

SKRIPSI

**PENGARUH RASIO PEMBERIAN PUPUK UREA DAN SP-36
TERHADAP KLOOROFIL DAN KAROTENOID PADA RUMPUT
LAUT (*Gracilaria verrucosa*) YANG DIBUDIDAYAKAN
SECARA *OUTDOOR***

FATRIASI AMIRUDDIN
L031191086



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

PENGARUH RASIO PEMBERIAN PUPUK UREA DAN SP-36 TERHADAP KLOOROFIL DAN KAROTENOID PADA RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*) YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA *OUTDOOR*

Disusun dan diajukan oleh

FATRIASI AMIRUDDIN
L031191086



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH RASIO PEMBERIAN PUPUK UREA DAN SP-36 TERHADAP
KLOOROFIL DAN KAROTENOID PADA RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*)
YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA *OUTDOOR***

Disusun dan diajukan oleh

FATRIASI AMIRUDDIN

L031191086

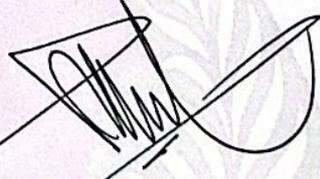
Telah mempertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada 24 Januari 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

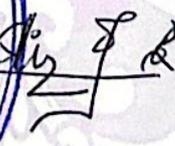
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Rustam, MP.
NIP. 195912311987021010


Ir. Abustang, MP.
NIP. 196201151987021001

Ketua Program Studi



Dr. Andi Aliah Hidayani, S.Si, M.Si.
NIP. 198005022005012002

Tanggal Pengesahan : 24 Januari 2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fatriasi Amiruddin

NIM : L031191086

Program Studi : Budidaya Perairan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**PENGARUH RASIO PEMBERIAN PUPUK UREA DAN SP-36 TERHADAP
KLOROFIL DAN KAROTENOID PADA RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*)
YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA *OUTDOOR***

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, 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 sesuai atas perbuatan tersebut.

Makassar, 24 Januari 2024


16A53ALX068365328
Fatriasi Amiruddin

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fatriasi Amiruddin

NIM : L031191086

Program Studi : Budidaya Perairan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagai atau keseluruhan ini Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin 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 diikutkan.

Makassar, 24 Januari 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Andi Aliah Hidayani, S.Si, M.Si.
NIP. 198005022005012002

Penulis



Fatriasi Amiruddin
NIM. L031191086

ABSTRAK

Fatriasi Amiruddin, L031191086. Pengaruh Rasio Pemberian Pupuk Urea Dan Sp-36 Terhadap Klorofil dan Karotenoid pada Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) yang dibudidayakan secara *outdoor*. Dibawah bimbingan **Rustam** sebagai Pembimbing Utama dan **Abustang** sebagai Pembimbing Pendamping.

Gracilaria verrucosa merupakan salah satu jenis alga merah yang menjadi komoditas unggulan perikanan budidaya dan bernilai ekonomis tinggi. Budidaya rumput laut jenis ini menjadi sumber mata pencaharian masyarakat pesisir. Penggunaan pupuk urea dan SP-36 sebagai sumber unsur N dan P dalam budidaya sangat penting untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas rumput laut karena menyediakan unsur hara pada media budidaya. Klorofil dan karotenoid merupakan pigmen yang ditemukan pada alga merah. Klorofil berperan menyerap energi sinar matahari yang kemudian digunakan untuk proses fotosintesis. Karotenoid merupakan salah satu pigmen pada alga merah yang mampu menyerap sinar matahari yang berlebih kemudian mendistribusikan ke seluruh permukaan thalli sehingga tidak terjadi kerusakan proses fotosintesis (fotooksidatif). Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh rasio konsentrasi N dan P dari pupuk urea dan SP-36 terhadap kandungan klorofil dan karotenoid *G. verrucosa* yang dibudidayakan secara *outdoor*. Penelitian berlangsung pada bulan Mei-Juni 2023 di *Hatchery* FIKP-UNHAS. Penelitian ini menggunakan sistem resirkulasi air terdiri dari 3 perlakuan dan setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Data kandungan klorofil dan karotenoid dianalisis menggunakan statistik non-parametrik Kruskal-Wallis. Hasil analisis baik pada kandungan klorofil dan karotenoid menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh atau hipotesis H_0 diterima dan H_1 ditolak. Kandungan klorofil dan karotenoid yang didapatkan mengalami penurunan dari perlakuan A, B dan C. Nilai pada klorofil dengan perlakuan A yakni $0,06 \text{ mg/g} \pm 0,0064$, perlakuan B yakni $0,05 \text{ mg/g} \pm 0,0063$ dan perlakuan C yakni $0,05 \text{ mg/g} \pm 0,0016$. Demikian juga nilai pada karotenoid dengan perlakuan A yakni $2,32 \text{ mg/g} \pm 0,040$, perlakuan B yakni $1,62 \text{ mg/g} \pm 0,061$ dan perlakuan C yakni $1,58 \text{ mg/g} \pm 0,041$. Parameter kualitas air yang diamati selama penelitian semuanya layak untuk pertumbuhan *G. verrucosa* kecuali CO_2 bebas yang dimana habis setelah pengamatan jam 14.00 siang.

