

# TESIS

## BIOREMEDIASI, PERTUMBUHAN DAN KUALITAS RUMPUT LAUT *Codium* sp. PADA LIMBAH CAIR TAMBAK UDANG SUPER INTENSIF

Disusun dan diajukan oleh:

**FAUZIA NUR**

**L012191013**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**TESIS**

**Bioremediasi, Pertumbuhan dan Kualitas Rumput Laut *Codium* sp.  
pada Limbah Cair Tambak Udang Super Intensif**

Disusun dan diajukan oleh:

FAUZIA NUR

L012191013

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister  
pada fakultas ilmu kelautan dan perikanan

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

BIOREMEDIASI, PERTUMBUHAN DAN KUALITAS RUMPUT LAUT *CODIUM SP.*  
PADA LIMBAH CAIR TAMBAK UDANG SUPER INTENSIF

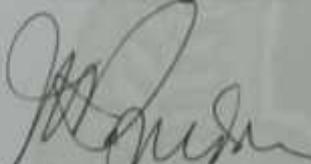
Disusun dan diajukan oleh:

FAUZIA NUR  
Nomor Pokok L012191013

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan  
Perikanan Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 29 Juli 2021,  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

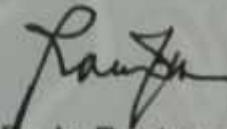
Menyetujui

Pembimbing Utama



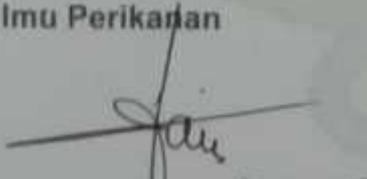
Prof. Dr. Ir. Rajuddin Syamsuddin, M.Sc.,  
NIP. 195312091981031003

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Rustam, MP.,  
NIP. 195912311987021010

Ketua Program Studi  
Ilmu Perikanan



Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M. Si.,  
NIP. 19640721 199103 1 001



Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan  
Perikanan Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. St. Aisiah Farhum, M. Si.,  
NIP. 19690605 199303 2 002

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauzia Nur  
NIM : L012191013  
Program Studi : Ilmu Perikanan  
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Bioremediasi, Pertumbuhan dan Kualitas rumput laut *Codium* sp. pada Limbah Cair Tambak Udang Super Intensif**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

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

Makassar, 29 Juli 2021

enyatakan



**Fauzia Nur**

## PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN

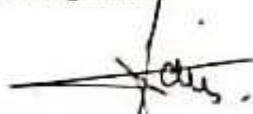
Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Fauzia Nur  
NIM : L012191013  
Program Studi : Ilmu Perikanan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

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

Makassar, 29 Juli 2021

Mengetahui



**Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si.**  
NIP. 196407211991031001

Penulis



**Fauzia Nur**  
NIM L012191013

## ABSTRAK

**Fauzia Nur.** L012191013. "Bioremediasi, Pertumbuhan dan Kualitas rumput laut *Codium* sp. pada Limbah Cair Tambak Udang Super Intensif" dibimbing oleh Rajudddin Syamsuddin sebagai Pembimbing Utama dan Rustam sebagai Pembimbing Anggota.

---

Uji coba budidaya rumput laut *Codium* sp. dengan bobot bibit berbeda dengan media penumbuhan berupa limbah cair tambak udang super intensif. Bertujuan mendapatkan bobot bibit terbaik untuk menghasilkan pertumbuhan, kandungan serat, mineral dan karatenoid serta kemampuan menyerap unsur nitrogen dan fosfor dari media budidaya. Penelitian dilakukan di Instalasi Tambak Percobaan (ITP) Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau (BPPBAP), Desa Punaga, Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar. Wadah yang digunakan adalah kotak plastik berukuran ukuran 87 cm x 64 cm dengan ketinggian air di dalam wadah dipertahankan 40 cm. Penelitian terdiri atas 4 perlakuan bobot bibit yaitu A (50 g), B (100 g), C (50 g) dan D (200 g) dan masing- masing perlakuan dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bobot bibit 50 g *Codium* sp. menghasilkan pertumbuhan maksimal dengan laju pertumbuhan harian  $5.36 \pm 0.41\%$  dan bobot bibit 200 g *Codium* sp. menghasilkan kandungan karatenoid dan kandungan serat tertinggi sedangkan kandungan abu yang tertinggi yaitu pada bobot bibit 150 g. Pengurangan total N tertinggi pada bobot bibit 150 g dan terendah pada bobot bibit 100 g. Penurunan konsentrasi total P tertinggi pada bobot bibit 50 g dan terendah pada bobot bibit 150 g. CO<sub>2</sub> diserap seluruhnya (100%) pada semua berat bibit yang dicobakan.

Kata kunci: *Codium* sp., bobot bibit, limbah tambak, udang vanname.

## ABSTRACT

**Fauzia Nur.** L012191013. "Bioremediation, growth and quality of seaweed *Codium* sp. in super intensive shrimp pond liquid waste" supervised by Rajuddin Syamsuddin as the Principle supervisor and Rustam as the co-supervisor.

---

Cultivation trials of *Codium* sp. with different seed weights with the growing medium in the form of super intensive shrimp pond liquid waste aims to get the best seed weight to produce growth, fiber content, minerals and caratenoids as well as the ability to absorb nitrogen and phosphorus elements from the cultivation media. The research is conducted at Instalasi Tambak Percobaan (ITP) Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau (BPPBAP), Punaga Village, Mangarabombang District, Takalar Regency. The container used is a plastic box 87 cm x 64 cm with the water level in the container maintained at 40 cm. The study consists of 4 treatments of seed weight, namely A (50 g), B (100 g), C (50 g) and D (200 g), and each treatment is with 3 replications. The results shows that the seed weight of 50 g of *Codium* sp. produces maximum growth with a daily growth rate of  $5.36 \pm 0.41\%$  and seed weight of 200 g *Codium* sp. produces the highest caratenoids content and fiber content while the highest ash content is at 150 g seed weight. The highest reduction in total N was at 150 g seed weight and the lowest was at 100 g seed weight. The highest reduction in total P concentration is at seed weight of 50 g, and the lowest is at seed weight of 150 g. CO<sub>2</sub> is completely absorbed (100%) on all weight of the seeds tested.

