

**SKRIPSI**

**PENGARUH RASIO PEMBERIAN PUPUK UREA DAN SP-36  
TERHADAP KANDUNGAN ESTER SULFAT DAN KADAR  
ABU PADA RUMPUT LAUT *Gracilaria verrucosa*  
YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA *OUTDOOR***

Disusun dan diajukan oleh:

**M. SIDDIQ S.**

**L031 19 1095**



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

**PENGARUH RASIO PEMBERIAN PUPUK UREA DAN SP-36  
TERHADAP KANDUNGAN ESTER SULFAT DAN KADAR  
ABU PADA RUMPUT LAUT *Gracilaria verrucosa*  
YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA *OUTDOOR***

OLEH:

**M. SIDDIQ S.  
L031 19 1095**

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  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH RASIO PEMBERIAN PUPUK UREA DAN SP-36  
TERHADAP KANDUNGAN ESTER SULFAT DAN KADAR ABU  
PADA RUMPUT LAUT *Gracilaria verrucosa* YANG DIBUDIDAYAKAN  
SECARA *OUTDOOR*

Disusun dan diajukan oleh

M. SIDDIQ S.

L031191095

Telah mempertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam  
rangka Penyelesaian Studi Program Budidaya Perairan Fakultas Ilmu  
Kelautan Dan Perikanan Universitas Hasanuddin  
pada Tanggal 14 Maret 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

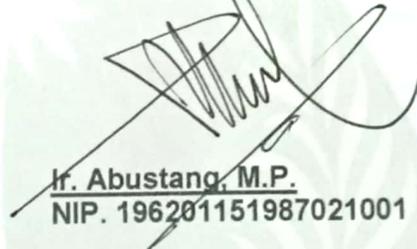
Menyetujui,

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pendamping



Ir. Abustang, M.P.  
NIP. 196201151987021001

Ketua Program Studi



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

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Siddiq S.

NIM : L031191095

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  
KANDUNGAN ESTER SULFAT DAN KADAR ABU 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, 14 Maret 2024



M. Siddiq S.

## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Siddiq S.

NIM : L031191095

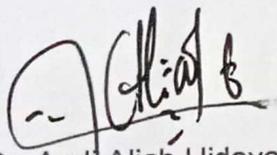
Program Studi : Budidaya Perairan

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.

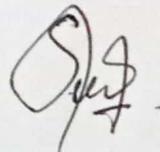
Makassar, 14 Maret 2024

Mengetahui,  
Ketua Program Studi



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

Penulis



M. Siddiq S.  
NIM. L031191095

## ABSTRAK

**M. Siddiq S.**, L031191095. Pengaruh Rasio Pemberian Pupuk Urea dan SP-36 terhadap Kandungan Ester Sulfat dan Kadar Abu Pada Rumput laut *Gracilaria verrucosa* yang Dibudidayakan secara *outdoor*. Dibawah bimbingan **Rustam** sebagai Pembimbing Utama dan **Abustang** sebagai Pembimbing Pendamping.

---

Rumput laut merupakan jenis makroalga organisme multiseluler yang membentuk biomassa dan banyak dijumpai di daerah interdal atau payau dengan cahaya matahari yang cukup dan melekat pada substrat di daerah *photic* atau merupakan bentik dilaut. Kandungan ester sulfat dan kadar abu pada rumput laut *G. verrucosa* sangat menentukan kualitas agar yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rasio N dan P yang terbaik dari pupuk urea dan SP-36 terhadap kandungan ester sulfat dan kadar abu pada rumput laut *G. verrucosa* yang dibudidayakan secara *outdoor*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2023 di *Hatchery* Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini menggunakan sistem resirkulasi air yang terdiri dari 3 perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 9 satuan percobaan. Data kandungan ester sulfat dan kadar abu dianalisis dengan menggunakan statistik non-parametrik Kruskal-Wallis dan uji lanjut Post Hoc pada taraf signifikansi 5%. Hasil analisis Kruskal-wallis memperlihatkan signifikansi 5% (sig. 0,05) menunjukkan bahwa hipotesis  $H_0$  ditolak dan hipotesis  $H_1$  diterima ( $H_1 < 0,05$ ). Uji Post Hoc menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rasio konsentrasi pupuk urea dan SP-36 terhadap kandungan ester sulfat dan kadar abu rumput laut *G. verrucosa*. Kandungan ester sulfat dan kadar abu tertinggi diperoleh pada rasio konsentrasi N:P 2 ppm : 1 ppm, yaitu (9,68% ± 0,40) dan juga (35,73% ± 0,12). Parameter kualitas air yang diamati selama penelitian semuanya layak untuk pertumbuhan *G. verrucosa* kecuali CO<sub>2</sub> bebas karena sudah habis digunakan saat proses fotosintesis.

**Kata kunci:** ester sulfat, fosfat, *Gracilaria verrucosa*, kadar abu, nitrogen.

## ABSTRACT

**M. Siddiq S.**, L031191039. The Influence of Urea and SP-36 Fertilizer Ratio on Sulfate Ester Content and Ash Content in *Gracilaria verrucosa* Seaweed Cultivated Outdoors. Supervised by Rustam as the Main Advisor and Abustang as the Co-Advisor.

---

Seaweed is a type of macroalgae, a multicellular organism that forms biomass and is often found in intertidal or brackish areas with sufficient sunlight and attached to substrates in photic or benthic areas in the sea. The sulfate ester content and ash content in *G. verrucosa* seaweed greatly determine the quality of the agar produced. This research aims to determine the best N and P ratio of urea and SP-36 fertilizers for sulfate ester content and ash content in *G. verrucosa* seaweed cultivated outdoors. This research was carried out in May-June 2023 at the Hatchery of the Faculty of Marine and Fisheries Sciences, Hasanuddin University. This research used a recirculating water system consisting of 3 treatments and 3 replications so there were 9 experimental units. Data on sulfate ester content and ash content were analyzed using Kruskal-Wallis non-parametric statistics and Post Hoc further tests at a significance level of 5%. The results of the Kruskal-Wallis analysis show a significance of 5% (sig. 0.05) indicating that the H0 hypothesis is rejected and the H1 hypothesis is accepted ( $H1 < 0.05$ ). Post Hoc Test shows that there are significant differences between treatments. This study aims to determine the concentration ratio of urea and SP-36 fertilizers on the sulfate ester content and ash content of *G. verrucosa* seaweed. The highest sulfate ester content and ash content were obtained at an N:P concentration ratio of 2 ppm : 1 ppm, namely ( $9.68\% \pm 0.40$ ) and also ( $35.73\% \pm 0.12$ ). The water quality parameters observed during the research were all suitable for the growth of *G. verrucosa* except free CO<sub>2</sub> because it had been used up during the photosynthesis process.

