

**ANALISA FAKTOR OSEANOGRAFI DALAM
MENDUKUNG BUDIDAYA RUMPUT LAUT *K.alvarezii*
DI PERAIRAN PULAU SEMBILAN
KABUPATEN SINJAI**

TESIS

**SRI INDRIYANI
4617105009**



Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar
Magister

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Analisa Faktor Oseanografi Dalam Mendukung
Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*
Di Perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai

Nama Mahasiswa : Sri Indriyani

NIM : 46 17 105 009

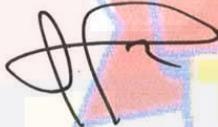
Program Studi : Budidaya Perairan

Menyetujui:

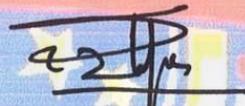
Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ir. Hj. Hadijah, M.Si



Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P

Mengetahui:

Direktur
Program Pascasarjana

Ketua Program Studi
Magister Budidaya Perairan




Prof. Dr. Ir. Batara Surya, M.T
NIDN: 0913017402


Dr. Ir. Sri Mulyani, MM
NIDN: 0004066705

PERNYATAAN KEORISINILAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini, dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiat, saya bersedia Tesis (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Makassar, Maret 2020

Mahasiswa,



Sri/Indriyani

HALAMAN PENERIMAAN

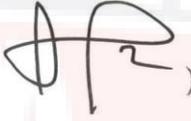
Pada hari/ Tanggal :

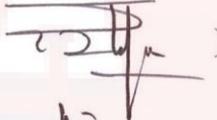
Tesis atas nama : Sri Indriyani

Nim : 4617105009

Telah Diterima oleh Panitia Ujian Tesis Program Pascasarjana untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Magister Pada Program Studi Budidaya Perairan.

PANITIA UJIAN TESIS

Ketua : Dr. Ir. Hj. Hadijah, M.Si ()

Sekretaris : Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P ()

Anggota Penguji : 1. Dr. Ir. Sri Mulyani, M.Si ()

2. Dr. Ir. Suryawati Salam, M.Si ()

Makassar,
Direktur



Prof. Dr. Ir. Batara Surya, M.T

NIDN: 0913017402

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis dengan judul **“ANALISA FAKTOR OSEANOGRAFI DALAM Mendukung Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* DI PERAIRAN PULAU SEMBILAN KABUPATEN SINJAI”**.

Penyusunan tesis ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Budidaya Perairan Program Pascasarjana, Universitas Bosowa Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan kontribusi dalam penyelesaian penulisan tesis ini.

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Saleh Pallu, M.Eng selaku Rektor Universitas Bosowa Makassar, yang telah memberi izin penulis menyelesaikan pendidikan.
2. Prof. Dr. Ir. Batara Surya, M.T selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Bosowa Makassar, yang telah memberikan izin dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan.
3. Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan Program Pascasarjana Universitas Bosowa sekaligus penguji.
4. Dr.Ir. Hj. Hadijah, M.Si sebagai Pembimbing I dan Dr. Ir.Erni Indrawati, M.P sebagai Pembimbing II, yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama penyusunan tesis.

5. Dr. Ir. Suryawati Salam, M.Si selaku Penguji atas kritikan dan sarannya.
6. Para dosen Pascasarjana Program Studi Budidaya Perairan atas ilmu yang telah diberikan.
7. Rekan-rekan kuliah Bpk: Agustang, Jamaluddin Saleh, Abd. Rasak Yunus, Agus Wijayanto dan Muh. Arfan atas kebersamaan yang diberikan selama ini.
8. Orang tua, saudara-saudaraku, suami (alm) serta putri-putriku tercinta Aisyah, Azizah dan Annisa atas dukungan, doa dan kasih sayang yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.

Penulis menyadari dalam penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan tesis ini. Akhir kata, penulis berharap semoga hasil penelitian ini bisa bermanfaat untuk kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, Maret 2020

Penulis

ABSTRAK

SRI INDRIYANI. Analisa Faktor Oseanografi dalam Mendukung Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* di Perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai. (Dibimbing oleh Hj. Hadijah dan Erni Indrawati).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik parameter fisika, kimia dan biologi serta tingkat kesesuaian perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai dalam mendukung pengembangan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Penelitian ini bersifat eksperimental menggunakan pendekatan kuantitatif dan pendekatan kualitatif. Penentuan stasiun dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*).

Hasil penelitian memperlihatkan kisaran nilai: a) Parameter fisika terdiri atas: (1) arus 5-30 cm/dtk, (2) suhu 28,7 °C – 32 °C, (3) kedalaman sebesar 2 m – 10 m, (4) kecerahan 1 m – 3,5 m, (5) material dasar perairan: pasir dan karang, b) Parameter kimia terdiri dari: (1) salinitas 30 ppt-32,8 ppt, (2) pH 7,37- 9,31 (3) oksigen terlarut 4,16 mg/l-11,08 mg/l, (4) karbondioksida 2 – 6 mg/l, (5) fosfat 0,044 mg/l- 1,185 mg/l, (4) nitrat 0,046 mg/l-1,412 mg/l. c) Parameter biologi yaitu ikan dan organisme penempel. Hasil skoring menunjukkan untuk ketiga stasiun dapat dilakukan kegiatan budidaya *Kappaphycus alvarezii* yaitu pada Pulau Kambuno, Pulau Batanglampe dan Pulau Kodingare.

Kata Kunci: Oseanografi, Rumput Laut, *Kappaphycus alvarezii*, Pulau Sembilan, Sinjai

ABSTRACT

*This study aims to determine oceanographic factors and the suitability of the waters of the nine islands in supporting seaweed cultivation *Kappaphycus alvarezii*. The research was conducted in June-october 2019. Determination of a proposed seaweed cultivation area, was conducted by using conformity criteria based on the results matrix scoring and weighting. The results showed a range of values: a) physical parameters consist of (1) the flow velocity of 5 cm/s to 30 cm/s (2) water temperature 28,7 °C to 32 °C, (3) the depth of 2 m to 10 m, (4) brightness of 1 m to 3,5 m, (5) water bottom material types include: sand and coral, b) Chemical parameters consist of: (1) salinity waters 30 ppt to 32.8 ppt, (2) pH 7,37 to 9.31, (3) dissolved oxygen 4,16 to 11,08 ppm (4) carbondioksida 2 to 6 ppm, (5) phosphate 0.044 mg/l to 1.104 mg/l, (4) nitrate 0,046 mg/l to 1.104 mg/l. c) Biological parameters consist of disturbing organism such as fish and mosses. Scoring results show for the three station can be used for farming *Kappaphycus alvarezii* activities in the islands Kambuno, Kodingare and Batanglampe.*

*Kata Kunci: Aquaquulture; *Kappaphycus alvarezii*; oceanografi: seaweed: Sinjai.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEORISINILAN.....	iii
PERNYATAAN PENERIMAAN.....	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Lingkup Penelitian	4
F. Sistematika Pembahasan.....	4
BAB II KAJIAN TEORI DAN KERANGKA FIKIR	
A. Deskripsi Teori	
2.1.1 Sistematika dan Morfologi.....	6
2.1.2 Komposisi Kimia.....	9

2.1.3	Aspek Biologi <i>Kappaphycus alvarezii</i>	11
2.1.4	Habitat dan Daerah Penyebaran.....	13
2.1.5	Prospek dan Manfaat <i>Kappaphycus alvarezii</i>	14
2.1.6	Budidaya Rumput Laut	17
2.1.7	Faktor Oceanografi.....	32
	B. Penelitian Terdahulu.....	48
	C. Kerangka Fikir	49
	D. Hipotesis Penelitian	49
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
A.	Jenis Penelitian.....	52
B.	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	52
C.	Populasi dan Sampel	56
D.	Instrumen Penelitian	56
E.	Jenis dan Sumber Data	58
F.	Teknik Pengumpulan Data	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
A.	Keadaan Umum Wilayah Penelitian.....	61
B.	Faktor Oceanografi.....	66
1.	Faktor Fisika.....	66
2.	Faktor Kimia	75
3.	Faktor Biologi.....	94
BAB V PENUTUP		
A.	Kesimpulan.....	98
B.	Saran	98

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Hal.
1	Kandungan Gizi Rumput Laut Per 100 Gram.....	10
2	Klasifikasi Kriteria Lokasi Budidaya Rumput Laut <i>K. Alvarezii</i>	22
3	Persyaratan Perairan Untuk Budidaya Rumput Laut.....	33
4	Paramater Yang Diukur dan Peralatan Yang digunakan.....	59
5	Matriks Kesesuaian Lokasi Budidaya Rumput Laut <i>K. alvarezii</i>	61
6	Persyaratan Ekologis Lokasi Budidaya Rumput Laut <i>K. alvarezii</i>	62
7	Pemberian Bobot dan Skor pada Parameter Fisika Kimiawi Perairan	64
8	Hasil Analisis Konstanta Pasang Surut	70
9	Rerata Parameter Fisika Pada Stasiun Penelitian.....	72
10	Rerata Parameter Kimia Pada Stasiun Penelitian.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Hal.
1	Rumput Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i>	9
2	Skema Kerangka Fikir.....	55
3	Peta Lokasi Penelitian.....	56
4	Fluktuasi Keadaan Suhu Perairan di Lokasi Penelitian.....	75
5	Grafik Fluktuasi Salinitas di Lokasi Penelian.....	81
6	Grafik Fluktuasi pH pada Stasiun Penelitian.....	83
7	Grafik Fluktuasi Kandungan O2 Terlarut pada Stasiun Penelitian....	85
8	Grafik Fluktuasi Kandungan CO2 Pada Stasiun Penelian.....	87
9	Grafik Fluktuasi Kandungan Fosfat Pada Lokasi Penelitian.....	88
10	Grafik Fluktuasi Kandungan Nitrat	90
11	Grafik Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Laut Stasiun Penelitian.....	92
12	Kandungan logam Berat Kadniun (Cd) Pada Air Laut Stasiun Penelitian.....	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Teks	Hal.
1	Hasil Pengukuran Insitu Kualitas Air Pada Stasiun I Pulau Kambuno Kec. Pulau Sembilan.....	107
2	Hasil Pengukuran Insitu Kualitas Air Pada Stasiun I Pulau Kambuno Kec. Pulau Sembilan	107
3	Hasil Pengukuran Insitu Kualitas Air Pada Stasiun I Pulau Kambuno Kec. Pulau Sembilan.....	107

UNIVERSITAS

BOSOWA



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Sinjai merupakan salah satu kabupaten di Sulawesi Selatan dengan wilayah pesisir dan laut yang cukup luas dan berada pada posisi 5° 19' 30" sampai 5° 36' 47" Lintang Selatan dan 119° 48' 30" sampai 120° 0' 0" Bujur Timur. Luas wilayah mencakup 819,96 Km² atau 1,29 % dari luas wilayah daratan Sulawesi Selatan. Secara geografis Kabupaten Sinjai terdiri dari wilayah pesisir, dataran rendah dan dataran tinggi. Wilayah pesisir Kabupaten Sinjai dengan panjang garis pantai utama ± 31 km, dan memiliki sembilan pulau yang masuk ke wilayah kecamatan Pulau Sembilan dengan panjang garis pantai ±14 km.

