

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI GANGGANG HIJAU (CHLOROPHYTA) GENUS  
*Halimeda* DI PERAIRAN KECAMATAN MABA KABUPATEN  
HALMAHERA TIMUR**

Disusun dan diajukan oleh

**WILYA ANANDA**

**L011 18 1358**



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**IDENTIFIKASI GANGGANG HIJAU (CHLOROPHYTA) GENUS  
*Halimeda* DI PERAIRAN KECAMATAN MABA KABUPATEN  
HALMAHERA TIMUR**

**WILYA ANANDA**

**L011 18 1358**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Identifikasi Ganggang Hijau (Chlorophyta) Genus *Halimeda* di Perairan  
Kecamatan Maba Kabupaten Halmahera Timur**

**Disusun dan diajukan oleh**

**WILYA ANANDA**

**L011181358**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu  
Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 15 Agustus 2022 dan  
dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Inayah Yasir, M.Sc.  
NIP. 19661006 199202 2 001



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud.  
NIP. 19690706 199512 1 002

Ketua Program Studi,



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud.  
NIP. 19690706 199512 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wilya Ananda

NIM : L011181358

Program Studi : Ilmu Kelautan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis yang berjudul:

Identifikasi Ganggang Hijau (Chlorophyta) Genus *Halimeda* di Perairan Kecamatan  
Maba Kabupaten Halmahera Timur,

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain, dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 15 Agustus 2022

Yang Menyatakan,

A 5000 Rupiah revenue stamp (Meterai Tempel) with a signature and the name Wilya Ananda. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '5000', 'METERAI TEMPEL', and 'CSCAJX966919734'.

## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wilya Ananda

NIM : L011181358

Program Studi : Ilmu Kelautan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan,

menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikuti.

Makassar, 15 Agustus 2022

Mengetahui,



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc. Stud.  
NIP. 19690706 199503 1 002

Penulis,



Wilya Ananda  
NIM: L011181358

## ABSTRAK

**Wilya Ananda.** L011181358. "Identifikasi Ganggang Hijau (Chlorophyta) Genus *Halimeda* di Perairan Kecamatan Maba Kabupaten Halmahera Timur". Dibimbing oleh **Inayah Yasir** sebagai Pembimbing Utama dan **Khairul Amri** sebagai Pembimbing Anggota.

---

*Halimeda* adalah ganggang hijau terkalsifikasi yang menghuni lingkungan perairan tropis. Keberadaan *Halimeda* merupakan hal vital bagi perairan yang berada di sekitar lokasi pertambangan, seperti perairan Kecamatan Maba yang merupakan pusat pertambangan di Halmahera Timur. Sebagai organisme berkapur, *Halimeda* berfungsi sebagai penyangga untuk mempertahankan pH perairan. Meskipun keberadaan *Halimeda* di perairan bukan sesuatu yang langka, akan tetapi studi mengenai taksonomi *Halimeda* di Indonesia sangat terbatas. Identifikasi jenis *Halimeda* dapat dilakukan dengan melihat struktur morfologi dan anatomi sebagai alternatif, selain dengan melihat urutan DNA. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis *Halimeda* yang tersebar di perairan Kecamatan Maba, Kabupaten Halmahera Timur berdasarkan karakteristik morfologi dan anatomi. Selain itu, juga bertujuan untuk mengetahui distribusi dan kesamaan jenis antar lokasi pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Koleksi sampel *Halimeda* dipreparasi sebelum diidentifikasi. Ditemukan delapan jenis *Halimeda* yang tersebar di empat lokasi pengambilan sampel, yaitu *Halimeda cylindracea*, *H. distorta*, *H. macroloba*, *H. opuntia*, *H. simulans*, *H. discoidea*, *H. melanesica*, dan *H. tuna*. Selain delapan jenis tersebut, juga ditemukan tujuh tipe *Halimeda* yang tidak teridentifikasi berdasarkan karakteristik morfologi dan anatomi. Persentase similaritas jenis *Halimeda* tertinggi ditemukan antara Perairan Tanjung Buli-Moronopo sebesar 75% dan terendah antara Perairan Pulau Gee-Pulau Pakal (0%). Persebaran jenis *Halimeda* di perairan dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti jenis substrat, nutrisi, intensitas cahaya, salinitas, pH, suhu, kedalaman serta aksi gelombang dan arus.

Kata kunci: *Halimeda*, identifikasi, morfologi, anatomi

## ABSTRACT

**Wilya Ananda.L011181358.** "Identification of Green Algae (Chlorophyta) Genus *Halimeda* in The Waters of Maba District, East Halmahera Regency". Supervised by **Inayah Yasir** as Main Advisor and **Khairul Amri** as Member Advisor.

---

*Halimeda* is a calcified green alga that inhabits tropical aquatic environments. The existence of *Halimeda* is vital for the waters around the mining site, such as the waters of the Maba District which is the mining center in East Halmahera. As a calcareous organism, *Halimeda* serves as a buffer to maintain the pH of the waters. Although the presence of *Halimeda* in the waters is not something that is rare, studies on the taxonomy of *Halimeda* in Indonesia are very limited. Identification of *Halimeda* species can be done by looking at the morphological and anatomical structures as an alternative, in addition to looking at the DNA sequence. This study aims to identify the types of *Halimeda* that are scattered in the waters of Maba District, East Halmahera Regency based on morphological and anatomical characteristics. In addition, it also aims to determine the distribution and similarity of species between sampling locations. Sampling was done by using the purposive sampling method. The *Halimeda* sample collection was prepared prior to identification. Eight species of *Halimeda* were found in four sampling locations, namely *Halimeda cylindracea*, *H. distorta*, *H. macroloba*, *H. opuntia*, *H. simulans*, *H. discoidea*, *H. melanesica*, and *H. tuna*. In addition to these eight species, seven types of *Halimeda* were also found among the samples, which were not identified yet. The highest percentage of *Halimeda* species similarity was found between Tanjung Buli and Moronopo sampling site by 75%, while the lowest was found between sampling site of Gee Island and Pakal Island (0%). The distribution of *Halimeda* species is influenced by many factors including type of substrate, nutrients, light intensity, salinity, pH, temperature, depth, and the action of waves and currents.

Keywords: *Halimeda*, identificaton, morphological, anatomy

## KATA PENGANTAR

Segala puji Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan skripsi dengan judul **“Identifikasi Ganggang Hijau (Chlorophyta) Genus *Halimeda* di Perairan Kecamatan Maba Kabupaten Halmahera Timur”** dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi, dan membawa kepada suatu kebaikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhirnya, kepada semua pihak yang berperan dalam penelitian ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan berharap semoga Allah SWT membalas segala budi baik, serta dapat menjadi suatu ibadah amal jariah.

Melalui skripsi ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya sebagai bentuk penghargaan dan penghormatan kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta doa selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi. Ucapan ini penulis berikan:

1. Kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda M. Shahib dan Ibunda Hartati yang senantiasa mendoakan, mendidik serta memberikan curahan kasih sayang serta nasihat agar menjadi pribadi yang lebih baik.
2. Kepada saudaraku tercinta Agung Resky yang senantiasa mendoakan dan memberi semangat kepada penulis.
3. Kepada yang terhormat Ibu Dr. Inayah Yasir, M.Sc. selaku pembimbing utama dan Bapak Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud. selaku pembimbing pendamping yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dukungan serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. .Kepada yang terhormat Bapak Dr. Supriadi, ST., M.Si.dan Bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Haris, M.Si. selaku penguji yang selalu memberi saran dan arahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Ir. Amir Hamzah Muhidin, M.Si. selaku dosen penasehat akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mengenai proses perkuliahan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini
6. Kepada Laboratorium Multitropic Research Group yang telah menyediakan



fasilitas untuk kepentingan penelitian penulis.

7. Kepada yang saya banggakan Tim Buli dan terkhusus kepada Tim Lamun yang telah membantu penulis pada saat pengambilan data di lapangan.
8. Kepada Alga Squad (Riska Wildajaya, Ardyansyah Kahar, King Abdul Azis dan Sri Dawana) yang senantiasa membantu, memberikan semangat dan canda tawa kepada penulis selama penyusunan skripsi.
9. Kepada teman-teman seperjuangan, Winarso Usman, Aulia Putri, St. Firjatih Widhah, Nuryani Khadijah, Sri Mulyani Anugerah, Bau Ashary Nasir, Suci Nikita Octaviani, A. Dewi Aprilia dan Indra Kurniawan yang senantiasa membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
10. Kepada seluruh pihak tanpa terkecuali yang namanya luput disebutkan satu persatu karena telah banyak memberikan bantuan selama penyusunan skripsi. Semoga Allah SWT. selalu memberikan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca pada umumnya. Akhir kata, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk meningkatkan kemampuan penulis dalam menulis karya ilmiah.

Terima Kasih

Makassar, 15 Agustus 2022

Penulis

Wilya Ananda

## BIODATA PENULIS



Wilya Ananda anak pertama dari pasangan A. Herman dan Hartati, dilahirkan di Maros pada 16 Juni 2000 Penulis memulai pendidikan jenjang kanak-kanak di Aisyiyah Bustanul Athfal Maros tahun 2004-2006. Penulis melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 58 Maros tahun 2006-2012. Melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 7 Cenrana pada tahun 2012-2015.

Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 4 Maros pada tahun 2015-2018. Hingga pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri sebagai mahasiswa di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN)

Selama masa studi di Universitas Hasanuddin, penulis aktif menjadi asisten laboratorium pada beberapa mata kuliah, seperti Planktonologi Laut, Perbenihan dan Penangkaran Biota Laut, Fisiologi Biota Laut, Botani Laut, Ekologi Laut, Bioremediasi, dan Survei Hidrografi. Penulis juga berpartisipasi dalam Simposium Nasional ke-9 Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin sebagai presenter. Penulis juga aktif diberbagai kegiatan kemahasiswaan sebagai anggota himpunan KEMAJIK FIKP-UH. Selain itu, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Tematik di Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan pada KKN Gelombang 106 pada tanggal 9 Juni sampai 14 Agustus 2021.

Untuk memperoleh gelar sarjana kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul "Identifikasi Ganggang Hijau (Chlorophyta) Genus *Halimeda* di Perairan Kecamatan Maba Kabupaten Halmahera Timur" pada tahun 2021 yang dibimbing oleh Dr. Inayah Yasir, M.Sc. selaku pembimbing utama dan Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc. Stud. selaku pembimbing pendamping.

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP .....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
BIODATA PENULIS.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
A. Klasifikasi dan Karakteristik Genus <i>Halimeda</i> .....	3
B. Struktur Morfologi.....	3
1. <i>Thallus</i> .....	3
2. <i>Holdfast</i> .....	4
3. Segmen .....	5
C. Struktur Anatomi .....	6
1. <i>Medulla</i> .....	6
2. <i>Cortex</i> .....	7
3. <i>Peripheral Utricle</i> .....	9
D. Habitat <i>Halimeda</i> .....	11
E. Reproduksi <i>Halimeda</i> .....	11
1. Reproduksi Seksual.....	11

	Halaman
2. Reproduksi Aseksual.....	14
III. METODE PENELITIAN.....	15
A. Waktu dan Tempat.....	15
B. Alat dan Bahan .....	16
C. Prosedur Penelitian.....	17
1. Pengambilan Sampel.....	17
2. Preparasi Sampel .....	17
3. Identifikasi .....	18
D. Analisis Data .....	19
IV. HASIL .....	20
A. Gambaran Umum Lokasi .....	20
B. Identifikasi <i>Halimeda</i> .....	21
C. Jenis <i>Halimeda</i> yang ditemukan di Lokasi Penelitian .....	28
D. Indeks Similaritas .....	29
V. PEMBAHASAN.....	30
A. Identifikasi <i>Halimeda</i> .....	30
B. Jenis <i>Halimeda</i> yang ditemukan di Lokasi Penelitian .....	32
C. Indeks Similaritas .....	32
VI. PENUTUP.....	34
A. Kesimpulan .....	34
B. Saran .....	34
LAMPIRAN .....	38

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Karakteristik lokasi pengambilan sampel. ....	15
2. Lokasi dan stasiun sampling dengan kondisinya masing-masing.....	20
3. Karakteristik morfologi dan anatomi delapan jenis <i>Halimeda</i> yang ditemukan..	21
4. Karakteristik morfologi dan anatomi sampel <i>Halimeda</i> yang tidak teridentifikasi .....	26
5. Jenis <i>Halimeda</i> yang ditemukan dari 4 lokasi dan 17 stasiun pengambilan sampel.....	29
6. Hasil perhitungan indeks similaritas (%).....	29

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. <i>Thallus Halimeda</i> .....	4
2. Bentuk pertumbuhan <i>Halimeda</i> .....	4
3. Tipe-tipe <i>holdfast</i> pada <i>Halimeda</i> .....	5
4. Bentuk-bentuk segmen pada jenis-jenis <i>Halimeda</i> .....	6
5. Struktur anatomi pada irisan melintang segmen <i>Halimeda</i> .....	6
6. Struktur <i>cortex</i> dan <i>utricle</i> pada <i>Halimeda</i> .....	7
7. Perbedaan struktur <i>cortex</i> pada beberapa jenis <i>Halimeda</i> .....	8
8. Dua bentuk umum <i>peripheral utricle</i> pada <i>Halimeda</i> .....	9
9. Bentuk <i>peripheral utricle</i> dilihat dari permukaan pada mikroskop.....	10
10. Habitat <i>Halimeda</i> di perairan.....	11
11. Struktur reproduksi pada <i>Halimeda</i> .....	12
12. Reproduksi seksual pada <i>Halimeda</i> .....	13
13. Tampilan mikroskopis gamet biflagel pada <i>H. incrassata</i> .....	13
14. Siklus reproduksi seksual pada <i>Halimeda</i> .....	13
15. Peta lokasi pengambilan sampel <i>Halimeda</i> di Perairan Kecamatan Maba .....	15
16. Ilustrasi luas daerah pengambilan sampel .....	17
17. Pengukuran segmen menggunakan metode konvensional. ....	18
18. Karakteristik morfologi jenis <i>Halimeda</i> yang teridentifikasi .....	23
19. Karakteristik anatomi (bentuk <i>peripheral utricle</i> ) jenis <i>Halimeda</i> yang teridentifikasi.....	24
20. Karakteristik anatomi (struktur <i>cortex</i> ) jenis <i>Halimeda</i> yang teridentifikasi .....	25
21. Karakteristik morfologi sampel <i>Halimeda</i> yang tidak teridentifikasi.....	26
22. Karakteristik anatomi (bentuk <i>peripheral utricle</i> ) sampel <i>Halimeda</i> yang tidak teridentifikasi.....	27
23. Karakteristik anatomi (struktur <i>cortex</i> ) sampel <i>Halimeda</i> yang tidak teridentifikasi.....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Glosarium .....	38
2. Kunci determinasi spesies <i>Halimeda</i> di Indo-Pasifik .....	40
3. Dokumentasi kegiatan penelitian di lapangan .....	44
4. Dokumentasi kegiatan penelitian di Laboratorium .....	45

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Salah satu produsen primer di ekosistem laut adalah makroalga. *Halimeda* termasuk salah satu dari *calcareous algae* yang merupakan genus dari ganggang hijau (Chlorophyta) yang menghuni lingkungan perairan tropis. *Halimeda* tersusun dari segmen gepeng berwarna hijau yang terkalsifikasi dan memiliki *holdfast* untuk melekat pada substrat. Segmen *Halimeda* terdiri dari satu sel tubulus raksasa dengan sifon yang bercabang-cabang membentuk *medulla* dan *utricle* di *cortex* (Hillis & Colinvaux, 1980).

Kecamatan Maba merupakan salah satu pusat pertambangan di Maluku Utara yang terletak di Kabupaten Halmahera timur (Sarianto et al., 2016). Kegiatan pertambangan yang telah beroperasi sejak tahun 2006 silam merupakan penyebab utama tercemarnya perairan disekitar wilayah pertambangan (Prabowo, 2021). Keberadaan *Halimeda* merupakan sesuatu yang sangat vital bagi perairan tersebut. Sebagai alga yang memiliki segmen yang terkalsifikasi, *Halimeda* sangat rentan terhadap penurunan pH air laut akibat peningkatan CO<sub>2</sub> yang disebabkan oleh kegiatan pertambangan (Basso, 2012). Kegiatan pertambangan dapat berdampak pada meningkatnya laju emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer (Andarini et al., 2016). Tingginya laju emisi CO<sub>2</sub> sangat memungkinkan terjadinya *ocean acidification* yang kemudian akan berdampak pada organisme berkapur, seperti *Halimeda* (Peach et al., 2017a).

Peran penting *Halimeda* bagi perairan ialah sebagai *buffer* yang dapat mempertahankan nilai pH perairan (Rukminasari et al., 2014). Selain itu *Halimeda* juga berperan sebagai produsen primer, sebagai tempat perlindungan (*shelter*) dan daerah asuhan (*nursery ground*) (Hillis & Colinvaux, 1980). Keberadaan *Halimeda* sebagai organisme berkapur di perairan juga berfungsi sebagai penghasil sedimen karbonat utama pada ekosistem pesisir (Wizemann et al., 2015). Hingga saat ini terdapat 44 jenis *Halimeda* yang diketahui di seluruh dunia dan 30 jenis diantaranya tersebar di Laut Cina Selatan, perairan Malaysia, Thailand, Vietnam, Singapura, Filipina, dan Indonesia (Arina et al., 2019).

Sebagai organisme berkapur, setiap jenis *Halimeda* memiliki kadar kalsium karbonat yang berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh perlekatan antar utrikulus primer yang membentuk ruang interfilamen sebagai tempat mengendapnya kalsium karbonat dalam bentuk aragonit (Hillis & Colinvaux, 1980). Selain itu, hal ini juga dipengaruhi



oleh bentuk dan ukuran *utricle* (Peach et al., 2017b). Perbedaan bentuk dan ukuran *utricle* pada *Halimeda* dapat digunakan sebagai kunci identifikasi jenis, seperti yang tercatat dalam kunci determinasi spesies *Halimeda* di perairan Indo-Pasifik oleh Hillis & Colinvaux (1980).

Umumnya, studi mengenai identifikasi makroalga di Indonesia hanya didasarkan pada karakteristik morfologi. Adanya variasi morfologi pada jenis yang sama, tetapi tumbuh di habitat yang berbeda merupakan salah satu masalah yang dihadapi dalam penentuan jenis *Halimeda* (Perdosa et al., 2004). Sehingga, struktur morfologi tidak dapat dijadikan sebagai dasar dalam penentuan jenis. Hal ini dikarenakan jenis *Halimeda* menunjukkan variasi morfologi berdasarkan faktor ekologi dan habitatnya (Verbruggen & Coppejans, 2005). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi morfologi *Halimeda* antara lain substrat, kedalaman, intensitas cahaya, serta gelombang dan arus (Pongparadon et al., 2015)

Identifikasi jenis dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan mengidentifikasi karakteristik morfologi dan anatomi serta dengan melihat urutan DNA (El-Manawy & Shafik, 2008). Akan tetapi, sampai saat ini identifikasi dengan urutan DNA masih sangat sulit untuk dilakukan. Oleh sebab itu, dilakukan identifikasi dengan melihat struktur morfologi dan anatomi sebagai alternatif dalam penentuan jenis. Di Indonesia, studi mengenai taksonomi *Halimeda* masih sangat terbatas, meskipun *Halimeda* tersebar luas di perairan Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut mengenai identifikasi *Halimeda* di perairan dengan berdasar pada kunci determinasi spesies *Halimeda* di perairan Indo-Pasifik oleh Hillis & Colinvaux (1980).

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi ganggang hijau (Chlorophyta) genus *Halimeda* yang ditemukan di Perairan Kecamatan Maba, Kabupaten Halmahera Timur berdasarkan karakteristik morfologi dan anatomi. Selain itu, juga bertujuan untuk mengetahui distribusi dan kesamaan jenis antar lokasi pengambilan sampel.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai informasi mengenai jenis ganggang hijau (Chlorophyta) genus *Halimeda* yang ditemukan di perairan Kecamatan Maba, Kabupaten Halmahera Timur dan sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Klasifikasi dan Karakteristik Genus *Halimeda*

Klasifikasi *Halimeda* oleh Lamouroux (1816):

Regnum: Plantae

Division: Chlorophyta

Class: Ulvophyceae

Order: Bryopsidales

Family: Halimedaceae

Genus: *Halimeda*

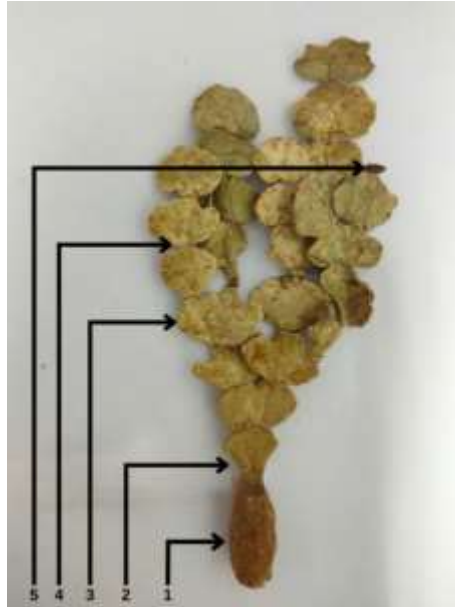
*Halimeda* merupakan ganggang hijau terkalsifikasi yang memiliki peran penting sebagai komponen struktural terumbu karang (Taylor et al., 2009), dan banyak dijumpai di perairan tropis bersuhu hangat, serta di terumbu dan laguna. *Halimeda* di perairan memiliki peran sebagai produsen primer dan *nursery ground* bagi beberapa biota laut (Pongparadon et al., 2015).

Secara makroskopis, *thallus Halimeda* dicirikan sebagai serangkaian segmen hijau yang kaku akibat kandungan kalsium karbonat (Perdosa et al., 2004). Setiap segmen pada *Halimeda* terdiri dari satu sel tubulus raksasa yang bercabang-cabang membentuk zona meduler dan zona *cortex* dengan *utricle*, dan zona nodal. Cabang-cabang sel tubular ini disebut *siphon* yang berfungsi untuk membentuk segmen yang kemudian terangkai membentuk *thallus* (Pongparadon, 2009). Hingga saat ini telah teridentifikasi 44 spesies *Halimeda* yang tersebar di seluruh dunia, dan 30 spesies di antaranya tersebar di Laut Cina Selatan, Perairan Malaysia, Thailand, Vietnam, Singapura, Filipina dan Indonesia (Arina et al., 2019).

### B. Struktur Morfologi

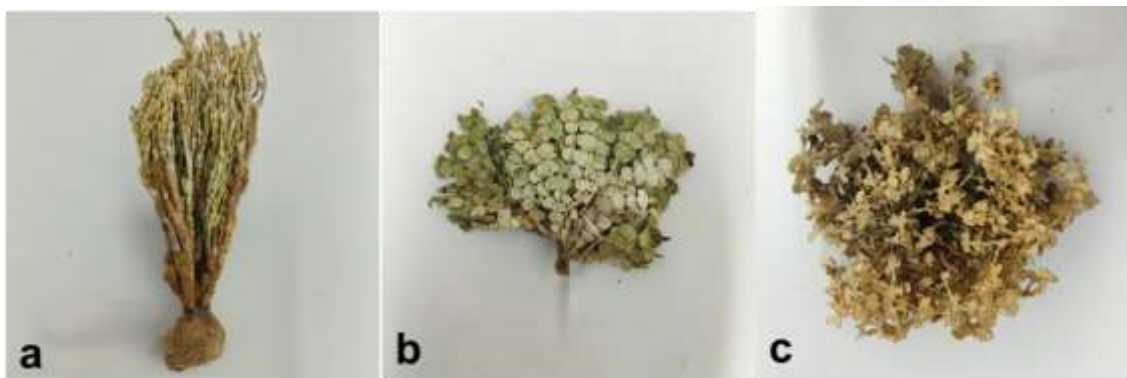
#### 1. *Thallus*

*Thallus Halimeda* terdiri dari rangkaian segmen datar dengan bentuk bervariasi yang dihubungkan oleh nodus, segmen basal dan *holdfast* untuk melekat pada substrat (Hillis & Colinvaux, 1980). Segmen baru tumbuh dari titik tepi distal segmen induk (Gambar 1). Pertumbuhan segmen baru ini akan memberikan pola bentuk pertumbuhan (Verbruggen & Kooistra, 2004).



Gambar 1. *Thallus Halimeda* (1) *Holdfast bulbous*; (2) Segmen basal; (3) Segmen terkalsifikasi; (4) *Node*; (5) Segmen baru (Koleksi Pribadi)

*Halimeda* memiliki tiga bentuk pertumbuhan, yaitu tegak (*erect*), gantung (*pendant*) dan menyebar (*sprawling*). Bentuk pertumbuhan tegak didominasi dari kelompok *Rhipsalis* (*Rhipsalis section*), seperti *H. simulans*, *H. macroloba*, *H. discoidea* dan *H. cylindracea* (Gambar 2a). Bentuk pertumbuhan menggantung (*pendant*) biasanya dimiliki oleh kelompok *Halimeda* (*Halimeda section*) seperti *H. tuna* (Gambar 2b), sedangkan untuk bentuk pertumbuhan menyebar ke samping didominasi oleh kelompok *Opuntia* (*Opuntia complex*), seperti *H. Opuntia* dan *H. distorta* (Gambar 2c) (Pongparadon, 2009).

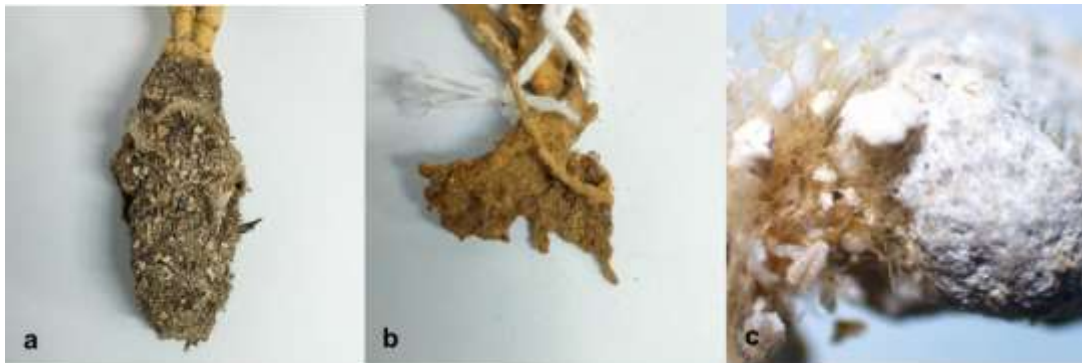


Gambar 2. Bentuk pertumbuhan *Halimeda* (a) *H. cylindracea*; (b) *H. tuna*; (c) *H. Opuntia* (Koleksi Pribadi)

## 2. Holdfast

*Holdfast* adalah bagian makroalga yang digunakan untuk melekat atau menancap pada substrat (Kadi, 1987). Umumnya terdiri dari *rhizoid* yang membentuk cabang-cabang yang tidak teratur seperti benang kusut (Hillis & Colinvaux, 1980).

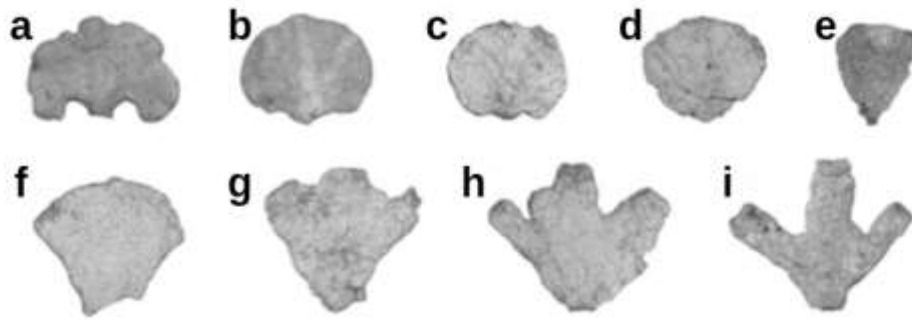
Terdapat tiga tipe *holdfast* pada *Halimeda*, yaitu *bulbous*, *rock-grower*, dan *sprawling*. Tipe *bulbous* dimiliki oleh kelompok Rhipsalis yang terdiri atas filamen halus yang memerangkap pasir halus di sekitarnya sehingga berbentuk menyerupai umbi (Gambar 3a). *Holdfast* tipe ini memiliki panjang 1-13 cm dan umumnya ditemukan pada *Halimeda* yang tumbuh di substrat yang tidak padat seperti pasir berlumpur. Tipe kedua adalah *rock-grower*, dengan *rhizoid* berupa massa padat yang berbentuk seperti cangkir (Gambar 3b). *Halimeda* dengan tipe *rhizoid* seperti ini tumbuh di permukaan batu karang. Untuk mengoleksi tidak mudah, kecuali diambil dengan hati-hati. Tipe *holdfast* ini ditemukan pada *H. tuna*, *H. gigas* dan *H. discoidea*. Tipe ketiga adalah *sprawling* (Gambar 3c), dengan beberapa rhizoid bercabang yang terdapat pada beberapa segmen terpisah, dalam satu *thallus*. Rhizoid-rhizoid ini menempel pada potongan batu. *Holdfast* tipe ini berbentuk serupa benang halus yang menempel erat pada batu (Pongparadon, 2009).



Gambar 3. Tipe-tipe *holdfast* pada *Halimeda* (a) *Bulbous* pada *H. cylindracea*; (b) *Rock-grower* pada *H. discoidea*; (c) *Sprawling* pada *H. opuntia* dibawah pengamatan mikroskop (Koleksi Pribadi).

### 3. Segmen

Segmen *Halimeda* tersusun oleh filamen-filamen yang terorganisasi membentuk suatu segmen. Beberapa filamen sentral (*medulla*) membentang sepanjang segmen pada sebagian besar jenis *Halimeda* dengan bentuk percabangan *trichotomous*. Bentuk segmen pada *Halimeda* sangat bervariasi, dengan bentuk yang umum ditemukan adalah *reniform* (Gambar 4a), *ovate*, *elips*, *obovate* dan *cuneate* (Gambar 4e) (Hillis & Colinvaux, 1980). Selain itu, ditemukan pula bentuk segmen *broad ovate* (Gambar 4b), *eliliptical-discooid* (Gambar 4c), *broad obovate* (Gambar 4d), segmen dengan keseluruhan tepinya berada pada sisi distal (Gambar 4f), segmen dengan lobus bergerigi dangkal (Gambar 4g), *medium* (Gambar 4h), atau dalam (Gambar 4i). (Verbruggen et al., 2005). Perbedaan ini tidak hanya dipengaruhi oleh faktor genetik (Verbruggen & Kooistra, 2004), melainkan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (Hillis & Colinvaux, 1980).

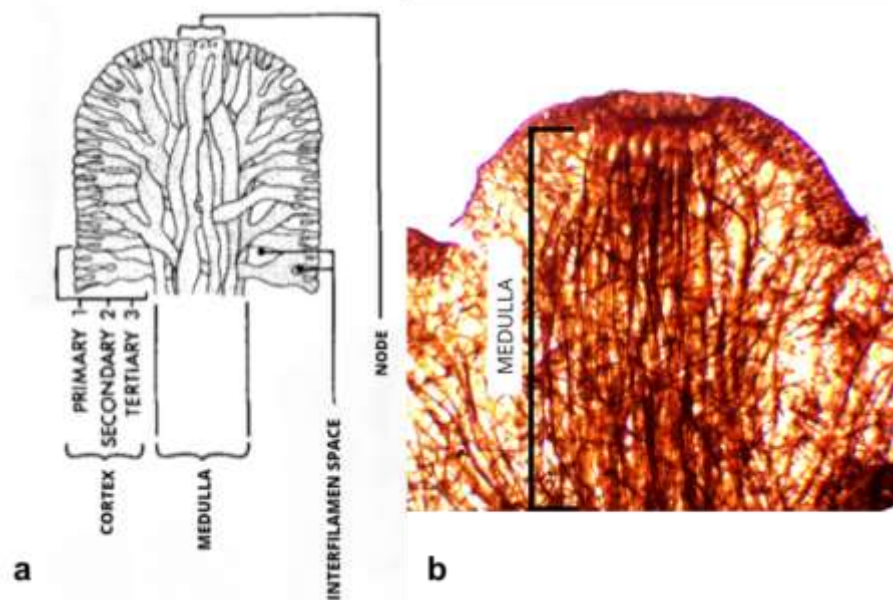


Gambar 4. Bentuk-bentuk segmen pada jenis-jenis *Halimeda* (Verbruggen, 2005).

### C. Struktur Anatomi

#### 1. Medulla

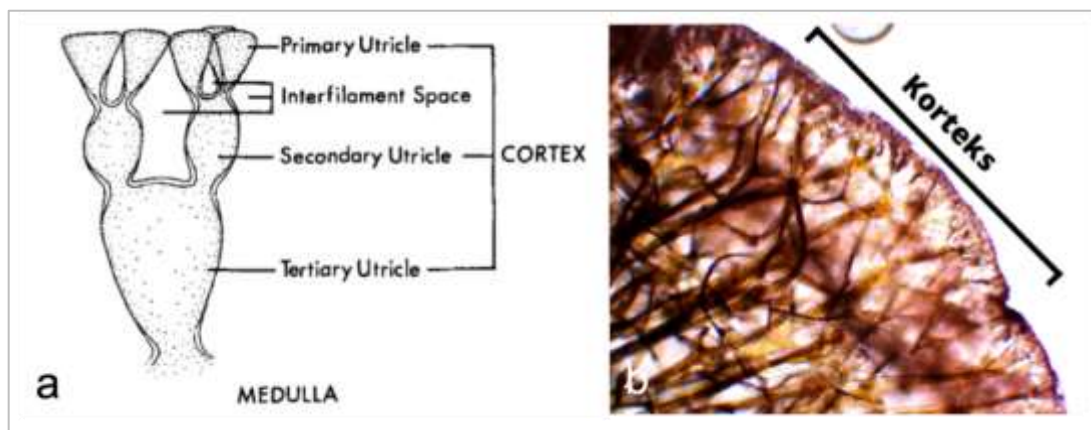
Struktur anatomi setiap segmen *Halimeda* dibedakan menjadi dua zona, yaitu zona *medulla* dan *cortex* (Pongparadon, 2009). *Medulla* adalah bagian tengah dari segmen dan terdiri atas beberapa filamen sentral yang memanjang sepanjang segmen dan berfungsi sebagai kerangka segmen yang dihubungkan oleh *node* hingga membentuk *thallus*. Cabang utama memanjang ke arah tepi distal segmen, sementara sebagian besar cabang yang mengarah ke samping membentuk struktur *cortex* (Gambar 5) (Verbruggen, 2005).



Gambar 5. Struktur anatomi pada irisan melintang segmen *Halimeda*; (a) Ilustrasi struktur anatomi (Hillis & Colinvaux, 1980); (b) Struktur *medulla* pada *H. opuntia* (Koleksi Pribadi).

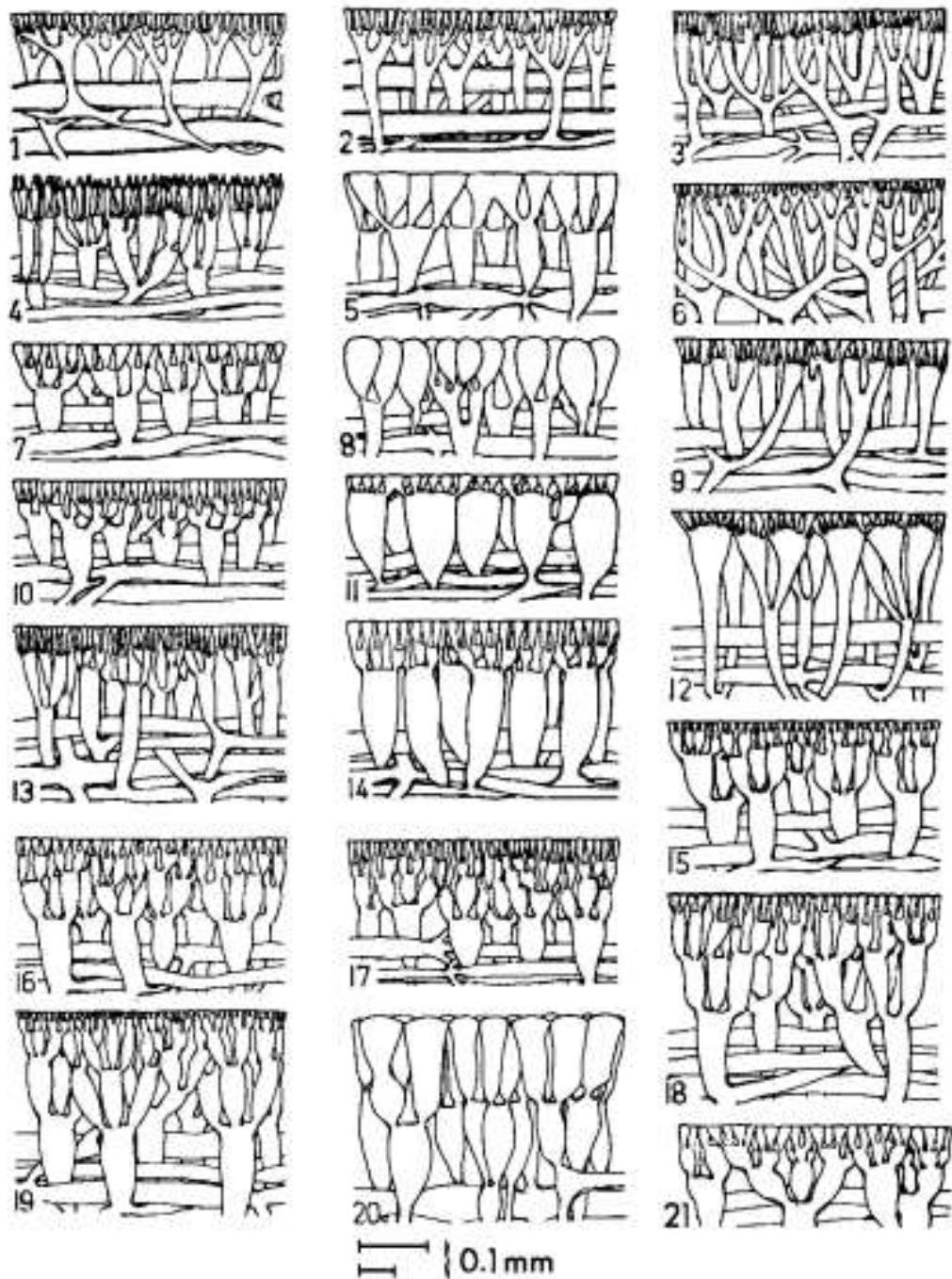
## 2. Cortex

*Cortex* berasal dari cabang-cabang filamen meduler yang bergeser ke samping dan membentuk percabangan di ujung segmen (Gambar 7b). Cabang-cabang inilah yang disebut *utricle*. *Utricle* pada *Halimeda* relatif pendek dan semakin pendek menuju pinggiran segmen (Hillis & Colinvaux, 1980; Verbruggen, 2005). Hillis & Colinvaux (1980), memberi nama *utricle* sesuai dengan urutan-urutan percabangan. Urutan percabangan paling atas dinamakan *utricle* primer (*primary utricle*), kemudian cabang kedua disebut dengan *utricle* sekunder (*secondary utricle*) dan cabang ketiga disebut dengan *utricle* tersier (*tertiary utricle*) (Gambar 7a). Struktur *cortex* yang membentuk percabangan di sepanjang tepi distal segmen menyisakan ruang tempat terendapnya kalsium karbonat dalam bentuk aragonit yang disebut sebagai ruang interfilamen (*interfillament space*) (Hillis & Colinvaux, 1980). Setiap jenis *Halimeda* memiliki struktur dan bentuk *utricle* yang berbeda-beda (Kadi, 1987). Gambar 8 menunjukkan bahwa setiap jenis *Halimeda* memiliki struktur dan ukuran utrikulus yang berbeda. Hal inilah yang menjadi poin penting dalam identifikasi secara anatomi.



Gambar 6. Struktur *cortex* dan utrikulus pada *Halimeda*; (a) Ilustrasi struktur *cortex* dan penamaan cabang-cabang utrikulus pada *Halimeda* (Hillis & Colinvaux, 1980); (b) Struktur *cortex* pada *H. opuntia* (Koleksi Pribadi).

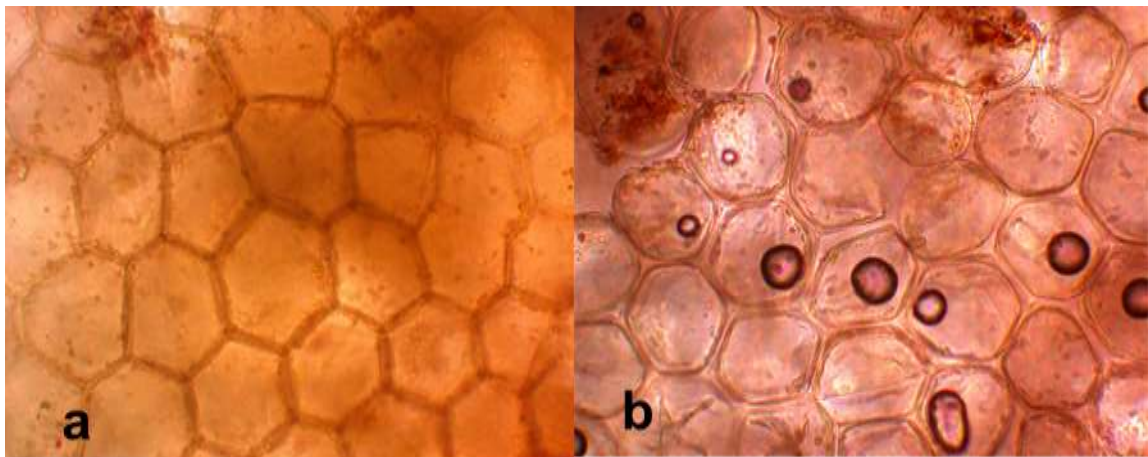




Gambar 7. Perbedaan struktur cortex pada beberapa jenis *Halimeda*; (1) *H. fragilis*; (2) *H. micronesica*; (3) *H. bikinensis*; (4) *H. scabra*; (5) *H. gigas*; (6) *H. opuntia*; (7) *H. tuna*; (8) *H. macrophysa*; (9) *H. gracilis*; (10) *H. cuneata*; (11) *H. discoidea*; (12) *H. lacrimosa*; (13) *H. lacunalis*; (14) *H. taenicola*; (15) *H. simulans*; (16) *H. monile*; (17) *H. macroloba*; (18) *H. stuposa*; (19) *H. cylindracea*; (20) *H. favulosa*; (21) *H. incrassata* (Hillis & Colinvaux, 1980).

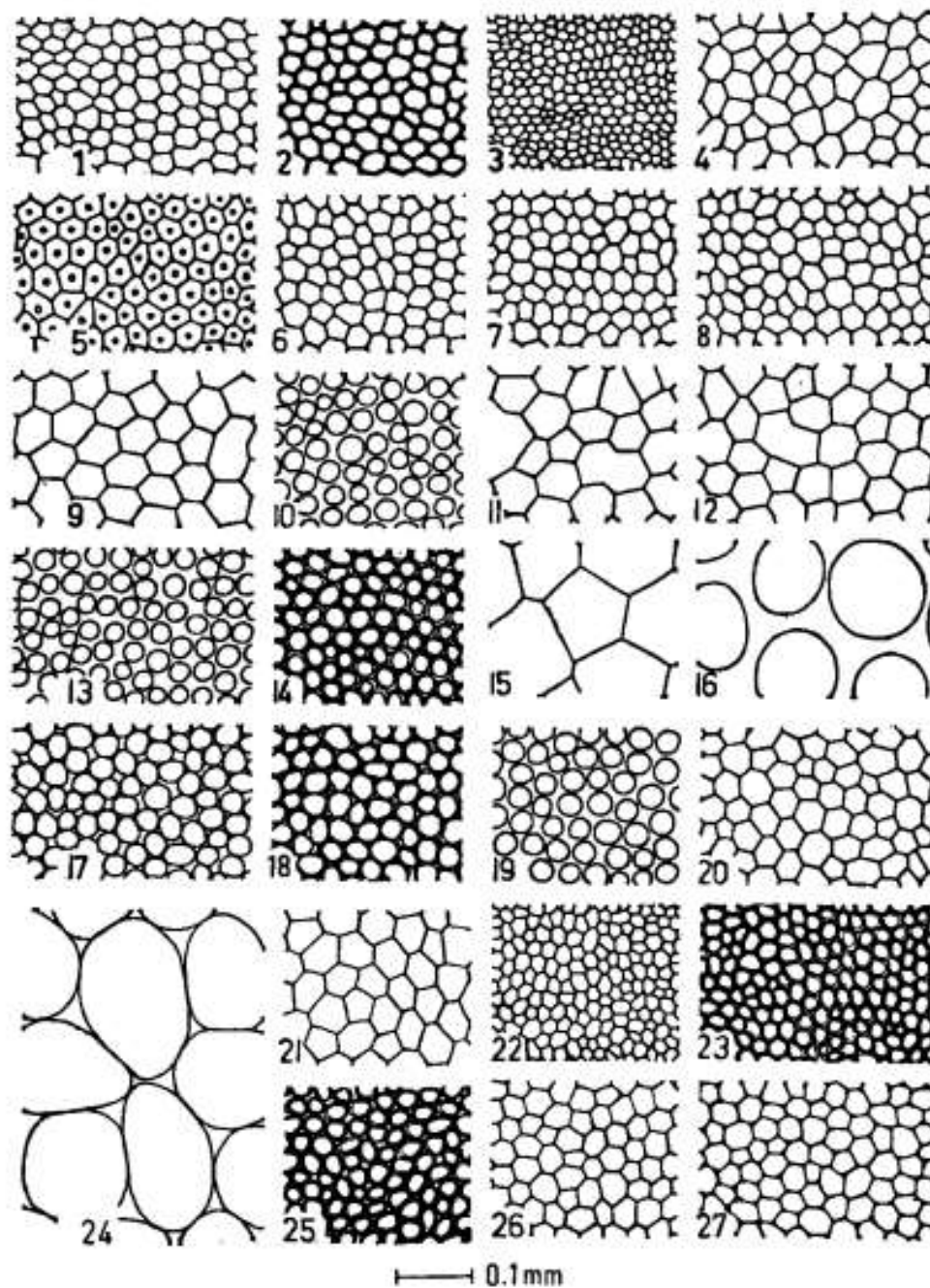
### 3. *Peripheral Utricle*

*Peripheral utricle* adalah struktur *polygonal* saat dilihat dari permukaan akibat dari saling melekatnya tepi perifer dari *utricle* primer (Hillis & Colinvaux, 1980). *Peripheral utricle* pada setiap jenis *Halimeda* memiliki bentuk bermacam-macam, seperti *circle*, *oval*, *hexagonal* dan *polygonal* (Gambar 9). Meskipun ada beberapa jenis yang memiliki bentuk *peripheral utricle* yang sama, akan tetapi rentang diameter setiap jenis berbeda-beda, misalnya pada *Halimeda simulans* dan *Halimeda monile*, *Halimeda tuna* dengan *Halimeda discoidea*, dan *Halimeda macroloba* dengan *Halimeda borneensis* (Kadi, 1987). Hillis & Colinvaux (1980) menyatakan bahwa bentuk dan diameter *peripheral utricle* merupakan karakteristik yang paling penting dalam penentuan jenis. *Peripheral utricle* dapat dilihat pada mikroskop pada pembesaran x10 dan x40 untuk pengukuran yang lebih akurat. Pada mikroskop, *peripheral utricle* akan terlihat seperti lembaran *polygonal* yang menyerupai sarang lebah (Gambar 9).



Gambar 8. Dua bentuk umum *peripheral utricle* pada *Halimeda* (a) *Hexagonal*; (b) *circle* (Koleksi Pribadi).





Gambar 9. Bentuk utrikulus perifer dilihat dari permukaan pada mikroskop (1) *H. cuneata*, regular segment; (2) *H. cuneata*, dari segmen bantalan yang menebal; (3) *H. opuntia*; (4) *H. copiosa*; (5) *H. scabra* (6) *H. lacunalis*; (7) *H. gracilis*; (8) *H. lacrimosa*; (9) *H. tuna*; (10) *H. fragilis*; (11) *H. discoidea*; (12) *H. taenicola*; (13) *H. micronesica* dari segmen dewasa; (14) *H. micronesica* dari segmen muda; (15) *H. gigas*; (16) *H. macrophysa*; (17) *H. bikinensis* dari segmen dewasa; (18) *H. bikinensis* dari segmen muda; (19) *H. macroloba* dari segmen dewasa; (20) *H. macroloba* dari segmen muda; (21) *H. incrassata*; (22) *H. cylindracea* dari segmen dewasa; (23) *H. cylindracea* yang menunjukkan dinding segmen basal (tua) yang agak menebal; (24) *H. favulosa*; (25) *H. stuposa*; (26) *H. monile*; (27) *H. simulans* (Hillis & Colinvaux, 1980).

#### D. Habitat *Halimeda*

Meskipun makroalga genus *Halimeda* dapat hidup pada substrat lumpur, pasir, sponge maupun batu (Arfah & Patty, 2014), namun umumnya ditemukan pada tipe substrat pasir berlumpur, substrat lunak dan patahan karang. Karakteristik substrat dan habitat pada *Halimeda* menentukan bentuk *holdfast* yang dimiliki tiap jenis. Bentuk *bulbous* ditemukan pada jenis yang tumbuh di substrat pasir berlumpur, sedangkan *Halimeda* yang tumbuh pada benda keras, seperti patahan karang dan batu memiliki karakteristik berupa *holdfast* yang menyerupai *rhizoid*. Sehingga, jenis substrat dan habitat merupakan salah satu kunci untuk mengetahui jenis dari *Halimeda* (Kadi, 1987).



Gambar 10. Habitat *Halimeda* di perairan (Koleksi Pribadi).

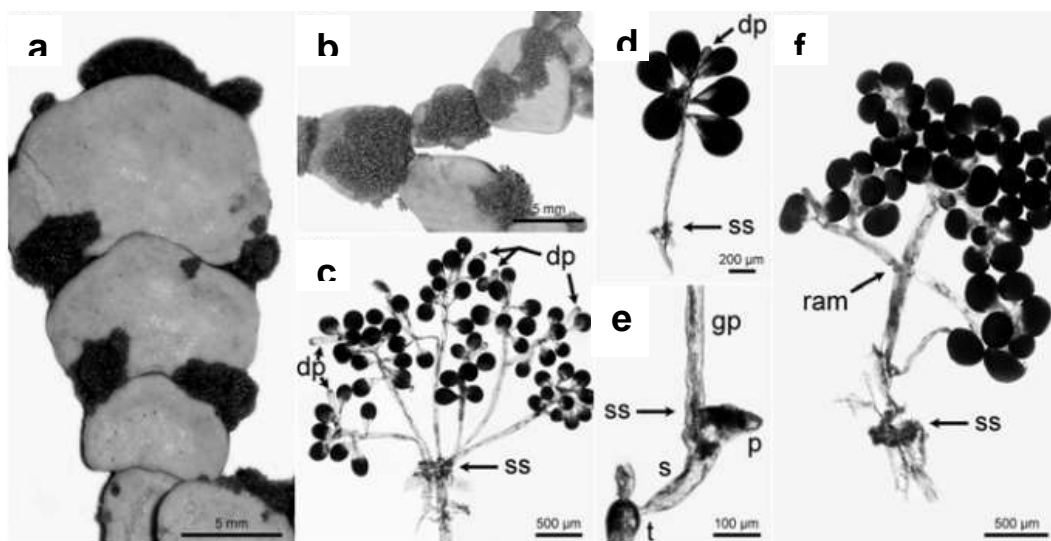
#### E. Reproduksi *Halimeda*

##### 1. Reproduksi Seksual

*Halimeda* merupakan tumbuhan *dioecious* dengan gamet jantan dan gamet betina berada pada individu yang berbeda (Pongparadon, 2009). Gamet terbentuk dalam kelompok gametangial bertangkai yang menyerupai anggur (Clifton & Clifton, 1999), dengan variasi ukuran, bentuk, asal struktur dan posisi pada segmen (Verbruggen, 2005). Pada sebagian besar jenis, kelompok gametangial terletak di sepanjang tepi luar segmen (Gambar 11a). Meskipun demikian, beberapa jenis juga memiliki kelompok gametangial yang muncul di permukaan segmen (Gambar 11b). Gametofor atau tangkai yang membawa kelompok gametangia dapat tumbuh pada tepi

segmen distal sebagai kelanjutan dari filamen medula utama setelah fusi nodal (Gambar 11c), dapat berasal dari pertumbuhan lateral dari filamen meduler tanpa fusi (Gambar 11d), atau dari perluasan *peripheral utricle* atau *utricle* sekunder; (Gambar 11e) (Hillis & Colinvaux, 1980; Hillis, 1959).

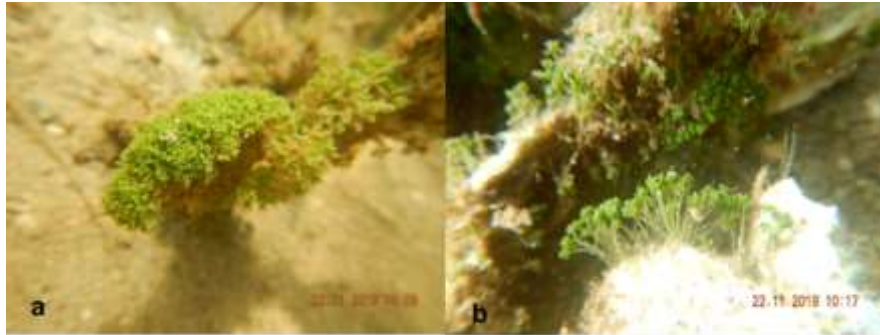
Proses reproduksi secara seksual dimulai ketika kelompok gametangial terbentuk pada malam hari, lalu berubah warna menjadi lebih gelap pada hari pertama dan malam kedua. Pada fajar hari kedua, gametangial akan menghasilkan gametofor pada tepi segmen yang menyerupai titik-titik berwarna hijau dan terdiri dari filamen yang di atasnya terdapat kelompok gametangia globular yang menyerupai anggur (Gambar 12a dan b) (Clifton & Clifton, 1999; Hillis & Colinvaux, 1980). Dalam waktu 12-24 jam sebelum pelepasan gamet, identitas seksual dapat diidentifikasi dengan perbedaan ukuran dan warna pada gamet. Makrogamet (gamet betina) berwarna coklat ke hijau tua dan memiliki bintik mata, sedangkan mikrogamet (gamet jantan) memiliki ukuran lebih kecil dari makrogamet dan berwarna hijau kekuningan. Gamet pada *Halimeda* adalah biflagellata (Gambar 13).



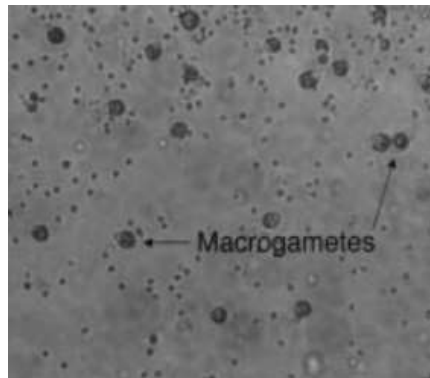
Gambar 11. Struktur reproduksi pada *Halimeda*; (a) Kelompok gametangial yang berasal dari tepi distal segmen *H. macroloba*; (b) Kelompok gametangial yang berasal dari permukaan segmen *H. cuneata*; (c) Gametofor yang berasal dari filamen *medulla* utama setelah fusi nodal di tepi segmen distal; (d) Gametofor yang berasal dari *utricle* sekunder pada *H. incrassata*; (e) Gametofor yang berasal dari utrikulus perifer atau *utricle* sekunder pada *H. incrassata*; (f) Gametofor yang berasal dari filamen *medulla* utama setelah fusi nodal di tepi segmen distal dan terpisah menjadi tiga kelompok oleh percabangan sentral pada *H. cylindracea* (Verbruggen, 2005).

Setelah gamet dilepaskan, *thallus Halimeda* akan mati dan rapuh. Segmen akan gugur setelah 2-3 hari setelah pelepasan gamet. Gamet yang dilepas sangat motil sehingga dalam beberapa menit banyak yang akan bergabung dengan gamet lain

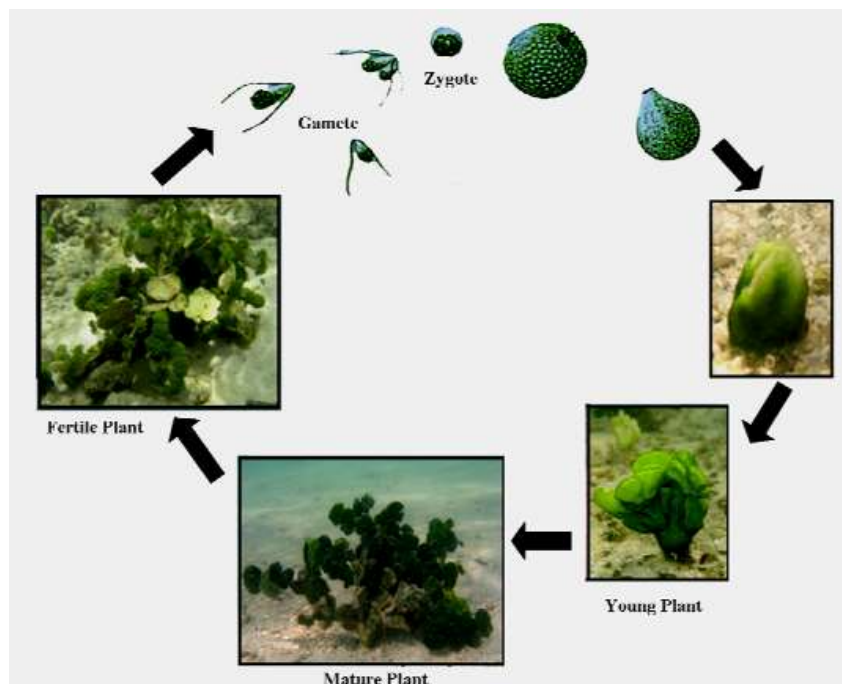
untuk membentuk zigot dan akan menjadi tanaman baru dalam beberapa hari (Gambar 14) (Clifton & Clifton, 1999; Pongparadon, 2009).



Gambar 12. Reproduksi seksual pada *Halimeda*; (a) Kelompok gametangial yang berasal dari tepi distal segmen; (b) Kelompok gametangial pada segmen *Halimeda* dilihat dari dekat (Koleksi Pribadi).



Gambar 13. Tampilan mikroskopis gamet biflagel pada *H. incrassata*, makrogamet dan mikrogamet (titik kecil) pada pembesaran x800 (Clifton & Clifton, 1999).



Gambar 14. Siklus reproduksi seksual pada *Halimeda* (Pongparadon, 2009).

## 2. Reproduksi Aseksual

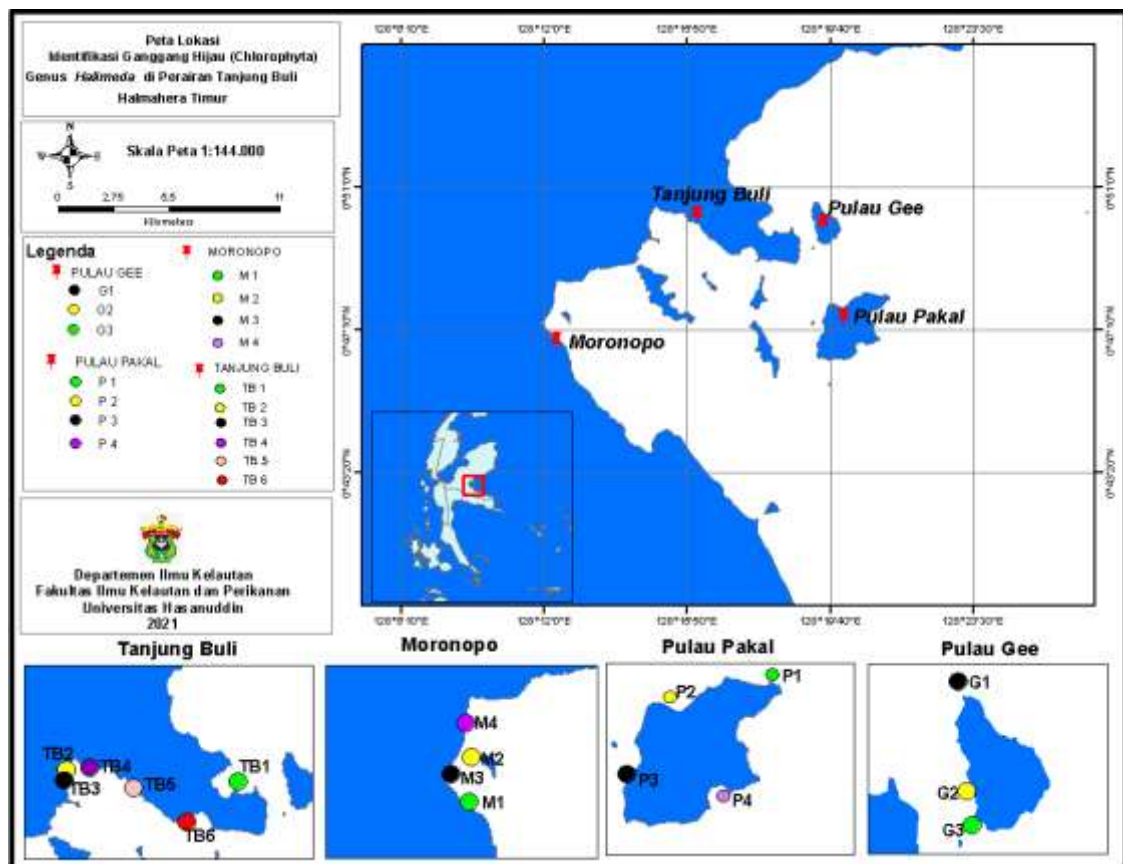
Reproduksi secara aseksual pada *Halimeda* berkontribusi besar dalam menghasilkan salinan dari tanaman yang diproduksi (Pongparadon, 2009). Jenis *Halimeda* yang tumbuh di pasir akan berkembangbiak menggunakan *runner* filamen. Filamen ini dapat mencapai ukuran 20 cm dan menyebar secara lateral melalui substrat, kemudian tumbuh ke atas untuk membentuk segmen baru. Tunas baru ini dapat dengan cepat menumbuhkan segmen baru, terkadang dengan kecepatan satu segmen per hari. Segmen-segmen ini akan terus bertumbuh hingga membentuk *thallus* muda dan terpisah dari induk hingga menjadi individu baru (Hillis & Colinvaux, 1980).

Reproduksi aseksual pada tanaman yang memiliki bentuk pertumbuhan menyebar (*sprawling*), terjadi melalui produksi filamen *rhizoid* antar segmen. Awalnya filamen ini berfungsi sebagai *holdfast* tambahan untuk mempertahankan tanaman agar tetap melekat pada substrat. Namun, hal ini dapat memungkinkan pembagian tanaman menjadi *thallus* yang terpisah ketika segmen cabang yang lebih tua hancur. Metode reproduksi ini berperan penting dalam memelihara petak-petak besar *Halimeda* (Hillis & Colinvaux, 1980). Selain dua metode diatas, *Halimeda* juga dapat bertahan dan berkembang setelah terfragmentasi oleh badai, gelombang atau hewan. Cabang-cabang sehat yang terfragmentasi dapat mengembangkan *holdfast* dengan cepat. Dibawah kondisi yang menguntungkan, mereka dapat menempel dan berkembang menjadi satu individu baru (Hillis & Colinvaux, 1980; Pongparadon, 2009).

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 sampai Juni 2022. Pengambilan sampel *Halimeda* dilakukan di 4 lokasi dengan total 17 stasiun pengambilan sampel (Gambar 16) dengan karakteristik lokasi yang berbeda-beda (Tabel 1). Untuk analisis dan identifikasi jenis dilakukan di Laboratorium *Multitropic Research Group*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M), Universitas Hasanuddin.



Gambar 15. Peta lokasi pengambilan sampel *Halimeda* di Perairan Kecamatan Maba

Tabel 1. Karakteristik lokasi pengambilan sampel (Budi et al., 2017).

Lokasi	Stasiun	Posisi		Karakteristik Umum
		BT	LU	
Pulau Gee	GI	128,31975	0,84522	Substrat pasir halus sampai sedang, pada beberapa bagian merupakan pantai berbatu
	GII	128,32090	0,82983	Substrat lumpur bercampur pasir.
	GIII	128,32200	0,82475	Umumnya memiliki substrat berpasir kasar.
Pulau Pakal	PI	128,35088	0.80450	Substrat berupa pasir halus sampai sedang.
	PII	128,33017	0,80450	Umumnya memiliki substrat berbatu dan ditutupi oleh lumpur tipis, beberapa bagian berupa pantai