

SKRIPSI

**PENGARUH PUPUK UREA DAN SP-36 TERHADAP KANDUNGAN
PROTEIN DAN RASIO N:P PADA TALLI RUMPUT LAUT
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss, 1950
YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA *OUTDOOR***

Disusun dan diajukan oleh

NURFADILAH MUSFIRAH ANWAR

L031191003



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PUPUK UREA DAN SP-36 TERHADAP KANDUNGAN
PROTEIN DAN RASIO N:P PADA TALLI RUMPUT LAUT
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss, 1950
YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA *OUTDOOR***

Disusun dan diajukan oleh

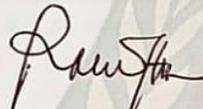
NURFADILAH MUSFIRAH ANWAR

L031191003

Telah mempertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 14 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

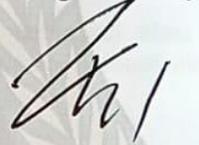
Menyetujui,

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Gunarto Latama, M. Sc.
NIP. 196202241988111001

Ketua Program Studi



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

Tanggal Lulus : 14 Agustus 2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurfadilah Musfirah Anwar
NIM : L031191003
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

"Pengaruh Pupuk Urea dan SP-36 Terhadap Kandungan Protein dan Rasio N:P Pada Talli Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, 1950 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, 22 Agustus 2023

Yang menyatakan,


Nurfadilah Musfirah Anwar

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurfadilah Musfirah Anwar

NIM : L031191003

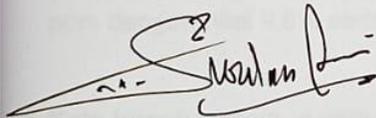
Program Studi : Budidaya Perairan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagai atau keseluruhan ini Skripsi 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.

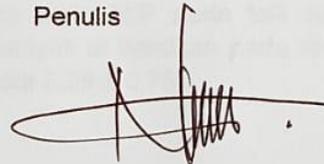
Makassar, 22 Agustus 2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Sriwulan, M.P.
NIP. 196606301991032002

Penulis



Nurfadilah Musfirah Anwar
NIM. L031191003

ABSTRAK

Nurfadilah Musfirah Anwar, L031191003. Pengaruh Pupuk Urea dan SP-36 Terhadap Kandungan Protein dan Rasio N:P pada Talli Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, 1950 Yang Dibudidayakan Secara *Outdoor*. Dibawah bimbingan **Rustam** sebagai Pembimbing Utama dan **Gunarto Latama** sebagai Pembimbing Pendamping.

Seringkali unsur-unsur esensial untuk pertumbuhan rumput laut konsentrasinya rendah di dalam air sehingga turut mempengaruhi rendahnya tingkat serapan dan konsentrasi unsur tersebut di dalam jaringan rumput laut. Pupuk urea dapat meningkatkan konsentrasi nitrogen, dimana dapat mempengaruhi kandungan protein pada rumput laut, sedangkan pupuk SP-36 dapat meningkatkan proses metabolisme pada rumput laut. Penelitian ini bertujuan menentukan rasio penggunaan pupuk urea dan SP-36 terbaik terhadap kandungan protein dan rasio N:P pada talli rumput laut *Gracilaria verrucosa* yang dipelihara secara outdoor. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan referensi sebagai bahan penelitian selanjutnya tentang bagaimana penggunaan pupuk urea dan SP-36 pada pengembangan budidaya rumput laut *Gracilaria*. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2023 pada Hatchery Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Rumput laut yang digunakan adalah bibit *G. verrucosa* yang dipelihara selama 44 hari menggunakan bak fiber kerucut dengan kapasitas 200 L yang diisi dengan 100 g/150 liter air. Penelitian dirancang dengan metode non parametrik dengan uji kruskall-wallis yang terdiri atas 3 perlakuan rasio konsentrasi nitrogen (N) dan fosfor (P) dengan masing-masing 3 ulangan, yaitu A (N:P) 2 ppm : 1 ppm, B (N:P) 2 ppm : 1,5 ppm, dan C (N:P) 2 ppm : 2 ppm sehingga terdapat 9 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk urea dan SP-36 dengan rasio yang berbeda Urea : SP-36 (2 ppm : 1 ppm, 2 ppm : 1.5 ppm, dan 2 ppm : 2 ppm) berpengaruh nyata terhadap kandungan protein dan rasio N:P pada talli rumput laut *G. verrucosa*, dengan nilai kandungan protein yang terbanyak di hasilkan pada rasio 2 ppm : 2 ppm dengan nilai 9,6% sedangkan rasio N:P dengan nilai $2,29 \pm 0,75$.

Kata kunci: protein, *g.verrucosa*, rasio n : p, pupuk

ABSTRAK

Nurfadilah Musfirah Anwar, L031191003. The effect of Urea and SP-36 Fertilizers on Protein Content and N:P Ratio in Thally Seaweed *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, 1950 Cultivated Outdoors. Under the guidance of **Rustam** as the Main Supervisor and **Gunarto Latama** as the Companion Supervisor.

Often the elements essential for the growth of seaweed are in low concentrations in the water, which also affects the low absorption rate and concentration of these elements in the seaweed tissue. Urea fertilizer can increase nitrogen concentration, which can affect the protein content in seaweed, while SP-36 fertilizer can increase metabolic processes in seaweed. This study aims to determine the ratio of the best use of urea and SP-36 to protein content and the ratio of N:P in seaweed *Gracilaria verrucosa* grown outdoors. The results of this study are expected to be one of the reference materials for further research on how to use urea and SP-36 fertilizers in the development of *Gracilaria* seaweed cultivation. This research will be carried out in February - April 2023 at the Hatchery of the Faculty of Marine Science and Fisheries, Hasanuddin University. The seaweed used was *G. verrucosa* seeds which were reared for 44 days using a fiber cone tub with a capacity of 200 L filled with 100 g/150 liter of water. The study was designed using a non-parametric method with the Kruskal-Wallis test consisting of 3 treatments of the concentration ratio of nitrogen (N) and phosphorus (P) with 3 replicates each, namely A (N:P) 2 ppm : 1 ppm, B (N: P) 2 ppm : 1.5 ppm, and C (N:P) 2 ppm : 2 ppm so that there were 9 experimental units. The results showed that the application of urea and SP-36 fertilizers with different ratios Urea : SP-36 (2 ppm : 1 ppm , 2 ppm : 1.5 ppm, and 2 ppm : 2 ppm) significantly affected the protein content and N:P ratio in *G. verrucosa* seaweed talli, the highest value of protein content was produced at a ratio of 2 ppm : 2 ppm with a value of 9.6% while the ratio of N:P with a value of $2,29 \pm 0,75$.