**Keywords:** ash content, *Gracilaria verrucosa*, nitrogen, phosphate, sulfate ester.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Pengaruh Rasio Pemberian Pupuk Urea dan SP-36 Terhadap Kandungan Ester Sulfat dan Kadar Abu 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. Pada proses penyelesaian skripsi ini, ada beberapa hal yang harus penulis lalui. Berbagai kesulitan dan tantangan, namun berkat kerja keras dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua sekaligus panutan penulis yang sangat penulis hormati, sayangi, dan banggakan, bapak Sappe dan Ibu saya Suryati, serta keluarga yang tak henti-hentinya memberikan cinta, kasih sayang, semangat, dan dukungan baik berupa materi maupun do'a yang tulus dalam setiap langkah penulis.
2. Bapak Safruddin, S.Pi., M.P., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Aslamiyah, M.P., selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik, Riset Inovasi dan Kemahasiswaan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si., selaku ketua Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
5. Ibu Dr. Andi Aliah Hidayani, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, sekaligus Penasihat Akademik sekaligus sebagai penguji yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses perkuliahan.
6. Ibu Dr. Ir. Badraeni, M.P., selaku Penasihat Akademik sekaligus sebagai penguji pertama yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses perkuliahan.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si., sebagai penguji kedua yang telah memberikan saran dan masukan pada penelitian ini.

8. Bapak Dr. Ir. Rustam, M.P., selaku Pembimbing Utama dan Bapak Ir. Abustang, M.P., selaku Pembimbing Anggota, yang selama ini selalu sabar membimbing, memberi nasehat, dan selalu mengarahkan yang terbaik bagi penulis pada proses penelitian hingga penulisan skripsi ini.
9. Bapak dan Ibu dosen serta seluruh staf pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
10. Teman-teman penelitian Ahmad Rizwandy, Ubaid Linaylil Fauzi, Mutia Amaliah Rahmat, Atika Nurinaya, Nurfadila Musfirah Anwar, dan Fatriasi Amiruddin yang telah bekerjasama dalam penelitian ini.
11. Teman-teman Bandaraya 2019 khususnya program studi budidaya perairan yang memberikan dukungan, motivasi, dan kerja sama yang sangat baik kepada penulis selama masa perkuliahan di kampus merah Universitas Hasanuddin.
12. Serta semua teman-teman yang ikut terlibat dalam memberikan semangat dan dukungan, Irwan Yasin, Rahmat Hidayat, Murzal Alias, Florensius Mukkun.
13. Serta semua pihak yang telah membantu dan berperan selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

## BIODATA DIRI



Penulis bernama M. Siddiq S. yang akrab disapa dengan Siddiq, penulis lahir di Sulawesi Barat tepatnya Kabupaten Mamuju Tengah, 30 April 2001 dari pasangan Sappe dan Suryati. Penulis lahir dari keluarga sederhana dan merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis mulai memasuki jenjang pendidikan pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2012 di SD Inpres Kalia, dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan jenjang SMP di salah satu SMP negeri di desanya tepatnya di SMPN 3 Karossa dan lulus pada tahun 2016 dan di tahun yang sama pula penulis melanjutkan pendidikannya di sekolah negeri yaitu SMAN 2 Majene dan lulus pada tahun ajaran 2019, kemudian penulis melanjutkan pendidikannya ke perguruan tinggi yang sangat lah jauh dan tak pernah terbayangkan sebelumnya yakni Perguruan Tinggi Universitas Hasanuddin, tepatnya di Sulawesi Selatan, Makassar.

## DAFTAR ISI

|   | Halaman                      |
|---|------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                     | Error! Bookmark not defined. |
| PERNYATAAN KEASLIAN .....                   | Error! Bookmark not defined. |
| PERNYATAAN AUTHORSHIP .....                 | Error! Bookmark not defined. |
| ABSTRAK.....                                | i                            |
| ABSTRACT .....                              | ii                           |
| KATA PENGANTAR .....                        | iii                          |
| BIODATA DIRI.....                           | v                            |
| DAFTAR TABEL.....                           | viii                         |
| DAFTAR GAMBAR.....                          | ix                           |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                       | x                            |
| 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 Rumput Laut ..... | 4                            |
| C. Budidaya <i>G. verrucosa</i> .....       | 5                            |
| D. Ester Sulfat Rumput Laut .....           | 7                            |
| E. Kadar Abu Rumput Laut.....               | 8                            |
| F. Kebutuhan Nutrien Rumput Laut .....      | 9                            |
| G. Kualitas Air.....                        | 11                           |
| III. METODE PENELITIAN.....                 | 14                           |
| A. Waktu dan Tempat.....                    | 14                           |
| B. Materi Penelitian .....                  | 14                           |
| C. Prosedur Penelitian.....                 | 15                           |
| D. Rancangan Penelitian .....               | 16                           |
| E. Parameter Penelitian.....                | 16                           |
| F. Analisis Data .....                      | 17                           |
| IV. HASIL .....                             | 18                           |
| A. Kandungan Ester Sulfat .....             | 18                           |
| B. Kandungan Kadar Abu.....                 | 18                           |
| C. Parameter Kualitas Air .....             | 19                           |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| V. PEMBAHASAN.....              | 20 |
| A. Kandungan Ester Sulfat ..... | 20 |
| B. Kandungan kadar Abu.....     | 21 |
| C. Parameter Kualitas Air ..... | 22 |
| VI. SIMPULAN DAN SARAN .....    | 24 |
| A. Simpulan .....               | 24 |
| B. Saran .....                  | 24 |
| DAFTAR PUSTAKA.....             | 25 |

