) A. Gepp and E.S. Gepp (herbarium dan di alam)

8. ***Bornetella oligospora* Solms-Laubach**

Thallus silindris dan berbentuk seperti jari, melengkung, bagian bawah thallus berwarna hijau dan coklat kemerahan

pada bagian atas; tinggi thallus 1,5-2,0 cm dan lebar 0,3-0,4 cm; hidup membentuk koloni di daerah berbatu pada daerah intertidal (Gambar 9).



Gambar 9. *Bornetella oligospora* Solms-Laubach (herbarium dan di alam)

#### 9. *Padina australis* Hauck

Thallus seperti kipas membentuk segmen-segmen lembaran tipis (lobus), berwarna coklat kekuningan, terdiri dari beberapa cuping-cuping dengan lebar 3-4 cm; memiliki garis konsentrik

ganda pada permukaan bawah dimana mempunyai jarak sama satu dengan yang lain berkisar 2-3 mm. Pengapuran terjadi di bagian permukaan daun; hidup pada substrat berpasir, karang mati di daerah intertidal (Gambar 10).



Gambar 10. *Padina australis* Hauck (herbarium dan di alam)

Penelitian beberapa aspek dari populasi alga coklat *P. australis* telah dilakukan (Kepel dkk, 2001) dan Kepel dkk (2015).

#### 10. *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh

Thallus tegak dengan bentuk daun agak membulat, umumnya

membentuk corong dengan dikelilingi gerigi yang tajam dan terletak tidak beraturan; bagian tengah daun melengkung ke dalam; mempunyai reseptakel yang melekat pada batang; berwarna coklat gelap dan membentuk rhizoid alat pekat; hidup pada substrat berkarang (Gambar 11).



Gambar 11. *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh (herbarium dan di alam)



Penelitian beberapa aspek dari populasi alga cokelat *T. ornata* telah dilakukan oleh Kepel dan Rawung (2000), Kepel (2001), Kepel *dkk* (2003), Masloman *dkk* (2003), Tupan *dkk* (2004), dan Magenda *dkk* (2004).

**11. *Galaxaura oblongata* (Ellis and Solander) Lamouroux**

Thallus berbentuk rimbun, dengan ukuran tinggi total thallus yang

diukur dari alat pelekot sampai ke apeks 6-8 cm, sedangkan thallus yang diukur dari alat pelekot sampai ke percabangan pertama 0,5-1,0 cm, memiliki percabangan dikotom dan multiaksial, pada bagian cabang bundar dan lebar daun adalah 0,2 cm; pada saat masih segar spesies ini kemerah-merahan; hidup pada batu di daerah rata-rata terumbu (Gambar 12).



Gambar 12. *Galaxaura oblongata* (Ellis and Solander) Lamouroux (herbarium dan di alam)

**12. *Gracilaria edulis* (S.G. Gmelin) P.C. Silva**

Thallus berbentuk silindris, tinggi 4-14 cm dengan diameter 0,1-0,2 mm. Bagian alat pelekot berbentuk cakram kecil. Bercabang dua, kadang dijumpai

tidak beraturan, pada bagian pucuk biasanya mengecil dan melengkung waktu kering. Thallus berwarna cokelat kehijauan di alam dan coklat tua saat kering; hidup pada substrat pasir berbatu, lumpur di daerah intertidal (Gambar 13).



Gambar 13. *Gracilaria edulis* (S.G. Gmelin) P.C. Silva (herbarium)

**13. *Gracilaria salicornia* (C. Agardh) Dawson**

Thallus berbentuk silindris, licin, bersegmen-segmen membentuk

rumpun yang lebat, tinggi mencapai 5-14 cm dengan diameter 0,3-0,4 mm, bagian alat pelekot berbentuk cakram; bentuk percabangan dikotomi, tetapi kadang tidak beraturan, umumnya

timbul pada setiap bagian antar segmen; berwarna hijau kekuning-kuningan sampai oranye pada perairan

jernih tapi pada perairan keruh berwarna coklat tua; hidup pada substrat berpasir, lumpur di daerah intertidal (Gambar 14).