Key words: *Codium* sp., Seed weight, pond waste, vanname shrimp.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayahnya penyusun dapat menyelesaikan thesis yang berjudul “**Bioremediasi, Pertumbuhan dan Kualitas rumput laut *Codium* sp. pada Limbah Cair Tambak Udang Super Intensif**” ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

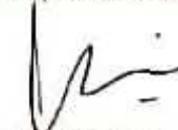
Penulis menyadari bahwa thesis ini dapat diselesaikan berkat bantuan berbagai pihak yang selalu memberikan dukungan serta semangat yang tinggi kepada penulis selama melakukan penelitian. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dan tidak lupa saya ucapkan kepada:

1. Kedua Orang tua penulis **Ir. H. Muh. Alif, M. Han** dan **HJ. Matang** dan Saudara-saudari yang mendukungku **Nurmujahidah, SKM, Muh. Fauzar Al-Hijrah, SKM, M. Kes, IPDA apt. Muh. Fauzi Ramadhani, S. Farm dan Nur Azizah, SE** serta semua keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan moril, memberikan semangat dan kasih sayang yang tidak pernah terputus dan doa yang tiada hentinya serta perhatian yang tidak ada habisnya kepada penulis.
2. **Bapak Prof. Dr. Ir. Rajuddin Syamsuddi, M.Sc.** selaku pembimbing utama serta Penasihat Akademik penulis yang dengan tulus dan penuh kesabaran telah banyak membantu, memberikan motivasi, ilmu, saran dan petunjuk mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan thesis. Semoga selalu dalam keadaan yang sehat dan sukses.
3. **Bapak Dr. Ir. Rustam, MP.**, selaku pembimbing anggota yang telah sabar dan lembut memberikan pengarahan, ilmu dan saran untuk penelitian ini.
4. **Bapak Dr. Ir. Gunarto Lamata, M.Sc., Ibu Dr. Marlina Achmad, S.Pi. M.Si. dan Bapak Dr. Ir. Ridwan Bohari, M.Si.** selaku penguji yang telah banyak memberikan ilmu dan saran yang bermanfaat kepada penulis.
5. **Bapak dan Ibu Dosen serta staf pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS** yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, dan pengalaman dan banyak bantuan kepada penulis.
6. **Bapak Prof. Rachmansyah, M. Si** peneliti utama BRPBAP3 dan Bapak **Makmur S. Pi, M. Si** Peneliti BRPBAP3 sekaligus penanggungjawab Instalasi Tambak Percobaan (ITP) BPPBAP Takalar yang telah banyak memberikan ilmu, saran, dan motivasi dan banyak bantuan dan kebaikan selama penelitian berlangsung.
7. **Kakak Zainal Abidin, A.Md. Pi, bapak Ilham dan staf pegawai BPRBAP3 Maros** yang telah banyak sekali membantu penulis, mengerahkan segala fikiran

- dan kemampuannya, membenkan banyak ilmu, saran serta arahan yang bermanfaat bagi penulis
- 8 Sahabat terkasih **Nadia** yang telah menjadi tempat curahan hati penulis, atas semua kebaikan, persahabatan, juga membenkan segala dukungan dan semangat kepada penulis
  - 9 Kakak **Ibrahim, Irfan Muhtar**, Adik-adik **Kherunnisa Iksan, Khaorulnizam, Sadat, Dian Lestari, Istiqamah M, Lutfiah Usman, dan Ummu Kalsum** yang telah membenkan warna di masa perkuliahan hingga proses penulisan tugas akhir, atas semua kebaikan, persahabatan, perjuangan, persaudaraan, dan banyak dukungan kepada penulis
  - 10 Teman-teman seperjuangan **S2 Ilmu Perikanan dan Ilmu Kelautan Angkatan 2019**, atas segala kebaikan dan bantuannya dan yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu

Akhir kata penyusun menyampaikan rasa penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang mendukung dan awal hingga akhir penyusunan tesis ini semoga dapat bermanfaat bagi kita semua. Atas perhatian dan kerja samanya saya ucapkan terima kasih.

Makassar, 29 Juli 2021



Fauzia Nur

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR LAMPIRAN .....	v
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	2
D. Kegunaan Penelitian .....	3
E. Ruang Lingkup .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
A. Biologi <i>Codium</i> .....	4
B. Pertumbuhan .....	4
C. Manfaat <i>Codium</i> Bagi Kesehatan .....	6
D. Limbah Tambak .....	7
E. Bioremediasi .....	8
F. Nitrogen, Fosfor dan Karbondioksida .....	9
G. Kandungan Rumput Laut .....	12
H. Kualitas Air .....	13
I. Kerangka Pikir .....	16
J. Hipotesis .....	17
BAB III METODE PENELITIAN .....	18
A. Waktu dan Tempat .....	18
B. Perlakuan dan Rancangan Penelitian .....	20
C. Pengukuran Peubah .....	20
1. Laju Pertumbuhan Harian .....	20
2. Kualitas Rumput Laut .....	21
D. Penurunan Konsentrasi N, P dan CO <sub>2</sub> Air Limbah .....	22
E. Penyerapan Nitrogen dan Fosfor .....	22
F. Parameter Kualitas Air .....	22
G. Analisis Data .....	22
BAB IV HASIL .....	23
A. Laju Pertumbuhan Harian .....	23
B. Kadar Karotenoid .....	23

C. Kadar Abu .....	24
D. Kadar Serat .....	24
E. Penurunan Konsentrasi N, P dan CO <sub>2</sub> Air Limbah .....	24
F. Penyerapan Nitrogen dan Fosfor .....	25
G. Parameter Kualitas Air .....	26
BAB V PEMBAHASAN .....	27
A. Laju Pertumbuhan Harian .....	27
B. Kadar Karotenoid .....	27
C. Kadar Abu .....	28
D. Kadar Serat .....	28
E. Penurunan Konsentrasi N, P dan CO <sub>2</sub> Air Limbah .....	29
F. Penyerapan Nitrogen dan Fosfor .....	29
G. Parameter Kualitas Air .....	30
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	32
A. Kesimpulan .....	32
B. Saran .....	32
DAFTAR PUSTAKA .....	33
LAMPIRAN .....	42

## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Habitat <i>Codium</i> sp. (NIMPIS, 2009) .....	5
2.	Laju Pertumbuhan <i>Codium</i> sp. pada bobot awal bibit berbeda ..	23
3.	Kandungan karatenoid dalam <i>Codium</i> sp. pada bobot awal bibit berbeda .....	23
4.	Kadar abu dalam <i>Codium</i> sp. pada bobot awal bibit berbeda ....	24
5.	Kandungan serat dalam <i>Codium</i> sp. pada bobot awal bibit berbeda .....	24
6.	Hasil pengukuran konsentrasi akhir dari N-total, P-total dan CO <sub>2</sub> .....	25
7.	Laju penyerapan N-Total <i>Codium</i> sp. ....	25
8.	Laju penyerapan P-Total <i>Codium</i> sp. ....	26
9.	Beberapa parameter kualitas air .....	26

## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	<i>Codium</i> sp. ....	4
2.	Kerangka Pikir Penelitian .....	16
3.	Peta lokasi penelitian .....	18
4.	<i>Codium</i> sp. digunakan dalam penelitian .....	18
5.	Penanaman dan Pemeliharaan Bibit .....	19
6.	Konstruksi budidaya rumput laut .....	19
7.	Tata letak satuan penelitian setelah pengacakan .....	20

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Prosedur kerja analisa kandungan karotenoid <i>Codium</i> sp. ....	42
2.	Prosedur kerja analisa kandungan serat kasar <i>Codium</i> sp. ....	43
3.	Prosedur kerja analisa kandungan mineral <i>Codium</i> sp. ....	44
4.	Hasil analisis ragam pertumbuhan harian <i>Codium</i> sp. ....	45
5.	Deskripsi dari Anova (Pertumbuhan Harian <i>Codium</i> sp.) ....	48
6.	Hasil Analisis Karatenoid <i>Codium</i> sp. ....	49
7.	Deskripsi dari Anova (Karatenoid <i>Codium</i> sp.) ....	50
8.	Hasil Analisis Kadar Abu <i>Codium</i> sp. ....	51
9.	Deskripsi dari Anova (Kadar Abu <i>Codium</i> sp.) ....	52
10.	Hasil Analisis Serat Kasar <i>Codium</i> sp. ....	53
11.	Deskripsi dari Anova (Serat Kasar <i>Codium</i> sp.) ....	54
12.	Hasil Analisis Laju Penyerapan N-Total <i>Codium</i> sp. ....	55
13.	Deskripsi dari Anova (Laju Penyerapan N-Total <i>Codium</i> sp.)....	56
14.	Hasil Analisis Laju Penyerapan P-Total <i>Codium</i> sp. ....	57
15.	Deskripsi dari Anova (Laju Penyerapan P-Total <i>Codium</i> sp.) ....	58