Keywords: protein, fertilizer, ratio n:p , *G.verrucosa*

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 Pupuk Urea dan SP-36 Terhadap Kandungan Protein dan Rasio N:P pada Talli Rumput Laut *Gracllaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, 1950 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, Ayahanda Anwar Nur S.Pd., M.Si., Ibunda (Alm.) Alfiah Djafar dan Ibunda Nilviani M.Nung, S.Sos., M.Si 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 Dr. Ir. Siti Aslamyah, 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. Ir. Sriwulan, M.P. 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. Bapak Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si. selaku Penasihat Akademik sekaligus sebagai penguji yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses perkuliahan
7. Bapak Dr. Ir. Rustam, M.P. selaku Pembimbing Utama dan Bapak Dr. Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc. 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.

8. Bapak Ir. Abustang, M. Si. selaku penguji yang telah banyak 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. Sri Ummi Khusnul Khatimah kakak sekaligus sahabat yang selalu ada mendengar keluh kesah penulis dan selalu memberikan masukan-masukan baik itu kritikan maupun saran
11. Sepupu-sepupu saya, Sri Ainun Lathifah, Nur Aidah Nurman, Al Mukminul Muhaimin, Ulilabshar Nurman, Achmad Imam Sampurno, Mufliha Khairati, Muhammad dan Aisyah yang selalu menjadi penyemangat dan hiburan penulis.
12. Niswahilma Munis yang telah menjadi sahabat yang sangat baik untuk peneliti dari SMP sampai sekarang yang selalu ada, baik itu susah maupun senang. Terima kasih atas *support* dan semangat yang tak henti-hentinya diberikan kepada penulis. Semoga anda selalu dalam lindungan Allah SWT.
13. 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.
14. KMP BDP KEMAPI FIKP UNHAS dan HIMAKUAI (Himpunan Mahasiswa Akuakultur Indonesia), yang telah memberikan wadah pengembangan diri penulis selama masa perkuliahan
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, hal ini disebabkan karena keterbatasan penulis sebagai makhluk Allah *subhanahuwata'ala* yang tak luput dari kekhilafan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi setiap orang yang membacanya.

Makassar, 22 Agustus 2023

Nurfadilah Musfirah Anwar

BIODATA DIRI



Penulis dengan nama lengkap Nurfadilah Musfirah Anwar lahir di Parepare, 31 Mei 2001. Anak tunggal dari pasangan Anwar Nur dan Alfiah Djafar (Alm.)

Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar di SD Negeri 5 Parepare pada tahun 2013, MTs DDI Lil-Banat Parepare pada tahun 2016, dan SMA Negeri 1 Parepare pada tahun 2019. Pada tahun yang sama diterima di Universitas Hasanuddin Program Studi Budidaya Perairan melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama masa kuliah penulis aktif mengikuti organisasi internal kampus yaitu KMP BDP KEMAPI FIKP UNHAS selama satu periode, juga bergabung dalam Unit Kegiatan Mahasiswa Shorinji Kempo Universitas Hasanuddin, dan juga bergabung dalam organisasi eksternal kampus yaitu HIMAKUAI (Himpunan Mahasiswa Akuakultur Indonesia). Selain itu, penulis juga pernah mengikuti program magang industri di PT CJ Feed and Care Indonesia, Jombang Factory selama 3 bulan pada tahun 2022.

DAFTAR ISI

| | |
|------------------------------------|------|
| ABSTRAK | v |
| ABSTRAK | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| BIODATA DIRI | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Tujuan dan Kegunaan | 2 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| A. Klasifikasi dan Morfologi | 3 |
| B. Protein Rumput Laut | 4 |
| C. Kebutuhan Nutrient | 5 |
| D. Pupuk | 9 |
| E. Kualitas Air | 12 |
| III. METODE PENELITIAN | 16 |
| A. Waktu dan Tempat | 16 |
| B. Materi Penelitian | 16 |
| C. Prosedur Penelitian | 18 |
| D. Rancangan Penelitian | 19 |
| E. Parameter Penelitian | 19 |
| F. Analisis Data | 20 |
| IV. HASIL | 21 |
| A. Kandungan N dan P | 21 |
| B. Rasio N:P | 21 |
| C. Parameter Kualitas Air | 22 |
| V. PEMBAHASAN | 24 |
| A. Kandungan Protein | 24 |
| B. Rasio N:P | 24 |
| C. Kualitas Air | 26 |