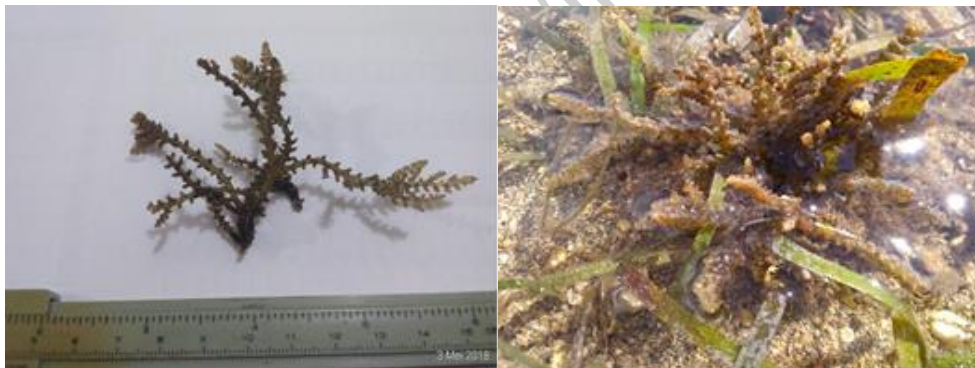


Gambar 14. *Gracilaria salicornia* (C. Agardh) Dawson (herbarium dan di alam)

#### 14. *Laurencia tranoi* Ganzon-Fortes

Thallus berwarna coklat tua, tersusun dari cabang-cabang tegak yang muncul dari alat pelekak berbentuk cakram; cabang-cabang tidak beraturan

namun cenderung berselang-seling; berbentuk sederhana dan silindris pada bagian pucuk; hidup pada substrat berpasir dengan pecahan karang mati di daerah intertidal yang sebagian tededah pada saat air surut (Gambar 15).



Gambar 15. *Laurencia tranoi* Ganzon-Fortes (herbarium dan di alam)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Beelt, P.M., dan R.Ch. Kepel. 2003. Komunitas Alga Laut di Daerah Perlindungan Laut dan Sekitarnya, Perairan Pesisir Desa Tumbak, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(8), 8-17.
- Bold, H.C. dan M.J. Wynne. 1985. Introduction to the Algae. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey USA. 720 hal.
- Calumpong, H.P. dan E.G. Menez. 1997. Field Guide to the Common Mangroves: Seagrasses and Algae of the Philippines. Bookmark, Inc, 264-A Pablo Ocampo Sr. Ave. Makati City, Philippines. 197 hal.
- Dawes, C.J. 1998. Marine Botany. Second Edition. John Wiley and Sons, Inc. University of South Florida. 480 hal.
- Kadi, A. 1990. Inventarisasi Rumput Laut di Teluk Tering. Dalam: Perairan Pulau Batam (D.P.