## DAFTAR TABEL

| Nomor   | Halaman |
|---|---------|
| 1. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air..... | 19      |

## DAFTAR GAMBAR

| Nomor  | Halaman |
|--|---------|
| 1. <i>Gracilaria verrucosa</i> (Dokumentasi Penelitian)..... | 3       |
| 2. Tata letak wadah penelitian.....                          | 14      |
| 3. Diagram kandungan ester sulfat.....                       | 18      |
| 4. Diagram kandungan kadar abu .....                         | 19      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor   | Halaman |
|---|---------|
| 1. Prosedur kerja kandungan ester sulfat .....  | 29      |
| 2. Prosedur kerja kandungan kadar abu.....  | 30      |
| 3. Data kandungan ester sulfat dan kadar abu rumput laut ( <i>Gracilaria verrucosa</i> ) .....        | 31      |
| 4. Hasil analisis Kruskal-Wallis pada kandungan ester sulfat rumput laut ( <i>G. verrucos</i> ) ..... | 32      |
| 5. Hasil analisis Kruskal-Wallis pada kandungan kadar abu rumput laut ( <i>G. verrucosa</i> ) .....   | 33      |
| 6. Perhitungan konsentrasi pupuk urea dan sp-36 .....   | 34      |
| 7. Dokumentasi penelitian .....   | 35      |

# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Rumput laut merupakan jenis makroalga organisme multiseluler yang membentuk biomassa dan banyak dijumpai di daerah interdal atau payau dengan cahaya matahari yang cukup dan melekat pada substrat di daerah *photic* atau merupakan bentik dilaut. Struktur rumput laut disebut talus sehingga dapat dimasukkan dalam divisi Thallophyta. Bentuk talus rumput laut bermacam-macam, ada yang bulat seperti tabung, pipih, gepeng bulat seperti kantong, dan lain sebagainya. Secara alamiah parameter yang menentukan pertumbuhan rumput laut adalah kualitas dan kuantitas nutrisi, cahaya matahari, pH, turbulensi, salinitas dan suhu. Makronutrient seperti nitrat, fosfat, dan silikat serta mikronutrien seperti vitamin sangat diperlukan untuk pertumbuhan alga (Kasanah *et al.*, 2021).

Rumput laut *Gracilaria* sp. biasa dibudidayakan pada air payau. Rumput laut *Gracilaria* sp mempunyai nilai ekonomis yang tinggi serta prospek pasar yang mencerahkan baik di dalam negeri maupun di luar negeri. *Gracilaria* sp memberikan kontribusi (>90%) dalam hal penyumbang bahan baku agar - agar jika dibandingkan genus agarophytes lainnya karena *Gracilaria* sp banyak dibudidayakan di tambak (Mauli, 2018). Salah satu jenis *Gracilaria* yang bernilai ekonomis dan banyak dibudidayakan adalah *Gracilaria verrucosa*. Pada umumnya, *G. verrucosa* telah banyak dibudidaya pada tambak secara konvensional namun belum dapat memenuhi permintaan pasar yang meningkat. Berdasarkan data dari KKP Sulawesi Selatan, produksi rumput laut di Sulawesi Selatan pada tahun 2022 mencapai 12. 728. 034 ton. Sehingga untuk memenuhi permintaan masyarakat yang meningkat maka perlu dilakukan budidaya secara terkontrol.

Ester sulfat mempengaruhi kemampuan agar untuk menyatu dan membentuk ikatan yang kuat. Semakin tinggi sulfat dalam rumput laut, gaya tolak menolak antar grup ester sulfat yang bermuatan sama (negatif) disepanjang rantai polimer semakin meningkat yang menyebabkan rangkai polimer kaku dan tertarik kencang sehingga molekul-molekul air terikat pada molekul karaginan yang mengakibatkan peningkatan viskositas. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi rumput laut seperti habitat, umur panen, dan metode budidaya yang digunakan dapat mempengaruhi kandungan ester sulfat dalam rumput laut

(Utomo dan Satriyana, 2006). Lama pemeliharaan dan teknik budidaya juga memiliki pengaruh terhadap kandungan ester sulfat (Santika, *et al.*, 2014).

Kadar abu adalah kandungan mineral atau komponen organik yang terdapat dalam suatu bahan pangan. Sebagian besar bahan pangan terdiri dari 96% bahan anorganik dan air, sedangkan sisanya adalah unsur-unsur mineral. Unsur juga dikenal sebagai zat organik atau kadar abu. Kadar abu tersebut dapat menunjukkan total mineral yang terdapat dalam bahan pangan. Saat bahan organik terbakar dalam proses pembakaran, komponen anorganiknya tidak ikut terbakar, sehingga dikenal sebagai kadar abu. Analisis kadar abu dilakukan untuk mengetahui kandungan mineral yang terkandung dalam suatu bahan yang ditentukan dari hasil sisa pembakaran (Sulaiman dan Santi, 2023).

Budidaya rumput laut *Gracilaria verrucosa* dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti suhu, salinitas, pH, intensitas cahaya dan nutrisi. Nutrien merupakan unsur yang diperlukan tanaman sebagai sumber energi yang digunakan untuk menyusun berbagai komponen sel selama proses pertumbuhan dan perkembangannya. Nutrien yang digunakan berupa unsur hara nitrogen dan fosfat, namun kedua unsur tersebut sangat terbatas jumlahnya dan dikatakan sebagai faktor pembatas (*limiting factor*), untuk itu dapat disuplai dengan pemberian pupuk yang mengandung unsur N seperti urea, ZA dan juga pupuk yang mengandung unsur P seperti SP-36 dan sebagainya. Optimalisasi penggunaan kedua jenis pupuk tersebut (Urea dan SP-36) akan sangat menunjang pertumbuhan *G. verrucosa* (Triwahyuni, 2014). Untuk dapat mengetahui tingkat keoptimalannya maka diperlukan penelitian mengenai kandungan ester sulfat dan kadar abu yang diberikan perlakuan pupuk urea dan SP-36 sesuai dengan perlakuan yang diberikan.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa apakah pemberian pupuk SP-36 dan Urea dapat meningkatkan kandungan ester sulfat dan kadar abu pada *Gracilaria verucosa*. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan.