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Rumput laut (*Seaweed*) merupakan jenis makro alga, salah satu sumber devisa negara dan pendapatan bagi masyarakat pesisir, dengan adanya pemanfaatan dalam kehidupan sehari-hari, seperti sumber pangan, obat-obatan dan bahan baku industri. Rumput laut memiliki kandungan gizi makro berupa protein, serat, karbohidrat dan lemak, dan gizi mikro berupa mineral, vitamin, serta senyawa bioaktif (Ortiz *et. al.*, 2006; Yaich *et. al.*, 2015).

Limbah adalah salah satu ancaman tercemarnya lingkungan perairan dan merupakan zat pencemar yang berpotensi menyebabkan menurunnya kualitas air. Keberadaan zat pencemar dalam perairan akan mempengaruhi biota di dalamnya dan mempengaruhi kuantitas serta kualitas produk perikanan (Syamsuddin, 2014). Pencemaran lingkungan oleh limbah organik yang mengandung nitrogen (N) dan fosfat (P) bersumber dari tambak udang superintensif karena penggunaan pakan yang banyak merupakan salah satu masalah serius dalam pengembangan teknologi superintensif di Indonesia (Paena *et. al.*, 2020). Boyd dan Tucker (2012) mengatakan bahwa limbah organik merupakan zat pencemar yang besar bagi lingkungan perairan.

Padat penebaran yang tinggi dapat menghasilkan beban limbah yang akan mempengaruhi kelayakan habitat udang, serta lingkungan hidup perairan di wilayah sekitar budidaya pada sistem budidaya superintensif (Suwoyo *et. al.*, 2017). Pada Instalasi Tambak Percobaan (ITP) terdapat 12 petak tambak super intensif dengan luasan masing-masing 1.000 m<sup>2</sup>. Budidaya udang vaname dengan berbagai padat penebaran sampai 1.250 ekor/m<sup>2</sup> dengan produksi antara 3,48 sampai 12,2 ton/0,1 ha. Sedangkan luas dari IPAL 1.000 m<sup>2</sup> dengan kedalaman 2,5 meter.

Budidaya udang yang dapat mempengaruhi lingkungan dari limbah tambak udang menjadi keluhan yang paling umum (Buir *et. al.*, 2012). Tingginya kandungan limbah organik dan nutrisi dari buangan air tambak menyebabkan adanya penurunan kualitas lingkungan perairan tambak. Buangan limbah organik dan nutrisi yang tinggi berasal dari sisa pakan dan kotoran yang larut dalam air tambak yang kemudian dibuang ke perairan luar area budidaya.

Dikarenakan adanya banyak kandungan nutrisi dan mengandung 1,92% C, 0,54% N total, dan 1,70% PO<sub>4</sub> sehingga limbah tambak udang dapat digunakan kembali (Tangguda *et. al.*, 2015). Untuk memenuhi pertumbuhannya maka kadar unsur hara yang terdapat dalam limbah tambak udang dapat digunakan sebagai

pupuk oleh rumput laut. Rumput laut terbukti dapat menjadi filter sehingga kadar ammonium akan lebih rendah dan dapat menyerap nitrogen dalam perairan (Cahill *et. al.*, 2010).

Bioremediasi adalah metode perawatan yang menggunakan organisme yang ada secara alami (disebut sebagai biostimulasi) atau menambahkan organisme asli atau eksogen (disebut sebagai bioaugmentasi) untuk menurunkan atau mengasimilasi berbagai macam kontaminan (Vidali, 2001).

Stowell (2000) yang menyatakan bahwa tanaman air memiliki kemampuan secara umum untuk menetralsir komponen-komponen tertentu di dalam perairan yang bermanfaat dalam proses pengolahan limbah cair. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan tanaman air dalam menyaring bahan-bahan yang larut di dalam limbah cair potensial dapat dijadikan bagian dari usaha pengolahan limbah cair. Dan berdasarkan penemuan tersebut, maka peluang untuk memanfaatkan rumput laut jenis *Codium* sp. pada proses bioremediasi limbah cair tambak udang sangat memungkinkan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah penelitian yang dapat diajukan sebagai berikut:

1. Pada bobot berapakah *Codium* sp. yang menghasilkan pertumbuhan yang terbaik?
2. Pada bobot berapakah *Codium* sp. yang menghasilkan kandungan serat, mineral dan karatenoid yang terbaik di dalam media limbah tambak udang intensif?
3. Seberapa besar kemampuan *Codium* sp. menyerap unsur- unsur nitrogen dan fosfor yang dihasilkan limbah tambak udang?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan bobot *Codium* sp. yang menghasilkan pertumbuhan terbaik
2. Menganalisis bobot *Codium* sp. terbaik yang menghasilkan kandungan serat, mineral dan karatenoid setelah dibudidayakan pada media limbah tambak udang intensif.
3. Menganalisis besar kemampuan *Codium* sp. dalam menyerap unsur-unsur nitrogen dan fosfor yang dihasilkan limbah tambak udang.

#### **D. Kegunaan Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat:

1. Memberikan informasi budidaya *Codium* sp. dapat dilakukan pada media limbah tambak udang intensif.
2. Sebagai bahan informasi tambahan bagi pembudidaya tambak udang intensif dalam mengelola media limbah tambaknya.
3. Sebagai referensi untuk penelitian *Codium* sp. selanjutnya.

#### **E. Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini yaitu kemampuan bioremediasi kualitas air, pertumbuhan dan kualitas *Codium* sp. pada limbah cair tambak udang super intensif.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Biologi *Codium*

*Codium* merupakan genus rumput lautd Chlorophyta ordo Bryopsidales. Ada sekitar 50 spesies di seluruh dunia (Hoek *et al.*, 1995). *Codium* sp. memiliki klasifikasi, Kingdom: *Plantae*; Phylum: *Thallophyt*; Class: *Ulvophyceae*; Ordo: *Bryopsidales*; Family: *Codiaceae*; Genus: *Codium*; Spesies: *Codium* sp. (Ayhuan *et al.*, 2017).