Perairan Pulau Sembilan merupakan daerah potensial dan strategis untuk pengembangan budidaya laut, hal ini dikarenakan wilayah ini berada pada bibir Teluk Bone yang dilalui arus dari Laut Flores menuju Teluk Bone demikian pula sebaliknya. Dengan potensi yang sangat besar (± 3000 ha) dan parameter air yang cukup baik, dan persyaratan kondisi oseanografi pada kisaran yang normal termasuk kecepatan arus dan gelombang serta tinggi pasang surut dan konsentrasi kandungan unsur hara perairan yang normal sangat memungkinkan usaha ini terus dilakukan.

Salah satu jenis rumput laut yang telah berhasil dibudidayakan secara ekstensif oleh petani dan nelayan di wilayah pesisir adalah *Kappaphycus alvarezii*, jenis rumput laut ini mempunyai arti penting terutama dilihat dari

peranannya sebagai penghasil bahan baku karaginan yang banyak digunakan dalam berbagai industri, sehingga budidaya rumput laut menjadi alternatif yang memiliki potensi yang menjanjikan kesejahteraan masyarakat pulau.

Faktor utama keberhasilan kegiatan budidaya rumput laut adalah pemilihan lokasi yang tepat. Parameter lingkungan yang menjadi penentu lokasi yang tepat untuk budidaya rumput laut adalah kondisi lingkungan fisik yang meliputi: kedalaman, kecerahan, kecepatan arus, dan substrat dan lingkungan kimia yang meliputi: suhu, salinitas, pH, CO₂, oksigen terlarut, nitrat dan fosfat, serta biologi yang meliputi hama dan penyakit. Sujatmiko (2017) menyatakan bahwa Lahan budidaya yang cocok terutama sangat ditentukan oleh kondisi ekologis yang meliputi kondisi lingkungan fisik, kimia dan biologi. Adapun persyaratan lahan budidaya *Kappaphycus alvarezii* adalah: Lokasi budidaya harus terlindung dari hempasan langsung ombak yang kuat, lokasi budidaya harus mempunyai pergerakan massa air yang cukup, unsur hara yang tersedia, substrat yang cocok, kedalaman, kecerahan, suhu, salinitas dan pH yang sesuai akan mengakibatkan rumput laut dapat tumbuh dengan baik.

Berdasarkan hal tersebut, maka untuk mendukung pengembangan usaha budidaya rumput laut perlu dilakukan kajian tentang karakteristik parameter oseanografi perairan (fisika, kimia dan biologi) serta kesesuaian lokasi dalam pengembangan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* di perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dalam penelitian ini penulis merumuskan beberapa permasalahan, sebagai berikut:

1. Apakah Faktor Oseanografi Perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai dapat mendukung pengembangan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*
2. Apakah perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai masih sesuai untuk kegiatan budidaya rumput laut.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis faktor oseanografi perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai.
2. Mengetahui tingkat kesesuaian lokasi perairan Pulau Sembilan dalam mendukung pengelolaan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi teknis bagi masyarakat Kabupaten Sinjai umumnya dan khususnya masyarakat Pulau Sembilan untuk pengembangan usaha budidaya rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii*.
2. Diharapkan berguna bagi pengambilan keputusan dalam merumuskan strategi kebijakan pengembangan budidaya rumput laut.

E. Lingkup penelitian

Lingkup penelitian ini mencakup Faktor Oseonografi (fisika, kimia dan biologi), serta tingkat kesesuaian lahan dalam kegiatan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* di perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai.

F. Sistematika pembahasan

1. Bab I. Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan kegunaan penelitian.

2. Bab II. Tinjauan Pustaka dan Kerangka Fikir

Memuat uraian tentang tinjauan pustaka terdahulu dan kerangka teori yang terkait dengan tema tesis.

3. Bab III. Metode Penelitian

Memuat secara rinci metode penelitian yang digunakan peneliti beserta alasannya, jenis penelitian, desain, lokasi, populasi dan sampel, metode pengumpulan data, definisi konsep dan variable yang terkait dengan tema tesis.

4. Bab IV. Hasil dan pembahasan

Berisi: (1) Hasil penelitian klasifikasi bahasan disesuaikan dengan pendekatan, sifat penelitian dan rumusan masalah atau fokus penelitiannya. (2) Pembahasan, sub bahasan (1) dan (2) dapat digabung menjadi satu kesatuan dan dapat dipisah menjadi sub bahasan tersendiri.

5. Bab V. Penutup

Bab terakhir berisi kesimpulan dan saran-saran atau rekomendasi.

Kesimpulan menyajikan ringkasan penemuan penelitian yang ada hubungannya dengan masalah penelitian. Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil analisis dan interpretasi data yang telah diuraikan pada bab sebelumnya.

Saran dirumuskan berdasarkan hasil penelitian berisi uraian mengenai langkah-langkah yang perlu diambil dengan pihak-pihak yang terkait.



BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PIKIR

A. Deskripsi Teori

2.1.1 Sistematika dan Morfologi

Rumput laut adalah salah satu jenis alga yang dapat hidup di perairan laut dan merupakan tanaman tingkat rendah yang tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar, batang, dan daun. Rumput laut atau alga juga dikenal dengan nama *seaweed* merupakan bagian terbesar dari rumput laut yang tergolong dalam divisi Thallophyta. Ada empat kelas yang dikenal dalam divisi Thallophyta yaitu Chlorophyceae (alga hijau), Phaeophyceae (alga coklat), Rhodophyceae (alga merah) dan Cyanophyceae (alga biru hijau). Alga hijau biru dan alga hijau banyak yang hidup dan berkembang di air tawar, sedangkan alga merah dan alga coklat secara eksklusif ditemukan sebagai habitat laut (Ghufran, 2010).

Rumput laut merupakan tanaman laut yang sangat populer dibudidayakan di laut. Ciri-ciri rumput laut adalah tidak mempunyai akar, batang maupun daun sejati tetapi hanya menyerupai batang yang disebut thallus. Rumput laut tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya pada karang, lumpur, pasir, batu, dan benda keras lainnya. Keadaan warna tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, hijau kuning, abu-abu atau merah. Perubahan warna sering terjadi hanya karena faktor lingkungan, kejadian ini merupakan suatu proses adaptasi kromatik yaitu penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan. Taksonomi dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dapat diklasifikasikan menurut Anggadireja (2011), sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Rhodophyta
Kelas : Rhodophyceae
Ordo : Gigartinales
Famili : Solieracea
Genus : Kappaphycus
Species : *Kappaphycus alvarezii*

Gambar 2.1
Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*



Rumput laut adalah alga makro yang bersifat bentik yang tidak memiliki akar, batang dan daun sejati serta termasuk tumbuhan tingkat rendah. Alga makro ini terdiri atas empat kelas, yaitu Rhodophyceae (alga merah), Phaeophyceae (alga coklat), Chlorophyceae (alga hijau) dan Cyanophyceae (alga biru-hijau). *Eucheuma cottonii* merupakan salah satu jenis rumput laut merah (Rhodophyceae) dan berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena keraginan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa karaginan, sehingga secara taksonomi jenis ini disebut *Kappaphycus alvarezii* (Syamsuar, 2007).

Ciri-ciri morfologi *Kappaphycus alvarezii* menurut Atmadja (1996) dalam Zahroh (2013), adalah mempunyai thallus berbentuk silindris, permukaan licin, warna hijau, kuning, abu-abu atau merah. Penampakan thallus bervariasi mulai dari bentuk sederhana sampai kompleks. Percabangan ke berbagai arah dengan cabang-cabang utama keluar saling berdekatan ke daerah basal (pangkal). Cabang-cabang pertama dan kedua tumbuh dengan membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari.

Thallus dari *Kappaphycus alvarezii* memiliki bentuk silindris, permukaan licin, warna hijau, hijau kuning, abu-abu atau merah. Percabangan thallus berujung runcing atau tumpul, ditumbuhi nodulus (tonjolan-tonjolan). Percabangan bersifat *alternates* (berseling), tidak teratur serta dapat bersifat *dichotomus* (percabangan dua-dua) atau *trichotomus* (sistem percabangan tiga-tiga). Karakteristik gel kappa-karaginan dicirikan oleh tipe gel yang lebih kuat dan rapuh dengan sineresis dan memiliki efek sinergis yang tinggi dengan locust been gum. Pada umumnya rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* (karaginan) dapat melakukan interaksi dengan makromolekul yang bermuatan misalnya protein sehingga mempengaruhi peningkatan viskositas, pembentukan gel dan pengendapan (Anggadiredja, 2011).

Sedangkan menurut Prihaningrum, dkk., (2001) dalam Hitler (2011), menjelaskan bahwa morfologi *Kappaphycus alvarezii* adalah thallus tegak lurus, silindris dengan dua sisi yang tidak sama lebarnya. Terdapat tonjolan-tonjolan (nodule) dan duri (spine), thallus berbentuk silindris atau pipih, bercabang tidak teratur.