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan rasio konsentrasi N dan P terhadap kandungan ester sulfat dan kadar abu pada rumput laut *Gracilaria verrucosa* yang dibudidayakan secara *outdoor*.

Kegunaan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan referensi untuk penelitian selanjutnya tentang penggunaan pupuk urea dan SP-36 pada pengembangan budidaya rumput laut *Gracilaria*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi rumput laut *Gracilaria verrucosa* adalah sebagai berikut (WoRMS, 2023) :

|            |   |
|------------|---|
| Kingdom    | : Plantae   |
| Divisi     | : Rhodophyta  |
| Kelas      | : Florideophyceae                                       |
| Sub Kelas  | : Rhodymeniophycidae                                    |
| Ordo       | : Gracilariales   |
| Famili     | : Gracilariaceae  |
| Sub Famili | : Gracillariidae  |
| Genus      | : <i>Gracilaria</i>                                     |
| Spesies    | : <i>Gracilaria verrucosa</i> (Hudson) Papenfus, 1950). |



Gambar 1. *Gracilaria verrucosa* (Dokumentasi penelitian)

Istilah "rumput laut" adalah istilah umum untuk menggambarkan kelompok besar alga laut yang termasuk dalam kelompok *Chlorophyceae* (alga hijau), *Rhodophyceae* (alga merah), *Phaeophyceae* (alga coklat), dan *Cyanophyceae* (alga biru-hijau). Rumput laut adalah tanaman berderajat rendah dengan hanya menyerupai batang yang disebut talus. Bentuk talus rumput laut bermacam-macam, yaitu bulat seperti tabung, pipih, gepeng dan bulat seperti kantong. Talus dapat terdiri dari satu sel atau banyak sel, dan percabangannya dapat *dichotomus* (dua-dua terus menerus), *pinate* (dua-dua berlawanan sepanjang talus utama),

atau sederhana tidak bercabang. Sifat substansi rumput laut beraneka ragam ada yang lunak seperti gelatin (*gelatinous*), keras diliputi atau mengandung kapur (*calcareous*), lunak bagian tulang rawan (*cartilaginous*), berserabut (*spongy*) dan sebagainya (Pong-Masak & Simatupang, 2016).

*Gracilaria sp.* memiliki talus yang bulat dan licin. Tallusnya berupa rumpun dan pada beberapa bagiannya terlihat seperti suatu segmen. Talus rumput laut ini memiliki percabangan dikotom dengan lebar tangkai kurang dari 0,5 cm. Talusnya bila diamati di bawah mikroskop maka akan terlihat dan tersusun atas medula dan korteks. Medula tersusun atas sel berbentuk bulat dengan diameter yang berukuran hingga 0,2 mm, sementara korteksnya tersusun atas 2-3 lapisan sel. Holdfast-nya berupa cakram dan berwarna hijau kekuningan yang transparan (Firdaus, 2019).

*Gracilaria verrucosa* merupakan salah satu jenis rumput laut yang mempunyai batang daun semu sehingga termasuk dalam golongan *Thallophyta*. Pada bagian *thalus* tersusun dari jaringan yang kuat, 6 berwarna merah ungu kehijauan, bercabang mencapai tinggi 1-3 cm dengan garis tengah cabang 0,5-2,0 mm. Bentuk cabang silindris dan meruncing di ujung cabang. Percabangan memusat ke pangkal, berulang-ulang, berselang-seling tidak beraturan. Cabang-cabang lateral memanjang menyerupai rambut dengan ukuran panjang sekitar 25 cm dan diameter *thallus* sekitar 0,2-1,5 mm dan jarak antar cabang talus relatif berdekatan sekitar 3-15 mm (Oktavia, 2018).

## **B. Habitat dan Penyebaran Rumput Laut**

Secara umum rumput laut termasuk dalam jenis *makrozoobentos* (besar dan melekat), organisme *autothrophik* yang membutuhkan cahaya untuk keberlangsungan hidupnya sehingga rumput laut tidak dapat hidup pada kedalaman laut yang tidak ada penetrasi cahaya. Ukuran, bentuk dan warna rumput laut bervariasi. Rumput laut dapat ditemukan di beberapa variasi habitat sepanjang pantai dan melekat pada banyak jenis substrat seperti pasir, lumpur, batu, cangkang hewan laut, karang, kayu dan jenis rumput laut lainnya (Petrus dan Nova, 2016). Salah satu rumput laut merah yang banyak tumbuh di Indonesia dan termasuk dalam komoditi ekspor yaitu jenis *G. verrucosa* (Widiastuti, 2011).

Rumput laut *Gracilaria verrucosa* hidup melekat pada substrat, dengan *holdfast*. Pada bagian substrat tempat pertumbuhan yang baik adalah karang mati, kayu, batu-batuan, kulit kerang atau hidup menempel dengan alga lainnya. Ganggang ini juga dapat tumbuh melekat pada substrat karang di terumbu karang

berarus sedang (*epizoic*) dan dapat dibudidayakan di tambak. *G. verrucosa* merupakan rumput laut yang bersifat *euryhalin*, dapat hidup dan tumbuh pada kisaran salinitas yang sempit antara 20 sampai 30 ppt dan tersebar luas pada wilayah tropis. Proses metabolisme pada *G. verrucosa* memerlukan kesesuaian faktor fisika dan kimia perairan seperti gerakan air, suhu, kadar garam, nutrisi atau zat hara seperti nitrat, fosfat dan pencahayaan sinar matahari. Pada masa pertumbuhannya, thallus menyerap zat hara dari media air, sedangkan proses fotosintesis berlangsung dengan bantuan sinar matahari yang menembus ke perairan di tempat pertumbuhannya (Sumiati, 2019). Menurut data dari KKP BPS Sulawesi Selatan tahun 2022 hasil produksi *Gracilaria* mencapai 857.470.324 ton. Produksi terbanyak budidaya *G. verrucosa* di Sulawesi Selatan terletak di Kabupaten Luwu, Luwu Utara, Bone, Luwu Timur dan Kota Palopo.