| | |
|---------------------|----|
| VI. PENUTUP | 28 |
| A. Kesimpulan | 28 |
| B. Saran..... | 28 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 29 |
| LAMPIRAN..... | 34 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Halaman |
|--|---------|
| 1. Gambar 1. Rumput laut (<i>Gracilaria verrucosa</i>)..... | 3 |
| 2. Gambar 2. Siklus nitrogen..... | 6 |
| 3. Gambar 3. Siklus fosfor..... | 8 |
| 4. Gambar 4. Lokasi penelitian..... | 16 |
| 5. Gambar 5. Desain wadah penelitian dengan system resirkulasi | 17 |
| 6. Gambar 6. Diagram kandungan protein..... | 21 |
| 7. Gambar 7. Diagram rasio N:P pada talli rumput laut <i>G. verrucosa</i> | 22 |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Halaman |
|--|---------|
| 1. Tabel 1. Hasil pengukuran parameter kualitas air selama penelitian..... | 22 |
| 2. Tabel 2. Hasil pengukuran parameter N dan P pada media pemeliharaan..... | 23 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Halaman |
|---|---------|
| 1. Lampiran 1. Data kandungan protein rumput laut <i>G. verrucosa</i> pada setiap perlakuan..... | 33 |
| 2. Lampiran 2. Hasil Kruskall-Wallis kandungan protein rumput laut <i>G. verrucosa</i> pada setiap perlakuan..... | 33 |
| 3. Lampiran 3. Hasil lanjut Lanjut <i>Post Hoc</i> kandungan protein rumput laut <i>G. verrucosa</i> pada setiap perlakuan | 34 |
| 4. Lampiran 4. Data kandungan nitrogen dan fosfor pada talli rumput laut <i>G. verrucosa</i> pada setiap perlakuan..... | 35 |
| 5. Lampiran 5. Hasil Kruskall-Wallis kandungan nitrogen dan fosfor pada talli rumput laut <i>G. verrucosa</i> pada setiap perlakuan | 35 |
| 6. Lampiran 6. Hasil Uji Lanjut <i>Post Hoc</i> kandungan nitrogen dan fosfor pada talli rumput laut <i>G. verrucosa</i> pada setiap perlakuan | 36 |
| 7. Lampiran 7. Perhitungan konsentrasi pupuk urea : SP-36 | 37 |
| 8. Lampiran 8. Dokumentasi kegiatan..... | 38 |

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia adalah negara maritim yang memiliki keanekaragaman dan sumberdaya alam yang sangat melimpah yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat untuk meningkatkan kesejahteraan. Salah satu sumber daya alam yang ketersediaannya cukup melimpah di perairan Indonesia adalah Rumput laut. Rumput laut merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi, salah satu diantaranya yaitu genus *Gracilaria* karena menghasilkan agar. Agar pada rumput laut dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk perasa, bahan pemantap, bahan pengental dan bahan campuran dalam pembuatan gel. Kegunaan agar tersebut sangat diperlukan dalam industri makanan dan non-makanan, antara lain sebagai bahan tambahan makanan, pakan ternak, obat-obatan, kosmetik, tekstil, dan biofertilizer/biostimulan.

Masyarakat yang tinggal di Kawasan pesisir, banyak yang menjadi pembudidaya rumput laut. Budidaya rumput laut di laut sering kali terbatas oleh ketersediaan lahan yang sesuai dan cocok bagi budidaya serta akses ke wilayah pesisir seringkali terbatas karena pertimbangan geografis, regulasi pemerintah, atau persaingan penggunaan lahan oleh sektor lain. Hal ini dapat menjadi hambatan bagi budidaya rumput laut. Budidaya rumput laut secara *outdoor* menjadi alternatif, namun dalam budidaya rumput laut *outdoor* nutrisi alami yang biasanya tersedia di lingkungan laut terbuka mungkin terbatas. Salah satu upaya adalah dengan penambahan pupuk. Pupuk digunakan untuk menyediakan nutrisi yang dibutuhkan oleh rumput laut untuk pertumbuhan yang optimal.

Seringkali unsur-unsur esensial untuk pertumbuhan rumput laut konsentrasinya rendah di dalam air sehingga turut mempengaruhi rendahnya tingkat serapan dan konsentrasi unsur tersebut di dalam jaringan rumput laut. Salah satu penelitian Rustam *et al.* (2017) mengatakan bahwa nutrisi yang penting bagi rumput laut ada tiga kategori yaitu : unsur hara makro (C,N,P,K,Mg,Ca,S,H,O) ; unsur hara mikro (Fe,Mn,Zn,Cu,B,Mo,Cl) ; dan vitamin seperti cyanocobalamin (B12), thiamin dan biotin. Makro nutrien yang paling penting untuk mendukung pertumbuhan rumput laut adalah C:N:P dan konsentrasinya harus berada dalam rasio yang seimbang

(Harrison dan Hurd, (2001). Rasio C:N:P untuk mendukung pertumbuhan makroalga adalah 550:30:1 atau rasio N:P yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut adalah 30:1 (Atkinson dan Smith, 1983). Makroalga yang hidup di daerah tropis dengan status nutrient yang relatif rendah di mana nitrogen dan phosphor selalu menjadi faktor pembatas pertumbuhan, dengan demikian rasio N:P di dalam jaringannya juga lebih rendah. Menurut Bjornsater dan Wheeler, (1990) bahwa rasio N:P optimal makroalga di daerah tropis adalah 24 : 1. Jika rasio N:P < 24 maka unsur N yang menjadi faktor pembatas pertumbuhan, sebaliknya jika rasio N:P > 24 maka unsur P yang menjadi faktor pembatas pertumbuhan makroalga yang tumbuh pada perairan tersebut. Menurut Boyd (1989) para petani ditambak biasanya menggunakan rasio 2 : 1 atau 1 :1 pada penggunaan N:P .

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu diketahui apakah pemberian pupuk urea dan SP-36 mampu meningkatkan kandungan protein dan rasio N:P pada *Gracilaria varucosa*, oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan menentukan rasio penggunaan pupuk urea dan SP-36 terbaik terhadap kandungan protein dan rasio N:P pada talli rumput laut *Gracilaria verrucosa* yang dipelihara secara *outdoor*.