Rumput laut merah (Rhodophyceae) ini dikenal sebagai sumber utama karaginan agar. Karakteristik thalli mengandung pigmen ficobilin dari ficoerithrin yang berwarna merah dan bersifat adaptasi kromatik. Dinding sel terdapat selulose, agar, karaginan, profiran, dan furselaran. Rumput laut merah mempunyai kandungan koloid utama yaitu karaginan dan agar. Karaginan lebih dikenal sebagai asam karagenik, koloid karaginan dalam bentuk derivat garam dinamakan karagenat terdiri dari potasium karagenat dan kalsium karagenat (Kadi, 2014).

Jenis rumput laut yang biasa digunakan sebagai bahan olahan pembuatan karaginan adalah rumput laut jenis Rhodophyceae yaitu *Eucheuma cottonii*. Beberapa jenis *Eucheuma* mempunyai peranan penting dalam dunia perdagangan internasional sebagai penghasil ekstrak karaginan (Prasetyowati, 2008). Kelompok penghasil karaginan (karagenofit) yaitu *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*.

2.1.2 Komposisi kimia

Komposisi kimia rumput laut sebagian besar terdiri dari karbohidrat, juga mengandung protein, lemak dan mineral. Karbohidrat merupakan komponen terbesar, terutama sebagai dinding sel dan sebagai jaringan intraseluler. Menurut Kuntoro (1985) dalam Masita (2007) rumput laut mengandung air 12,95-27,50%, protein 1,60-10,00%, karbohidrat 32,25-63,2%, lemak 4,50-11,00%, serat kasar 3,00-11,40% dan abu 11,50-23%. Komposisi kimia menurut Angadireja (2011) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1.
Kandungan Gizi Rumput Laut per 100 Gram

Komponen	Satuan	Nilai Nutrisi
Kadar Air	%	13,90
Kadar Abu	%	3,40
Protein	%	2,60
Lemak	%	0,40
Karbohidrat	%	5,70
Serat Kasar	%	0,90
Karaginan	%	67,50
Vitamin C	%	12,00
Riboflavin	(mg/100 gr)	2,70
Mineral	(mg/100 gr)	22,39
Ca	ppm	2,30
Cu	ppm	2,70

Sumber: BPPT (2011)

Kandungan kimiawi rumput laut umumnya yang tertinggi adalah karbohidrat sekitar 60-80%, mineral 10-14%, sedangkan lemak dan proteinnya rendah hanya 1-2% saja. Selanjutnya dilaporkan juga kandungan vitamin seperti vitamin A, B1, B2, B6, B12 dan C serta mengandung mineral seperti kalium, kalsium, pospat, natrium, zat besi dan iodium (Anggadireja *et al.* 2011). Rumput laut merupakan sumber koloid untuk agar-agar, karaginan, algin, laminarin, fukoidin dll. Koloid terbagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok yang bernilai ekonomis tinggi yaitu agar-agar, karaginan, algin dan ekonomis rendah yaitu laminarin, fukoidin dan lainnya. Secara kimia karaginan mirip dengan agar-agar, hanya karaginan mempunyai kandungan abu tinggi dan memerlukan konsentrasi tinggi untuk membentuk larutan kental. Suryaningrum (1988) membedakan agar-agar dan karaginan berdasarkan kandungan sulfatnya dimana karaginan minimal mengandung 18% sedangkan agar-agar hanya mengandung sulfat sekitar 3-4%.

2.1.3. Aspek Biologi *Kappaphycus alvarezii*

Rumput laut merupakan organisme fotosintetik di laut, seperti juga halnya tumbuhan di darat. Perbedaan mendasar dari sistem hidupnya adalah dalam hal pengambilan zat-zat makanan (Atmadja, 1997 dalam Susanto *et al*, 2007). Pengembangan rumput laut di Indonesia saat ini masih terbatas pada jenis *Eucheuma spp* yang lebih populer dengan nama baru *Kappaphycus alvarezii*. Walaupun menurut Sulaeman dan Yamin (2008), jenis *Gracilaria sp* merupakan komoditas budidaya tambak yang juga menjadi andalan dalam revitalisasi perikanan budidaya karena memiliki nilai jual yang baik dan permintaan pasar yang terus bertambah.

Pertumbuhan didefinisikan sebagai perubahan ukuran suatu organisme yang dapat berupa berat ataupun panjang dalam waktu tertentu. Pertumbuhan alga laut *Kappaphycus alvarezii* sangat dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor internal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan alga laut antara lain jenis, galur, bagian thallus dan umur. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh antara lain keadaan lingkungan fisik dan kimiawi perairan. Namun demikian selain faktor-faktor tersebut, ada faktor lain yaitu faktor pengelolaan yang dilakukan oleh pembudidaya. Faktor pengelolaan oleh manusia dalam kegiatan budidaya alga laut kadang merupakan faktor utama yang harus diperhatikan seperti substrat perairan dan juga jarak tanam bibit (Soegiarto dkk., 1985 dalam Duma 2012).

Penambahan lama pemeliharaan akan menyebabkan persaingan antar thallus dalam hal kebutuhan cahaya matahari, zat hara dan ruang gerak sehingga tidak menguntungkan dalam budidaya. Pertumbuhan alga laut sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kualitas air, iklim, kecepatan arus, gelombang dan faktor-faktor biologis lainnya. Selain itu, faktor teknis juga sangat mempengaruhi produksi alga laut. Pertumbuhan alga laut akan lebih baik pada daerah yang pergerakan airnya cukup, karena pergerakan air ini dapat berfungsi memecah lapisan atas dan mengosongkan air dekat tanaman, sehingga menyebabkan meningkatnya proses difusi (Duma, 2012).

Reproduksi rumput laut dapat dilakukan secara generatif dan vegetatif. Perkembangbiakan generatif yaitu dengan cara kawin. Rumput laut diploid menghasilkan spora yang haploid. Spora ini kemudian menjadi dua jenis yakni jantan dan betina yang masing-masing bersifat haploid. Selanjutnya rumput laut jantan menghasilkan sperma dan rumput laut betina akan menghasilkan sel telur. Apabila kondisi lingkungan memenuhi syarat dapat menghasilkan suatu perkawinan dan terbentuknya zigot yang akan tumbuh menjadi tanaman baru. Reproduksi rumput laut secara vegetatif adalah proses perbanyakan tanpa melalui perkawinan. Setiap bagian rumput laut yang dipotong akan tumbuh menjadi rumput laut muda yang mempunyai sifat seperti induknya. Perkembangbiakan secara vegetatif lebih umum dilakukan dengan cara stek dari cabang-cabang thallus yang muda, masih segar, warna cerah, dan memiliki percabangan yang rimbun, serta terbebas dari penyakit (Parenrengi dan Sulaeman, 2007).

2.1.4. Habitat dan Daerah Penyebaran

Habitat utama *Kappaphycus alvarezii* adalah hidup di daerah rataan terumbu karang, dan memerlukan sinar matahari untuk berfotosintesis. Oleh karena itu, umumnya jenis ini tumbuh baik di daerah yang selalu terendam air dan melekat pada substrat dasar yang berupa karang mati, karang hidup dan cangkang molusca. Di alam jenis ini biasanya berkumpul dalam satu komunitas jenis ini tampaknya sangat penting terutama dalam hal penyebaran spora *Kappaphycus alvarezii* lebih menyukai variasi suhu harian yang kecil (Destalino, 2013).

Kappaphycus alvarezii tumbuh di rataan terumbu karang dangkal sampai kedalaman 6 meter, melekat di batu karang, cangkang kerang dan benda keras lainnya. Faktor yang sangat berpengaruh pada pertumbuhan jenis ini yaitu cukup arus dan salinitas (kadar garam) yang stabil, yaitu berkisar 28 – 34 ‰. Oleh karenanya *Kappaphycus alvarezii* jenis ini akan hidup baik bila jauh dari muara sungai. Jenis ini telah dibudidayakan dengan cara diikat pada tali sehingga tidak perlu melekat pada substrat karang atau benda lainnya (Anggadiredjo, 2006 Dalam Daniel, 2012). Bibit alga laut jenis *Kappaphycus alvarezii* pertama kali didatangkan dari Filipina pada Tahun 1984 dan bibit inilah yang terus berkembang sampai sekarang dan sudah tersebar ke berbagai daerah di Indonesia seperti: Jawa, Bali, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi dan Maluku (Atmadja dan Sulistidjo, 1996 dalam Duma, 2012).

Kappaphycus tumbuh pada daerah yang selalu terendam air (subtidal) atau pada daerah surut (intertidal). Jenis ini sangat baik tumbuh pada daerah terumbu karang (coral reef), sebab pada daerah inilah terdapat beberapa syarat untuk pertumbuhan yaitu kedalaman perairan, cahaya, substrat dan pergerakan air. Selanjutnya Lobban dan Harison (1994) dalam Masita (2007). mengatakan bahwa alga tersebut tumbuh dengan baik pada perairan terbuka dengan tingkat pergerakan arus yang tinggi. Di alam bebas *Kappaphycus* tumbuh dan berkembang dengan baik pada salinitas yang tinggi.

2.1.5. Prospek dan Manfaat *Kappaphycus alvarezii*

Potensi pasar rumput laut sangat menjanjikan dengan tujuan ekspor ke berbagai Negara, seperti: Eropa, Jepang, Amerika Serikat, dan ke sejumlah negara Asia lainnya masih sangat terbuka. Rumput laut termasuk *K. alvarezii* bernilai komersial tinggi dan sangat laris di pasar ekspor karena jenis rumput laut ini dapat menghasilkan karaginan dan agar yang tinggi dan mempunyai sekitar 500 jenis produk akhir yang sangat berperan dalam berbagai industri seperti industri makanan, kosmetik, farmasi atau obat-obatan. Di Indonesia diperkirakan 61 jenis dari 27 marga rumput laut yang sudah bisa dijadikan makanan oleh masyarakat wilayah pesisir dan 21 jenis dari 12 marga bahan obat tradisional (Anggadiredja *et al.*, 1996 Dalam Makmur *et al.*, 2016).