- Praseno, W.S. Atmadja, I. Supangat, Rujitno dan B.S. Sudibjo eds.). Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Puslitbang Oseanologi, Jakarta. Hal. 44-50.
- Kadi, A. dan W.S. Atmadja, 1988. Rumput Laut (Algae) Jenis, Reproduksi, Produksi, Budidaya dan Pasca Panen Proyek Studi Dan Potensi Sumberdaya Alam Indonesia. Pusat Pengembangan dan Penelitian Oseanografi, LIPI. Jakarta.
- Kepel, R.Ch. 2001. Laju Pertumbuhan *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh di Perairan Desa Blongko, Minahasa, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 3(2), 6-9.
- Kepel, R.Ch. dan S. Baulu. 2013. Makroalga dan Lamun: Keanekaragaman Vegetasi Laut di Maluku Tenggara Barat. Penerbit PT Cahaya Pineleng. 138 hal.
- Kepel, R.Ch., dan J. Madundang. 2001. Kelimpahan, Keanekaragaman dan Pola Penyebaran Alga Laut pada Mata Air Panas dan Sekitarnya di Perairan Desa Maen, Minahasa, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 3(1), 27-31.
- Kepel, R.Ch., dan S.J. Mamole. 2002. Komunitas Alga Laut pada Beberapa Konstruksi Buatan di Teluk Manado, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(4), 9-15.
- Kepel, R.Ch., dan D. Mukuan. 2001. Kelimpahan, Keanekaragaman dan Pola Penyebaran Alga Laut di Perairan Hidrotermal dan Sekitarnya, Moinit, Minahasa, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 3(2), 1-5.
- Kepel, R.Ch., dan A.O.U. Rawung. 2000. Kandungan Nutrisi Alga Coklat *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh yang Diambil dari Perairan Blongko, Minahasa, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 2(1), 77-82.
- Kepel, R.Ch., dan M. Rum. 2001. Kelimpahan, Keanekaragaman dan Pola Penyebaran Alga Laut di Perairan Aertembaga, Manembo-nembo dan Tanjung Merah, Kota Bitung, Jurnal Lembaga Penelitian Universitas de la Salle Manado 1(1).
- Kepel, R.Ch., dan H.J.F. Rumondor. 2003. Komunitas Alga Laut di Perairan Pesisir Desa Poopoh, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(5), 39-52.
- Kepel, R.Ch., dan S. Wondal. 2001. Struktur Komunitas Alga Laut di Desa Blongko, Minahasa: Daerah Perlindungan laut dan Sekitarnya, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 3(3), 1-5.
- Kepel, R.Ch., G.S. Gerung, dan J.B. Paillin. 2006. Komunitas Makroalga di Perairan Pulau Gangga, Pulau Tindila dan Pulau Lehaga, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(1), 34-47.
- Kepel, R.Ch., G.S. Gerung dan R. Subur. 2010a. Komunitas Makroalga di Perairan Pesisir Kahuku dan Lihunu, Pulau Bangka, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Pacific Journal of Regional Board of Research, North Sulawesi 1(5), 748-753.
- Kepel, R.Ch., G.S. Gerung dan R. Subur. 2010b. Komunitas Makroalga di Perairan Pesisir Libas dan Pahepa, Pulau

- Bangka, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Pacific Journal of Regional Board of Research, North Sulawesi 2(5), 817-822.
- Kepel, R.Ch., G.S. Gerung, dan M.M. Takalamingan. 2003. Struktur Populasi Alga Coklat *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh dan *Turbinaria decurrens* Bory (Sargassaceae) di Perairan Desa Poopoh, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(7), 1-6.
- Kepel, R.Ch., A.D. Kambey, dan M. Sendow. 1999. Laju Pertumbuhan *Sargassum polycystum* C.A. Agardh 1824 di Perairan Pesisir Desa Rap-Rap, Minahasa, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 1(1), 13-18.
- Kepel, R.Ch., R. Lintang dan L. Monoarfa. 1999. Kelimpahan Keanekaragaman, Pola Penyebaran Alga Laut di Perairan Pesisir Desa Rap-Rap, Minahasa. Jurnal Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(1), 24-27.
- Kepel, R.Ch., L.J.L. Lumingas, dan M. Palyn. 2002. Alga Laut yang Tumbuh Secara Alami pada Sarana Budidaya di Perairan Bentenan, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(4), 26-32.
- Kepel, R.Ch., L.J.L. Lumingas, dan F.N. Pangau. 2001. Kepadatan dan Pertumbuhan Alga Coklat *Padina australis* Hauck di Perairan Desa Blongko, Minahasa, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 3(3), 27-32.
- Kepel, R.Ch., L.J.L. Lumingas, dan I. Pulkadang. 2003. Komunitas Alga *Halimeda* di Perairan Laboratorium Basah Universitas Sam Ratulangi – Likupang, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(6), 34-41.
- Kepel, R.Ch. L.J.L Lumingas, dan S. Talakua. 2012. Makroalga dan Lamun: Keanekaragaman Vegetasi Laut di Manokwari. Penerbit PT Cahaya Pineleng. 156 hal.
- Kepel, R.Ch., D.M.H. Mantiri, dan G.D. Manu. 2015. Pertumbuhan Alga Cokelat *Padina australis* Hauch di Perairan Pesisir, Desa Kampung Ambon, Kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi 2(2), 78-85.
- Kepel, R.Ch., D.M.H. Mantiri, dan Nasprianto. 2018. Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Tongkaina, Kota Manado. Jurnal Ilmiah Platax 6(1), 160-173.
- Lobban, C.S. dan P.J. Harrison. 1994. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge Univ. Press. 266 hal.
- Luarwan, J.N., R.Ch. Kepel, dan L.J.L. Lumingas. 2004a. Komunitas Makroalga di Perairan Pesisir Desa Poopoh, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(2).
- Luarwan, J.N., R.Ch. Kepel, dan L.J.L. Lumingas. 2004b. Struktur Komunitas Alga Laut di Perairan Pesisir Desa Rap-rap, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(3), 14-23.
- Luning, K. 1990. Seaweeds. Their Environment, Biogeography and Ecophysiology. John Wiley and Sons, Inc. 527 hal.
- Magenda, O., R.Ch. Kepel, dan L.J.L. Lumingas. 2004. Populasi Alga