### **C. Budidaya *G. verrucosa***

#### **1. Lokasi Budidaya**

Pemilihan lokasi budidaya rumput laut merupakan faktor kunci dalam mencapai kesuksesan produksi yang optimal. Secara alami, rumput laut berasal dari laut, namun untuk meningkatkan produksi, budidaya dapat dilakukan tidak hanya di laut tetapi juga di tambak. Menurut Aslan (1998), budidaya di perairan laut sangat cocok untuk daerah dengan keterbatasan lahan dan kepadatan penduduk yang tinggi. Pendekatan ini tidak hanya efektif dalam meningkatkan produksi rumput laut, tetapi juga berpotensi membuka lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat setempat, memberikan manfaat ekonomi dan sosial yang signifikan.

Budidaya rumput laut di tambak merupakan metode pemanfaatan lahan tambak untuk memenuhi permintaan rumput laut, terutama jenis *Gracilaria sp.*, yang semakin meningkat. Budidaya di tambak memiliki keunggulan dibandingkan dengan budidaya di laut, karena tanaman terlindungi dari pengaruh lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti ombak dan arus yang kuat. Menurut Agustang *et al*, (2018) kesuksesan dalam budidaya rumput laut *Gracilaria* sangat bergantung pada pemilihan lokasi yang tepat. Lokasi yang ideal untuk budidaya *Gracilaria* di tambak adalah memiliki air yang jernih sehingga sinar matahari dapat menembus hingga dasar tambak, memungkinkan air masuk saat pasang dan mengering saat surut. Tanah tambak sebaiknya memiliki tekstur lempung berlumpur dan kedap air. Penting juga untuk memperhatikan kualitas air pada budidaya *Gracilaria*.

Parameter kualitas air yang perlu diketahui meliputi salinitas (12-30 ppt), derajat keasaman (pH) (6,5-8 ppm), dan suhu tambak (18-30°C) (WWF Indonesia, 2014).

## 2. Metode Budidaya

Dalam rangka mencapai hasil maksimal dalam budidaya rumput laut, keberhasilan dipengaruhi oleh metode budidaya yang diterapkan, sehingga penting untuk menentukan penerapan metode yang tepat. Pada budidaya rumput laut *Gracilaria sp.*, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan. Beberapa metode yang telah dikenal dan banyak dikembangkan oleh masyarakat adalah metode lepas dasar (*off bottom method*), rakit apung (*floating rack method*), dan rawai (*long line method*). Pemilihan metode tersebut disesuaikan dengan kondisi geografis lokasi budidaya yang ada (Agustang *et al.*, 2021).

Metode lepas dasar (*off bottom method*) merupakan salah satu metode budidaya rumput laut *Gracilaria sp.* yang dapat dilakukan dengan mengikatkan benih rumput laut menggunakan tali rafia pada rentangan tali nilon atau jaring di atas dasar perairan dengan menggunakan pancang kayu. Metode ini terdiri dari tiga bagian, yaitu metode tunggal lepas dasar (*off-bottom monoline method*), metode jaring lepas dasar (*off-bottom-net method*), dan metode jaring lepas dasar berbentuk tabung (*off-bottom-tabular-net method*) (Agustang *et al.*, 2021). Berdasarkan pendapat Aslan (2008), bahwa cara ini mudah, sederhana dan tidak memerlukan sarana budidaya yang besar. Metode ini jarang sekali digunakan karena belum diyakini keberhasilannya. Hal ini mengingat persyaratan yang diperlukan adalah areal yang terbuka terhadap ombak dan arus di mana terdapat potongan-potongan batu karang yang kedudukannya sebagai substrat yang kokoh dan tidak terbawa arus.

Metode rakit bambu (apung) adalah salah satu metode dari rekayasa lepas dasar. Metode ini tidak menggunakan kayu pancang, namun menggunakan pelampung. Pada metode ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu metode tali tunggal apung (*floating-monoline methode*) dan metode jaring apung (*floating net method*). Ukuran kerangka yang dibuat dapat bervariasi, berkisar antara kedalaman 2-15 m. Berdasarkan pendapat Serdiati dan Widiastuti (2010), bahwa adanya arus dan gelombang yang optimal dapat mempercepat penyerapan unsur hara. Sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Winarno (1990), diketahui bahwa rumput laut membutuhkan adanya ombak agar proses penyerapan nutrisi ke dalam sel rumput laut dapat dipercepat. Selain itu, keberadaan arus juga menjadi faktor penting bagi pertumbuhan thallus rumput laut karena arus membawa nutrisi

yang dibutuhkan oleh rumput laut, sementara juga menghanyutkan kotoran dan epifit yang melekat pada rumput laut.

Metode rawai (*long line*) merupakan sebuah metode budidaya rumput laut yang menggunakan tali panjang yang ditarik di atas air. Prinsipnya mirip dengan metode rakit, namun tanpa menggunakan bambu sebagai struktur rakitnya. Sebaliknya, metode ini menggunakan tali, plastik, dan botol bekas sebagai pelampungnya. Metode ini lebih ekonomis dan cocok untuk kondisi tambak dengan dasar lumpur berpasir (Istiqomawati *et al.*, 2010). Salah satu keunggulan metode ini adalah rumput laut yang dibudidayakan tumbuh tanpa terkena bulu babi dan pertumbuhannya lebih cepat. Metode ini juga cocok digunakan di perairan dengan kedalaman kurang dari 1,5 meter dan dasar perairan berupa pasir atau pasir berlumpur.