Potensi pengembangan budidaya alga laut di Indonesia sangat besar karena lahan yang sesuai tersedia sangat luas, keanekaragaman jenis alga lautnya tinggi, Rumput laut atau alga (seaweed) merupakan salah satu potensi sumberdaya perairan yang sudah sejak lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan

pangan dan obat-obatan. Saat ini pemanfaatan alga laut telah mengalami kemajuan yang sangat pesat yaitu dijadikan agar-agar, algin, karaginan dan furselaran yang merupakan bahan baku penting dalam industri makanan, farmasi, kosmetik dan lain-lain (Kordi, 2010). Salah satu jenis alga laut yang mendominasi ekspor di Indonesia yaitu *Kappaphycus alvarezii*.

Rumput laut merupakan sumber utama penghasil agar-agar, alginat dan karagenan yang dimanfaatkan dalam industri kosmetik, farmasi dan industri lainnya (industri kertas, tekstil, fotografi, pasta dan pengalengan ikan). Rumput laut memiliki keunggulan dibandingkan dengan komoditas perikanan budidaya lainnya, antara lain; teknologi budidaya yang sederhana; peluang pasar ekspor yang tinggi; penyerapan tenaga kerja yang tinggi; modal yang diperlukan relatif kecil; periode pemeliharaan yang singkat; produk olahan yang beragam; serta memiliki fungsi produksi dan ekologis (Parenrengi, 2008).

Rumput laut merupakan salah satu komoditas unggulan dari budidaya laut yang ekonomis, mudah dibudidayakan dan mempunyai prospek pasar yang baik serta dapat meningkatkan pemberdayaan masyarakat. Rumput laut merupakan bahan baku dari berbagai jenis produk olahan bernilai ekonomi tinggi, rumput laut digunakan sebagai pewarna digunakan sebagai pewarna makanan dan dapat digunakan sebagai produk pangan maupun non pangan, seperti: agar- agar, karaginan, dan alginat. Anggadiredja *et al* (2006), menyatakan bahwa kebutuhan dunia meningkat setiap tahunnya, sehingga hampir setiap tahun terjadi kekurangan bahan baku untuk agar, karaginan dan lain-lain.

Pengembangan industri rumput laut dari hilir sampai hulu mempunyai nilai strategis, dimulai dari industri budidaya, industri pengolahan maupun kegiatan riset dan pengembangan. Krisis ekonomi yang melanda Indonesia saat ini menunjukkan bahwa industri yang berbasis bahan baku lokal/dalam negeri ternyata lebih menunjukkan eksistensinya dibandingkan dengan industri yang berbasis bahan baku impor. Di samping itu, untuk pemulihan ekonomi dapat diciptakan sumber-sumber pertumbuhan ekonomi baru yang berbasis keunggulan komparatif sumberdaya kelautan dan perikanan yang dimiliki oleh negara kita (Ya'la, 2008).

Pada industri makanan, olahan rumput laut digunakan untuk pembuatan roti, sup, es krim, keju, pudding, selei, susu dan lain-lain. Pada industry farmasi, olahan rumput laut digunakan sebagai obat peluntur, pembungkus kapsul obat biotik, vitamin, dan lain-lain. Pada industri kosmetik, olahan rumput laut digunakan dalam produksi salep, krim, lotion, lipstick dan sabun. Di samping itu lahan rumput laut juga digunakan oleh industry tekstil, industry kulit dan industry lainnya untuk pembuatan plat film, semir sepatu, kertas, serta bantalan pengalengan ikan dan daging (Ghufran, 2010).

Karagenan merupakan produk kimia yang dihasilkan oleh rumput laut dari kelas Rumput laut merah (Rhodophyceae) yang berperan seperti selulosa pada tanaman darat (Necas & Bartosikova, 2013). Sumber karagenan untuk daerah tropis berasal dari spesies *Eucheuma cottoni* yang menghasilkan kappa karagenan. Karagenan digunakan sebagai stabiliator, bahan pengental, pembentuk gel, pengemulsi dan lain-lain.

Agar-agar diproduksi dari rumput laut yang tergolong dalam kelas Rhodophyceae (rumput laut merah). Spesies dari kelas Rhodophyceae yang menghasilkan agar-agar yaitu *Hypnea* sp., dan *Gelidium* sp. Fungsi utama agar-agar adalah sebagai bahan pengental, bahan pembuat emulsi, bahan pengental dan bahan pembuat gel. Selain itu, agar-agar juga banyak dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan mikroba dalam dunia mikrobiologi atau bioteknologi. Mutu rumput laut *Kappaphycus alvarezii* di Indonesia masih rendah, sehingga jumlah produksi yang diterima masih terbatas karena rendahnya kualitas rumput laut. Standar mutu karaginan yang diakui, telah dikeluarkan oleh FAO (*Food Agriculture Organization*), FCC (*Food Chemical Codex*) dan EEC (*European Economic Community*).

Tumbuhan rumput laut ini tidak hanya bermanfaat sebagai bahan baku industri, namun rumput laut memiliki peran lain yang tidak kalah pentingnya. Peran ini adalah sebagai bioindikator dan bersama-sama dengan tumbuhan fotosintetik lainnya termasuk jenis jenis plankton lainnya merupakan kelompok organisme penting di laut karena sebagai pembentuk makanan primer memberikan sumbangan besar bagi kehidupan biota laut. Manfaatnya, bersifat ganda yaitu bermanfaat langsung bagi kepentingan manusia dan bagi kelanjutan fungsi ekologis perairan melalui perannya dalam rantai makanan di laut. Oleh karena itu, dibutuhkan peran manusia dalam menjaga keseimbangan lingkungan dengan cara melestarikan laut melalui pelestarian ekosistem dan pelestarian biota laut.

2.1.6. Budidaya Rumput Laut

Usaha budidaya terhadap beberapa jenis rumput laut telah berhasil dikembangkan di beberapa negara. Di Indonesia baru jenis *Eucheuma* dan *Gracilaria* saja yang dapat dibudidayakan. Percobaan budidaya rumput laut di Indonesia pertama kali dilakukan oleh Soerjodinoto (1968) dari LON-LIPI terhadap rumput laut jenis *Eucheuma* di perairan gugusan pulau Pari Kepulauan Seribu (pulau Tikus) dengan menggunakan rakit dan substrat batu karang. Kemudian sejak tahun 1974 LON-LIPI melanjutkan percobaan budidaya rumput laut jenis *Eucheuma* di pulau Pari dengan mengikat bibit rumput laut pada tali nilon dikerangka rakit bambu dan kerangka lepas dasar seperti yang telah dilakukan di Philipina (Sulistijo, 2002).

Kajian kriteria lokasi budidaya rumput laut dari segi kondisi tata letak dan kualitas perairan sangat berperan dalam pencapaian hasil usaha budidaya rumput laut. Indriani dan Sumiarsih (1999) mengatakan untuk memperoleh hasil yang memuaskan dari usaha budidaya rumput laut hendaknya dipilih lokasi yang sesuai dengan ekobiologi (persyaratan tumbuh) rumput laut sebagai berikut, (1) lokasi budidaya harus bebas dari pengaruh angin topan, (2) tidak mengalami fluktuasi salinitas yang besar, (3) mengandung makanan untuk pertumbuhan, (4) perairan harus bebas dari predator dan pencemaran industri maupun rumah tangga, (5) lokasi harus mudah dijangkau.

Budidaya *Kappaphycus alvarezii* biasanya dilakukan di laut dan pertumbuhannya bergantung pada kondisi alam seperti predasi, fluktuasi kualitas air dan nutrisi. Secara rinci Atmadja *et al* (1996) mengadakan klasifikasi

penilaian lokasi untuk budidaya hayati rumput laut *K. alvarezii* dengan kriteria baik dan cukup baik (Tabel 2.2).

Tabel 2.2
Klasifikasi Kriteria Lokasi Budidaya Rumput Laut *K. alvarezii*

Parameter	Kriteria Baik	Kriteria Cukup Baik
Keterlindungan	Terlindung	Agak Terlindung
Arus (gerakan air)	20-30 cm/detik	30-40 cm/detik
Perairan	Pasir Berbatu	Pasir Berlumpur
pH	7 - 9	6 - 9
Kecerahan	Lebih dari 5 cm	3 - 5 m
Salinitas	32 - 34 permil	28 - 32 permil
Cemaran	Tidak ada	Ada sedikit
Hewan Herbivora	Tidak ada	Ikan dan Bulu Babi
Kemudahan	Mudah dijangkau	Cukup mudah
Tenaga Kerja	Banyak	Cukup

Sumber: Atmajadja *et al.*, dalam Masita (2007)

Selanjutnya dikatakan Sulistijo (1996) kondisi ekologis yang meliputi parameter lingkungan fisika, kimia dan biologi sangat menentukan keberhasilan usaha budidaya. Parameter fisika antara lain : sarana budidaya dan tanaman terhindar dari angin, dasar terdiri dari potongan karang mati bercampur dengan karang pasir, kedalaman pada sistim tali rawe sekitar 200 cm, suhu berkisaran 27-30 °C, kenaikan temperatur membuat rumput laut menjadi pucat kekuningan dan tidak sehat, kondisi air jernih dengan tingkat transparansi sekitar 1,5 meter termasuk cukup baik dan kecepatan arus yang baik adalah sekitar 20-30 cm/detik. Parameter kimia antara lain : Salinitas berkisar antara 28-34 o/oo dengan nilai optimum 32 o/oo, pH berkisar antara 6-9 dengan kisaran optimum adalah 7,5 - 8,0, sedangkan pH untuk *Kappaphycus* adalah 7 - 9 dengan kisaran optimum 7,3 - 8,2, kisaran nitrat 1,0 - 3,2 mg/l dan pospat antara 0,021 - 0,10 mg/l (Zatnika &

Angkasa, 1994). Sementara hasil penelitian Ngangi *et al.* (1998) mendapatkan pertumbuhan yang baik di Desa Serey, Minahasa mempunyai kisaran nitrat 1,2 - 1,3 mg/l dan pospat 0,03 - 0,06 mg/l.