*Codium* sp. terkenal dengan nama "pencuri tiram" karena biasanya menempel pada tiram dan mengapung serta membawa hewan bersamanya. Memiliki nama "Dead Man's Fingers" atau "Green Sea Fingers" karena cabang-cabangnya yang bengkak dan berbentuk seperti jari yang mengapung di air, "jari-jari" ini terdiri dari cabang-cabang bundar yang montok yang dapat tumbuh hingga 1 meter. Dapat juga disebut "rusa rumput laut", "rumput laut spons", "spons hijau" dan "bulu hijau". Memiliki warna hijau gelap dan teksturnya terasa lembut (Guiry,



**Gambar 1.** *Codium* sp.

### B. Pertumbuhan

Pertumbuhan akan dicapai dengan baik oleh rumput laut ketika mendapatkan nutrisi yang cukup dari lingkungannya. Ketika jumlah nutrisi di lingkungan sedikit atau terbatas, maka akan sedikit pula yang diserap oleh rumput laut. Sehingga menyebabkan pertumbuhan rumput laut menjadi rendah dan menghambat pertumbuhannya (Marisca, 2013). Ketersediaan hara dalam konsentrasi yang cukup dapat merangsang pertumbuhan rumput laut (Syamsuddin dan Rahman, 2014).

Taufik (2016) mengemukakan bahwa saat gelap atau malam hari alga membutuhkan oksigen proses respirasi dan senyawa organik untuk pertumbuhan. Pertumbuhan alga pada siang dan malam hari distimulasi oleh garam-garam, fosfor dan nitrat. Jadi kuantitas nutrien dan pencahayaan fotosintesis merupakan faktor

penting bagi pertumbuhan alga.

Dengan adanya bahan organik yang melimpah untuk proses fotosintesis maka dapat mendukung semakin cepat proses pertumbuhan rumput laut (Sukti *et. al.*, 2016). Perubahan rumput laut dalam bobot, ukuran, maupun panjang dan volume dapat terjadi seiring dengan bertambahnya waktu. Pencapaian produksi budidaya rumput laut yang maksimal dapat terpenuhi jika didukung lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya, seperti substrat, cahaya, unsur nutrient dan gerakan air (Susilowati *et. al.*, 2012).

Sumber nutrisi (nitrogen, fosfor, karbon) yang tersedia untuk rumput laut dan kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan optimal sangat penting untuk meningkatkan kondisi pertumbuhan dalam setiap sistem produksi. Unsur hara yang tersedia dalam jumlah terkecil sehubungan dengan kebutuhan tanaman akan membatasi laju pertumbuhannya (Hurd *et. al.*, 2014). Jika pembatasan oleh unsur hara tertentu (seperti nitrogen) diatasi dengan meningkatkan pasokan, maka unsur hara yang berbeda dapat menjadi pembatas (seperti fosfor). Kandungan 1,7–1,9% N dan 0,2% P dalam kandungan jaringan (dw) diterima sebagai kandungan nutrisi penting untuk pertumbuhan rumput laut (Pedersen *et. al.*, 2010)

*Codium* tumbuh dengan baik di daerah yang terlindungi termasuk pelabuhan dan teluk yang merupakan sumber makanan untuk banyak spesies invertebrate meskipun bukan sumber makanan utama (Massoumeh, 2014).

**Tabel 1.** Habitat *Codium sp* (NIMPIS, 2009)

Habitat	Status
Payau: Muara	Bisa Tumbuh
Pesisir: Daerah Pesisir Zona Pasang Surut Lumpur Rawa Pesisir	Habitat Utama Bisa Tumbuh Bisa Tumbuh Bisa Tumbuh
Laut: Zona Bantik	Habitat Utama
Iklm: Iklim Hangat Musim Panas dan Dingin	Toleransi Toleransi
Salinitas	12 – 40 ‰
Salinitas Reproduksi	12 – 48 ‰
Suhu	-2 – 34 °C
Suhu Reproduksi	10 – 24 °C
Kedalaman	0 – 15 m

### C. Manfaat *Codium* Bagi Kesehatan

Rumput laut merupakan sumber pangan yang memiliki kandungan gizi makro yakni protein, serat, karbohidrat dan lemak, dan gizi mikro yaitu mineral, vitamin, serta senyawa bioaktif (Ortiz *et. al.*, 2006; Yaich *et. al.*, 2015).

*Codium* sp. merupakan salah satu jenis rumput laut yang dikenal dan dikonsumsi dari zaman kuno. Kandungan yang terdapat di dalam *Codium* sp. diantaranya karbohidrat (44,1- 80,5%), sulfat (3,2-22,2%) dan protein (3,0-15,7%) dengan sejumlah kecil asam uronat (1,1-4,2) dan berbagai tingkat mannose (91,3-18,7), glukosa (62,7-8,6%) dan galaktosa (37,5-59,5%) (Tabarsa *et. al.*, 2013). Komposisi kimiawi dari ekstrak enzimatik *Codium* sp. yaitu 11% protein, 31% gula netral, 0,8% sulfat, 0,6% asam uronat (Garima *et. al.*, 2015).

*Codium* sp. biasanya dikumpulkan untuk dikonsumsi karena nilai gizi dan manfaat kesehatannya yang tinggi. Eksploitasi makroalga (Chlorophyta, Phaeophyta, dan Rhodophyta) dari alam telah banyak dilakukan karena kandungan bahan aktifnya. Bahan aktif tersebut banyak digunakan untuk keperluan medis. Namun, banyak mekanisme tindakan yang berbeda telah diusulkan tetapi strukturnya dari senyawa aktif biasanya tidak dijelaskan (Pagolu *et. al.*, 2016).

Sejumlah spesies rumput laut digunakan sebagai obat tradisional, makanan, dan layanan kesehatan di berbagai daerah di dunia. *Codium* sp. dikonsumsi oleh manusia, digunakan sebagai bahan tambahan makanan, anti-cacing, dan untuk mengobati demam, terutama pada anak-anak tanpa efek samping. Juga digunakan sebagai obat herbal di Cina untuk mengobati banyak penyakit kemih, sakit gembur-gembur, dan helminthiasis (Kang, 1968).

Spesies *Codium* telah menarik perhatian karena aktivitas antikoagulannya yang tinggi. Diantaranya *Codium* sp., memiliki fungsi vital untuk kesehatan dan nutrisi manusia. Sebuah penelitian melaporkan *Codium* sp. memiliki aktivitas antioksidan, antivirus, anti kanker dan digunakan sebagai obat untuk peradangan (Pogalu *et. al.*, 2016). Polisakarida tersulfat yang diekstraksi dari *Codium* sp. menunjukkan adanya antibakteri dan aktivitas antioksidan yang tinggi (Kallswari, 2016).

Rumput laut mampu menangkap makronutrien dan kontaminan logam dari lingkungannya dan, akibatnya, menjadi semakin banyak digunakan dalam bioremediasi air laut yang tercemar (Neori *et. al.*, 2004). Rumput laut terbukti mengungguli filter bakteri dalam serapan N, Kadar ammonium dalam air akan lebih rendah menggunakan rumput laut sebagai filter, sementara kadar nitrat meningkat seiring waktu dengan resirkulasi menggunakan filter bakteri (Cahill *et. al.*, 2010).

#### D. Limbah Tambak

Permasalahan utama dalam air limbah tambak superintensif adalah tingginya partikel bahan organik, terdiri atas feses udang, pakan yang tidak termakan, karapak udang, serta plankton mati yang mengendap di dasar tambak, serta tingginya kandungan nitrogen dan fosfor (Syah *et. al.*, 2017). Semakin tinggi produksi tambak persatuan luas (kg/ha) maka semakin besar limbah tambak udang N dan P yang terbuang ke perairan. Budidaya teknologi intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), dicirikan dengan padat penebaran benih yang tinggi, menggunakan pakan tambahan (pellet) yang merupakan pakan utama (Harianja *et. al.*, 2018).