Kualitas rumput laut berkaitan erat dengan berbagai faktor pada saat budidaya, seperti metode dan pemilihan lokasi budidaya, serta kondisi iklim dan geografis di Indonesia, yang meliputi sinar matahari, arus, tekanan, kualitas air, dan salinitas. Faktor-faktor tersebut harus selaras dengan kebutuhan biologis dan proses pertumbuhan rumput laut. Kemampuan rumput laut untuk menyerap sinar matahari dan nutrisi yang terdapat dalam air laut secara efisien berkontribusi pada produksi polisakarida (seperti agar-agar dan lemak), *phaeophyceae* (alginat), dan *chlorophyceae* (kanji dan lemak) yang tinggi. Risnawati *et al.* (2018) menekankan bahwa pemilihan lokasi budidaya yang tidak sesuai dapat mengakibatkan penurunan komposisi nutrisi serta kualitas karagenan dan agar pada rumput laut.

#### **D. Ester Sulfat Rumput Laut**

Ester sulfat adalah senyawa kimia yang terbentuk melalui reaksi antara asam sulfat dengan ester. Ester sulfat berperan sebagai senyawa penghambat dalam pembentukan ikatan agar. Kandungan ester sulfat dalam rumput laut dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti habitat, metode ekstraksi, dan umur panen rumput laut (Maui, 2018). Ester sulfat yang terdapat dalam rumput laut merupakan senyawa dimetil sulfat dengan rumus  $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2$ . Kandungan ester sulfat juga mempengaruhi kekuatan gel yang dihasilkan oleh agar-agar. Semakin tinggi kandungan ester sulfat dalam rumput laut, kekuatan gel yang terbentuk akan semakin rendah (Utomo dan Satriyana, 2006). Sebagai contoh, karagenan adalah sejenis hidrokoloid yang memiliki kekuatan gel yang tinggi karena kandungan ester sulfatnya rendah. Karagenan terdiri dari ester kalium, natrium, magnesium, dan sulfat. Gugus sulfat dalam karagenan berperan dalam meningkatkan viskositas

larutan karagenan. Semakin tinggi kandungan sulfat, gaya tolak-menolak antara gugus ester sulfat yang bermuatan negatif pada rantai polimer karagenan akan menjadi lebih kaku (Fatmawati *et al.*, 2014).

Berdasarkan pendapat dari Darmawan *et al.* (2019), kandungan ester sulfat yang tinggi dapat menyebabkan rendahnya kekuatan gel yang dihasilkan oleh agar-agar. Hal ini disebabkan karena ester sulfat adalah senyawa hidrokoloid, dan tingginya kandungan ester sulfat dalam agar dapat mengakibatkan rendahnya kadar 3.6 anhydro-L-galaktosa yang terdapat dalam agar. Dengan kata lain, tingginya kandungan ester sulfat dalam agar dapat berpengaruh negatif terhadap kekuatan gel agar yang terbentuk.

Agar yang terdiri dari agaropektin dan agarosa, terikat dengan Ester Sulfat. Jumlah agarosa dan agaropektin yang berbeda dalam agar diduga berkontribusi terhadap pengaruh perbedaan asal dan jenis rumput laut terhadap kandungan ester sulfat (Mauli, 2018). Kandungan agarosa dan agaropektin bervariasi tergantung dari jenis dan asal rumput laut. Ester sulfat pada agar juga sangat dipengaruhi oleh lama pemeliharaan. Semakin lama umur panen rumput laut maka kadar ester sulfat akan meningkat, hal itu terjadi dikarenakan rumput laut terus menyerap kandungan ester sulfat yang berasal dari perairan (Santika *et al.*, 2014).

#### **E. Kadar Abu Rumput Laut**

Abu merupakan zat anorganik yang tersisa setelah pembakaran bahan organik. Penentuan kandungan abu berkaitan dengan kadar mineral dalam bahan makanan. Semakin tinggi kandungan abu dalam suatu bahan pangan, maka semakin tinggi pula kandungan mineral yang terdapat dalam bahan pangan tersebut (Sofiati *et al.*, 2020). Sebagian besar bahan makanan terdiri dari bahan organik dan air, sekitar 96% dari total komposisi. Sementara sisanya merupakan bahan anorganik yang dikenal sebagai abu, yang terdiri dari mineral (Winarno, 1991). Analisis kandungan abu dalam bahan makanan digunakan untuk mengetahui jumlah mineral yang terkandung dalam sampel tersebut. Selain itu, kandungan abu juga digunakan sebagai parameter dalam menilai nilai gizi suatu bahan makanan (Sudarmadji *et al.*, 2007).

Kadar abu adalah jumlah residu anorganik yang tersisa setelah proses pengabuan atau pemijaran suatu produk. Prinsip dasar analisis kadar abu melibatkan pengabuan sampel pada suhu 550°C dalam tungku pengabuan (furnace) selama 8 jam atau hingga abu berubah menjadi warna putih. Penetapan berat abu dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri (Waluyo, *et al* 2019).

Kadar abu dalam bahan pangan menggambarkan jumlah total mineral yang terkandung di dalamnya. Dalam hal ini, rumput laut memiliki kandungan mineral yang tak tertandingi oleh sayuran yang biasa ditanam di darat. Salah satu jenis rumput laut (*Gracilaria* sp) memiliki kadar mineral lebih dari 36% dalam bobot kering. Iodin dan kalsium adalah dua mineral utama yang umumnya terdapat dalam sebagian besar rumput laut. Kandungan mineral ini memberikan manfaat positif bagi kesehatan, seperti pengobatan tradisional gondok dengan iodin, sementara kalsium sangat berperan penting dalam pembentukan tulang dan gigi pada anak-anak dan remaja (Ate, *et al.*, 2017).