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

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 | : <i>Gracilaria</i> |
| Spesies | : <i>Gracilaria verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss, 1950. |



Gambar 1. Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*)

Istilah rumput laut itu sendiri bukanlah istilah taksonomik, melainkan istilah yang umum digunakan untuk menggambarkan sejumlah alga laut ukuran besar yang masuk dalam kelompok *Chlorophyceae* (alga hijau), *Rhodophyceae* (alga merah), *Phaeophyceae* (alga coklat) dan *Cyanophyceae* (alga biru-hijau). Rumput laut tergolong tanaman berderajat rendah, tidak mempunyai akar, batang maupun daun sejati, tetapi hanya meyerupai batang yang disebut *talus*. Bentuk talus rumput laut bermacam-macam, antara lain : bulat seperti tabung, pipih, gepeng, bulat seperti

kantong, rambut. Talus tersusun oleh satu sel (uniseluler) atau banyak sel (multiseluler), percabangan talus ada yang *dichotomus* (dua-dua terus menerus), *pinate* (dua-dua berlawanan sepanjang talus utama), *pectinate* (berderet searah pada satu sisi talus utama) dan ada juga yang sederhana tidak bercabang. Sifat substansi talus beraneka ragam ada yang lunak seperti gelatin (*gelatinous*), keras diliputi atau mengandung kapur (*calcareous*), lunak bagaikan tulang rawan (*cartilaginous*), berserabut (*spongy*) dan sebagainya (Pong-Masak & Simatupang, 2016)

G verrucosa termasuk salah satu jenis rumput laut yang mempunyai batang daun semu sehingga digolongkan dalam *Thallophyta*. Talus ini tersusun dari jaringan yang kuat, berwarna merah ungu kehijauan, bercabang mencapai tinggi 1-3 dm 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 talus sekitar 0,2 - 1,5 mm dan jarak antar cabang talus relatif berdekatan sekitar 3 – 15 mm. Rumput laut *G. verrucosa* memiliki nama daerah yang bermacam-macam, seperti : songo-songo, rambu kasang, janggut duyung, dongi-dongi, bulung embulung, agar-agar jahe, bulung sangu dan lain-lain. Rumput laut marga *Gracilaria* banyak jenis (Oktavia, 2018).

B. Protein Rumput Laut

Rumput laut atau disebut juga makroalga yang dimana mengandung nutrisi penting seperti karbohidrat, protein, serat, lemak, mineral dan vitamin. Nutrisi pada bagian protein adalah makromolekul dari asam amino yang tersusun atas atom nitrogen, karbon dan oksigen, beberapa asam amino yang mengandung sulfur (metionin, sistin dan sistein) yang dihubungkan oleh ikatan peptida. Pada makhluk hidup, protein terlibat dalam pembentukan struktur seluler dan beberapa protein memiliki peran fisiologis. Protein adalah kelompok makronutrien. Protein makronutrien berperan dalam pembentukan biomolekul dan sebagai sumber energi.

Rumput laut atau makroalga memiliki kandungan nutrisi yang penting seperti karbohidrat, protein, serat, lemak, mineral dan vitamin. Protein merupakan makromolekul yang terbentuk dari asam amino yang tersusun dari atom nitrogen, karbon, dan oksigen, beberapa jenis asam amino yang mengandung sulfur (metionin, sistin dan sistein) yang dihubungkan oleh ikatan peptide. Dalam makhluk hidup,

protein berperan sebagai pembentuk struktur sel dan beberapa jenis protein memiliki peran fisiologis. Protein termasuk salah satu kelompok bahan makronutrien. Dimana, makronutrien protein memiliki peran dalam pembentukan biomolekul dan sebagai sumber energi. (Wahjuni, 2014). Protein memiliki beberapa fungsi menurut Jufri (2017) yaitu : (a). Membentuk jaringan dalam masa pertumbuhan dan perkembangan, (b). Memelihara jaringan tubuh, serta mengganti jaringan yang rusak atau mati, (c). Menyediakan asam amino yang diperlukan untuk membentuk enzim pencernaan dan metabolisme antibodi yang diperlukan

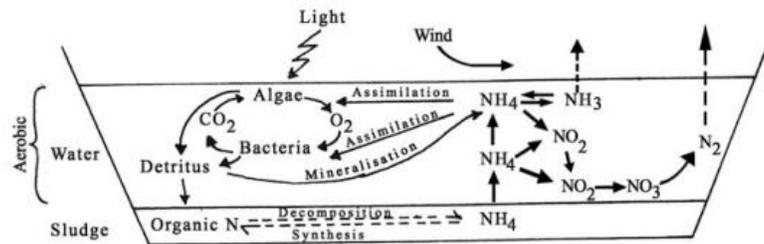
Rumput laut *Gracilaria* sp. memiliki kandungan protein yang tinggi yaitu 6.56% (Nurhajar, 2021). Menurut penelitian Sugiyanto *et al.* (2013) ; Istini dan Suhaimi (1998) dalam Yuniarti (2015) *G. verrucosa* memiliki kandungan protein 9,28% ; 7,30%. Menurut Rukmi *et al.* (2012) rumput laut *G. verrucosa* mempunyai kandungan nutrisi yang cukup lengkap. Secara kimia rumput laut terdiri dari air (27.8%), protein (5.4%), karbohidrat (33.3%), lemak (8.6%), serat (3%) dan abu (22,25%). Rumput laut juga mengandung enzim, asam nukleat, asam amino, vitamin (A,B,C,D,E dan K), makro mineral, seperti : zat besi, magnesium dan natrium.

C. Kebutuhan Nutrient

Suatu ciri khas dari makhluk hidup adalah kemampuan atau kapabilitas sel-sel untuk mengambil zat-zat makanan dari komponen sel itu sendiri sebagai sumber energi. Suplai dan absorpsi dari senyawa-senyawa kimia yang diperlukan untuk proses pertumbuhan metabolisme disebut nutrisi. Dan senyawa kimia yang diperlukan oleh organisme disebut nutrient (unsur hara). Nutrisi tanaman dibagi atas dua yaitu makronutrien dan mikronutrien. Makronutrien dibutuhkan oleh tumbuhan-tumbuhan dalam jumlah yang relatif tinggi ketimbang unsur hara mikronutrient. Kandungan unsur hara makro pada jaringan tanaman, seperti N, 1000 kali lebih besar daripada kandungan unsur hara mikro Zn. Berikut ini adalah klasifikasi dari unsur hara makro yakni : C, H, O, N, P, S, Ca, Mg, (Na, Si). Sedangkan yang termasuk mikro adalah : Fe, Mn, Zn, Mo, B, Cl (Nurhayati, 2021).