Sistem produksi dalam budidaya udang laut, semi intensif atau intensif, mempengaruhi peningkatan signifikan dalam tingkat nutrisi, biomassa fitoplankton, bahan organik, dan padatan tersuspensi di lingkungan yang menerima limbah tambak (Cardozo, 2011). Padat penebaran yang tinggi pada sistem budidaya superintensif berakibat menghasilkan beban limbah yang dapat mempengaruhi kelayakan habitat udang, serta lingkungan hidup perairan di luar budidaya (Suwoyo *et. al.*, 2017).

Teknologi budidaya harus dapat mengurangi dampak sosial dan lingkungan yang negatif, tidak hanya fokus pada peningkatan produktivitas dan kualitas produk (Rurangwa *et. al.*, 2016). Boyd & Tucker (2012) menyatakan bahwa limbah organik merupakan salah satu zat pencemar yang besar bagi lingkungan perairan. Pertumbuhan udang yang semakin meningkat maka harus semakin meningkatkan pakan yang diberikan sehingga limbah yang dihasilkan dapat meningkat pula. Limbah yang semakin meningkat akan mengalami proses dekomposisi (penguraian) yang akan menghasilkan amonia, ammonium, nitrit dan nitrat karena pakan udang tidak semua dikonsumsi (Wulandari *et. al.*, 2015).

Pemberian pakan yang tidak sesuai dengan ukuran dapat menyumbang kadar nitrat dan fosfor ke alam yang dapat memicu eutrofikasi. Sisa pakan, kotoran dari budidaya organisme dan plankton yang mati serta material organik berupa padatan tersuspensi maupun terlarut yang terangkut lewat pemasukan air merupakan sumber bahan organik di lahan tambak sehingga hal ini akan berdampak pada pencemaran perairan di muara sungai (Ridwan *et. al.*, 2016). Pakan udang menyediakan nitrogen 92%, fosfor 51% dan bahan organik lainnya 40% (Dimas *et. al.*, 2016).

Produksi amonia berasal dari proses ekskresi, pembusukan kotoran udang dan sisa pakan di tambak udang bervariasi yakni 4,5-5,5% dari berat udang yang diproduksi. Semakin intensif tingkat budidaya udang yang diterapkan, semakin tinggi

jumlah limbahnya, terutama amonia (Amri, 2004).

Pemantauan terus menerus terhadap parameter fisik, kimia, dan biologis serta air limbah yang masuk ke kolam, tidak hanya membantu untuk memprediksi dan mengendalikan kondisi negatif pada budidaya udang tetapi juga menghindari kerusakan lingkungan dan kegagalan proses produksi (Ferreira *et. al.*, 2011).

Penguraian pakan yang berlebih dan ekskresi hewan dapat meningkatkan nutrisi terlarut, terutama nitrogen ke dalam air, yang dapat menyebabkan pertumbuhan alga yang berbahaya dan merusak lingkungan perairan (Domingues *et. al.*, 2015).

## **E. Bioremediasi**

Istilah bioremediasi terdiri dari: “bios” berarti kehidupan dan mengacu pada organisme hidup dan “remediasi” yang berarti memecahkan suatu masalah. “Bioremediate” berarti menggunakan organisme biologis untuk mengatasi masalah lingkungan seperti tanah atau air yang terkontaminasi. Merupakan teknologi untuk menghilangkan polutan dari lingkungan sehingga mengembalikan lingkungan alami asli dan mencegah pencemaran lebih lanjut (Sasikumar dan Papinazath, 2003).

Bioremediasi merupakan metode menggunakan organisme yang ada secara alami (disebut sebagai biostimulasi) atau menambahkan organisme asli atau eksogen (disebut sebagai bioaugmentasi) untuk menurunkan atau mengasimilasi berbagai macam kontaminan. Menggunakan teknik yang relatif murah dan berteknologi rendah, yang umumnya dapat diterima publik dan dapat dilakukan di habitat asli (*in situ*) atau di luar habitat asli (*ex situ*) (Vidali, 2001).

Bioremediasi dapat menyelamatkan jaring kehidupan dan mencegah perjalanan kontaminan berbahaya dan berisiko dari suatu ekosistem ke ekosistem lainnya. Menghilangkan sejumlah besar limbah ke luar lokasi dan potensi ancaman terhadap kesehatan manusia dan lingkungan yang dapat timbul selama pengangkutan. Dalam pembersihan limbah berbahaya bioremediasi terbukti lebih murah digunakan daripada teknologi lain (Vidali, 2001).

Stowell (2000) yang menyatakan bahwa tanaman air memiliki kemampuan untuk menetralkan komponen-komponen tertentu di dalam perairan, sehingga sangat bermanfaat dalam proses pengolahan limbah cair. Peluang untuk memanfaatkan rumput laut pada proses bioremediasi limbah cair sangat memungkinkan.

Rumput laut adalah salah satu agen bioremedator yang penting dalam lingkungan karena memiliki kemampuan berfotosintesis serta memiliki kandungan

metabolit sekunder yang cukup tinggi (Cung *et. al.*, 2002). Rumput laut juga dapat berperan sebagai filter yang dapat membersihkan kandungan bahan anorganik di perairan (Izzati, 2009).

## **F. Nitrogen, Fosfor dan Karbondioksida**

Di antara nutrisi yang ada, nitrogen (N) dan Fosfor (P) merupakan nutrisi yang terpenting dan juga merupakan faktor utama yang menentukan kesuburan perairan. Terjadinya gangguan fisiologis di dalam tubuh tanaman karena akibat ketidakmampuan tanaman dalam mentolerir tingginya konsentrasi sehingga proses penyerapan nitrogen dan fosfor menjadi terhambat. Hal ini menyebabkan pertumbuhan rumput laut terhambat (Yulianto *et. al.*, 2006). Duarte (1992) menemukan bahwa persentase karbon jaringan (per satuan berat kering jaringan) adalah 10% - 50% dengan nilai median 25%; kisaran nitrogen jaringan adalah 0,2% - 4,2% dengan kisaran median 0,6% - 2,2%, dan fosfor dari 0,1% menjadi 0,5% dengan median 0,1%. Rasio unsur-unsur sering digunakan dalam menyimpulkan keterbatasan nutrisi. Rumput laut sebagai tanaman yang memerlukan nutrisi dari air laut untuk pertumbuhan. Unsur utama yang banyak dibutuhkan adalah nitrogen dan fosfor. (Darmawati, 2017).

### **1. Nitrogen**

Nitrogen (N) adalah salah satu unsur utama penyusun sel organisme, khususnya dalam proses pembentukan protoplasma. Keberadaannya dalam perairan merupakan faktor utama untuk menunjang segala bentuk kehidupan dalam perairan. Rumput laut yang termasuk sebagai alga bentos membutuhkan nitrogen untuk pertumbuhan dan reproduksinya. (Patadjai, 2007).

Nitrogen merupakan kandungan dari protoplasma dan dibutuhkan rumput laut untuk mensintesis protein. Nitrogen di perairan terdiri dari dua golongan yang berbeda bentuk yaitu nitrogen organik dan nitrogen anorganik (Boyd, 1988). Effendi (2003) menyatakan bahwa, N anorganik berupa  $N-NO_3$ ,  $N-NO_2$ ,  $N-NH_3$  yang bersifat terlarut dan N organik berupa partikulat yang tidak terlarut di dalam air.