Kata kunci: Klorofil, karotenoid, *G. verrucosa*, pupuk.

ABSTRACT

Fatriasi Amiruddin, L031191086. Effect of the Ratio of Urea and Sp-36 Fertilizer on Chlorophyll and Carotenoids in Seaweed (*Gracilaria Verrucosa*) cultivated outdoors. Under the guidance of **Rustam** as Main Supervisor and **Abustang** as Assistant Supervisor.

Gracilaria verrucosa is a type of red algae which is a superior commodity for aquaculture and has high economic value. This type of seaweed cultivation is a source of livelihood for coastal communities. The use of urea and SP-36 fertilizer as a source of N and P elements in cultivation is very important to improve the growth and quality of seaweed because it provides nutrients in the cultivation media. Chlorophyll and carotenoids are pigments found in red algae. Chlorophyll plays a role in absorbing sunlight energy which is then used for the photosynthesis process. Carotenoids are one of the pigments in red algae which are able to absorb excess sunlight and then distribute it throughout the surface of the thalli so that there is no damage to the photosynthesis process (photooxidation). The research aims to determine the effect of the N and P concentration ratio of urea and SP-36 fertilizer on the chlorophyll and carotenoid content of *G. verrucosa* cultivated outdoors. The research will take place in May-June 2023 at the FIKP-UNHAS Hatchery. This research used a water recirculation system consisting of 3 treatments and each treatment consisted of 3 replications. Data on chlorophyll and carotenoid content were analyzed using Kruskal-Wallis non-parametric statistics. The results of the analysis on both chlorophyll and carotenoid content showed that the treatment had no effect or the hypothesis H₀ was accepted and H₁ was rejected. The chlorophyll and carotenoid content obtained decreased from treatments A, B and C. The value of chlorophyll with treatment A was 0.06 mg/g ± 0.0064, treatment B was 0.05 mg/g ± 0.0063 and treatment C namely 0.05 mg/g ± 0.0016. Likewise, the value for carotenoids in treatment A was 2.32 mg/g ± 0.040, treatment B was 1.62 mg/g ± 0.061 and treatment C was 1.58 mg/g ± 0.041. The water quality parameters observed during the study were all suitable for the growth of *G. verrucosa* except free CO₂ which was exhausted after observation at 14.00 noon.

Keywords: chlorophyll, carotenoids, *G. verrucosa*, fertilizer.

KATA PENGANTAR

Puji syukur tidak henti-hentinya penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT atas berkat Ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pengaruh Rasio Pemberian Pupuk Urea dan SP-36 Terhadap Klorofil dan Karotenoid pada Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) yang dibudidayakan secara *outdoor*" ini dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Dalam penyelesaian studi dan penulisan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan baik pengajaran, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada proses penyelesaian skripsi ini, ada beberapa hal yang harus penulis lalui. Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah SWT. Yang telah memberikan karunia berupa kesehatan, kekuatan dan kesempatan karena atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
2. Kedua orang tua yang paling berjasa dalam hidup saya. Ibunda Syamsiar, S.SOS, MM. dan Ayahanda Amiruddin, S.E., MAP serta saudara penulis, Muhammad Fadli Amiruddin. Terimakasih atas segala kasih sayang yang diberikan, do'a, kepercayaan, dukungan dan segala saran yang membangun dalam penyelesaian Skripsi ini.
3. Bapak Safruddin, S.Pi., M. P., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Aslamyah, M.P., selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik, Riset Inovasi dan Kemahasiswaan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si., selaku ketua Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
6. Ibu Dr. Andi Aliah Hidayani, S.Si, M.Si., selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
7. Bapak Dr. Ir. Rustam, MP., selaku Pembimbing Utama dan Bapak Ir. Abustang, MP., selaku Pembimbing Anggota yang sudah saya anggap sebagai orang tua saya yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang terbaik bagi penulis pada proses penelitian hingga penulisan skripsi ini.