Nutrien yang paling dibutuhkan oleh organisme adalah unsur nitrogen dan fosfor. Nitrogen yang tersedia di atmosfer itu dalam bentuk N_2 namun, senyawa tersebut tidak bisa langsung digunakan oleh tanaman. N_2 difiksasi oleh bakteri aerob menjadi ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3). Nitrat (NO_3) merupakan bentuk utama

nitrogen di perairan dan merupakan nutrient bagi pertumbuhan rumput laut. Nitrat merupakan bentuk yang paling banyak disukai untuk pertumbuhan kebanyakan tanaman, sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Perbedaan utama serapan NO_3 dan NH_4 adalah kepekaannya terhadap pH. 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).



Gambar 2. Siklus Nitrogen (Jana *et al.*, 2018)

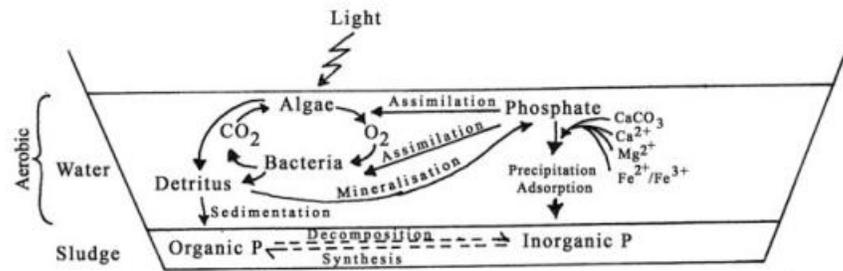
Siklus nitrogen meliputi fiksasi nitrogen, amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi. Menurut Jana *et al.* (2018) saat ini, siklus nitrogen global telah mengubah ekosistem perairan secara dramatis karena masukan antropogenik dari bahan nitrogen, Hal ini terutama berlaku untuk sistem makanan limbah dimana sebagian besar nitrogen terikat dengan bahan organik yang hidup dan membusuk, dan dinamika N dimulai dengan proses perubahan bentuk nitrogen (N) di dalam air yang dimana dimulai dengan penguraian tanpa oksigen (anaerobik) dari senyawa N organik yang terdapat di dalam lumpur dasar kolam. Penguraian ini menghasilkan N- amonia yang kemudian mengalami reaksi kimia dengan oksigen (nitrifikasi) menjadi nitrat (NO_3^-). Sebagian N- amonia juga menguap menjadi gas amonia (volatilisasi amonia).

Fosfor adalah unsur hara esensial penyusun beberapa senyawa kunci dan sebagai katalis reaksi biokimia penting di dalam tanaman. Ia berperan di dalam menangkap dan mengubah energi matahari menjadi senyawa yang sangat berguna bagi tanaman. Itulah peran vital di dalam nutrisi tanaman agar tanaman dapat tumbuh, berkembang dan memproduksi dengan normal. Kekurangan unsur fosfor mengakibatkan terhambatnya sistem perakaran pada tanaman (Nurhayati, 2021). Kadar nitrat dan fosfat mempengaruhi reproduksi alga bila zat tersebut melimpah di perairan. Menurut Aslan (1991), kadar nitrit dan fosfat di perairan akan berpengaruh

terhadap kesuburan gametofit alga. Setiap jenis alga untuk keperluan pertumbuhannya memerlukan kandungan nitrat yang berbeda-beda. Menurut Emanto (1994); Syamsiah (2007) dalam Ansar (2016) tumbuhan yang berada di perairan memerlukan fosfor (P) sebagai ion fosfat (PO_4) untuk pertumbuhan yang disebut dengan nutrisi atau unsur hara makro. Sumber alami fosfat di perairan adalah pelapukan batuan mineral dan dekomposisi bahan-bahan organik.

Di alam, salah satu faktor utama yang mengatur pertumbuhan, reproduksi, dan biokimia dari rumput laut adalah nutrisi, disamping cahaya, pergerakan arus dan salinitas. Nutrisi yang terdapat di perairan merupakan faktor pembatas yang sangat penting dalam produktivitas rumput laut (Rosyida *et al.*, 2013). Menurut Zainuddin dan Nofianti (2022) Agar tidak terjadi kekurangan nutrisi, dilakukan suplai nutrisi yang berasal dari luar lingkungan budidaya menggunakan bahan yang mengandung N dan P yang secara umum disebut pupuk.

Unsur hara makro dan mikro dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Fungsi unsur hara makro diantaranya Nitrogen (N), yang berfungsi merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Fosfat (P) berfungsi untuk pengangkutan energi hasil metabolisme dalam tanaman, merangsang pertumbuhan akar, merangsang pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel. Fosfor merupakan unsur pokok yang esensial dari transfer energi molekul $ATP < ADP$ dan AMP dan sebagai genetic serta molekul pembawa informasi yaitu DNA dan RNA. Hal ini berarti bahwa fosfor adalah unsur esensial bagi seluruh makhluk hidup dan sering menjadi faktor pembatas ekosistem perairan. Daya larut yang rendah dari senyawa anorganik membatasi ketersediaannya sebagai nutrisi. Fosfat merupakan salah satu nutrisi penting di perairan. Berdasarkan ikatan kimia, Fosfat yang ada di perairan terbagi menjadi tiga yaitu senyawa Othofosfat, Polifosfat dan Fosfat organik. Keberadaan fosfat di perairan biasanya lebih sedikit dibandingkan dengan kadar Nitrogen perairan (Sukmawati, 2016).