Parameter biologi antara lain rumput laut atau algae yang dibudidayakan tidak terlepas dari pengaruh biologi perairan seperti hama dan penyakit. Salah satu fungsi ekologi dari rumput laut dimana areal komonitas rumput laut dijadikan spawning area dan nursery area oleh organisme laut yang dapat menjadi hama. Hama rumput laut umumnya adalah organisme laut yang memangsa rumput laut sehingga akan menimbulkan kerusakan fisik terhadap thallus, dimana thallus akan mudah terkelupas, patah ataupun habis dimakan hama. Hama penyerang rumput laut dibagi menjadi dua menurut ukuran hama, yaitu hama mikro merupakan organisme laut yang umumnya mempunyai panjang kurang dari 2 cm dan hama makro yang terdapat dilokasi budidaya dan sudah dalam bentuk ukuran besar atau dewasa. Hama mikro hidup menumpang pada thallus rumput laut, misalnya larva bulu babi (*Tripneustes sp.*) yang bersifat planktonik, melayang-layang di dalam air dan kemudian menempel pada tanaman rumput laut.

Beberapa hama makro yang sering dijumpai pada budidaya rumput laut adalah ikan Beronang (*Siganus sp.*) bintang laut (*Protoreaster nodosus*), bulu babi (*Diadema setosum sp.*), bulu babi duri pendek (*Tripneustes sp.*), Penyu Hijau (*Chelonia mydas*), dan ikan Kerapu (*Epinephellus sp.*) (Ditjen Perikanan 2004). Tumbuhan penempel dalam koloni yang cukup besar akan mengganggu pertumbuhan rumput laut. Tumbuhan penempel tersebut antara lain adalah

Hipnea, Dictyota, Acanthopora, Laurensia, Padina, Amphiroa dan filamen seperti *Chaetomorpha, Lyngbya* dan *symploca* (Atmadja dan Sulistijo, 2002).

a). Metode Budidaya

Metode yang akan digunakan tergantung pada kondisi lingkungan (lahan) yang kita gunakan. Metode budidaya rumput laut dapat dilakukan dengan tiga macam metode berdasarkan posisi tanaman terhadap dasar perairan yaitu: (1) lepas dasar, (2) lepas dasar dan (3) metode rakit apung. Dari ketiga metode tersebut yang sudah direkomendasikan oleh Direktorat Jenderal Perikanan (1997) adalah metode lepas dasar dan metode rakit apung. Selanjutnya dikatakan metode budidaya rumput laut jenis *Eucheuma* sp yang sudah memasyarakat di Indonesia adalah:

1. Metode lepas dasar (*off bottom method*)

K. alvarezii yang ditanam dengan menggunakan metode lepas dasar biasanya untuk dasar perairan karang berpasir tidak berlumpur tujuannya untuk menancapkan patok atau pancang. Kedalaman air sekitar 30-50 cm pada waktu surut terendah dan arus yang cukup baik. Bila ditinjau dari segi biaya lebih murah dan kualitas rumput laut yang dihasilkan relatif baik tetapi pertumbuhan tanaman lebih kecil.

2. Metode Rakit Apung

Metode ini menggunakan sebuah rakit apung dan agar rakit tidak hanyut terbawa arus digunakan jangkar di dasar perairan. Secara teknis metode rakit apung ini dianggap lebih aman, terutama dari ancaman kekeringan karena pasang surut air laut. Soegiarto *et al.* (1978) mengatakan dengan metode rakit apung

tanaman cepat tumbuh dan akan menjadi sepuluh kali lipat dari berat semula dalam waktu 4-6 minggu. Di wilayah Kepulauan Seribu metode apung dimodifikasi dengan menggunakan tali nylon sebagai pengganti bambu sehingga dapat menghemat biaya untuk pembuatan kerangka rakit bambu.

3. Metode Tali Rawai (*Long-line*)

Tali nilon sebagai tali ris yang direntangkan pada dua ujung patok ataupun jangkar sepanjang 25-100 m, rumpun rumput laut diikat pada tali ris dengan jarak antar tanaman 20-50 cm pada jarak tiap 2-5 m diberi pelampung (botol plastik). Tali rawai ini dapat dirangkai antara 4-5 jalur, jarak tiap tali rawai antara 1-2 m. Sistem ini kini sangat populer pengembangannya, hampir di seluruh lokasi yang kedalamannya antara 2-10 m yang mudah dijumpai di wilayah perairan Indonesia. Di samping itu sistem ini dapat menghemat kerangka rakit bambu yang cukup mahal dan terbatas.

b) Bibit dan Pertumbuhan

Bibit rumput laut yang berkualitas baik memiliki beberapa kriteria, antara lain (Anggadiredja et al. 2006; SNI 2010): (1) bibit yang digunakan berasal dari talus muda yang bercabang banyak, rimbun dan berujung runcing; (2) berwarna cerah, segar dan tidak terdapat bercak, luka atau terkelupas sebagai akibat terserang penyakit ice-ice atau terkena bahan cemaran, seperti minyak; (3) bibit harus seragam dan tidak boleh tercampur dengan jenis lain; dan (4) bobot bibit harus seragam (100 g per rumpun). Penggunaan bibit yang berkualitas akan menunjang laju pertumbuhan maksimal bagi rumput laut, sehingga diperoleh hasil panen dengan kuantitas dan kualitas sesuai dengan yang diharapkan. Pertumbuhan

rumpun laut jenis *Kappaphycus alvarezii* tergolong relatif cepat, yaitu dengan bobot bibit 100 g dan budidaya dengan metode long-line, sudah dapat dipanen pada hari ke-45 dengan bobot per rumpun (ikat) \pm 600 g (Atmawinata 2012; Hamid 2009). Adapun metode lepas dasar dengan bobot bibit dan umur panen yang sama, dihasilkan \pm 500 g per ikat (Sadaruddin 2011).

Hasil panen budidaya rumput laut baik kualitas maupun kuantitas ditentukan dari bibit yang digunakan, sehingga kegiatan penyediaan bibit dari alam maupun dari hasil budidaya perlu direncanakan. Dalam penyediaan bibit perlu diperhatikan sumber perolehan, cara penyimpanan dan pengangkutan bibit serta mutu yang baik dan tersedia dalam jumlah yang mencukupi kebutuhan petani. Aslan (1998) mengatakan untuk keberhasilan budidaya *Eucheuma* perlu diperhatikan kesehatan dari bibit tersebut dengan ciri-ciri bila dipegang terasa elastis, bercabang yang banyak dengan ujungnya berwarna kuning kemerahan dan mempunyai batang yang tebal. Dijelaskan lagi oleh Sulistijo (2002) bahwa rumpun yang baik adalah yang bercabang banyak dan rimbun, tidak terdapat penyakit bercak putih dan mulus tanpa ada cacat terkelupas. Bibit rumput laut yang terpilih tidak lebih dari 24 jam penyimpanan di tempat kering dan harus terlindung dari sinar matahari juga cemaran (terutama minyak), tidak boleh direndam air laut dalam wadah, penyimpanan yang baik adalah di laut dalam jaring agar sirkulasi air terjaga sementara.

Bibit yang diperoleh adalah bagian ujung tanaman (jaringan muda) umumnya memberikan pertumbuhan yang baik dan hasil panen mengandung karaginan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bibit dari sisa hasil panen atau

tanaman tua (Indriani dan Sumiarsih 1999). Saat yang baik untuk penebaran maupun penanaman bibit adalah pada saat cuaca teduh (tidak mendung) dan yang paling baik adalah pagi hari atau sore hari menjelang malam (Aslan 1998). Penanaman dengan sistem rakit ukuran 5 x 2 m dengan jarak tanam 25 cm dibutuhkan bibit 8 kg sedangkan sistem tali rawe tiap 100 m tali rentang dengan jarak tanam 50 cm diperlukan bibit minimal 20 kg (Sulistijo 2002). Selanjutnya dijelaskan bibit yang baik dan sehat pada lokasi yang sesuai akan memberikan pertumbuhan yang baik, yang dapat diukur dengan laju pertumbuhan. Laju pertumbuhan 3-5% per hari selama waktu penanaman memberikan indikasi pertumbuhan rumput laut yang baik. Seminggu setelah penanaman, bibit yang ditanam harus diperiksa dan dipelihara dengan baik melalui pengawasan yang teratur dan kontinyu. Bila kondisi perairan kurang baik, seperti ombak yang keras, angin serta suasana perairan yang dipengaruhi musim hujan atau kemarau, maka perlu pengawasan 2-3 hari sekali, sedangkan hal lain yang penting diperhatikan adalah menghadapi serangan predator dan penyakit (Aslan 1998). Masa pemeliharaan rumput laut sampai saat panen apabila menggunakan metode lepas dasar berkisar antara 1,5-2,0 bulan dan bahwa pemanenan dilakukan bila rumput laut telah mencapai sekitar 4 kali berat awal (Kolang *et al.* 1996).

Bibit rumput laut yang sering digunakan petani adalah berupa stek dan berkualitas baik agar tanaman dapat tumbuh sehat, stek yang dipilih sebaiknya dari tanaman yang masih muda, segar, keras, tidak layu dan kenyal yang dapat diambil dari tanaman yang dibudidayakan sebelumnya. Selain itu bibit harus mempunyai percabangan yang banyak, rimbun, berujung runcing, tidak terdapat

bercak luka atau terkelupas. Pemeliharaan bibit dilakukan agar rumput laut dapat tumbuh dengan baik di perairan. Saputra (2013) menyatakan bahwa penentuan posisi tanam rumput laut mempengaruhi pertumbuhan rumput laut, sehingga penting bagi pembudidaya untuk menentukan posisi rumput laut hingga mendukung pertumbuhan rumput laut.