8. Bapak Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc. dan Ibu Dr. Ir. Hasni Yulianti Azis, M.Sc, selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran selama perbaikan Skripsi kepada penulis.
9. Bapak dan Ibu dosen, serta staf pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin yang telah membantu selama proses perkuliahan baik dari segi ilmu, pengalaman serta administrasi penulis.
10. Teman-teman Budidaya Perairan 2019 yang memberikan dukungan, motivasi, dan kerja sama yang sangat baik kepada penulis selama masa perkuliahan di Kampus Merah Universitas Hasanuddin.
11. Atikah Nur Inayah yang telah kebersamai sejak menjadi mahasiswa baru hingga sama-sama berjuang dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Sahabat - sahabat penulis yang selalu memberikan *support* selama penulisan skripsi.
13. Keluarga besar UKM Paduan Suara Mahasiswa UNHAS yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah kebersamai dalam kegiatan perkuliahan, menjadi *support system*, memberikan dinamika yang luar biasa dalam masa perkuliahan penulis. Terimakasih sebanyak-banyaknya atas kesempatan yang diberikan sehingga dapat mengikuti lomba-lomba nasional hingga Internasional.
14. Kepada diri sendiri yang penuh khawatir namun tetap berani serta berusaha semaksimal mungkin hingga akhirnya mampu menyelesaikan skripsi ini.
15. Serta semua pihak yang telah membantu dan berperan selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

Penulis juga menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi setiap orang yang membacanya.

Makassar, 24 Januari 2024


Fatmahi Amiruddin

BIODATA DIRI



Penulis dengan nama lengkap Fatriasi Amiruddin lahir di Takalar, 13 November 2001, anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Amiruddin dan Ibu Syamsiar. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa semester IX, program studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penulis terlebih dahulu menyelesaikan Sekolah Dasar di SD Inpres 133 Pari'risi pada tahun 2013, SMP Negeri 2 Takalar pada tahun 2016, SMA Negeri 1 Takalar pada tahun 2019 dan melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Hasanuddin Program Studi Budidaya Perairan.

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
BIODATA DIRI	x
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 Morfologi	3
B. Habitat dan Penyebaran	4
C. Klorofil.....	5
D. Karotenoid	6
E. Kebutuhan Nutrien <i>Gracillaria verrucosa</i>	7
F. Kualitas Air.....	8
III. METODE PENELITIAN	11
A. Waktu dan Tempat.....	11
B. Materi Penelitian	11
1. Rumput Laut	11
2. Wadah Penelitian	11
3. Air Media.....	12
4. Pupuk.....	12
C. Prosedur Penelitian.....	12
1. Persiapan Bibit	12
2. Penanaman dan Pemeliharaan.....	12
3. Pengambilan Sampel	13

D. Rancangan Penelitian	13
E. Parameter Penelitian	13
1. Klorofil	13
2. Karotenoid	13
F. Analisis Data	14
IV. HASIL.....	15
A. Kandungan Klorofil.....	15
B. Kandungan Karotenoid	16
C. Parameter Kualitas Air	16
V. PEMBAHASAN.....	18
A. Kandungan Klorofil.....	18
B. Kandungan Karotenoid	19
C. Kualitas Air	20
VI. PENUTUP.....	22
A. Simpulan	22
B. Saran.....	22
DAFTAR PUSTAKA.....	23
LAMPIRAN.....	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil pengukuran parameter kualitas air selama penelitian	17

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Rumput laut <i>Gracilaria verrucosa</i> (dokumentasi penelitian)	3
Gambar 2. Struktur klorofil-a (Scheer, H., 2015 <i>dalam</i> Rustam, 2017).....	5
Gambar 3. Lokasi Penelitian.....	11

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Kerja.....	29
Lampiran 2. Data kandungan klorofil.....	30
Lampiran 3. Hasil Analisis Kruskal-Wallis kandungan klorofil dalam rumput laut <i>G. verrucosa</i> pada setiap perlakuan	31
Lampiran 4. Data kandungan karotenoid	32
Lampiran 5. Hasil Analisis Kruskal-Wallis kandungan karotenoid dalam rumput laut <i>G. verrucosa</i> pada setiap perlakuan	33
Lampiran 6. Perrhitungan rasio konsentrasi pupuk urea dan SP-36.....	34
Lampiran 7. Dokumentasi kegiatan penelitian	35