Gambar 3. Siklus Fosfor (Jana *et al.*, 2018)

Siklus fosfor dimulai dari rumput laut mengasimilasi fosfor dari lingkungan dan kemudian mengubahnya dari fosfor anorganik menjadi fosfor organik. Proses fosfor dengan tahapan (1) transfer, yakni fosfor dapat berpindah ke organisme lain ketika mereka makan atau dimakan oleh organisme lain. Misalnya herbivora dapat mendapatkan fosfor dari tanaman, karnivora dapat mendapatkan fosfor dari herbivora; (2) ekstraksi yakni hewan dapat melepaskan fosfor Kembali ke lingkungan melalui urine atau feses mereka. Fosfor ini dapat berupa senyawa organik atau anorganik, tergantung metabolisme dan diet hewan; (3) dekomposisi, dimana apabila tanaman dan hewan mati dapat diuraikan oleh bakteri atau pengurai lainnya, yang melepaskan fosfor sebagai fosfat anorganik (PO₄) ke tanah atau air.; (4) pemupukan, dimana kegiatan manusia dapat menambahkan fosfor ke lingkungan melalui penggunaan pupuk, yang mengandung fosfat (PO₄) sebagai bahan utama. Pupuk dapat meningkatkan jumlah fosfor yang tersedia untuk rumput laut, tetapi juga dapat menyebabkan masalah lingkungan seperti eutrofikasi dan mekar alga; (5) absorpsi dimana alga yang hidup di air dan menggunakan fotosintesis untuk bahan organik, mereka dapat menyerap fosfat (PO₄) dari air dan mengubahnya menjadi fosfor organik, yang mereka gunakan untuk pertumbuhan dan reproduksi mereka.; (6) presipitasi: Sebagian dari fosfat (PO₄) yang ditambahkan ke air oleh pupuk atau sumber lain dapat bereaksi dengan mineral lain seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), atau besi (Fe) dan membentuk senyawa tidak larut yang tenggelam ke dasar badan air. Senyawa ini tidak tersedia untuk tanaman atau hewan, dan mereka menumpuk sebagai sedimen seiring waktu (Jana *et al.*, 2018)

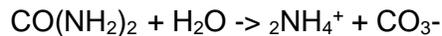
Menurut Bjornsater dan Wheeler, (1990) bahwa status nutrisi makroalga didasarkan pada rasio N:P di dalam jaringan. Jika ratio N:P < 16 maka unsur nitrogen

yang menjadi faktor pembatas, jika rasio N:P berkisar antara 16–24 menunjukkan bahwa unsur nitrogen dan fosfor cukup tersedia, namun jika rasio N:P > 24 maka unsur fosfor dalam perairan yang menjadi faktor pembatas pertumbuhan.

D. Pupuk

Kadar nutrisi dan senyawa bioaktif rumput laut umumnya berbeda berdasarkan jenis, cara penanganan, dan lokasi perairan sebagai tempat budidayanya (Solihin *et al.*, 2019). Untuk menghasilkan pertumbuhan dan kualitas rumput laut yang optimal harus didukung oleh lingkungan yang sesuai, salah satunya adalah ketersediaan unsur hara (nutrient). Nutrient bisa ditambahkan dengan cara menambahkan pupuk pada lingkungan budidaya rumput laut.

Pupuk urea memiliki rumus kimia $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, yang mengandung nitrogen (N) sekitar 46%. Nitrogen adalah unsur hara yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, terutama untuk pembentukan klorofil, protein, dan asam amino. Menurut Jana *et al.* (2018) bahwa, tanaman tidak bisa langsung menyerap nitrogen dari pupuk urea, melainkan harus melalui beberapa proses terlebih dahulu. Proses pertama adalah hidrolisis, yaitu reaksi antara pupuk urea dengan air yang menghasilkan ammonium (NH_4^+) dan karbonat (CO_3^-). Reaksi ini dipicu oleh enzim urease yang berasal dari mikroorganisme tanah. Reaksi ini dapat ditulis sebagai :



Proses kedua adalah nitrifikasi, yaitu reaksi oksidasi ammonium menjadi nitrit (NO_2^-) dan kemudian menjadi nitrat (NO_3^-). Reaksi ini dilakukan oleh bakteri nitrifikasi yang hidup di tanah. Reaksi ini membutuhkan oksigen dan pH tanah yang netral atau sedikit masam. Reaksi ini dapat ditulis sebagai :



Proses ketiga adalah penyerapan, yaitu proses dimana tanaman menyerap nitrat dari tanah melalui akar. Nitrat adalah bentuk nitrogen yang paling mudah diserap oleh tanaman dan digunakan untuk sintesis protein dan asam amino. Tanaman juga bisa menyerap amonium tetapi dalam jumlah yang lebih sedikit dan tergantung pada jenis tanaman dan kondisi lingkungan.

Sagita *et al.* (2018) juga mengatakan bahwa, untuk dapat diserap oleh tanaman, nitrogen dalam urea harus dikonversi terlebih dahulu menjadi ammonium (N-NH₄) dengan bantuan enzim urease melalui proses hidrolisis.

Pupuk urea dapat diaplikasikan ke perairan tempat rumput laut tumbuh. Aplikasi ini bisa dilakukan dengan beberapa metode, seperti penyemprotan larutan pupuk urea diatas permukaan perairan atau penyebaran pupuk granul/bubuk secara merata di sekitar tanaman rumput laut. Setelah pupuk urea diaplikasikan, proses dekomposisi urea terjadi di dalam air laut. Enzim urease yang ada dalam lingkungan perairan akan memecah urea menjadi ammonia (NH₃) dan karbon dioksida (CO₂). Proses dekomposisi ini membutuhkan waktu tertentu tergantung pada kondisi perairan, suhu, dan aktivitas mikroorganisme. Amonia yang dihasilkan dari dekomposisi urea dapat menyerap amonia melalui akar. Setelah rumput laut menyerap amonia, proses reaksi dan asimilasi nitrogen terjadi di dalam jaringan tanaman. Amonia diubah menjadi senyawa organik yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan rumput laut (Grzyb *et al.*, 2021).