Bibit rumput laut dapat berasal dari stok alam atau dari hasil budidaya, keuntungan bila bibit berasal dari alam adalah di samping mudah pengadaannya juga cocok dengan persyaratan pertumbuhan secara alami. Sedangkan kerugiannya adalah bibit sering tercampur dengan jenis rumput laut yang lain. Mengingat kualitas dan kuantitas produksi rumput laut ditentukan oleh bibit, maka pemilihan bibit ini harus dilakukan dengan cermat (Bujang, 2017).

Hartono *et al* (2015) menyatakan bahwa sebaiknya bibit yang digunakan dalam budidaya rumput laut adalah bibit dengan berat 50 – 150 gram, mempunyai thallus muda dan kuat, mudah diikat dan tahan dari hempasan ombak, sehingga bibit mampu bertahan, tumbuh dan berkembang dengan cepat. Penggunaan berat bibit yang tepat akan berpengaruh terhadap pertumbuhan.

Dalam pembudidayaan rumput laut memanfaatkan sifat vegetatif dari jenis tanaman tersebut dimana pembibitan dilakukan dengan cara memperbanyak tanaman melalui stek atau potongan-potongan thallus (Indriani dan Sumiarsih, 1991). Selanjutnya Sadhori (1989), menambahkan bahwa stek rumput laut dilakukan dengan cara memotong-motong bagian ujung tanaman induk sepanjang 10 – 15 cm. Potongan rumput laut sebanyak 2 – 3 thallus atau berat sekitar 50 gram dengan jarak ikat 25 cm, selanjutnya dapat diikatkan pada tali cabang utama

yang telah terpasang pada tiang-tiang atau rakit sesuai dengan metode yang telah ditentukan dalam rencana pembudidayaannya.

Menurut Basmal *et al.* (2013), bahwa produktivitas budidaya rumput laut bergantung kepada tiga hal pokok, yaitu: sifat-sifat inheren setiap jenis atau varietas yang dibudidayakan, metode budidaya yang digunakan, dan kualitas lingkungan perairan (Radiarta *et al.*, 2013). Sesuai yang terjadi di lokasi penelitian yaitu angin kencang dan sudah memasuki musim kemarau sehingga pasokan unsur hara dari daratan sudah kurang.

c) Penyakit Pada Rumput laut

Penyakit merupakan suatu gangguan fungsi, dimana terjadi perubahan anatomi atau struktur dari normal menjadi abnormal, seperti perubahan pada laju pertumbuhan atau penampakan seperti warna dan bentuk yang akhirnya berpengaruh terhadap tingkat produktivitas hasil. Penyakit yang menyerang rumput laut dikenal sebagai ice-ice, penyakit ini juga menyerang rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii*. Penyakit ice-ice pertama kali dilaporkan pada tahun 1974, ketika penyakit ini menyerang hampir semua budidaya rumput laut di negara Filipina (Largo et al 1995 dalam Bujang 2017). Perwujudan nama "ice-ice" berasal dari bahasa inggris, diucapkan dalam bahasa melayu lokal yang menggambarkan bagian thallus yang berubah menjadi putih transparan. Pada awalnya thallus mengalami perubahan warna dari warna terang menjadi pucat dan permukaan thallus kasar karena kehilangan getah/ lendir. Selanjutnya timbul bercak/ bintik putih pada permukaan thallus dengan ukuran bercak yang bervariasi,

ukuran bercak semakin melebar dengan bersatunya banyak bercak dan ujung thallus memutih, kropos dan patah (Aris, 2012).

Rumput laut merupakan organisme poikilotermik yaitu proses biologisnya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan hidupnya. Setiap perubahan lingkungan yang ekstrem menyebabkan stress pada organisme perairan. Rumput laut hidup dalam ekosistem akuatik yang terdiri dari komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi satu sama lain. Komponen abiotik terdiri dari faktor fisik, kimia, sedangkan biotik berperan dalam menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan pada rumput laut (Casadeval dan Pirofski, 2001).

Faktor musim tanam sangat dipengaruhi iklim (meteorologi) yang belakangan ini memiliki tingkat variabilitas/fluktusi yang cukup tinggi, hal ini dapat mempengaruhi rumput laut yang dibudidayakan. Musim optimal tidak sepanjang tahun, maka untuk keberhasilan usaha dan untuk menghindari kegagalan panen akibat cuaca dan wabah penyakit sebaiknya penanaman rumput laut dilakukan pada musim-musim tertentu dimana pada musim tersebut kondisi perairan sudah stabil. Bulan Mei dan Juni pada setiap tahunnya merupakan musim tanam yang optimal untuk kegiatan budidaya rumput laut (Radiarta *et al.*, 2013). Selain itu, pertumbuhan rumput laut juga dipengaruhi dua faktor yaitu faktor eksternal dan internal antara lain jenis thallus dan umur serta faktor internal antara lain faktor kimia dan fisika perairan.

2.1.7. Faktor Oseanografi

Oseanografi adalah ilmu yang mempelajari laut dalam segala aspek dengan penekanan laut sebagai suatu lingkungan. Oseanografi kimia mempelajari segala sesuatu tentang zat-zat yang terkandung di dalam air laut, seperti: jenis-jenis zat yang ada di laut, asal usul pembentukannya, proses reaksi yang terjadi dan faktor-faktor yang menguasai atau mempengaruhi penyebaran zat-zat tersebut baik di permukaan maupun di dasar laut. Muhammad Fikri, *dkk* (2015), menyatakan bahwa faktor oseanografi yang berpengaruh pada hasil produksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan kandungan karaginan yang maksimal meliputi mutu bibit, keterlindungan lokasi, arus air, kondisi dasar perairan, kedalaman, salinitas, suhu dan tingkat pencemaran.

Radiarta *et al* (2016) menyatakan bahwa lahan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dapat diukur melalui parameter oseanografi yang terbagi menjadi tiga parameter, yaitu parameter fisika, kimia dan biologi. Parameter fisika berupa kondisi air yang dapat diukur melalui wujudnya, seperti: warna air, bau dan suhu. Parameter kimia berupa kondisi air yang hanya dapat diukur menggunakan alat atau dengan pemanfaatan senyawa kimia seperti salinitas: pH, nitrat, posfat, CO₂, oksigen terlarut. Sedangkan parameter biologi terkait kondisi air yang dipengaruhi oleh organisme renik yang hidup di air berupa kepadatan plankton dan organisme yang biasa menempel pada rumput laut.

Pertumbuhan rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* sangat dipengaruhi oleh faktor oseanografi meliputi parameter fisika, kimia dan biologi termasuk substrat di dalamnya. Arisandi *et al.* (2011) mengemukakan pertumbuhan rumput

laut lambat akibat kondisi lingkungan yang tidak mendukung pada bulan-bulan tertentu, merupakan masalah yang sering dihadapi oleh pembudidaya rumput laut.

Umumnya pada kondisi tersebut rumput laut mengalami kekerdilan dan terserang hama penyakit.

Faktor lingkungan yang sangat berpengaruh pada pertumbuhan jenis ini yaitu cahaya, suhu, kadar garam, pH, dan faktor biologis seperti hama dan penyakit berpengaruh penting pada reproduksi rumput laut. Faktor cahaya rumput laut *Kappahycus alvarezii* tumbuh tidak lebih ada di kedalaman 20 cm. Suhu perairan yang mendukung pertumbuhan rumput laut yaitu antara 26-28°C. Gerakan air yang terjadi tidak terlalu besar yaitu sekitar 50 cm/detik sehingga tidak mengganggu aktivitas budidaya. Salinitas pada pertumbuhan budidaya berkisar 26-28‰. pH yang mendukung pertumbuhan rumput laut berkisar antara 7-7,5, kandungan fosfat 0,1011 – 0,1615 mg/l merupakan batas yang layak untuk normalitas kehidupan organisme budidaya, nitrat dengan kisaran yang layak sekitar 0,25 – 0,66 mg/l, sedangkan oksigen terlarut tidak boleh kurang dari 1,7 ppm, sedangkan KLH menetapkan kandungan oksigen terlarut adalah 5 ppm untuk kepentingan wisata bahari dan biota laut (Winanto, 2012).

Tabel 2.3.
Persyaratan Perairan untuk Budidaya Rumput Laut

No.	Parameter	Kisaran	Optimum
1.	Gelombng (meter)	0,1 – 0,4	0,2 – 0,3
2.	Kecepatan Arus (cm/dtk)	5 – 50	20 – 40
3.	Kecerahan (m)	1 – 5	> 3
4.	Kedalaman (m)	0,33 – 3	0,60 – 0,80
5.	Suhu (°C)	20 – 33	27 – 30
6.	Salinitas (ppt)	15 – 38	28 – 34
7.	pH	6,0 – 9,0	7,5 – 8,0
8.	Oksigen Terlarut (mg/l)	1 – 15	2 – 8
9.	Nitrat (mg/l)	1,0 – 3,2	1,5 – 2,5
10.	Fosfat (mg/l)	0,021 – 0,100	0,050– 0,075

Sumber: BSNI dan SNI KKP, 2010

1. Parameter Fisika

Parameter fisika merupakan parameter yang dapat diamati akibat perubahan fisika air, seperti: arus, suhu, kecerahan, kedalaman dan substrat dasar perairan.

a. Arus

Arus air laut adalah pergerakan massa air secara vertical dan horizontal sehingga menuju keseimbangannya, atau gerakan air yang sangat luas yang terjadi di seluruh lautan. Arus juga merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang dikarenakan tiupan angin atau perbedaan densitas atau pergerakan gelombang panjang. Anggadireja (2006), mendefenisikan arus sebagai pergerakan air laut yang mengakibatkan perpindahan massa air secara horizontal. Sedangkan Sulistijo (2002), mengatakan bahwa arus merupakan gerak mengalir suatu massa

air yang disebabkan beberapa faktor yaitu adanya tiupan angin, adanya perubahan densitas air laut, adanya gerakan gelombang panjang serta dapat pula disebabkan oleh pasang surut. Oleh karena itu, arus mempunyai pengaruh langsung dalam penyebaran organisme hidup dari satu tempat ke tempat lain.