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Rumput laut yang melimpah merupakan salah satu kekayaan sumberdaya hayati yang negara Indonesia miliki. Rumput laut menjadi komoditas unggulan perikanan budidaya karena memiliki berbagai komponen bernilai ekonomis tinggi yang dapat dimanfaatkan masyarakat sebagai salah satu sumber mata pencaharian (Agustang *et al.*, 2021). Indonesia memiliki andil besar dalam pasar rumput laut dunia. Produksi rumput laut Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Indonesia memproduksi 9.746.946 ton rumput laut sepanjang 2019 yang tersebar di berbagai wilayah. Menurut data BPS 2022, Provinsi Sulawesi Selatan menjadi penyumbang terbesar produksi Rumput Laut di Indonesia yang memberikan kontribusi sebesar 32,57% terhadap total produksi rumput laut di Indonesia (Kurniawati *et al.*, 2022).

Gracilaria verrucosa merupakan salah satu jenis alga merah yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan menjadi jenis rumput laut utama penghasil agar – agar (agarofit) yang sangat laku di pasaran baik dalam dan luar negeri. *G. verrucosa* banyak dimanfaatkan dalam industri pangan, kosmetika, dan farmasi (Waluyo *et al.*, 2019). Budidaya rumput laut *G. verrucosa* merupakan kegiatan yang populer karena kemampuan adaptasinya terhadap kondisi ekologi di tambak, tingkat produksi yang tinggi dan kualitas gel yang berkualitas. Faktor terpenting untuk mencapai tingkat produksi yang tinggi yakni pemahaman dan kemampuan teknis pembudidaya dalam mengelola budidaya rumput laut *G. verrucosa* (Halid dan Patahiruddin, 2020).

Penggunaan pupuk dalam budidaya rumput laut sangat penting untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas rumput laut karena dapat menyediakan unsur hara pada media budidaya. Nutrien merupakan unsur hara yang diperlukan rumput laut sebagai sumber energi untuk menyusun komponen sel selama proses pertumbuhan dan perkembangannya (Rijoly *et al.*, 2020). Penambahan pupuk urea dan SP 36 dapat menjadi alternatif dalam memelihara kesuburan rumput laut (Waromi, 2015). Unsur Nitrogen (N) dan Fosfor (P) merupakan unsur utama pada tumbuhan karena sebagai penyusun protein, klorofil, asam nukleat dan sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis sehingga dapat memacu pertumbuhan rumput laut yang lebih maksimal.

Fotosintesis merupakan proses penting dalam pertumbuhan rumput laut. Klorofil dan karotenoid merupakan pigmen yang ditemukan pada alga merah. Klorofil merupakan pigmen hijau yang berfungsi menyerap energi dari sinar matahari yang kemudian digunakan untuk memproduksi oksigen dan karbohidrat menjadi nutrisi. Pada alga merah umumnya ditemukan klorofil a sebagai penangkap cahaya utama. Selain klorofil, pigmen penting dalam proses fotosintesis adalah karotenoid. Karotenoid merupakan pigmen pendukung (aksesoris) berwarna kuning, oranye, atau merah yang mampu menyerap energi dari sinar matahari yang berlebih kemudian ditransfer ke klorofil untuk membantu proses fotosintesis. Pigmen klorofil dan karotenoid pada rumput laut memiliki manfaat diantaranya yakni meningkatkan sistem kekebalan tubuh, sebagai antioksidan, dan sebagai bahan pewarna alami (Suparmi dan Achmad, 2009). Kandungan pigmen fotosintesis yang berbeda akan memengaruhi kemampuan penyerapan intensitas cahaya dan akan memengaruhi hasil fotosintesis. Semakin tinggi kandungan pigmen rumput laut maka proses fotosintesis akan semakin optimal yang ditandai dengan bagusnya pertumbuhan rumput laut. (Dini *et al.*, 2021).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh pemberian pupuk urea dan SP-36 terhadap klorofil dan karotenoid pada rumput laut *G. verrucosa* yang dibudidayakan secara *outdoor*.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk urea dan SP-36 terhadap klorofil dan karotenoid pada rumput laut *G. verrucosa* yang dibudidayakan secara *outdoor*.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan dan informasi tentang bagaimana penggunaan pupuk urea sebagai unsur N dan SP-36 sebagai unsur P terhadap kandungan pigmen klorofil dan karotenoid pada pengembangan budidaya rumput laut *Gracilaria verrucosa* secara *outdoor* sekaligus menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi *Gracilaria verrucosa* dirincikan sebagai berikut (WoRms) :