- Coklat *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh (Phaeophyta, Fucales) di Perairan Pesisir Desa Poopoh, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(1), 26-30.
- Masloman, I.Y., D.J. Paransa, dan R.Ch. Kepel. 2003. Analisis Kandungan Pigmen pada Bagian Daun, Batang dan Reseptakel dari Alga Coklat *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(7), 7-19.
- Ngangi, V.C.S., dan R.Ch. Kepel. 2004. Komunitas Alga Laut di Daerah Perlindungan Laut dan Sekitarnya, Pulau Talise, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(1), 10-20.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologi. Gramedia Jakarta.
- Odum, E.P. 1996. Dasar-Dasar Ekologi. Terjemahan Samigan dan B. Srigadi. Gajah Mada University. Press. Yogyakarta.
- Parera, K., R.Ch. Kepel dan A.D. Kambey. 2015. Population Analysis (Total Weight, CaCO<sub>3</sub> Total Weight and Segment Numbers) of *Halimeda opuntia* (Linn.) Lamouroux in Tongkeina Waters, Manado. Jurnal Ilmiah Platax 3(2), 68-78.
- Pulukadang, I., R.Ch. Kepel, dan L.J.L. Lumingas. 2004. Komunitas Makroalga *Halimeda* di Perairan Tanjung Merah, Bitung. Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(2).
- Saromeng, H., R.Ch. Kepel, dan J.K. Rangan. 2004. Karakteristik Morfometrik Alga Hijau *Halimeda opuntia* (Linneaus) Lamouroux di Perairan Pesisir Desa Poopoh dan Desa Rap-rap, Sulawesi Utara, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(3), 30-37.
- Sumich, J.L. 1992. Introduction to the Biology of Marine Life. Wmc. Brown Company Publisher Iowa.
- Tomascik, T.A., J. Mah., A. Nontji dan M.K. Moosa. 1997. The Ecology of the Indonesia Seas. Part Two. Periplus Editions. 1387 hal.
- Trono, G.C. 1997. Field Guide and Atlas of the Seaweed Resources of the Philippines. Bookmarks, Inc. Makaty City. 306 hal.
- Tupan, B.M., R.Ch. Kepel, dan G.S. Gerung. 2004. Struktur Populasi Alga Coklat *Turbinaria ornata* (turner) J. Agardh 1848 dan *Turbinaria decurrens* Bory de Saint Vincent 1828 (Phaeophyta, Fucales) di Perairan Pesisir Desa Tambala, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(1), 1-9.
- Wattimury, D.L., R.Ch. Kepel, dan G.S. Gerung. 2010a. Rekor Baru Makroalga di Perairan Pesisir Pulau Mantehage, Minahasa Utara, dan Pulau Siladen, Manado, Sulawesi Utara. Pacific Journal of Regional Board of Research, North Sulawesi 3(5), 899-901.
- Watung, R.M., R.Ch. Kepel dan L.J.L. Lumingas. 2016. Inventarisasi Makroalga di Perairan Pesisir Pulau Mantehage, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Jurnal Ilmiah Platax 4(2), 84-108.
- Winarno, F.G. 1990. Teknologi Pengelolaan Rumput Laut.

Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.  
112 hal.

Wowor, R.M., R.Ch. Kepel dan L.J.L.  
Lumingas. 2015. Struktur

Komunitas Makro Alga di Pantai  
Desa Mokupa Kecamatan  
Tombariri, Kabupaten Minahasa,  
Sulawesi Utara. Jurnal Ilmiah  
Platax 3(1), 30-35.

[ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax](http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax)