

**SKRIPSI**

**PENGARUH JARAK PENGIKATAN BIBIT PADA  
METODE APUNG SISTEM LONGLINE TERHADAP  
KANDUNGAN KLOOROFIL DAN KAROTENOID  
RUMPUT LAUT *Gracilaria changii* (Xia and Abott, 1991)**

**Disusun dan diajukan oleh**

**SRI AYU TANDI RA'PAK**

**L031181333**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
DEPARTEMEN PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**PENGARUH JARAK PENGIKATAN BIBIT PADA  
METODE APUNG SISTEM LONGLINE TERHADAP  
KANDUNGAN KLOOROFIL DAN KAROTENOID  
RUMPUT LAUT *Gracilaria changii* (Xia and Abott, 1991)**

**OLEH  
SRI AYU TANDI RA'PAK  
L031 18 1333**

Skripsi

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



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
DEPARTEMEN PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH JARAK PENGIKATAN BIBIT PADA  
METODE APUNG SISTEM LONGLINE TERHADAP  
KANDUNGAN KLOROFIL DAN KAROTENOID  
RUMPUT LAUT *Gracilaria changii* (Xia and Abott, 1991)

Disusun dan diajukan oleh

SRI AYU TANDI RA'PAK  
L031181333

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Budidaya Perairan  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 04 November 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Rustam, M.P.  
NIP. 195912311987021010

Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc.  
NIP. 19620224 198811 1 001

Ketua Program Studi  
Budidaya Perairan  
Universitas Hasanuddin



Dr. N. Sriwulan, MP  
NIP. 19660630 199103 2 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Ayu Tandi Ra'pak  
NIM : L031 18 1333  
Program Studi : Budidaya Perairan  
Jenjang : S1

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul: "Pengaruh Jarak Pengikatan Bibit pada Metode Apung Sistem Longline Terhadap Kandungan Klorofil dan Karotenoid Rumput Laut *Gracilaria changii*" adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17 tahun 2007).

Makassar, November 2022  
Menyatakan,



Sri Ayu Tandi Ra'pak  
NIM. L031 18 1333

## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sri Ayu Tandi Ra'pak  
NIM : L031 18 1333  
Program Studi : Budidaya Perairan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi skripsi 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 mempublikasinya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap dilakukan.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Budidaya Perairan

Penulis



Dr. Ir. Sriwulan, M.P  
NIP. 19660630 199103 2 002



Sri Ayu Tandi Ra'pak  
NIM. L031 18 1333

## ABSTRAK

**SRI AYU TANDI RA'PAK.** L031 18 1333. Pengaruh Jarak Pengikatan Bibit pada Metode Apung Sistem Longline terhadap Kandungan Klorofil dan Karotenoid dalam Rumput Laut *Gracilaria changii*. Dibawah bimbingan **Rustam** sebagai Pembimbing Utama dan **Gunarto Latama** sebagai Pembimbing Pendamping.

---

*Gracilaria changii* adalah salah satu jenis rumput laut dari kelas *Rhodophyceae* yang memiliki potensi ekonomi sebagai organisme budidaya penghasil agar dengan permintaan pasar yang tinggi. Pemilihan teknik budidaya yang tepat dapat meningkatkan produksi rumput laut, salah satunya dengan pengaturan jarak pengikatan bibit menggunakan metode apung sistem *longline*. Pemilihan metode ini diharapkan dapat meningkatkan sintesis pigmen klorofil dan karotenoid yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh jarak pengikatan bibit dengan metode apung sistem *longline* terhadap kandungan klorofil dan karotenoid dalam rumput laut *G. changii*. Metode penelitian yang dilakukan adalah menentukan perbedaan kandungan klorofil dan karotenoid antara ketiga jarak pengikatan bibit yaitu jarak pengikatan (A) 15 cm, (B) 25 cm, dan (C) 35 cm pada *G. changii*. Penelitian ini menggunakan analisis ragam atau *analysis of varians* (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Dapat disimpulkan, hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap parameter klorofil dan karotenoid di dalam *G. changii*. Hal ini diduga karena tiap jarak pengikatan bibit menunjukkan data parameter kualitas air yang sama dan perairan di sekitar lokasi budidaya memiliki nutrisi yang melimpah. Namun demikian kandungan klorofil dan karotenoid yang diperoleh yaitu klorofil pada perlakuan A  $0,005 \text{ mg/g} \pm 0,002 \text{ mg/g}$ , B  $0,007 \text{ mg/g} \pm 0,002 \text{ mg/g}$ , dan C  $0,008 \text{ mg/g} \pm 0,002 \text{ mg/g}$ , dan karotenoid pada perlakuan A  $0,309 \mu\text{g/g} \pm 0,121 \text{ mg/g}$ , B  $0,404 \mu\text{g/g} \pm 0,121 \text{ mg/g} \pm 0,100 \text{ mg/g}$ , dan C  $0,461 \mu\text{g/g} \pm 0,127 \text{ mg/g}$ .

**Kata kunci :** *Gracilaria changii*, karotenoid, klorofil, *longline*.

## ABSTRACT

**SRI AYU TANDI RA'PAK.** L031 18 1333. The Effect of Planting Space Differences with Floating Method Longline System towards Chlorophyll and Carotenoid Content in *Gracilaria changii* Seaweed. Under the Guidance of **Rustam** as Main Advisor and **Gunarto Latama** as Co-Advisor.

---

*Gracilaria changii* is a kind of seaweed from the Rhodophyceae class which has economic potential as a culture organism and agar-producing with high market demand. Selection of the right cultivation technique can increase the production of seaweed by adjusting the seeds spacing in floating method of the longline system. This method is expected to increase the chlorophyll and carotenoid pigments which plots an important role in the photosynthesis process. The purpose of this study is to determine the effect of planting space between the three planting space, (A) 15 cm, (B) 25 cm, and (C) 35 cm in order using the longline floating method on chlorophyll and carotenoids content in *G. changii* seaweed. This research uses analysis of variance test (ANOVA) with 95% confidence level. The results concluded the treatment had no significant effect on the chlorophyll and carotenoid parameters in *G. changii*. This is presumably because each plant spaces shows the same water quality parameter data and the research location has abundant nutrients. However, the chlorophyll and carotenoid content obtained were chlorophyll in treatment A  $0,005 \text{ mg/g} \pm 0,002 \text{ mg/g}$ , B  $0,007 \text{ mg/g} \pm 0,002 \text{ mg/g}$ , and C  $0,008 \text{ mg/g} \pm 0,002 \text{ mg/g}$ , and carotenoids in treatment A  $0,309 \text{ } \mu\text{g/g} \pm 0,121 \text{ mg/g}$ , B  $0,404 \text{ } \mu\text{g/g} \pm 0,121 \text{ mg/g} \pm 0,100 \text{ mg/g}$ , and C  $0,461 \text{ } \mu\text{g/g} \pm 0,127 \text{ mg/g}$ .

**Keywords** : carotenoids, chlorophyll, *Gracilaria changii*, longline, water quality.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Jarak Pengikatan Bibit pada Metode Apung Sistem Longline terhadap Kandungan Klorofil dan Karotenoid dalam Rumput Laut *Gracilaria changii*”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Pada proses penyelesaian Skripsi ini, banyak hal yang penulis lalui. Berbagai kesulitan dan tantangan yang mengiringi, namun berkat kerja keras, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah memberikan bantuan serta saran. Penulis mengucapkan terima kasih secara langsung maupun tidak langsung kepada:

1. Kedua Orang Tua saya yang sangat saya sayangi, hormati, cintai dan banggakan Ayahanda Muh. Yani Pata dan Ibunda saya Selvi Panggoa yang tak henti-hentinya memanjatkan do'a, memberikan saya bantuan serta memberikan dukungan dan kasih sayang sepenuhnya. Tanpa doa dan ridho dari beliau, segala pencapaian akademik ataupun non akademik saya mungkin tidak dapat terealisasikan.
2. Bapak Dr. Ir. Rustam, M.P., selaku pembimbing utama dan Bapak Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc., selaku pembimbing anggota yang dengan tulus dan sabar membimbing, memberikan motivasi, saran dan petunjuk mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi.
3. Bapak Safruddin S.Pi., M.P., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Ir. Sitti Aslamyah M.P., selaku Wakil Dekan Bidang Akademi, riset dan inovasi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Ir. Fahrul, M.Si., selaku Ketua Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin beserta seluruh staffnya.
6. Ibu Dr. Ir. Sriwulan, M.P., selaku penasehat akademik, dosen penguji serta Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar, yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menempuh perkuliahan.
7. Ibu Dr. Ir. Hasni Yulianti Azis, M.P., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat.



8. Kak Fitriyani selaku penanggung jawab Laboratorium Kualitas produktifitas dan kualitas perairan, dan Kak Heryana Umrah atas bantuan dan bimbingannya selama kegiatan penelitian sehingga dapat berjalan lancar.
9. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin yang telah membantu proses administrasi selama penyusunan skripsi.
10. Sahabat terkasih Hildawati, Herni Azis, Rizki Ramadhan, Ardianti Rukmana, Rahma Ashar, Meylan Anggraeni, Ahmad Albar, S.Pi., Ferdi dan Herdiawan Asnur yang telah menerima kekurangan penulis, kebersamai selama perkuliahan, membantu dan memotivasi penulis serta memberikan saran dalam setiap kegiatan akademik maupun non-akademik.
11. Teman seperjuangan penelitian saya, Tim Gracilaria Takalar, Rizki Ramadhan, Hildawati, Ardianti Rukmana, Meylan Anggraeni, Rahma Ashar, Syahlan Anugrah Taslim, Rahmawati dan Ahmad Zauki yang telah membantu dan kebersamai selama penelitian.
12. Teman-teman seperjuangan Budidaya Perairan angkatan 2018 atas kebersamaan, dukungan dan bantuan untuk penulis selama perkuliahan.
13. Semua pihak yang ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dari awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi nilai untuk kepentingan ilmu pengetahuan, serta segala amal baik dari pihak yang membantu penulis mendapat berkat dan karunia Allah SWT. Aamiin.

Makassar, November 2022



**Sri Ayu Tandil Rapak**

## BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama Sri Ayu Tandi Ra'pak lahir di Palopo, 30 Mei 1999, merupakan anak dari pasangan Muh. Yani Pata, S.E. dan Selvi Panggoa, S.An., sebagai anak ke-2 dari dua bersaudara. Penulis menamatkan pendidikan Sekolah Dasar di SD 23 Batara Palopo pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Palopo pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 3 Palopo pada tahun 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi semester IX Program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Penulis diterima di Universitas Hasanuddin pada tahun 2018 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Nasional (SBMPTN). Penulis merupakan anggota Keluarga Mahasiswa Prodi (KMP) BDP KEMAPI UNHAS. Dalam rangka menyelesaikan studi serta memenuhi syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana perikanan, penulis melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh jarak pengikatan bibit pada metode apung sistem longline terhadap kandungan klorofil dan karotenoid dalam rumput laut *Gracilaria changii*" yang dibimbing oleh Bapak Dr. Ir. Rustam, M.P., dan Bapak Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc.

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan dan Kegunaan .....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
A. Klasifikasi dan Morfologi <i>Gracilari changii</i> .....	3
B. Habitat dan Penyebaran .....	4
C. Budidaya Rumput Laut .....	4
1. Lokasi Budidaya .....	4
2. Metode Budidaya .....	5
D. Klorofil .....	7
E. Karotenoid .....	9
F. Faktor Lingkungan Perairan .....	11
1. Suhu .....	11
2. Salinitas .....	11
3. Derajat Keasaman (pH) .....	12
4. Kecerahan .....	12
5. Gerakan Air .....	13
6. Unsur Hara .....	13
III. METODE PENELITIAN .....	14
A. Waktu dan Tempat .....	14
B. Materi Penelitian .....	14
1. Rumput Laut Uji .....	14

2.	Desain Wadah Penelitian .....	14
C.	Prosedur Penelitian .....	15
1.	Persiapan Bibit .....	15
2.	Penanaman dan Pemeliharaan .....	16
3.	Pengambilan Sampel .....	16
D.	Rancangan Percobaan .....	16
E.	Parameter Penelitian .....	17
1.	Kandungan Klorofil-a .....	17
2.	Kandungan Karotenoid .....	17
F.	Analisis Data .....	17
IV.	HASIL .....	19
A.	Kandungan Klorofil-a .....	19
B.	Kandungan Karotenoid .....	19
C.	Parameter Kualitas Air .....	20
V.	PEMBAHASAN .....	21
A.	Kandungan Klorofil-a .....	21
B.	Kandungan Karotenoid .....	21
C.	Parameter Kualitas Air .....	23
VI.	KESIMPULAN .....	25
A.	Kesimpulan .....	25
B.	Saran .....	25
	DAFTAR PUSTAKA .....	26
	LAMPIRAN .....	31

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rata-rata kandungan klorofil (mg/g) rumput laut <i>G. changii</i> pada setiap perlakuan selama penelitian .....	19
2.	Rata-rata kandungan karotenoid ( $\mu\text{g/g}$ ) rumput laut <i>G. changii</i> pada setiap perlakuan selama penelitian .....	19
3.	Kisaran nilai parameter kualitas air selama penelitian .....	20

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Morfologi <i>Gracilaria changii</i> .....	3
2.	Metode dasar ( <i>bottom method</i> ) .....	5
3.	Metode lepas dasar ( <i>off bottom method</i> ) .....	6
4.	Metode apung ( <i>floating method</i> ) .....	6
5.	Struktur molekul klorofil- <i>a</i> .....	7
6.	Struktur <i>polyene chain</i> dan grup akhir karotenoid .....	9
7.	Peta lokasi penelitian .....	14
8.	Desain konstruksi .....	15

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
A	Lampiran Tabel	
1.	Hasil analisis kandungan klorofil-a pada setiap perlakuan di akhir penelitian .....	32
2.	Analisis ragam (ANOVA) hasil analisis kandungan klorofil-a .....	32
3.	Hasil analisis kandungan karotenoid pada setiap perlakuan di akhir penelitian .....	33
4.	Analisis ragam (ANOVA) hasil analisis kandungan karotenoid .....	33
B.	Lampiran Gambar	
1.	Pemilihan bibit .....	34
2.	Pengukuran berat bibit .....	34
3.	Penanaman bibit rumput laut .....	34
4.	Pembersihan rumput laut .....	35
5.	Pengambilan sampel .....	35
6.	Analisis sampel di lab menggunakan spektrofotometer .....	35

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Rumput laut adalah salah satu komoditas perikanan yang memiliki potensi untuk dikembangkan di daerah pesisir. Keunggulan yang dimiliki rumput laut yaitu mudah dibudidayakan, tidak memerlukan biaya besar, dan harga jual yang bagus (Yulistiana, 2020). Kementerian Kelautan dan Perikanan (2020) menyatakan, produksi budidaya rumput laut nasional pada tahun 2018 mencapai 10,18 juta ton dan terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2014-2019, ekspor rumput laut juga mengalami peningkatan dengan pertumbuhan rata-rata per tahun sebesar 6,53%. Tercatat pada tahun 2018, nilai ekspor rumput laut Indonesia mencapai 291,83 juta USD dan pada tahun 2019 mencapai 324,84 juta USD. Di Sulawesi Selatan, rumput laut merupakan satu dari lima komoditas utama ekspor dimana *Gracilaria* menjadi rumput laut dengan produksi tertinggi kedua mencapai 1.009.275,3 ton pada tahun 2020 (DKP Sulsel, 2021). Nilai ekspor yang terus meningkat memberikan peluang besar bagi pembudidaya rumput laut.

Salah satu jenis rumput laut dari kelas *Rhodophyceae* yang memiliki potensi ekonomi adalah *Gracilaria changii*. Rumput laut jenis ini memiliki toleransi faktor lingkungan yang cukup luas dan dapat hidup di perairan yang tenang pada substrat berlumpur (Jong *et al.*, 2015). *G. changii* merupakan sumber agar pada industri makanan, serta dapat menjadi antioksidan dan mengurangi resiko penyakit kardiovaskular sehingga berpotensi sebagai bahan pangan fungsional (Chan *et al.*, 2013). Ekstraksi *G. changii* menghasilkan agar berkualitas tinggi yang menjadi substitusi gelatin dalam bidang makanan, kosmetik, dan farmasi (Yow *et al.*, 2010).

Dari tahun ke tahun, perdagangan agar di dunia sebagai bahan baku maupun sebagai produk jadi berkembang pesat. Beberapa negara yang memiliki tingkat kebutuhan agar tinggi dan dapat menjadi peluang pasar ekspor yaitu Jepang, Amerika, Jerman, Italia, Thailand, Singapura, dan Malaysia (Sari *et al.*, 2020). Walaupun permintaan pasar yang tinggi, berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (2018), budidaya *Gracilaria* sp. kurang optimal sehingga rata-rata produksi agar nasional hanya mencapai pertumbuhan 4,7% per tahun.

Pemilihan teknik budidaya yang tepat menjadi salah satu faktor yang memengaruhi tingkat produksi rumput laut. Dengan teknik budidaya yang tepat, produksi rumput laut berpotensi untuk ditingkatkan. Salah satunya dengan pengaturan jarak pengikatan bibit. Jarak pengikatan bibit memiliki pengaruh terhadap produksi rumput laut karena jarak pengikatan yang dekat akan meningkatkan kompetisi thallus rumput laut (Desy *et al.*, 2016). Kompetisi antar thallus rumput laut berupa persaingan



mendapatkan unsur hara dan cahaya dari sinar matahari yang merupakan sumber energi untuk melakukan proses fotosintesis (Cokrowati *et al.*, 2020). Selain itu, jarak pengikatan yang terlalu lebar akan memberikan ruang bagi fitoplankton untuk tumbuh. Metode apung sistem *longline* adalah salah satu metode yang sangat potensial untuk diterapkan. Metode apung sistem *longline* merupakan cara budidaya rumput laut di dekat permukaan perairan menggunakan tali yang dibentangkan dari satu titik ke titik yang lain, dalam bentuk lajur lepas dengan bantuan pelampung. Metode ini memungkinkan bentangan mengikuti pasang-surut air sehingga rumput laut akan tetap berada di permukaan dan thallus rumput laut mendapat sinar matahari yang cukup untuk fotosintesis (Ariyati *et al.*, 2016).

Fotosintesis merupakan proses penting dalam pertumbuhan rumput laut (Cokrowati *et al.*, 2019). Proses fotosintesis menghasilkan karbohidrat. Karbohidrat diubah menjadi lendir polisakarida pada reaksi gelap yang tersimpan dalam dinding sel alga merah. Lendir polisakarida diubah menjadi senyawa organik kompleks seperti protein, lemak, asam nukleat dan molekul organik lain dengan proses enzimatik yang digunakan rumput laut untuk tumbuh (Ai dan Banyo, 2011). Pigmen penting yang digunakan rumput laut untuk fotosintesis adalah klorofil. Klorofil merupakan pigmen unik dengan warna hijau dan dapat ditemukan pada beragam tumbuhan, alga, dan cyanobacteria (Yudiati *et al.*, 2021). Pada *Rhodophyceae*, klorofil yang berfungsi sebagai penangkap cahaya utama saat proses fotosintesis adalah klorofil-*a* (Kondororik *et al.*, 2015). Selain klorofil, pigmen lain yang juga penting dalam proses fotosintesis adalah karotenoid. Karotenoid membantu klorofil untuk menyerap energi cahaya yang berlebih. Karotenoid merupakan pigmen tetraterpen yang menampilkan warna oranye, merah, kuning dan ungu (Maoka, 2019).

Berdasarkan uraian di atas, jarak pengikatan bibit berpengaruh terhadap kandungan klorofil dan karotenoid rumput laut *Gracilaria changii*. Guna mengevaluasi pengaruh jarak pengikatan terhadap kandungan klorofil dan karotenoid pada *Gracilaria changii* dengan metode apung sistem *longline* penelitian ini perlu dilaksanakan.

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh jarak pengikatan bibit yang berbeda dengan metode apung sistem *longline* terhadap kandungan klorofil dan karotenoid rumput laut *G. changii*.

Adapun kegunaan dari penelitian ini yaitu diharapkan penelitian ini dapat menjadi salah satu informasi tentang pengaturan jarak pengikatan bibit pada budidaya rumput laut *G. changii*. Selain itu, sebagai bahan acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Klasifikasi dan Morfologi *Gracilaria changii*

Rumput laut *Gracilaria changii* mempunyai klasifikasi sebagai berikut (WoRMS, 2022):

Kingdom : Plantae  
Divisi : Rhodophyta  
Kelas : Rhodophyceae  
Ordo : Gracilariales  
Famili : Gracilariaceae  
Genus : Gracilaria  
Spesies : *Gracilaria changii* (Xia dan Abbott, 1991)

Rumput laut Gracilaria adalah tumbuhan yang berbentuk rumpun dengan tipe percabangan yang tidak teratur. Ciri morfologi Gracilaria adalah thallus yang pada umumnya berbentuk silinder atau agak memipih. Ujung thallus berbentuk runcing dengan permukaan halus dan berbintil-bintil. Gracilaria dengan permukaan yang berbintil ditemukan dalam bentuk karposporofit (mengandung). Gracilaria hidup dengan melekatkan diri. Alat yang digunakan untuk melekatkan diri disebut juga alat cengkeram yang berbentuk cakram. Alat ini dikenal dengan nama '*hold fast*' (Sjafrie, 1990).

Menurut Yow (2014), rumput laut *G. changii* dalam keadaan segar berwarna coklat gelap dan dalam keadaan kering berwarna hitam; memiliki *holdfast* dan thallus yang berbentuk silindris dengan panjang 5-25 cm; percabangannya tidak teratur, berselang tiga sampai empat cabang secara berurutan. Ciri khas *G. changii* yaitu setiap cabang menyempit di pangkal membuat stipe yang kecil, membesar di ujung distal stipe, lalu secara bertahap meruncing ke arah puncak (Gambar 1).



**Gambar 1.** Morfologi *Gracilaria changii* (Koleksi pribadi, 2022)

## **B. Habitat dan Penyebaran**

Rumput laut *Gracilaria* merupakan tumbuhan yang hidup dengan cara melekat pada substrat padat, seperti kayu, batu, karang mati dan sebagainya (Sjafrie, 1990). *G. changii* secara alami tumbuh di dataran lumpur zona intertidal dan secara umum tumbuh sebagai alga epifit di akar mangrove, kerang, koral, dan keramba. *G. changii* mampu beradaptasi di ekosistem mangrove atau bakau (Phang *et al.*, 1996).

Rumput laut yang tergolong alga merah, tersebar secara luas di Malaysia, Thailand, Vietnam, Myanmar, Indonesia, Filipina dan Singapura (Yow, 2014). Di Indonesia, *Gracilaria* umumnya dikumpulkan dari perairan pantai pada musim-musim tertentu secara alami dan dibudidayakan di pesisir pantai dengan metode apung sistem *long line*. Di perairan Pantai Utara Pulau Jawa, *Gracilaria* telah banyak dibudidayakan oleh masyarakat seperti di Kabupaten Serang, Tangerang, Bekasi, Karawang, Brebes, Pemasang, Tuban dan Lamongan (Mustafa and Ratnawati, 2017). Di Sulawesi Selatan sendiri, *G. changii* dikembangkan oleh masyarakat di Desa Ujung Baji, Kabupaten Takalar (Mulyono *et al.*, 2020).

## **C. Budidaya Rumput Laut**

### **1. Lokasi Budidaya**

Habitat asli rumput laut berasal dari laut, namun rumput laut dapat dibudidayakan di laut maupun di tambak. Lokasi budidaya yang berbeda memiliki syarat pemilihan lokasi yang berbeda. Diperlukan kecermatan dalam memilih lokasi yang tepat agar budidaya rumput laut berhasil (Aslan, 1998).

Lokasi yang tepat menjadi tambak budidaya rumput laut *Gracilaria* sp., memiliki syarat yaitu lokasi tambak yang masih menjangkau pasang surut air sehingga memudahkan pergantian air, dasar tambak memiliki tekstur pasir berlumpur, memiliki saluran masuk dan keluar air yang berbeda, salinitas air antara 15-30 ppt, suhu antara 20-28°C, pH antara 6,0-9,0, kedalaman minimal 0,5-1,0 m, keadaan air yang tidak keruh agar sinar matahari dapat menembus dasar air, terbebas dari limbah domestik maupun industri, mudah memperoleh air tawar, serta akses menuju lokasi dapat dilalui transportasi (Aslan, 1998).

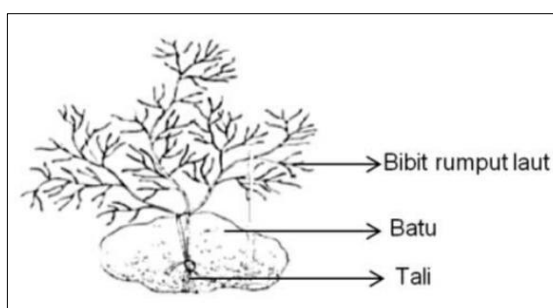
Sementara pada budidaya di laut atau pesisir pantai, persyaratan yang harus dipenuhi agar tidak terjadi kegagalan yaitu, perairan yang tenang, rumput laut secara alami tumbuh di sekitar perairan yang menunjukkan bahwa tempat tersebut dapat ditumbuhi rumput laut, pada surut terendah kedalaman tidak kurang dari 60 cm dan pada saat pasang tertinggi kedalaman tidak lebih dari 210 cm untuk mencegah tanaman kering, dasar perairan dengan tipe substratum dimana daerah ini merupakan daerah karang yang dasarnya terdiri dari pasir kasar yang bercampur dengan

potongan karang, jauh dari sumber air tawar, suhu antara 26-33°C, salinitas antara 15-38 ppt, bebas dari predator, akses menuju lokasi mudah dijangkau, mudah mendapat tenaga kerja dari warga lokal, terbebas dari limbah serta arus lalu lintas perairan, serta izin dari pemerintah yang jelas (Aslan, 1998).

## 2. Metode Budidaya

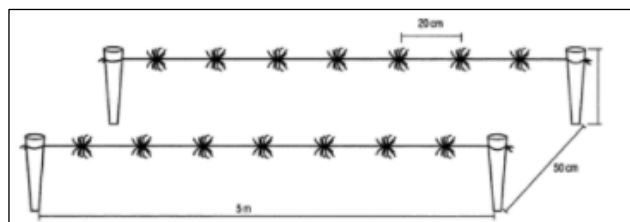
Keberhasilan proses budidaya rumput laut sangat bergantung dari teknik budidaya yang sesuai serta metode budidaya yang tepat. Metode budidaya yang digunakan hendaknya dapat meningkatkan pertumbuhan secara baik, mudah diterapkan dan menggunakan bahan baku yang murah serta mudah didapat. Metode budidaya yang dikembangkan di Indonesia di antaranya adalah metode tali rawai atau rentang, metode lepas dasar dan metode rakit apung (Abdullah, 2011).

Metode dasar (*bottom method*) merupakan metode budidaya rumput laut pertama yang digunakan oleh petani. Pelaksanaan metode ini mudah dan simpel, dengan cara mengikat bibit pada pemberat seperti batu karang atau batu biasa menggunakan tali plastik (Gambar 2). Di balik kemudahannya, metode dasar memiliki beberapa kelemahan yang menurunkan minat para petani. Tingkat produksi dengan metode dasar jauh lebih rendah dibanding dua metode lain. Hal ini dikarenakan, kurangnya intensitas cahaya matahari yang masuk ke dasar perairan serta memudahkan predator memakan rumput laut (Hidayat, 1994).



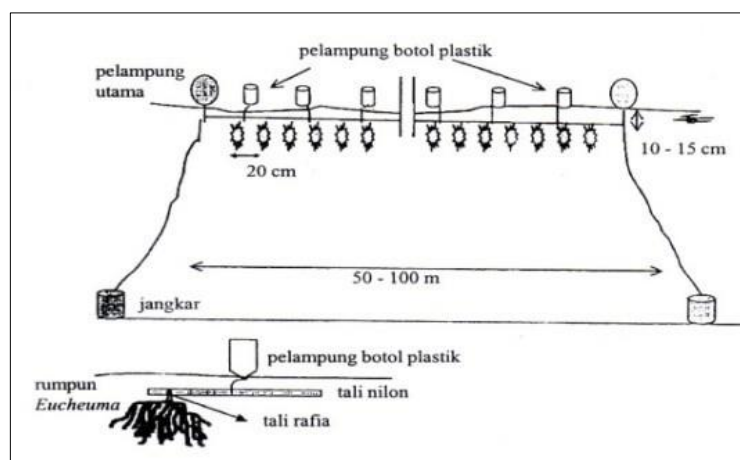
**Gambar 2.** Metode dasar (*bottom method*)

Tingkat produksi yang rendah dari metode sebelumnya membuat petani beralih ke metode lepas dasar (*off bottom method*). Metode ini cocok dilakukan di dasar perairan yang berpasir, berlumpur, dan lumpur berpasir. Kelebihan dari metode lepas dasar adalah jawaban dari kelemahan metode dasar, dimana tingkat produktivitas budidaya meningkat dan terhindar dari serangan predator. Di sisi lain, biaya yang dikeluarkan petani lebih besar untuk membiayai peralatan yang lebih banyak. Konstruksi metode lepas dasar dapat dilihat pada Gambar 3 (Hidayat, 1994).



**Gambar 3.** Metode lepas dasar (off bottom method)

Metode apung (*floating method*) merupakan gabungan dari metode dasar dan metode lepas dasar (Gambar 4). Pelaksanaan budidaya dengan metode ini jauh lebih mudah karena rumput laut akan mengikuti pasang surut air laut dan dapat diaplikasikan di macam-macam tempat seperti dasar perairan yang berpasir, berlumpur maupun lumpur berpasir. Keuntungan lain dari metode apung (*floating method*) yaitu produksi rumput laut lebih tinggi karena pertumbuhan yang lebih baik, rumput laut tidak hanyut, bisa diaplikasikan pada semua tipe perairan, dan bisa meminimalisir gangguan hama seperti bulu babi. Namun, kerugian dari pelaksanaan budidaya dengan metode apung yaitu, biaya yang lebih mahal dikarenakan banyaknya peralatan yang digunakan dengan tingkat kesulitan pembuatan yang lebih tinggi (Hidayat, 1994).

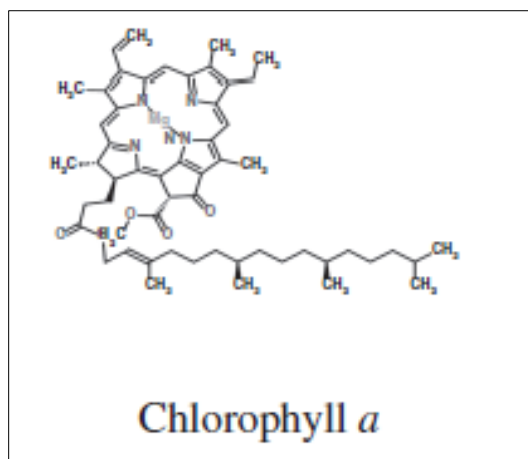


**Gambar 4.** Metode apung (*floating method*)

Salah satu modifikasi dari metode apung adalah metode tali panjang (*long line*) yang dikenal juga sebagai metode rawai. Metode ini diaplikasikan pada perairan dengan dasar berupa pasir atau pasir berlumpur dan kedalaman 1 m atau lebih. Metode rawai adalah cara membudidayakan rumput laut di kolom air (eupotik) dekat permukaan perairan dengan menggunakan tali yang dibentangkan dari satu titik ke titik yang lain dengan panjang 25-50 meter dalam bentuk lajur lepas atau terangkai dengan bantuan pelampung dan jangkar maupun patok (Hernanto *et al.*, 2015).

#### D. Klorofil

Klorofil merupakan pigmen unik berwarna hijau yang dapat ditemukan di berbagai tumbuhan, alga dan cyanobacteria. Sebutan klorofil diambil dari Bahasa Yunani yang artinya 'hijau' dan *phylon* yang artinya 'daun'. Isolasi dan penamaan klorofil pertama kali dilakukan oleh Joseph Bienaime Caventou (Ahli farmasi Prancis) dan Pierre-Joseph Pelletier (Ahli kimia Prancis) di tahun 1817. Menurut Pareek *et al.*, (2018) klorofil tersusun dari atom karbon (C) dan nitrogen (N) bersama ion magnesium (Mg) sebagai gugus inti atau posisi utama pada klorofil-a (Gambar 5).



**Gambar 5.** Struktur molekul klorofil-a

Molekul klorofil terdiri dari dua bagian yaitu kepala porfirin dan rantai hidrokarbon yang panjang, atau ekor fitol. Porfirin adalah tetrapirrol siklik, yang terdiri dari empat nitrogen yang mengikat cincin pirol yang dihubungkan dengan empat rantai metana disebut porfin (Roziaty, 2009). Klorofil dibentuk dari kondensasi suksinil CoA beserta dengan asam amino glisin menjadi suatu senyawa. Setelah melalui beberapa tahap reaksi, selanjutnya dengan adanya fitol dan enzim klorofilase diubah menjadi klorofil. Pada klorofil a terdapat gugusan metal, sedangkan pada klorofil b terdapat gugusan aldehyd (Razone, 2013).

Klorofil ada di daun, tangkai dan paling banyak ditemukan di organel kloroplas (Maoka, 2019). Kloroplas disebut juga 'pabrik makanan' dari sel tumbuhan karena sel ini memproduksi energi dan glukosa dibantu CO<sub>2</sub>, air dan sinar matahari untuk seluruh tubuh tumbuhan (Pareek *et al.*, 2018). Pada rumput laut khususnya alga merah, klorofil dapat ditemukan pada organel kloroplas yang ada di bagian di thalli. Kloroplas berukuran 0,2-0,4 mm. Di dalam kloroplas terdapat tilakoid yang mengandung pigmen klorofil (Lee, 2012). Di dalam kloroplas terdapat beberapa pigmen yang berfungsi menyerap warna atau gelombang cahaya yang berbeda-beda. Masing-masing menyerap maksimum pada gelombang cahaya tertentu. Pigmen umumnya mempunyai

penyerapan maksimum pada gelombang cahaya pendek dan juga panjang (Salisbury dan Ross, 1995).

Penamaan 'klorofil' awalnya hanya diberikan untuk kloroplas pada tumbuhan tingkat tinggi, tapi kemudian istilah klorofil diperluas untuk semua pigmen fotosintetik porfirin. Klorofil mengubah energi matahari menjadi energi kimia yang digunakan untuk membentuk molekul karbohidrat esensial (glukosa) yang menjadi sumber makanan bagi seluruh tubuh tumbuhan. Secara luas, proses pengubahan energi matahari menjadi energi kimiawi disebut fotosintesis (Pareek *et al.*, 2018). Fotosintesis adalah suatu proses penyusunan senyawa kimia dengan menggunakan energi cahaya. Proses fotosintesis akan terjadi jika ada cahaya dan pigmen perantara yaitu klorofil. Klorofil itu bertindak sebagai pengabsorbansi energi dari sinar matahari sehingga ia berubah menjadi molekul yang berenergi tinggi, yang dapat melepaskan elektron dari molekul air dan proton dari oksigen (Arrohman *et al.*, 2007). Reaksi kimia fotosintesis yaitu  $H_2O + CO_2 \rightarrow O_2 + Glukosa + Energi$ .

Secara umum klorofil terbagi ke dalam klorofil *a*, *b*, *c*, *d*, dan *e*. Klorofil-*a* dapat diisolasi dari semua jenis alga. Klorofil-*a* memiliki peran penting dalam fotosintesis. Hal ini menjadi alasan klorofil *a* lebih dominan dibanding klorofil jenis lain (Cokrowati *et al.*, 2020). Pada *G. changii*, klorofil-*a* juga lebih dominan dibanding klorofil lain (Chan dan Matanjun, 2016). Pada ganggang merah Rhodophyta juga ditemukan klorofil-*d* (Razone, 2013). Klorofil-*a* menghasilkan warna hijau biru, klorofil-*b* menghasilkan warna hijau kekuningan, klorofil-*c*; menghasilkan warna hijau cokelat dan klorofil-*d* menghasilkan warna hijau merah. Klorofil-*a* dan klorofil-*b* paling kuat menyerap cahaya bagian merah dan ungu spektrum, cahaya hijau yang paling sedikit diserap maka apabila cahaya putih menyinari struktur-struktur yang mengandung klorofil seperti misalnya daun maka sinar hijau akan dikirimkan dan dipantulkan sehingga strukturnya tampak berwarna hijau (Razone, 2013).

Refleksi atau transmisi dari cahaya hijau yang tidak dapat diserap (panjang gelombang intermedit) memberikan ciri warna hijau pada tumbuhan dan cairan klorofil. Tumbuhan tingkat tinggi, pakis, lumut, alga hijau dan organisme prokariotik hanya memiliki dua klorofil (klorofil *a* dan *b*), klorofil yang lain dapat ditemukan di alga dan bakteri. Klorofil-*a* umumnya menyerap cahaya merah dari spektrum matahari. Tingkat penyerapan tertinggi ditangkap pada 420nm dan 660nm pada pelarut organik, sedangkan pada sel fotosintesis tingkat penyerapan tertinggi mencapai 453nm dan 670-480nm (Pareek *et al.*, 2018).

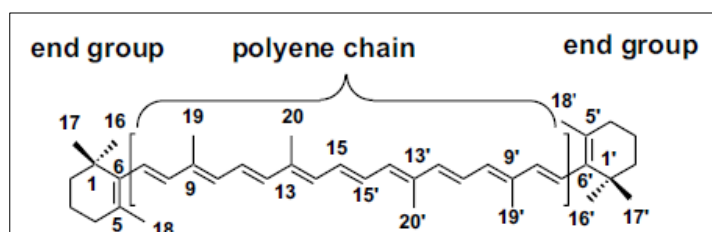
Klorofil banyak digunakan dalam industri makanan, obat-obatan maupun beberapa industri rumah tangga. Klorofil dalam bidang makanan dapat membantu penyerapan nutrisi, membersihkan sistem peredaran darah dan pencernaan, serta

menjaga keseimbangan asam-basa tubuh. Klorofil juga bermanfaat sebagai peningkat daya tahan tubuh, sumber energi, penguat dan penenang otak alami, pencegah konstipasi serta peningkat sirkulasi organ tubuh. Klorofil dapat membantu perbaikan jaringan, membersihkan darah, membantu hati dalam memproduksi sel darah merah dan pembersih tubuh internal (Limantara dan Rahayu, 2008). Selain itu, Lila (2004) menemukan bahwa klorofil dapat mengatasi anemia, kanker, radang pankreas, radang kulit, hipertensi, nyeri otot, jantung koroner, tukak lambung dan usus kecil, antibakteri, pengganti sel-sel yang rusak, memperbaiki fungsi hati, serta menyembuhkan luka.

Dalam bidang kesehatan, khususnya sebagai antikanker, klorofil berperan sebagai fotosensitizer yang dapat membunuh sel-sel kanker ketika senyawa tersebut diekspos cahaya dengan panjang gelombang tertentu (630-800 nm). Cara kerja klorofil sebagai antikanker dikenal dengan istilah terapi fotodinamika tumor dan kanker (*Photodynamic Therapy/PTD*). PTD memanfaatkan 3 faktor utama yaitu fotosensitizer, cahaya dan oksigen. Metode ini aman, ramah bagi tubuh pasien dan tidak seperti pengobatan kanker pada umumnya karena tidak menggunakan obat-obatan kimia (Limantara, 2004).

#### E. Karotenoid

Karotenoid merupakan pigmen tetraterpen yang menampilkan warna oranye, merah, kuning dan ungu. Karotenoid tersebar secara luas di alam dan dapat ditemukan pada kloroplas yang berperan dalam proses fotosintesis bakteri, *archaea*, fungi, alga dan tumbuhan. Pigmen ini umumnya terdiri dari delapan isoprene unit dengan 40 tulang karbon. Struktur umumnya terdiri dari rantai polyene dengan 9 pasang yang terhubung dan grup akhir pada kedua ujung rantai polyene (Maoka, 2019). Struktur rantai polyene dan grup akhir dari karotenoid dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Struktur polyene chain dan grup akhir karotenoid

Karotenoid terbagi dalam dua kelompok: karoten dan xantofil. Karoten seperti  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten,  $\gamma$ -karoten, dan *lycopene* adalah hidrokarbon. Sekitar 50 jenis karoten dapat ditemukan di alam. Sementara xantofil seperti  $\beta$ -cryptoxanthin, lutein, zeaxanthin, astaxanthin, fucoxanthin, and peridinin adalah karotenoid yang mengandung atom oksigen sebagai gugus hidroksi, karbonil, aldehida, karboksil,



epoksida, dan furanoksida di dalam molekul ini. Beberapa xantofil berbentuk sebagai ester asam lemak, glikosida, sulfat, dan protein kompleks (Maoka, 2019).

Karotenoid memiliki beberapa fungsi dalam fotosintesis. Karotenoid berfungsi sebagai fotoproteksi yaitu menyerap dan melepaskan energi cahaya yang berlebihan, yang jika tidak dilepas akan merusak klorofil. Warna bakteri, mikroorganisme, alga, dan tumbuhan berfungsi sebagai indikator perkembangan dan status psikologi dari organisme, dan dapat digunakan sebagai alat pengawasan. Pewarnaan pada tumbuhan dan alga umumnya terdiri dari pigmen fotosintesis seperti karotenoid dan klorofil (Richter dan Hader, 2018).

Karotenoid mengambil energi cahaya dan mentransfer energi ini menuju klorofil melalui proses pemindahan energi tunggal. Transfer energi ini menggunakan energi rendah yang biasa digunakan pada proses fotosintesis. Siklus xantofil berperan dalam penghilangan enzimatis dalam gugus epoksi dari xantofil (violaxanthin, antheraxanthin, dan lutein epoksida) untuk membentuk dipoksi xantofil (zeaxanthin dan lutein). Siklus enzimatis ini berperan penting untuk menstimulasi penghilangan energi dalam protein antena pengumpul cahaya oleh pendinginan non-fotokimia, sebuah mekanisme untuk mengurangi jumlah energi yang mencapai pusat reaksi fotosintetik. Pendinginan non-fotokimia adalah salah satu cara utama untuk melindungi dari *photo inhibition*. Pada tumbuhan tingkat tinggi, siklus xantofil terdiri dari violaxanthin-antheraxanthin-zeaxanthin. Selama masa stres akibat cahaya, violaxanthin dikonversi menjadi zeaxanthin melalui antheraxanthin intermedit, yang berperan langsung dalam mencegah cahaya sebagai antioksidan lipid-protektif dengan menstimulasi pendinginan non-fotokimia dalam protein pengumpul cahaya. Konversi dari violaxanthin ke zeaxanthin ini diperbaiki oleh enzim violaxanthin de-epoksidase, sedangkan reaksi sebaliknya dilakukan oleh zeaxanthin epoksidase. Lutein epoksida dan lutein adalah anggota dari siklus xantofil pada tanaman tingkat tinggi. Pada diatom, siklus xantofil terdiri dari diadinoxanthin dan diatoxanthin (Maoka, 2019).

Karotenoid merupakan salah satu pigmen yang banyak terdapat pada rumput laut merah seperti *G. changii*. Senyawa karotenoid yang banyak terdapat pada *G. changii* seperti  $\beta$ -carotene, zeaxanthin, lutein, dan antheraxanthin.  $\beta$ -carotene diminati oleh pasar produk alami karena campuran trans dan cis-isomer yang ada pada  $\beta$ -carotene memiliki aktivitas antikanker (Chan dan Matanjun, 2016).

Dalam bidang kesehatan, karotenoid diasosiasikan dengan respon imun yang lebih baik, perlindungan terhadap kanker dan sebagai antioksidan yang potensial. Karotenoid berfungsi sebagai nutrisi penting prekursor vitamin A yang akan diubah menjadi vitamin A. Terdapat 40 jenis karotenoid yang dapat menjadi prekursor vitamin A, seperti  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten,  $\gamma$ -karoten,  $\beta$ -karoten 5,6-epoksida,  $\beta$ -karoten 5,8

epoksida,  $\beta$ -kriptoxantin, kriptoxantin 5,6-epoksida, kriptokapsin dan lain-lain. Sebagai provitamin A, karotenoid dapat digunakan untuk mencegah dan mengatasi penyakit mata (Whitehead *et al.*, 2006). Menurut Trumbo dan Ellwood, 2006, lutein dan zeaxantin terbukti mampu mencegah dan menunda katarak. Sebagai antioksidan, karotenoid mampu melindungi sel dan organisme dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas yang dihasilkan tubuh pada waktu metabolisme atau terjadi akibat asap rokok, cahaya matahari, radiasi, dan bahan tercemar. Salah satu jenis karotenoid yang berperan utama menghambat radikal bebas adalah  $\beta$ -karoten (Limantara dan Rahayu, 2007).

## F. Faktor Lingkungan Perairan

Keberhasilan pertumbuhan dan penyebaran rumput laut sangat bergantung pada faktor lingkungan yang ada di sekitar lokasi tumbuh rumput laut. Faktor-faktor lingkungan budidaya yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut adalah sebagai berikut:

### 1. Suhu

Suhu air di permukaan perairan Indonesia umumnya berkisar antara 28°C sampai 31°C. Suhu air di dekat pantai biasanya sedikit lebih tinggi daripada di lepas pantai. Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu permukaan perairan ialah curah hujan, penguapan, kelembaban udara, temperatur udara, kecepatan angin dan intensitas cahaya (Nontji, 1993).

Suhu lingkungan berperan penting dalam proses fotosintesis, dimana semakin tinggi intensitas cahaya dan semakin optimum kondisi temperatur, maka akan semakin sistematis hasil fotosintetiknya (Lee *et al.*, 1999). Suhu mempengaruhi daya larut gas-gas yang diperlukan untuk fotosintesis seperti CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>, gas-gas ini mudah terlarut pada suhu rendah daripada suhu tinggi akibatnya kecepatan fotosintesis ditingkatkan oleh suhu rendah (Romimohtarto, 2001).

Rumput laut memerlukan sinar matahari untuk proses fotosintesis, karena itu rumput laut hanya dapat tumbuh pada perairan dengan kedalaman tertentu dimana sinar matahari dapat sampai ke dasar perairan (Ismail *et al.*, 2002).

### 2. Salinitas

Salinitas didefinisikan sebagai jumlah bahan padat yang terkandung dalam tiap kilogram air laut, dinyatakan dalam gram per-kilogram atau perseribu (Sutika, 1989). Salinitas amat penting bagi kelangsungan hidup organisme. Organisme laut dapat hidup pada perubahan salinitas yang kecil (*stenohaline*) maupun perubahan salinitas yang besar (*eurihaline*) (Hutabarat and Evans, 2001).

Salinitas laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran air sungai (Nontji, 1987). Masing-masing rumput laut dapat tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas tertentu tergantung pada toleransi dan adaptasinya terhadap lingkungan (Trono dan Fortes, 1988).

Rumput laut *Gracilaria* adalah rumput laut yang bersifat *eurihaline*, hidup dengan kisaran salinitas yang lebar dan mampu tumbuh di perairan payau. Pada musim kemarau, perairan mengalami penguapan sehingga menyebabkan salinitas naik hingga 35 ppt. Dan saat musim hujan atau basah, salinitas mengalami penurunan sampai 8 ppt. Dimana pada salinitas ini, rumput laut *Gracilaria* masih dapat hidup dan tumbuh (Trono, 1974).

### 3. Reaksi Kemasaman (pH)

*Power of Hidrogen* atau dikenal sebagai reaksi kemasaman (pH) adalah hasil pengukuran aktivitas ion hidrogen dalam perairan dan menunjukkan adanya keseimbangan antara asam dan basa perairan. Kisaran optimal pH dalam suatu perairan ialah 6,5-9,0. Apabila kisaran pH kurang dari 6,5 pertumbuhan organisme akan terhambat bahkan tingkat keasaman dapat mematikan organisme dan tidak ada laju produksi (Soesono, 1988).

Reaksi kemasaman merupakan salah satu faktor kimia air yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan rumput laut. pH yang optimal bagi pertumbuhan *Gracilaria* sp., berkisar 8,2-8,7 (Trono, 1988). Nilai pH dalam perairan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan pembentukan gel rumput laut dalam pembuatan agar-agar (Hidayat *et al.*, 2015).

### 4. Kecerahan

Cahaya merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan rumput laut. Kecukupan cahaya yang diterima rumput laut sangat menentukan kecepatan rumput laut dalam memenuhi kebutuhan unsur hara untuk pertumbuhan dan pembelahan selnya (Komarawidjaja, 2005).

Kualitas dan kuantitas cahaya sangat penting dalam respons fotosintesis dan pola metabolisme yang akan berubah berdasarkan kedalaman serta tergantung kecerahan dan partikel terlarut alami (Lobban and Harrison, 1997). Menurut Wattimury (1993), rumput laut mempunyai pigmen untuk perlindungannya. Pada umumnya *Gracilaria* sp., dapat tumbuh baik pada kedalaman 0,3-0,8 m, sedangkan untuk optimumnya berkisar 0,5 m.

## 5. Gerakan Air

Pergerakan air meliputi arus dan gelombang air. Pergerakan air memiliki fungsi untuk memecah lapisan atas permukaan air dan mengosongkan air dekat tanaman, sehingga mampu meningkatkan proses difusi (Sapri, 2017). Beberapa faktor yang menyebabkan arus antara lain gradien tekanan, hembusan angin dan perbedaan densitas atau pasang surut (Anggadiredja *et al.*, (2006).

Pergerakan air merupakan faktor penting dalam pertumbuhan rumput laut, karena mempengaruhi ketersediaan makanan, pengendapan dan pertumbuhan epifit (Kausky, 1989). Gerakan air dapat menghindarkan akumulasi dan epifit yang melekat pada thallus yang nantinya dapat menghalangi pertumbuhan rumput laut (Soegiarto *et al.*, 1978). Dengan adanya arus juga akan mempermudah pergantian dan penyerapan hara yang diperlukan oleh rumput laut tapi tidak sampai merusak rumput laut. Kisaran kecepatan arus yang baik untuk pertumbuhan rumput laut antara 0,2-04 m/s (Anggadiredja *et al.*, 2006). Sementara menurut Sulistijo (1994), kecepatan arus yang baik berkisar 0,33-0,66 m/s. Semakin kuat arus, semakin cepat pertumbuhan rumput laut karena difusi nutrisi ke dalam sel tanaman semakin banyak sehingga mempercepat metabolisme rumput laut.

## 6. Unsur Hara

Rumput laut memiliki klorofil yang membutuhkan nutrisi berupa unsur hara untuk melakukan proses fotosintesis dan mendukung pertumbuhannya. Masuknya nutrisi ke dalam rumput laut dilakukan dengan cara difusi melalui seluruh permukaan *thallus* (Doty and Glenn, 1981). Menurut Sarief (1986), rumput laut *Gracilaria* juga memerlukan nutrisi seperti nitrogen, fosfat dan kalium untuk pertumbuhannya.

Unsur hara yang penting bagi rumput laut seperti nitrat dan fosfat. Jika kedua unsur hara tersebut terpenuhi, maka kesuburan rumput laut akan meningkat secara cepat. Nitrat merupakan komponen utama dalam pertumbuhan *thallus* rumput laut sedangkan fosfat berupa *adenosin trifosfat* (ATP) merupakan komponen pendukung rumput laut dalam proses fotosintesis (Hasan *et al.*, 2015).

Kandungan nitrat akan menjadi faktor pembatas. Dimana kandungan nitrat yang baik untuk budidaya rumput laut *Gracilaria* sp., adalah 0,1-4,5 ppm. Sedangkan kandungan fosfat menunjukkan tingkat kesuburan perairan. Kandungan fosfat yang baik untuk budidaya rumput laut *Gracilaria* sp., adalah 0-1 ppm. Sedangkan unsur K merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan dalam jumlah banyak oleh tanaman rumput laut. Kalium digunakan untuk sel-sel tanaman selama proses asimilasi energi yang dihasilkan pada proses fotosintesis (Nicholls, 1993).