Manfaat arus adalah menyuplai nutrient, melarutkan oksigen, menyebarkan plankton dan menghilangkan lumpur, detritus dan produk ekskresi biota laut. Kuat maupun lemahnya arus berpengaruh dalam kegiatan budidaya rumput laut (Dahuri, 2003). Kecepatan arus merupakan variabel penting yang harus dipertimbangkan untuk mengidentifikasi lahan potensi budidaya rumput laut. Variabel tersebut dapat berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan produksi seperti peningkatan pengambilan nutrient dan karbondioksida dengan mereduksi lapisan batas difusi di sekitar permukaan alga, dapat juga secara tidak langsung berpengaruh terhadap sebagian besar faktor-faktor yang menentukan produktifitas (Hurd, 2000).

Pada budidaya rumput laut, gerakan air yang cukup akan menghindari terkumpulnya kotoran pada thallus, membantu pengudaraan dan mencegah adanya fluktuasi yang besar terhadap salinitas dan suhu air. Menurut Amba (2006), pergerakan massa air yang baik untuk budidaya *Eucheuma cottoni* berada antara 20 - 40 cm/detik.

Proses pertukaran oksigen antara udara yang terjadi pada saat turbulensi karena adanya arus. Adanya ketersediaan oksigen yang cukup dalam perairan maka rumput laut dapat melakukan respirasi dengan baik secara optimal pada malam hari. Arus dianggap penting diantara faktor-faktor oseanografi lainnya

karena massa air dapat menjadi homogen dan pengangkutan zat-zat hara berlangsung dengan baik dan lancar. Pergerakan air dapat menghalangi butiran-butiran sedimen dan epifit pada thallus sehingga tidak mengganggu pertumbuhan tanaman (Radiarta *dkk.*, 2007). Parenrengi *et al.*, (2010) menyatakan bahwa arus yang membawa partikel zat padat yang akan menempel pada talus rumput laut akan mengganggu proses fotosintesis.

Arus yang baik untuk budidaya rumput laut berkisar antara 0,2 – 0,4 m/dtk, untuk jenis *Eucheuma cottoni* arus yang baik untuk pertumbuhan yaitu 20 – 40 cm/dtk (Ditjenkan, 2005). Arus yang tinggi dapat memungkinkan terjadi kerusakan tanaman budidaya, seperti patah, robek atau terlepas dari substratnya. Selain itu penyerapan zat hara akan terhambat karena belum sempat terserap. Walaupun arus sangat penting dalam budidaya rumput laut, tetapi arus yang sangat cepat (lebih dari 30 cm/dtk) dapat menyebabkan stress pada beberapa jenis alga.

Gerakan massa air memudahkan rumput laut menyerap zat hara, memberihkan kotoran yang ada dan melangsungkan pertukaran CO₂ dan O₂. Arus yang baik untuk pertumbuhan rumput laut antara 20-40 cm/dtk. Tinggi gelombang tidak lebih dari 30 cm, arus yang lebih cepat dan ombak yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan kerusakan rumput laut, seperti patah ataupun terlepas dari substratnya dan penyerapan zat hara akan terhambat (Efendi, 2013).

b. Suhu

Suhu merupakan faktor penting dalam pertumbuhan dan perkembangan rumput laut. Suhu mempunyai pengaruh terhadap kecepatan fotosintesis sampai

suatu titik tertentu. Kecepatan fotosintesis akan meningkat sesuai dengan peningkatan temperatur (Heryati, 2011). Sedangkan Sulistijo (2002) mengatakan bahwa suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses fisiologis dan penyebaran organisme laut. Suhu perairan bervariasi secara horizontal sesuai dengan garis lintang dan secara vertical sesuai dengan kedalaman perairan.

Suhu air permukaan perairan di Indonesia umumnya berkisar 28-31 °C. Suhu permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi seperti curah hujan, penguapan, kelembaban udara, kecepatan angin dan intensitas cahaya matahari. Oleh karena itu suhu di permukaan biasanya mengikuti pola arus musiman (Jaya, 2009). Kemampuan *Eucheuma sp* sangatlah bervariasi tergantung pada lingkungan dimana tumbuhan tersebut hidup. Temperatur optimum untuk budidaya *Eucheuma sp* adalah 20-25 °C (Syamsiah, 2007).

c. Pasang Surut

Frekuensi pasang juga merupakan factor kritis untuk kehidupan dan pertumbuhan rumput laut di wilayah intertidal. Pola pasang semidiurnal yang memiliki frekuensi yang lebih besar dari pasang diurnal lebih menyooong bermacam-macam populasi rumput laut. Pergerakan air adalah factor ekologi utama yang mengontrol kondisi komunitas rumput laut. Arus dan gelombang mempunyai pengaruh yang besar terhadap aerasi, transport nutrient dan pengadukan air. Pengadukan air ini bertujuan untuk menghindari fluktuasi suhu yang besar (Heryati, 1991).

d. Kekeruhan dan Kecerahan

Kekeruhan merupakan factor pembatas proses fotosintesis dan produktifitas primer perairan karena mempengaruhi panetrasi cahaya matahari dalam suatu perairan. Disamping itu kekeruhan merupakan gambaran optic dari suatu air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang dipancarkan dan diserap oleh partikel-partikel perairan (Heryati, 2011). Kekeruhan satunya disebabkan oleh adanya zat-zat koloid yaitu zat-zat terapung yang mudah mengendap (Efendi, 2003).

Persaingan untuk mendapatkan cahaya dianggap sebagai factor penting yang mempengaruhi penyebaran species rumput laut. Kecerahan perairan menentukan jumlah intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam suatu perairan. Kemampuan daya tembus cahaya matahari ke perairan sangat ditentukan oleh warna perairan, kandungan bahan-bahan organik maupun anorganik yang tersuspensi di perairan, kepadatan plankton, jasad renik dan detritus (Cornelia, 2005).

Sedikitnya sinar matahari yang menembus ke dalam perairan sangat bergantung dari kecerahan air. Semakin cerah perairan tersebut akan semakin dalam cahaya yang menembus ke dalam perairan. Panetrasi cahaya menjadi rendah ketika tingginya kandungan partikel tersuspensi di perairan dekat pantai akibat aktifitas pasang surut dan juga tingkat kedalaman. Cahaya sangat diperlukan oleh rumput laut untuk proses fotosintesis. Banyak sedikitnya cahaya sangat berpengaruh terhadap produksi spora dan pertumbuhannya. Pembentukan spora dan pembelahan sel dapat dirangsang oleh cahaya merah adanya cahaya

matahari yang berlebihan dapat mengakibatkan warna menjadi putih, layu karena hilangnya protein pada tumbuhan (Neksidin, 2013). Banyak sedikitnya sinar matahari yang menembus ke dalam perairan. Penetrasi cahaya menjadi rendah ketika tingginya kandungan partikel tersuspensi di perairan dekat pantai, akibat aktifitas pasang surut dan juga tingkat kedalaman (Hutabarat dan Evans, 2008).

Berkas yang jatuh ke permukaan air, sebagian akan dipantulkan dan sebagian lagi akan diteruskan ke dalam air. Jumlah cahaya yang dipantulkan tergantung pada sudut jatuh dari sinar dan keadaan perairan. Air yang senantiasa bergerak menyebabkan pantulan sinar menyebar ke segala arah. Sinar yang melewati media air sebagian diabsorpsi dan sebagian dipancarkan (Rohyani *dkk.*, 2016). Rumput laut membutuhkan cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis, kecerahan yang baik untuk pertumbuhan *appaphycus alvarezii* yaitu < 5 meter.

e. Kedalaman

Kedalaman suatu perairan yang digunakan sebagai tempat budidaya rumput laut untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal tergantung pada radiasi cahaya matahari. Menurut Neksidin (2013), kedalaman ideal untuk pertumbuhan rumput laut dengan metode dasar adalah 0,3 – 0,6 m pada surut terendah. Hal ini dengan tujuan untuk mencegah kekeringan bagi rumput laut. Kedalaman perairan berhubungan erat dengan produktifitas, suhu vertikal, penetrasi cahaya, densitas, kandungan oksigen, serta unsur hara. Kedalaman perairan sangat berpengaruh terhadap biota yang dibudidayakan. Hal ini berhubungan dengan tekanan yang diterima di dalam air, sebab tekanan

bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman (Patang, 2010). Rumpul laut *Kappahycus alvarezii* memerlukan sinar matahari untuk proses fotosintesa. Oleh karena itu, rumput laut jenis ini hanya mungkin dapat hidup pada lapisan fotik, yaitu pada kedalaman sejauh sinar matahari masih mampu mencapainya. Faktor cahaya rumput laut *Kappahycus alvarezii* tumbuh tidak lebih ada di kedalaman 20 cm. Kedalaman menjadi faktor penentuan lokasi budidaya rumput laut karena kedalaman berpengaruh dengan daya tembus sinar matahari yang berpebgaruh penting pada pertumbuhan. Menurut Loureiro *dkk* dan Utujo *et al* (2004), kedalaman perairan yang ideal untuk budidaya rumput laut adalah sekitar 0,6 – 2,1 meter. Sedangkan kedalaman untuk jenis *Kappaphycus alvarezii* yang cocok adalah 2 – 15 meter (Ditjenkan, 2005).

f. Gelombang

Gelombang atau ombak yang timbul akibat adanya tiupan angin di atas permukaan perairan. Anggadireja (2006) mengemukakan bahwa ombak berperan langsung dalam proses difusi gas-gas di atmosfer ke perairan, sehingga perairan tidak akan kekurangan gas-gas esensial terutama oksigen. Gelomban atau ombak sangat berpengaruh dalam kegiatan budidaya rumput laut karena dapat membantu pemenuhan kebutuhan nutrient. Faktor yang paling berpengaruh terhadap peningkatan jumlah nutrient dalam budidaya rumput laut adalah peningkatan kondisi hidrodinamik (Peteiro dan Freire, 2011). Pemaparan terhadap gelombang yang tinggi akan meningkatkan kecepatan arus dan turbulensi yang meningkatkan pengambilan nutrient dan karbondioksida dengan mengurangi lapisan pembatas difusi di sekitar permukaan alga (Hurd, 2000).