Kingdom : Plantae

Divisi : Rhodophyta

Kelas : Florideophyceae

Sub Kelas : Rhodymeniophycidae

Ordo : Gracilariales

Famili : Gracilariaceae

Sub Famili : Gracilarioideae

Genus : *Gracilaria*

Spesies : *Gracilaria verrucosa* ((Hudson) Papenfuss, 1950)



Gambar 1. Rumput laut *Gracilaria verrucosa* (dokumentasi penelitian)

Rumput laut *G. verrucosa* termasuk dalam Class Rhodophyceae yang merupakan agarofit. Rumput laut ini merupakan salah satu kelompok tumbuhan laut yang mempunyai sifat tidak bisa dibedakan antara bagian akar, batang, dan daun. Seluruh bagian tumbuhan disebut thallus, Rumput laut ini digolongkan tumbuhan tingkat rendah (*Thallophyta*). Thallus ini ada yang uniseluler dan multiseluler. Sifat substansi thallus beranekaragam, ada yang lunak seperti gellatin (*gellatinous*), kertas diliputi atau mengandung zat kapur (*calcareous*), lunak seperti tulang rawan (*cartilagenous*), berserabut (*spongiuous*) dan

sebagainya. Karena sifat substansinya tersebut, rumput laut memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan air yang berbeda dengan tanaman lain yang tumbuh di darat (Sinulingga dan Sri, 2012).

Ciri – ciri khusus dari *G. verrucosa* yaitu memiliki thallus berbentuk silindris atau memipih, berbentuk rumpun dengan percabangan yang tidak teratur, thallus menyempit pada pangkal percabangan dan permukaan yang licin berwarna hijau, cokelat, kuning, kuning-cokelat atau kuning-hijau. Talus tersusun oleh jaringan yang kuat, bercabang-cabang dengan panjang kurang lebih 250 mm, garis tengah cabang antara 0,5-2,0 mm. Percabangan alternate yaitu posisi tegak percabangan berbeda tingginya, bersebelahan atau pada jarak tertentu berbeda satu dengan yang lain, kadang-kadang hampir dichotomous dengan pertulangan lateral yang memanjang menyerupai rumput. Bentuk cabang silindris dan meruncing di ujung cabang (Pong-Masak dan Simatupang, 2016). Rumput laut *G. verrucosa* memiliki nama daerah yang bermacam-macam, diantaranya: songo-songo, rambu kasang, janggut duyung, dongi-dongi, bulung embulung, agar-agar jahe, bulung sangu dan lain-lain (Amalia, 2013).

B. Habitat dan Penyebaran

Rumput *Gracilaria verrucosa* hidup melekat pada substrat berupa batu, pasir, lumpur, dan lain-lain dengan bantuan *hold fast* pelekat pada substrat padat. *G. verrucosa* dapat hidup pada perairan litoral dan sub litoral yang kedalamannya masih dapat dicapai oleh penetrasi cahaya matahari (Agustang *et al.*, 2021). *Gracilaria verrucosa* termasuk rumput laut yang dapat beradaptasi secara optimal pada perairan bersalinitas 15-24 ppt (Hamsa, 2016). Pertumbuhan *Gracilaria* diketahui lebih baik di tempat dangkal yang memiliki intensitas cahaya tinggi dari pada di tempat dalam. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan adalah 20-28°C dan pH optimum antara 6,0-9,0. Pada umumnya *Gracilaria* terdapat di muara sungai, melekat pada substrat karang di terumbu karang yang berarus sedang. Selain itu, substrat tempat melekatnya *Gracilaria* berupa batu, pasir dan lumpur (Oktavia, 2018).

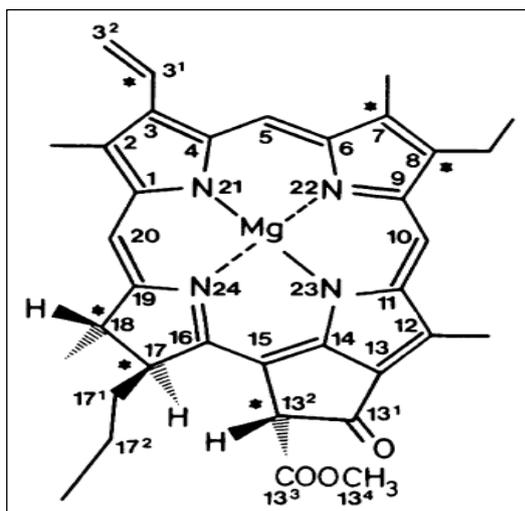
Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi yang menjadi sentra pengembangan rumput laut di Indonesia. Berdasarkan data dari Kawasan Konversi Perairan (KKP) Badan Pusat Statistika (BPS) Sulawesi Selatan tahun 2022, penyebaran budidaya *Gracilaria* mencapai 857.470.324 ton, produksi

terbanyak budidaya *G. verrucosa* di Sulawesi Selatan terletak di Kabupaten Luwu, Luwu Utara, Bone, Sinjai, Bulukumba, Takalar, Maros, dan Kota Palopo.

C. Klorofil

Klorofil merupakan pigmen hijau yang ditemukan dalam tumbuhan dan alga. Istilah klorofil berasal dari bahasa Yunani yaitu *chloros* artinya hijau dan *phyllos* artinya daun. Klorofil merupakan faktor utama yang mempengaruhi fotosintesis. Fotosintesis merupakan suatu proses biokimia pembentukan karbohidrat yang dilakukan oleh tumbuhan yang mengandung klorofil, baik tumbuhan tingkat tinggi, alga dan beberapa jenis bakteri (Zahara dan Sa'diyatul, 2021).

Klorofil merupakan pigmen utama yang terdapat dalam kloroplas yang mengandung tilakoid. Semua tanaman hijau mengandung klorofil a dan klorofil b. Klorofil a menyusun 75 % dari total klorofil. Kandungan klorofil pada tanaman adalah sekitar 1% berat kering. Kemampuan daun untuk berfotosintesis juga meningkat sampai daun berkembang penuh, dan kemudian mulai menurun secara perlahan (Maulid dan Ainun, 2015). Pada alga merah pusat reaksi fotosintesis adalah klorofil-a yang terdapat di dalam kloroplas. klorofil tersusun dari atom karbon (C) dan nitrogen (N) bersama ion magnesium (Mg) sebagai gugus inti atau posisi utama pada klorofil-a. Rumus empiris molekul klorofil-a adalah $C_{55}H_{77}O_5N_4Mg$ (Scheer, H., 2015 dalam Rustam, 2017)



Gambar 2. Struktur klorofil-a (Scheer, H., 2015 dalam Rustam, 2017)

Klorofil-a adalah satu-satunya tipe klorofil yang menempati membran tilakoid bersama karotenoid dan lutein, sehingga memudahkan proses fotosintesis berlangsung cepat di dalam air karena sebagian energi cahaya mengalami pembiasan. karotenoid merupakan pigmen dengan ekspresi warna

merah, kuning atau jingga, berfungsi menyediakan energi untuk klorofil a, khususnya di perairan dalam dan berfungsi melindungi tanaman dari radiasi ultraviolet- β yang berlebihan (Wenno, 2014).

Selain sebagai pigmen warna, Klorofil juga banyak digunakan dalam bidang kesehatan dan obat-obatan. Klorofil berperan penting sebagai anti kanker, sebagai antioksidan, dapat membantu keseimbangan hormon, dan meningkatkan pencernaan. Klorofil juga bermanfaat sebagai peningkat daya tahan tubuh (Parek, *et al.*, 2017).

D. Karotenoid

Karotenoid adalah pigmen yang memberikan warna kuning, jingga hingga merah pada tumbuhan. Menurut Schubert and Mendoza, (2006), organisme fotosintesis memiliki karotenoid yang berfungsi baik sebagai pigmen aksesori, fotoprotektif maupun sebagai pigmen structural karena profil karotenoid memberikan informasi tertentu tentang respons *photoacclimation* dan *photoprotection* terhadap kelebihan cahaya matahari. Karotenoid juga merupakan penanda chemosystematic yang penting karena enzim spesifik memediasi setiap langkah biosintesis karotenoid.

Karotenoid memainkan peran penting dalam fotosintesis oksigenik sebagai pigmen aksesori untuk menyerap cahaya berlebih atau sebagai molekul struktural yang menstabilkan kelipatan protein dalam aparatus fotosintesis (Siefertmann-Harms 1987 *dalam* Schubert and Mendoza, 2006). Karoten berperan sebagai precursor vitamin a dan memiliki struktur hidrokarbon. Sementara xantofil merupakan karotenoid yang memiliki pigmen berwarna kuning hingga merah, termasuk lain lutein, zeaxanthin dan violaxanthin (Maoka, 2019). Beberapa karotenoid memiliki fungsi perlindungan, baik sebagai peredam langsung oksigen reaktif pada proses fotosintesis (Edge *et al.*, 1997 *dalam* Schubert and Mendoza, 2006) atau berperan dalam pembuangan kelebihan energi (panas) dalam proses fotosintesis (Havaux and Niyogi, 1999). Hal serupa dijelaskan oleh Astuti *et al.*, (2016) bahwa karotenoid berperan sebagai fotoprotektor yang dapat melindungi klorofil dari kerusakan akibat oksidasi oleh oksigen (O_2) saat tingkat penyinaran tinggi.