Senyawa-senyawa nitrogen yang berada di dalam air berbentuk senyawa terlarut dan bahan-bahan tersuspensi. Dalam perairan senyawa-senyawa ini berperan penting dalam reaksi-reaksi biologis. Nitrogen adalah unsur yang paling sering menghambat pertumbuhan alga (Syamsuddin, 2014).

Budiyani *et. al.* (2012) menyatakan bahwa adanya penyerapan unsur hara yang baik untuk pertumbuhan sehingga menurunnya konsentrasi nitrat dalam air. Berdasarkan pernyataan Kushartono *et. al.* (2009) nitrat merupakan bagian dari

nitrogen yang sangat penting untuk merangsang pertumbuhan tumbuhan sehingga dapat berkembang pesat dan apabila kekurangan nitrogen maka menghambat pertumbuhan yang dapat mengganggu proses fotosintesis. Sedangkan Budiyan *et. al.* (2012) menyatakan semakin tinggi konsentrasi nitrogen sehingga membuat rumput laut menjadi tidak segar dan tallus akan mudah patah sehingga menyebabkan pertumbuhan rumput laut menjadi terhambat.

Pertumbuhan alga yang baik di perairan membutuhkan konsentrasi nitrat sebesar 0,9–3,50. Kebutuhan nitrat oleh setiap alga sangat beragam. Apabila kadar nitrat di bawah 0,1, maka nitrat merupakan faktor pembatas berarti pada kadar demikian nitrat bersifat toksik (Armita, 2011). Senyawa-senyawa nitrogen sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen dalam air, saat kandungan oksigen tinggi nitrogen berubah menjadi nitrat, maka senyawa-senyawa tersebut dimanfaatkan oleh rumput laut sebagai unsur hara (Mulatsih *et. al.*, 2012).

Rumput laut memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap N dari perairan. Bahkan tidak menunjukkan kejenuhan dalam menyerap nutrisi jika tumbuh pada lingkungan dengan konsentrasi nutrisi yang tinggi. Tingkat serapan meningkat secara linier dengan adanya penambahan konsentrasi nutrisi dalam media atau lingkungan perairan (Abreu *et. al.*, 2011a). Rumput laut dapat menyerap N dalam bentuk amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan sedikit urea. Laju serapan dari ketiga bentuk N tersebut dipengaruhi oleh parameter fisika-kimia lingkungan, jenis rumput laut dan respon biologi dari masing-masing jenisnya (Lobban and Harrison, 1997).

Faktor lain yang mempengaruhi serapan nitrogen adalah cahaya, status nutrisi dalam jaringan rumput laut, konsentrasi nutrisi dalam perairan, komposisi kimia dari setiap jenis rumput laut serta faktor genetik (Lobban dan Harrison, 1997; Harrison dan Hurd, 2001). Rumput laut *G. verrucosa* memiliki kisaran kandungan nitrogen 0.85-2.02% (Rahim, 2018) dan Menurut Mulatsih *et al.*, (2008) bahwa kandungan nitrogen pada rumput laut *G. verrucosa* yang dibudidayakan pada skala laboratorium berkisar 1,72 - 2,32%. Rumput laut yang dipelihara dalam waktu singkat maka tingkat serapan  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$  meningkat ketika konsentrasi nitrogen meningkat, kemudian menurun dengan bertambahnya waktu dan meningkatnya akumulasi nitrogen di dalam jaringan (Abreu *et.al.*, 2011a).

## 2. Fosfor

Fosfor (P) merupakan faktor pembatas produktivitas perairan jika dibandingkan dengan N, terutama pada lingkungan dengan konsentrasi kalium tinggi. Fungsi fosfor bagi biota akuatik salah satunya adalah berperan dalam proses respirasi, dimana P dapat diserap oleh tumbuhan akuatik. Perairan relatif subur bila

kandungan fosfor total berkisar 0,06 – 10,00 mg/L. Total fosfor pada perairan yang tidak tercemar selalu < 0,100 mg/L (Syamsuddin, 2014). Karakteristik fosfor sangat berbeda dengan unsur utama lain yang merupakan penyusun biosfer karena unsur fosfor tidak terdapat di atmosfer (Ruslaini, 2016).

Fosfat merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan alga akuatik serta dapat mempengaruhi tingkat produktifitas perairan. Pada umumnya di perairan alami, konsentrasi fosfat terlarutnya tidak lebih dari 0,1 ppm (Armita, 2011) sedangkan kisaran fosfat yang terdapat di laut adalah 0,021-0,201 ppm dan permukaan air laut mengandung fosfat terlarut lebih rendah dibanding perairan laut yang lebih dalam (Kushartono *et. al.*, 2009).

Menurut Ariyanti *et. al.*, (2007) bila dalam air laut terdapat fosfat minimal 0,01 mg/L, maka laju pertumbuhan sebagian besar biota air tidak akan mengalami hambatan. Namun, bila kadar fosfat berada dibawah kadar kritis tersebut (0,01 mg/L), maka laju pertumbuhan biota air akan semakin menurun. Berkurangnya kandungan fosfat diperairan diperkirakan karena rumput laut telah memanfaatkannya sebagai unsur hara esensial yang berperan dalam proses fotosintesis.

Kisaran kandungan fosfor *G. verrucosa* dalam penelitian Rahim (2018) adalah 0,20-0,26%. Mulatsih *et. al.* (2008) menyatakan rumput laut mengandung fosfor *G. verrucosa* pada skala laboratorium berkisar antara 0,03 hingga 0,10%. Pertumbuhan optimal tanaman diperoleh pada kisaran fosfor 0,3-0,5% (Engelstad, 2007).

Menurut Edward dan Sediadi (2001) kadar fosfat diperairan yang cukup subur berkisar 0,07-1,61 mg/L. Sedangkan Kepmen No. 51/MENKLH (2004) menyatakan kisaran nilai fosfat untuk budidaya rumput laut adalah 0,1 - 0,2 mg/L tergolong sangat baik 0,02.

### **3. Karbondioksida (CO<sup>2</sup>)**

Karbondioksida digunakan sebagai sumber karbon untuk mensintesis sel-sel baru dan oksigen. Pada saat gelap alga membutuhkan oksigen untuk respirasi dan senyawa organik untuk pertumbuhan. Pertumbuhan alga pada siang dan malam hari distimulasi oleh garam-garam, fosfor dan nitrat. Jadi kuantitas nutrisi dan pencahayaan fotosintesis merupakan faktor penting bagi pertumbuhan alga. Karbondioksida merupakan salah satu dari produk yang dihasilkan oleh metabolisme bakteri. Karbondioksida ini digunakan oleh alga selama proses fotosintesis dan sebaiknya bakteri memanfaatkan oksigen yang dihasilkan oleh alga untuk mengoksidasi bahan organik dalam limbah (Taufik, 2016).