Sebelum diaplikasikan ke rumput laut, senyawa urea memiliki bentuk kimia CO(NH₂)₂. Ini adalah senyawa kristalin berbentuk bubuk putih yang larut dalam air. Setelah diaplikasikan ke rumput laut, proses dekomposisi urea terjadi dalam air. Enzim urease hadir dalam lingkaran perairan, baik dari organisme mikroba maupun dari jaringan rumput laut itu sendiri. Proses pemecahan urea menjadi amonia (NH₃) dan karbon dioksida (CO₂) melalui reaksi hidrolisis yang mana urea dhidrolisis secara spontan dalam air. Hidrolisis adalah proses kimia dimana suatu senyawa terpecah menjadi dua atau lebih senyawa baru melalui reaksi dengan air. Dalam konteks urea, hidrolisis urea terjadi Ketika molekul urea bereaksi dengan molekul air (H₂O) dan terurai menjadi amonia dan karbon dioksida. Reaksi hidrolisis urea dapat dituliskan sebagai berikut : (Byrne *et al.*, 2020)



Dalam reaksi ini, molekul urea berinteraksi dengan dua molekul air, menghasilkan dua molekul amonia (NH₃) dan satu molekul karbon dioksida (CO₂). Proses ini menghasilkan pelepasan amonia ke dalam air, yang kemudian dapat digunakan sebagai sumber nitrogen oleh tanaman atau organisme lain dalam ekosistem akuatik. Dengan demikian, setelah diaplikasikan ke rumput laut, urea akan mengalami transformasi menjadi ammonia dan CO₂. Amonia yang dihasilkan

kemudian dapat digunakan oleh rumput laut sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Bentuk amonia yang dihasilkan dari dekomposisi urea sangat penting bagi rumput laut karena merupakan bentuk yang dapat langsung diserap oleh tanaman. Rumput laut dapat menyerap amonia melalui akar atau permukaan daunnya untuk menyediakan nutrisi yang diperlukan dalam proses fotosintesis (Roleda dan Hurid, 2019)

Rumput laut dapat menyerap semua senyawa nutrisi yang terlarut dalam air melalui akar atau permukaan thallus (bagian tubuh rumput laut yang mirip daun). Ketika pupuk SP-36 diaplikasikan ke perairan tempat tumbuhnya rumput laut, senyawa-senyawa nutrisi dalam pupuk akan terlarut dalam air dan menjadi tersedia bagi rumput laut. Pupuk SP-36 mengandung unsur fosfor (P) dan sulfur (S) dalam bentuk senyawa kompleks. Ketika pupuk tersebut larut dalam air, senyawa kompleks tersebut akan terurai dan melepaskan ion fosfat (PO_4) sulfat (SO_4) yang dapat diserap oleh rumput laut. Setelah diserap oleh akar atau permukaan thallus, ion fosfat dan sulfat akan mengalami proses transportasi ke seluruh tubuh rumput laut. Proses ini melibatkan mekanisme transportasi ionik melalui membrane sel rumput laut. Ion fosfat dan sulfat yang diserap oleh rumput laut akan digunakan dalam berbagai proses fisiologis dan metabolik. Fosfat akan digunakan dalam sintesis DNA, RNA dan ATP (adenin trifosfat), serta berperan dalam metabolisme energi pembentukan protein. Sulfat akan digunakan dalam sintesis asam amino, vitamin dan senyawa yang terlibat dalam pertumbuhan dan perkembangan rumput laut.

Pupuk SP-36 merupakan pupuk tunggal yang mengandung tiga unsur hara utama, yaitu fosfor (P), sulfur (S), dan unsur tanaman (SP). Nama "SP-36" sendiri merupakan singkatan dari kandungan unsur-unsur tersebut. Dalam pupuk SP-36, proporsi kandungan unsur-unsur tersebut adalah sebagai berikut : Fosfor (P) = 36% , Sulfur (S) = 12% , Unsur tanaman (SP) : 52% . Pupuk SP-36 digunakan untuk memberikan nutrisi fosfor dan sulfur yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Fosfor berperan dalam proses metabolisme energi, pembentukan akar, perkembangan bunga, dan pembentukan biji. Sulfur, disisi lain, merupakan komponen penting dari asam amino dan protein, serta berperan dalam pembentukan klorofil dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

Sebelum diaplikasikan ke rumput laut, senyawa fosfor dalam pupuk SP-36 umumnya berbentuk fosfat organik, seperti monofosfat ($H_2PO_4^-$) atau difosfat (HPO_4^{2-}).

Bentuk fosfat anorganik ini adalah bentuk yang umumnya digunakan dalam pupuk fosfat komersial. Namun, setelah diaplikasikan ke rumput laut, senyawa fosfor dalam pupuk SP-36 akan mengalami rekasi dan transformasi dalam lingkungan perairan laut. Rumput laut memiliki kemampuan untuk menyerap dan memanfaatkan fosfor dari air laut. Proses ini melibatkan perubahan bentuk fosfor dari fosfat anorganik menjadi bentuk organik seperti ester fosfat atau fosfolipid. Estimasi bentuk senyawa fosfor yang terjadi pada rumput laut setelah aplikasi pupuk SP-36 dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dan metabolisme rumput laut itu sendiri.

Pupuk merupakan zat yang memasok nutrisi tambahan bagi tanaman yang berguna untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas tanaman (Alley & Vanlauwe, 2009). Pupuk urea merupakan pupuk yang mengandung nitrogen (N) sebesar 45 – 56 %. Unsur N ini merupakan zat hara yang sangat diperlukan tanaman, karena bermanfaat untuk pertumbuhan dan perkembangan. Untuk dapat diserap oleh tanaman, nitrogen dalam urea harus dikonversi terlebih dahulu menjadi *ammonium* (N-NH_4^+) dengan bantuan enzim urease melalui proses hidrolisis (Sigurdarson *et al.*, 2018). Sedangkan pupuk SP-36 mengandung P_2O_5 sebanyak 36%. Kegunaan pupuk fosfat ini adalah mendorong awal pertumbuhan akar, menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit, serta memperbaiki struktur hara tanah (Hayati *et al.*, 2012).

E. Kualitas Air

Pada Kegiatan budidaya rumput laut air merupakan media untuk hidup, maka kualitas air yang baik dan sesuai sangat diperlukan untuk menunjang keberhasilan budidaya rumput laut (*G. verrucosa*). Pengukuran kualitas air pada penelitian ini meliputi suhu, salinitas, derajat keasaman (pH), karbondioksida (CO_2) dan Alkalinitas.