Karotenoid dapat mencegah terbentuknya triplet klorofil (klorofil berikatan dengan oksigen) sehingga tidak dapat menghasilkan oksigen tunggal karena oksigen tunggal merupakan oksidan kuat yang akan mengoksidasi klorofil.

Karotenoid membantu mengoptimalkan penggunaan energi cahaya, melindungi klorofil dari kerusakan oksidatif, dan menjaga keseimbangan antara penyerapan cahaya dan perlindungan selama fotosintesis (Maleta *et al.*, 2018).

Alga merah dari ordo Gracilariales dan family Gracilariaceae mengandung komposisi karotenoid antara lain violaxanthin, antheraxanthin, zeaxanthin, β -cryptoxanthin dan β -carotene (Schubert Mendoza, 2006). Di dalam bidang kesehatan, karotenoid berfungsi sebagai antioksidan yang dapat melindungi tubuh dari radikal bebas, sebagai anti-kanker, untuk kesehatan mata, untuk kesehatan kulit: dapat melindungi kulit dari kerusakan sinar matahari, mencegah penuaan kulit, memperbaiki kerutan dan elastisitas pada kulit wajah, dapat menurunkan risiko penyakit jantung, untuk menurunkan kolesterol, dan menurunkan resiko kanker. Terdapat 600 jenis karotenoid yang telah teridentifikasi (Prakash dan Charu, 2014), akan tetapi baru sejumlah kecil yang telah teridentifikasi dengan baik dan yang telah diteliti manfaatnya bagi kesehatan. Beberapa karotenoid seperti likopen dan astaksantin juga digunakan dalam produk kosmetik dan perawatan kulit karena dapat memberikan efek antioksidan dan anti-aging pada kulit (Maleta *et al.*, 2018). Ditambahkan oleh Hendriyani *et al.*, (2018) bahwa karotenoid pada beberapa bunga dan buah merupakan pigmen yang dominan. Warna karotenoid pada daun tidak begitu terlihat karena tertutup oleh klorofil yang jauh lebih banyak. Apabila kandungan klorofil dalam daun berkurang, karotenoid mulai tampak dan menghasilkan warna kuning dan merah pada daun-daunnya

E. Kebutuhan Nutrien *Gracillaria verrucosa*

Rumput laut membutuhkan nutrien dalam jumlah yang seimbang agar dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Rumput laut memerlukan adanya unsur hara baik makro maupun mikro. Dalam pertumbuhan rumput laut, unsur hara yang paling banyak dibutuhkan dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan unsur hara lainnya yakni nitrat dan fosfat (Dewi dan Rani, 2019). Media atau perairan sebagai tempat tumbuh *G. Verrucosa* tidak selalu mengandung unsur hara yang cukup. Rumput laut memerlukan nutrien dari air laut untuk tumbuh. Kebutuhan unsur hara pada rumput laut dapat terpenuhi dengan melakukan penambahan pupuk urea dan SP-36 (Daud *et al.*, 2014). Radulovich *et al.*, (2015) menyatakan bahwa jika salah satu unsur hara tidak terpenuhi, maka

dapat menyebabkan pertumbuhan, perkembangan serta produksi rumput laut terhambat.

Pupuk merupakan salah satu faktor utama yang penting dalam pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Pupuk urea mengandung unsur hara nitrogen (N) yang bermanfaat untuk pertumbuhan dan kesuburan rumput laut. Unsur hara nitrogen yang cukup mampu meningkatkan produksi klorofil dan efisiensi fotosintesis. Sementara pupuk SP-36 mengandung unsur hara fosfat (P) yang diperlukan rumput laut untuk mendukung pertumbuhan akar dan tunas rumput laut.

F. Kualitas Air

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penentu dalam pertumbuhan dan perkembangan rumput laut. Kondisi suhu yang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dapat berdampak negatif pada rumput laut seperti penurunan pertumbuhan, kerusakan jaringan dan menyebabkan stress. Perbedaan suhu antara siang dan malam sangat berpengaruh dalam pertumbuhan alga. Semakin dalam perairan maka suhu semakin rendah ataupun sebaliknya (Abidin, 2018). Ditambahkan oleh Susanto *et al.*, (2021), suhu mempengaruhi laju fotosintesis dan kadar oksigen terlarut. Suhu yang optimal dalam mendukung pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* yakni berkisar 20-28°C.