Karbon dioksida (CO<sup>2</sup>) dibutuhkan rumput laut untuk proses fotosintesis. Menurut Ariyati *et. al.* (2007) menyebutkan kisaran nilai CO<sup>2</sup> di perairan untuk budidaya rumput laut yaitu sebesar 2,5 – 3,5 mg/L. Sedangkan menurut (Sa'adah, 2012) bahwa konsentrasi CO<sup>2</sup> untuk pertumbuhan rumput laut berkisar 30,0-1,140 mg/L yang merupakan kisaran masih layak untuk budidaya, Jika terdapat kandungan CO<sup>2</sup> sebanyak 5 mg/L didalam air maka masih dapat ditoleransi untuk budidaya. Karbon dioksida (CO<sup>2</sup>) merupakan sumber C yang diperoleh rumput laut.

## **G. Kandungan Rumput Laut**

Beberapa metode pengeringan rumput laut yaitu pengeringan dengan matahari langsung dan kering angin menghasilkan kadar nutrisi berbeda pula (Tapotubun, 2018). Hasil kadar nutrisi ini cenderung lebih tinggi pada metode kering angin. Indikator kualitas *Codium* sp. yang diamati pada penelitian meliputi:

### **1. Karotenoid**

Karotenoid merupakan pigmen aksesori yang berfungsi menangkap energi cahaya untuk ditransfer ke klorofil, kemudian digunakan dalam proses fotosintesis (Suparmi & Sahri, 2009). Karotenoid dalam kloroplas memiliki fungsi sebagai pigmen aksesoris dalam pengambilan cahaya (Winarsi, 2007).

Tingginya kandungan karotenoid yang terdapat pada rumput laut dapat mengganggu pertumbuhan (Tabri, 2019). Menurut Burhanuddin (2014) bahwa karotenoid dapat dikonversi menjadi vitamin A dalam tubuh, namun jika dosisnya berlebihan dapat menyebabkan pertumbuhan lambat. Karotenoid pada rumput laut merupakan senyawa antioksidan yang dapat membantu mengurangi terbentuknya radikal bebas yang dapat merugikan kesehatan.

### **2. Serat kasar**

Serat kasar adalah serat tumbuhan yang tidak larut dalam air (Lalopua, 2018). Serat kasar merupakan dietary fiber dan functional fiber yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Karotenoid, serat kasar, dan kadar abu (mineral) dibutuhkan bagi kesehatan manusia. Bahan baku tersebut dipengaruhi faktor-faktor lingkungan (parameter kualitas air). Rumput laut memiliki kandungan serat kasar sebanyak 3% (Wirjatmadi *et. al.*, 2002)

Serat kasar merupakan karbohidrat yang tidak dapat dicerna dalam organ manusia atau hewan non-ruminansia, yang terdiri dari selulosa dan lignin, serat ditentukan sebagai bahan yang tak larut dalam alkali dan asam encer pada kondisi spesifik. Serat kasar dapat bersumber sayuran dan buah-buahan serta diketahui

sebagai zat non gizi namun tetap diperlukan oleh tubuh untuk memperlancar pengeluaran feses (Tapotubun, 2018).

### **3. Kadar Abu**

Abu adalah sisa bahan hasil dari pembakaran yang merupakan zat-zat anorganik berupa mineral (Winarno, 2002). Dua mineral utama yang terkandung pada sebagian rumput laut yaitu iodine dan kalsium (Suparmi & Sahri, 2009). Kadar abu rumput laut pada umumnya berkisar 7-38% (Zailanie dan Kartikaningsih, 2016). Hasil penelitian Ito & Hori (1989) menunjukkan kadar abu pada rumput laut memiliki kisaran antara 10–50%. Kadar abu dipengaruhi oleh banyaknya kandungan mineral dan tinggi rendahnya salinitas (Sukri, 2006).

## **H. Kualitas Air**

### **1. Derajat Kemasaman (pH)**

Derajat kemasaman (pH) adalah salah satu parameter yang penting untuk memantau kualitas perairan, dijadikan petunjuk dalam menyatakan baik buruknya suatu perairan, dan indikator mengenai kondisi keseimbangan unsur-unsur kimia (hara dan mineral) dalam ekosistem perairan. pH air berubah tergantung pada aktivitas biota yang ada di dalam air. Perairan alami produktif yang tidak tercemar umumnya berada pada kisaran pH 6,5 sampai 8,5. pH optimal untuk perkembangan biota budidaya baik itu hewan maupun tumbuhan berkisar antara 6,5 - 9 (Syamsuddin, 2014).

Derajat kemasaman (pH) merupakan faktor lingkungan kimia air laut yang turut menentukan baik atau buruknya pertumbuhan rumput laut (Ruslaini, 2016). pH air laut yang cukup tinggi dapat mempengaruhi fisiologi organisme, toksisitas beberapa polutan seperti amoniak dan logam berat, dapat menyebabkan kematian mendadak pada organisme (Waluyo *et. al.*, 2016).

### **2. Salinitas**

Salinitas merupakan parameter kualitas air yang berperan terhadap pertumbuhan, tallus, warna dan perkembangan morfogenetik rumput laut karena langsung berhubungan dengan osmoregulasi yang terjadi di dalam sel. Kepekatan yang berbeda antara cairan di dalam dan di luar sel, mendorong golgi untuk terus berusaha menyeimbangkan hingga menjadi isotonis. Hal tersebut berdampak pada pemanfaatan energi yang lebih besar sehingga berpengaruh terhadap rendahnya pertumbuhan dan perkembangan rumput laut (Yuliyana *et. al.*, 2015).

Air laut memiliki salinitas 35 ppt (35 ‰) berarti di dalam satu kilogram air laut terkandung 35 g garam (Na, Cl, dan unsur-unsur lainnya) dijadikan sebagai referensi salinitas sumberdaya air lainnya. Bagi tumbuhan akuatik termasuk alga, salinitas berpengaruh pada sintesis klorofil, proses fotosintesis, respirasi dan pertumbuhan, salinitas yang layak dalam budidaya rumput laut berkisar 15 – 35 gram/Liter (Syamsuddin, 2014)

Kordi (2010) juga menambahkan bahwa salinitas yang cocok untuk rumput laut adalah 29-34 ppt. Kisaran salinitas tinggi disebabkan karena adanya penumpukan unsur hara pada media air. Menurut Choi *et. al.* (2010) rumput laut akan mengalami pertumbuhan lambat jika salinitas terlalu tinggi (>35 ppt). Menurut Hui *et al.* (2014), salinitas tinggi dapat berpengaruh terhadap fotosintesis makroalga, alga akan menonaktifkan pusat reaksi fotosistem dan menghambat transfer elektron.

### **3. Suhu**

Suhu adalah parameter yang berpengaruh baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap pertumbuhan biota akuatik. Suhu merupakan salah satu faktor pengendali kecepatan reaksi biokimia yang menentukan laju metabolisme biota akuatik. Bila suhu terlalu tinggi jaringan tanaman dikonsumsi oleh rumput laut dalam proses respirasi maka akhirnya tanaman mati (Syamsuddin, 2014).

Menurut Kordi (2010), bahwa suhu air yang cocok untuk pertumbuhan rumput laut berkisar antara 20- 30°C. Suhu tinggi menurunkan kerja enzim (degradasi enzim) yang menyebabkan proses pertumbuhan terhambat, pemutihan talus dan lepasnya ramuli (Yudasmaru, 2014). Suhu merupakan faktor lingkungan utama yang mempengaruhi kapasitas rumput laut dalam menghilangkan unsur hara, sehingga dapat mengontrol pertumbuhan dan produktivitas rumput laut. (Abreu *et. al.*, 2011b).