#### **F. Kebutuhan Nutrien Rumput Laut**

Nutrien berperan sangat penting dalam kelangsungan hidup karena digunakan sebagai sumber bahan makanan oleh fitoplankton. Berdasarkan pendapat dari Fachrul, *et al.*, 2005, bahwa nitrat dan fosfat memiliki peranan penting dalam pertumbuhan dan metabolisme tanaman air (fitoplankton), dan dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan. Secara alami, nitrat dan fosfat berasal dari berbagai aktivitas di perairan, seperti pelapukan, penguraian, dekomposisi tumbuhan, sisa-sisa organisme mati, dan limbah daratan seperti limbah domestik, industri, pertanian, peternakan, dan sisa pakan. Aktivitas-aktivitas tersebut mengurai menjadi zat hara atau nutrien (Wattayakorn, 1988). Konsentrasi fosfat dan nitrat yang tersedia bervariasi dalam setiap daerah dan waktu, dan hal ini memiliki dampak yang signifikan pada budidaya rumput laut.

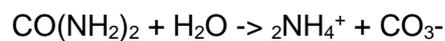
Nitrogen tersedia di atmosfer dalam bentuk  $N_2$ , tetapi tanaman tidak dapat menggunakan senyawa tersebut secara langsung. Bakteri aerob mengikat  $N_2$  menjadi amonium ( $NH_4^+$ ) dan nitrat ( $NO_3$ ). Nitrat ( $NO_3$ ) adalah bentuk nitrogen yang paling stabil didalam perairan dan merupakan nutrien utama yang diserap oleh rumput laut selain ammonium untuk pertumbuhan. Nitrat adalah bentuk yang paling disukai karena sangat stabil dan mudah larut dalam air. Serapan  $NH_4$  berlangsung paling baik pada media netral dan berkurang dengan menurunnya pH. Sebaliknya serapan  $NO_3$  lebih cepat pada pH rendah (Ansar, 2016).

Pupuk adalah salah satu sumber utama yang sangat menentukan tingkat pertumbuhan dan produksi tanaman. Unsur hara yang terdapat dalam pupuk memiliki peranan penting dan dapat menunjukkan gejala tertentu pada tanaman apabila ketersediaannya kurang. Beberapa hal yang harus diperhatikan agar pemupukan efisien dan tepat sasaran adalah meliputi penentuan jenis pupuk,

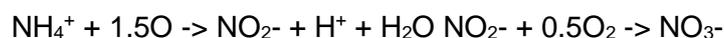
dosis pupuk, metode pemupukan, waktu dan frekuensi pemupukan serta pengawasan mutu pupuk (Nur, *et al.*, 2014). Jenis pupuk yang digunakan pada penelitian ini, yaitu SP-36 dan Urea.

SP-36 merupakan salah satu jenis pupuk yang mengandung unsur hara penting untuk pertumbuhan tanaman, terutama fosfor (P). Fosfor adalah nutrisi penting untuk perkembangan akar, pembentukan biji dan pertumbuhan tanaman (Subiyanto, *et al.*, 2018). Sedangkan urea adalah pupuk yang sering digunakan dalam pertanian untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Nitrogen merupakan elemen penting dalam sintesis protein dan pertumbuhan tanaman (Siti, *et al.*, 2019). Pupuk urea mengandung nitrogen (N) sebesar 45-56 %.

Nitrogen adalah unsur hara yang sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, terutama untuk pembentukan klorofil, protein, dan asam amino. Ini terlihat dalam rumus kimia pupuk urea,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Menurut Jana *et al.* (2018), tanaman harus melalui beberapa proses sebelum dapat menyerap nitrogen dari pupuk urea secara langsung. Pertama, reaksi antara pupuk urea dengan air disebut hidrolisis, yang menghasilkan ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan karbonat ( $\text{CO}_3^-$ ). Reaksi ini dipicu oleh enzim urease yang berasal dari mikroorganisme tanah. Reaksi dapat ditulis sebagai:



Proses kedua adalah nitrifikasi. Bakteri nitrifikasi yang hidup di tanah melakukan reaksi oksidasi amonium menjadi nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) dan kemudian menjadi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), yang membutuhkan oksigen dan pH tanah harus netral atau sedikit masam. Reaksi ini dapat ditulis sebagai:



Proses ketiga adalah penyerapan, di mana tanaman menyerap nitrat melalui akar dari tanah. Tanaman paling mudah menyerap nitrat karena digunakan untuk membuat protein dan asam amino. Tanaman juga bisa menyerap amonium, tetapi dalam jumlah yang lebih sedikit, tergantung pada jenis tanaman dan kondisi lingkungannya. Berdasarkan pendapat Sagita *et al.*, (2018) bahwa, untuk dapat diserap oleh tanaman, nitrogen dalam urea harus dikonversi terlebih dahulu menjadi ammonium ( $\text{N-NH}_4$ ) dengan bantuan enzim urease melalui proses hidrolisis.

Pupuk urea dapat ditambahkan ke perairan tempat rumput laut tumbuh dengan berbagai cara, seperti meletakkan larutan pupuk urea di atas permukaan

perairan atau menyebarkan pupuk granul atau bubuk secara merata di sekitar tanaman rumput laut. Setelah digunakan, pupuk urea akan dipecahkan di dalam air laut. Dalam lingkungan perairan, enzim urease akan memecah urea menjadi ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Proses ini memerlukan waktu tertentu, tergantung pada suhu perairan, aktivitas mikroorganisme, dan kondisi perairan itu sendiri. Amonia yang dihasilkan dari dekomposisi urea dapat diserap oleh akar rumput laut. Setelah rumput laut menyerap amonia, proses reaksi dan asimilasi nitrogen terjadi di dalam jaringan tanaman. Senyawa organik yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan rumput laut adalah amonia (Grzyb *et al.*, 2021).