1. Suhu

Suhu adalah ukuran derajat panas atau dingin suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu disebut termometer. Suhu menunjukkan derajat panas benda. Mudah-mudahan, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat berupa getaran. Makin tingginya

energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut. Suhu juga disebut temperatur, satuan suhu adalah Kelvin (K). Skala-skala lain adalah Celsius, Fahrenheit dan Reamur (Supu *et al.*, 2016).

Suhu merupakan salah satu faktor iklim yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Suhu udara dipengaruhi oleh radiasi yang diterima di permukaan bumi sementara tinggi rendahnya suhu disekitar tanaman ditentukan oleh radiasi matahari (Alridiwersah *et al.*, 2022). Kisaran suhu perairan yang optimal untuk membudidayakan rumput laut yaitu 26-30°C (Mudeng *et al.*, 2015).

2. Salinitas

Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air. Salinitas merupakan bagian dari sifat fisik dan kimia suatu perairan, selain suhu, pH, substrat dan lain-lain. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air. Salinitas perairan menggambarkan kandungan garam dalam suatu perairan. Garam yang dimaksud adalah berbagai ion yang terlarut dalam air termasuk garam dapur (NaCl). Pada umumnya salinitas disebabkan oleh 7 ion utama yaitu natrium (Na), klorida (Cl), kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), sulfat (SO₄) dan bikarbonat (HCO₃) (Armis, 2017).

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 menjadi pucat kekuning-kuningan dan rentan terhadap penyakit (Susanto *et al.*, 2021).

3. Power of Hydrogen (pH)

pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambing matematika dari negative logaritma, dan “H” lambing kimia untuk unsur Hidrogen. pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion

Hydrogen. 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 disebut basa, yaitu nilai pH lebih dari 7 (Sundari, 2020).

Pengukuran kadar keasaman larutan (pH) dalam air merupakan sesuatu yang sangat penting dalam budidaya. Sehingga sangat penting untuk tetap menjaga kadar pH dalam air tetap stabil. Terdapat beberapa metode dalam mengukur kadar keasaman dari suatu larutan, diantaranya dengan menggunakan metode konvensional, yaitu dengan menggunakan kertas lakmus atau kertas pH (Astria *et al.*, 2014).

Penelitian telah menunjukkan bahwa nilai pH yang berbeda dalam lingkungan laut dapat memiliki dampak metabolisme dan ketersediaan nutrisi bagi rumput laut. Penelitian telah menunjukkan bahwa nilai pH yang lebih rendah (asam) dapat meningkatkan kelarutan fosfat dalam air laut. Hal ini berarti bahwa rumput laut mungkin mendapatkan lebih banyak fosfor dari air laut ketika pH lebih rendah. Namun, reaksi ini juga dapat menyebabkan penurunan ketersediaan nitrogen amonia (NH_3) karena dalam kondisi asam, amonia berubah menjadi ion ammonium (NH_4^+) yang kurang dapat diambil oleh rumput laut. Sebaliknya, ketika nilai pH lebih tinggi (basa), amonia cenderung lebih mudah diambil oleh rumput laut, meningkatkan ketersediaan nitrogen. Oleh karena itu, nilai pH yang berbeda dapat memiliki pengaruh yang berlawanan terhadap kandungan nitrogen, fosfor dan protein dalam rumput laut.

4. Karbondioksida (CO_2)

CO_2 (Karbondioksida) merupakan senyawa yang diperoleh dari hasil aktivitas respirasi biota air biasanya dinyatakan dengan satuan mg/L atau ppm.

$$K_2CO_3 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^- \longrightarrow 2H^+ + CO_3^{2-}$$
 bebas (CO_2), ion bikarbonat (HCO_3^-) dan asam karbonat (H_2CO_3). Karbondioksida bebas ini diperlukan dalam proses fotosintesis oleh tumbuhan hijau daun. Sedangkan garam karbonat dan bikarbonat terutama garam kalsium diperlukan untuk menyangga pH air. Karbon dioksida bersenyawa dengan air membentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang menghasilkan kondisi asam dalam perairan menjadi H^+ dan H_2CO_3 rekasinya adalah sebagai berikut (Mulyati, 2022) :

Karbondioksida yang terdapat didalam air dapat diperoleh dari : difusi dari atmosfer secara langsung, air tanah yang melewati tanah organik, air hujan (air hujan yang jatuh ke permukaan bumi secara teoritis memiliki kandungan karbondioksida sebesar 0,55 – 0,6 mg/l), hasil dari penguraian bahan organik pada dasar perairan, hasil proses pernafasan (respirasi) hewan dan tumbuhan air, hasil proses pemecahan atau penguraian senyawa-senyawa kimia (Idrus, 2018).

5. Alkalinitas

Alkalinitas merupakan penyangga (buffer) perubahan pH air dan indikasi kesuburan yang diukur dengan kandungan karbonat. Alkalinitas adalah kapasitas air untuk menetralkan tambahan asam tanpa penurunan nilai pH larutan alkaliitas mampu menetralsir keasaman di dalam air. Secara khusus alkalinitas sering disebut sebagai besaran yang menunjukkan kapasitas pembufferan dan ion bikarbonat, dan tahap tertentu ion karbonat dan hidoksida dalam air. Ketiga ion tersebut dalam air akan bereaksi dengan ion hydrogen sehingga menurunkan kemasaman dan menaikkan pH. Alkalinitas optimal pada nilai 90-150 ppm. 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. Perbedaan antara basa tingkat tinggi dengan alkalinitas yang tinggi adalah: Tingkat basa tinggi ditunjukkan oleh pH tinggi, sedangkan alkalinitas tinggi ditunjukkan dengan kemampuan menerima proton tinggi. Alkalinitas berperan dalam menentukan kemampuan air untuk mendukung pertumbuhan alga dan keidupan air lainnya, hal ini dikarenakan pengaruh sistem buffer dari alkalinitas. Alkalinitas berfungsi sebagai reservoir untuk karbon organik, sehingga alkalinitas diukur sebagai faktor kesuburan air (Tarigan, 2019).