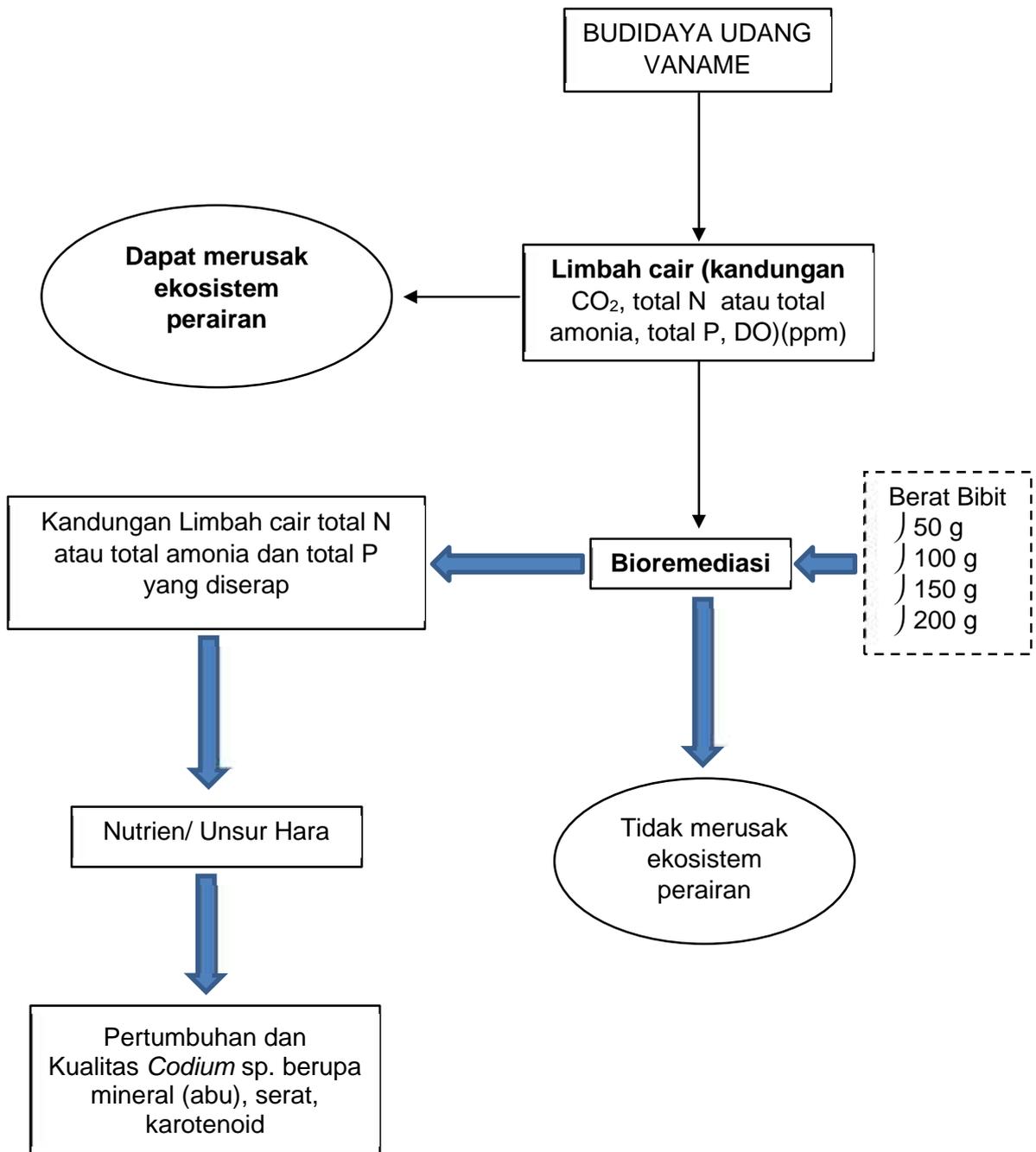
### **4. Cahaya**

Penetrasi cahaya adalah salah satu faktor pembatas untuk pertumbuhan rumput laut, jika cahaya yang diterima berada di bawah tingkat kebutuhan, maka energi yang dihasilkan melalui proses fotosintesa tidak seimbang atau tidak terpenuhi, apabila cahaya yang diterima seperti itu terus menerus dapat menyebabkan tumbuhan mati (Ruswahyuni *et. al.*, 1997). Faktor terpenting untuk reproduksi rumput laut adalah spektrum cahaya. Reproduksi rumput laut berupa pembentukan spora dan pembelahan sel. Pembentukan spora dan pembelahan sel dapat dirangsang melalui spektrum cahaya merah yang berintensitas tinggi (Aslan, 2003).

Kedalaman yang berbeda pada perairan menyebabkan intensitas cahaya matahari bervariasi pada setiap zona perairan sehingga menyebabkan perbedaan pertumbuhan tallus rumput laut. Peningkatan proses fotosintesis akan menyebabkan proses metabolisme sehingga merangsang rumput laut untuk dapat menyerap unsur hara yang lebih banyak, penyerapan unsur hara yang lebih banyak dapat menunjang pertumbuhannya. Selain itu, perbedaan intensitas cahaya matahari dan unsur hara menyebabkan perbedaan pada morfologi dan kandungan klorofil a, serta karotenoid. Disebabkan karena semakin bertambahnya kedalaman perairan dan intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan semakin menurun sehingga menyebabkan menurunnya laju proses fotosintesis bagi tanaman (Akmal *et. al.*, 2012).

Cahaya memiliki peran yang sangat penting dalam proses fotosintesis yang mempengaruhi intensitas dan panjang gelombang (Sudiaji, 2005). Energi cahaya yang diserap tumbuhan sangat bergantung pada intensitas cahaya, panjang gelombang cahaya dan lamanya penyinaran sinar. Proses fotosintesis yang berlangsung dalam kloroplas membutuhkan cahaya matahari untuk membuat glukosa. tetapi ada satu proses dalam fotosintesis yang tidak menggunakan cahaya. Sehingga reaksi fotosintesis terbagi atas reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang adalah reaksi fotosintesis yang membutuhkan bantuan dari cahaya matahari, biasanya reaksi ini berlangsung di ruang terbuka yang terkena cahaya matahari secara langsung. Pada reaksi gelap ini tidak bergantung pada cahaya matahari, akan tetapi reaksi gelap ini tidak akan terjadi apabila tumbuhan tersebut tidak menjalankan reaksi terang terlebih dahulu (Prastowo *et. al.*, 2019).

## I. Kerangka pikir



Gambar 2. Kerangka Pikir Penelitian

## **J. Hipotesis**

Adapun hipotesis yang dapat diajukan pada penelitian ini adalah

1. Perbedaan bobot awal *Codium* sp. akan menghasilkan pertumbuhan yang berbeda.
2. Perbedaan bobot *Codium* sp. dapat menghasilkan kandungan serat, mineral dan karatenoid yang berbeda.
3. *Codium* sp. mampu menyerap limbah tambak yang berupa total nitrogen, total dan fosfor