2. Salinitas

Salinitas penting bagi kelangsungan hidup rumput laut. Salinitas adalah garam-garam terlarut dalam satu kilogram air laut dan dinyatakan dalam satuan perseribu. Dalam Andreyan *et al.* (2020), Salinitas yang tinggi akan mengakibatkan nonaktifnya pusat reaksi pada fotosistem dan dapat menghambat transfer elektron pada rumput laut. Ditambahkan oleh Sumiati (2019), Rumput laut jenis *G. verrucosa* dapat tumbuh optimal pada salinitas yang berkisar antara 15-24 ppt. Salinitas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menyebabkan gangguan pada proses fisiologis rumput laut. Jika salinitas rendah maka rumput laut tidak tumbuh dengan normal dan berwarna pucat. Sebaliknya, salinitas yang tinggi mengakibatkan thallus rumput laut menjadi pucat kekuning-kuningan dan rentan terhadap penyakit. Salinitas yang tepat memungkinkan rumput laut

memperoleh nutrisi yang diperlukan dan menjalankan proses fotosintesis dengan efisien (Susanto *et al.*, 2021).

3. Power of Hydrogen (pH)

Faktor lingkungan kimia air yang menentukan baik buruknya pertumbuhan pada rumput laut yaitu pH. Power of hydrogen (pH) adalah hasil pengukuran aktivitas ion hidrogen dalam perairan yang menunjukkan adanya keseimbangan antara asam dan basa perairan. pH memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap organisme perairan sehingga dijadikan sebagai pedoman untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan (Effendi, 2007). Menurut Ruslaini (2016), pH merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan alga laut. Nilai pH yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan rumput laut berkisar antara 6,0-9,0 pada perairan yang relatif tenang dengan substrat pasir berlumpur, atau substrat pasir berbatu. Nilai pH dalam perairan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan pembentukan gel rumput laut dalam pembuatan agar-agar (Hidayat *et al.*, 2015)

4. Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida (CO₂) merupakan gas tidak berwarna dan tidak berbau yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. CO₂ berbentuk gas pada keadaan sektoral dan tekanan standar. Kandungan CO₂ di udara segar bervariasi antara 0,03% (300 ppm) bergantung pada lokasi dimana CO₂ tersebut dihasilkan. Karbondioksida dihasilkan oleh semua hewan, tumbuh-tumbuhan, fungi, dan mikroorganisme pada proses respirasi, karbondioksida tersebut digunakan oleh tumbuhan dalam proses respirasi. Menurut Mulyati (2022), bentuk reaksi dari CO₂ adalah sebagai berikut:



keberadaan karbondioksida dalam air sangat penting untuk pertumbuhan yang optimal. Konsentrasi karbondioksida yang cukup memastikan rumput laut memiliki sumber karbon yang cukup untuk melakukan fotosintesis dengan efisien. Keberadaan CO₂ di perairan sulit terdeteksi dalam perairan karena CO₂ akan segera terpakai atau diserap oleh organisme termasuk fitoplankton pada saat proses fotosintesis berlangsung pada siang hari (Alamsyah, 2016).

5. Alkalinitas

Alkalinitas menjadi salah satu parameter kualitas air yang memiliki peran yang penting dalam proses budidaya. Alkalinitas merupakan kapasitas air untuk menetralkan tambahan asam, tanpa menurunkan pH larutan. Alkalinitas merupakan penyangga (buffer) terhadap pengaruh pengasaman. Alkalinitas berfungsi sebagai penyangga fluktuasi pH air. Apabila kandungan alkalinitas semakin tinggi maka kemampuan air untuk menyangga lebih tinggi yang berpengaruh pada fluktuasi pH yang semakin rendah (Ardiansyah *et al.*, 2020).

Menurut Tarigan (2019), Alkalinitas rendah diatasi dengan pengapuran 5 ppm, dan jenis kapur yang digunakan disesuaikan kondisi pH air sehingga pengaruh pengapuran tidak membuat pH air tinggi, serta disesuaikan dengan keperluan dan fungsinya. Alkalinitas berperan dalam menentukan kemampuan air untuk mendukung pertumbuhan alga dan kehidupan air lainnya, hal ini dikarenakan pengaruh system buffer dari alkalinitas. Alkalinitas berfungsi sebagai reservoir untuk karbon organik, sehingga alkalinitas diukur sebagai faktor kesuburan air.