Sebelum diaplikasikan pada rumput laut, senyawa urea memiliki bentuk kimia  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Senyawa tersebut adalah kristalin berbentuk bubuk yang larut dalam air. Setelah diaplikasikan ke rumput laut, proses dekomposisi urea terjadi dalam air. Enzim urease ditemukan dalam lingkungan perairan dari organisme mikroba hingga jaringan rumput laut. Dalam reaksi hidrolisis, urea terhidrolisis secara spontan dalam air. Ini terjadi ketika molekul urea bereaksi dengan molekul air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan terurai menjadi amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Reaksi urea dapat dituliskan sebagai berikut : (Byrne *et al.*, 2020)



Dalam reaksi ini, dua molekul air berinteraksi dengan molekul urea untuk menghasilkan dua molekul amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan satu molekul karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Amonia kemudian dilepaskan ke dalam air, di mana tanaman dan organisme lain dalam ekosistem akuatik dapat menghasilkan nitrogen. Oleh karena itu, setelah digunakan pada rumput laut, urea akan diubah menjadi  $\text{CO}_2$  dan ammonia. Amonia yang dihasilkan adalah hasilnya. Kemudian rumput laut dapat menggunakannya sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangan. Rumput laut sangat menghargai bentuk amonia yang dihasilkan dari dekomposisi urea karena tanaman dapat langsung menyerapnya. Ini karena rumput laut dapat menyerap amonia melalui permukaan daun atau akar untuk menyediakan nutrisi yang diperlukan untuk proses fotosintesis (Roleda dan Hurid, 2019).

## **G. Kualitas Air**

Budidaya rumput laut, air adalah salah satu media utama untuk hidup, sehingga kualitas air yang baik diperlukan untuk menunjang pertumbuhan rumput

laut. Pengukuran kualitas air pada penelitian ini terdiri atas suhu, salinitas, derajat keasaman (pH), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan Alkalinitas.

### **1. Suhu**

Suhu merupakan salah satu faktor fisik yang memiliki dampak signifikan terhadap pertumbuhan dan perkembangan biota akuatik, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh suhu terhadap perairan dapat mempengaruhi kondisi fisika, kimiawi, dan biologis, serta berdampak pada biota akuatik. Selain itu, suhu juga berperan sebagai faktor pengatur kecepatan reaksi biokimia yang mempengaruhi laju metabolisme biota akuatik melalui perubahan aktivitas molekul terkait (Syamsudin, 2014). SNI (2011) menyatakan bahwa suhu standar untuk budidaya rumput laut berkisar antara 26-31 °C.

### **2. Salinitas**

Salinitas merupakan kadar total konsentrasi ion-ion mineral di air dan dinyatakan dengan satuan gr/l. Ion-ion mineral pada air laut didominasi oleh unsur kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Kalium (K) (Ariadi, *et al.*, 2021). Berdasarkan pendapat dari Burdames dan Ngangi (2014) salinitas sangat berperan dalam budi daya rumput laut. Kisaran salinitas yang terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan pertumbuhan rumput laut menjadi terganggu.

Rumput laut merupakan spesies yang memiliki toleransi yang cukup tinggi namun perubahan salinitas perairan rumput laut yang signifikan dapat menurunkan laju pertumbuhan dan hasil produksi. Salinitas yang sesuai untuk pertumbuhan optimal rumput laut (*Gracilaria* sp.) adalah 15-24 ppt. Jika salinitas perairan rendah maka rumput laut tidak tumbuh dengan normal dan berwarna pucat. Sebaliknya jika salinitas perairan tinggi akan menyebabkan thallus rumput laut rumput laut menjadi pucat kekuning-kuningan dan rentan terhadap penyakit (Susanto *et al.*, 2021).

### **3. Power of Hydrogen (pH)**

Setiap organisme memiliki toleransi yang berbeda terhadap reaksi keasaman. Reaksi keasaman memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tumbuhan dan hewan air, sehingga sering digunakan sebagai indikator untuk menilai kualitas suatu perairan. Reaksi keasaman merupakan faktor kimia yang penting dalam menentukan pertumbuhan rumput laut. Reaksi keasaman perairan dapat dipengaruhi oleh senyawa dan kandungan dalam air, seperti CO<sub>2</sub>,

konsentrasi garam karbonat dan bikarbonat, serta proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan (Nikhilani dan Kusumaningrum, 2021).

pH (Power of Hydrogen) yang diukur dalam skala 0–14 adalah suatu satuan yang menunjukkan seberapa asam atau alkali suatu larutan. pH berasal dari "p" yang artinya lambang matematika negatif logaritma dan "H" artinya lambang kimia untuk unsur hidrogen. pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh reaksi keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion hidrogen. Jika konsentrasi  $[H^+]$  lebih besar dari pada  $[OH^-]$  maka material tersebut disebut asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi  $[H^+]$  lebih kecil daripada  $[OH^-]$ , maka material tersebut basa, yaitu nilai pH lebih dari 7 (Sundari, 2020).

#### **4. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)**

Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) adalah senyawa yang dihasilkan oleh aktivitas respirasi biota air yang biasa dinyatakan dalam satuan mg/l atau ppm. Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) atau gas asam arang merupakan senyawa kimia yang terdiri dari satu atom karbon yang terikat secara kovalen dengan dua atom oksigen. Pada kondisi temperatur dan tekanan standar, CO<sub>2</sub> berwujud gas dan terdapat di atmosfer bumi. Secara rata-rata, konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer bumi adalah sekitar 387 ppm berdasarkan volume, meskipun angka ini dapat bervariasi tergantung pada lokasi dan waktu (Mara, 2012).

#### **5. Alkalinitas**

Alkalinitas merupakan gambaran kemampuan air untuk menetralkan asam, yaitu juga dikenal sebagai acid-neutralizing capacity (ANC) atau jumlah anion dalam air yang dapat menetralkan kation hidrogen. Alkalinitas juga berfungsi sebagai kapasitas penyangga terhadap perubahan pH dalam perairan. Komponen penyusun alkalinitas dalam air meliputi ion bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), karbonat (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), dan hidroksida (OH<sup>-</sup>). Ketiga jenis ion tersebut adalah komponen utama dalam alkalinitas, dan ion bikarbonat yang memberikan kontribusi paling signifikan dalam perairan (Bintoro dan Abidin, 2014).