Gerakan massa air memudahkan rumput laut menyerap zat hara, memberikan kotoran yang ada dan melangsungkan pertukaran CO₂ dan O₂. Arus yang baik untuk pertumbuhan rumput laut antara 20 -40 cm/dtk. Tinggi gelombang tidak lebih dari 30 cm, arus yang lebih cepat dan ombak yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan kerusakan rumput laut, seperti patah ataupun terlepas dari substratnya dan penyerapan zat hara akan terhambat (Efendi, 2013).

Gelombang (ombak) sangat berpengaruh dalam kegiatan budidaya rumput laut. Menurut Jaya (2000), untuk kegiatan budidaya rumput laut tinggi ombak tidak lebih dari 30 cm. Ombak yang terlalu besar dapat menyebabkan kekeruhan perairan sehingga menghambat fotosintesis, selain itu ombak yang besar dapat menyulitkan tanaman untuk menyerap nutrisi sehingga dapat menghambat pertumbuhan. Sedangkan Anggadireja *dkk* (2006), menyatakan bahwa untuk kegiatan budidaya rumput laut tinggi ombak tidak lebih dari 40 cm.

g. Substrat Dasar Perairan

Substrat dasar berpengaruh terhadap jenis hewan dasar yang hidup pada daerah tersebut. Kehidupan biota sesuai dengan habitatnya, dimana pada substrat yang keras dihuni oleh hewan yang mampu melekat dan pada substrat yang lunak dihuni oleh organisme yang mampu membuat lubang. Substrat dasar suatu lokasi bervariasi dari bebatuan sampai lumpur dapat berpengaruh terhadap instalasi budidaya, pertukaran air, pemupukan hasil metabolisme dan kotoran (Rejeki, 2001).

Substrat juga berperan dalam menjaga stabilitas sedimen yang mencakup perlindungan dari arus air dan tempat pengolahan serta pemasukan nutrient. Jenis

dan ukuran substrat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kandungan bahan organik dan distribusi bentos. Semakin halus tekstur tersebut semakin tinggi kemampuan untuk menjebak bahan organik (Loureiro, 2015).

Substrat dasar perairan yang baik untuk lokasi budidaya adalah gugusan wilayah perairan yang sesuai habitat masing-masing organisme. Substrat dasar yang cocok untuk budidaya rumput laut jenis *Eucheuma cottoni* adalah pasir dengan pecahan karang dan pasir kasar serta bebas dari lumpur (Ditjenkan, 2005).

2. Parameter Kimia

a. Salinitas

Makroalga umumnya hidup di laut dengan salinitas antara 30 – 32 ppt. Namun banyak jenis mikroalga mampu hidup pada kisaran salinitas yang besar. *Fucus* misalnya, mampu hidup pada kisaran salinitas antara 28 – 34 ppt. Salinitas berperan penting dalam kehidupan microalgae. Salinitas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menyebabkan gangguan pada proses fisiologis dan mempengaruhi penyebaran microalgae di lautan. Makroalgae yang mempunyai toleransi yang besar terhadap salinitas (*eurihalin*) akan tersebar lebih luas dibandingkan dengan microalgae yang mempunyai toleransi yang kecil terhadap salinitas (*stenohalin*). Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai factor, seperti: pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. *Eucheuma* adalah alga laut yang bersifat *stenohaline*, relative tidak tahan terhadap perbedaan salinitas yang tinggi (Anggadireja *et al*, 2006).

Salinitas merupakan faktor penting karena setiap organisme laut memiliki toleransi yang berbeda terhadap salinitas untuk kelangsungan hidupnya

(Rasyid, 2005). Menurut Patang (2010), salinitas perairan untuk budidaya rumput laut berkisar antara 28 – 34 ppt (yang optimal 33 ppt). Salinitas adalah garam-garam terlarut dalam satu kilogram air laut dan dinyatakan dalam satuan perseribu. Salinitas dinyatakan bahwa dalam air laut terlarut bermacam-macam garam terutama NaCl, selain itu terdapat pula garam-garam magnesium, kalium dan sebagainya (Adnan, 2012).

Kebanyakan makroalga atau rumput laut mempunyai toleransi salinitas yang rendah terhadap perubahan salinitas. Begitu pula dengan species *Eucheuma sp* atau *Kappaphycus alvarezii* merupakan jenis rumput laut yang bersifat stenohaline. Tumbuhan ini tidak tahan terhadap fluktuasi salinitas yang tinggi. Salinitas dapat berpengaruh terhadap proses osmoregulasi pada tumbuhan rumput laut. Gusrina (2008), salinitas merupakan gambaran jumlah garam dalam suatu perairan dan salah satu parameter kualitas air yang cukup berpengaruh pada organisme dan tumbuhan yang hidup di perairan laut (Romimoharto, 2007).

Ada dua golongan rumput laut berdasarkan kisaran salinitas stenohalin, hidup dan tumbuh pada kisaran salinitas stenohali, hidup dan tumbuh pada perairan dengan kisaran salinitas yang sempit, euryhalin hidup dan tumbuh pada perairan dengan kisaran salinitas yang lebar (Bahaluddin, 2006). Semakin tinggi kadar garam (salinitas) maka makin besar pula tekanan osmotik pada air. Selain itu salinitas juga berhubungan dengan proses osmoregulasi dalam tubuh organisme. Apabila salinitas rendah maka akan merusak rumput laut yang ditandai dengan timbulnya warna putih pada bagian ujung-ujung tanaman (Iksan, 2005). Salinitas menurut Radiarta *dkk* (2007) adalah garam-garam terlarut

dalam satu koligram air laut dan dinyatakan dalam satuan perseribu. Selanjutnya dinyatakan bahwa dalam dalam air laut terlarut macam-macam garam terutama NaCl, selain itu terdapat pula garam-garam magnesium, kalium dan sebagainya (Sulistijo, 2002).

Kebanyakan rumput laut mempunyai toleransi yang rendah terhadap perubahan salinitas, begitu pula dengan species *Eucheuma sp* atau *Kappaphycus alvarezii* merupakan jenis rumput laut yang bersifat stenohaline. Tumbuhan ini tidak tahan terhadap fluktuasi salinitas yang tinggi. Salinitas dapat berpengaruh terhadap proses osmoregulasi pada tumbuhan rumput laut. Salinitas yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan rumput laut. Selanjutnya Aslan (1991) merekomendasikan salinitas yang cocok untuk budidaya rumput laut jenis ini berkisar antara 28 – 32 ppt.

b. Derajat Keasaman (pH)

Air laut mempunyai kemampuan menyangga yang sangat besar untuk mencegah perubahan pH. Perubahan pH sedikit saja dari pH alami akan memberikan petunjuk dari terganggunya system penyangga. Hal ini dapat menimbulkan perubahan dan ketidakseimbangan kadar CO₂ yang dapat membahayakan kehidupan biota laut. pH air laut permukaan di Indonesia umumnya bervariasi dari lokasi ke lokasi antara 6,0 – 8,5.

Derajat keasaman (pH) adalah ukuran tentang besarnya konsentrasi ion hydrogen dan menunjukkan apakah air itu bersifat asam atau basa dalam reaksinya. pH mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap organisme perairan sehingga dipergunakan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik

buruknya suatu perairan masih tergantung pada faktor-faktor lain. Suatu organisme hidup mempunyai toleransi tertentu terhadap derajat keasaman (pH) karena pH juga merupakan factor penting dalam suatu budidaya. Derajat keasaman (pH) yang baik untuk pertumbuhan optimal *Eucheuma sp* adalah 7 – 9 dengan kisaran optimum 7,3 – 8,2 (Wibowo, 2012).

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH (singkatan dari *Pulscae negative H*) yaitu logaritme dari kepekatan dari ion-ion H (hydrogen) yang terlepas dalam satu cairan. Derajat keasaman/ pH air menunjukkan aktifitas ion hydrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hydrogen (dalam nol/liter). Pada suhu tertentu atau dapat ditulis $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$ (Kordi dan Tancung, 2007).

c. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (DO) merupakan parameter kimia yang paling kritis dalam budidaya laut. Oksigen dalam air terutama berasal dari udara (melalui difusi) dan hasil sampingan fotosintesa tumbuhan akuatik terutama fitoplankton. Konsentrasi oksigen terlarut bagi kepentingan perikanan sangat bervariasi dan tergantung pada jenis dan aktifitas organisme. Kandungan oksigen terlarut untuk menunjang usaha budidaya adalah 5 – 8 ppm. Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh peubah lain seperti suhu, salinitas, bahan organik dan kecerahan (Hardjowigeno, 2001 *dalam* Alamsyah 2012).

Oksigen terlarut (DO) adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesa dan aabsorbsi atmosfer/udara. Oksigen terlarut dalam suatu perairan sangat berperan dalam proses penyerapan makanan oleh mahluk

hidup dalam air. Untuk mengetahui kualitas air dalam suatu perairan dapat dilakukan dengan mengamati beberapa parameter kimia seperti oksigen terlarut (DO). Semakin banyak jumlah DO maka kualitas air semakin baik, jika kadar oksigen terlarut rendah akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerob yang mungkin saja terjadi.

Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun. Idealnya kandungan oksigen terlarut dan tidak boleh kurang dari 1,7 ppm selama waktu 8 jam, sedangkan KLH menetapkan kandungan oksigen terlarut adalah 5 ppm untuk kepentingan wisata bahari dan biota laut (Winanto, 2012).

Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut. Pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis. Dengan bertambahnya kedalaman akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernafasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik. Keadaan oksigen terlarut berlawanan dengan keadaan BOD, semakin tinggi BOD semakin rendah DO. Keperluan organisme terhadap oksigen relative bervariasi tergantung pada stadium dan aktifitasnya.

Faktor-faktor yang menurunkan kadar oksigen dalam air laut adalah kenaikan suhu air, respirasi pada malam hari, adanya lapisan minyak di atas permukaan laut dan masuknya limbah organik yang mudah terurai ke lingkungan

laut. Untuk pertumbuhan rumput laut jenis *Eucheuma cottoni* dibutuhkan jumlah oksigen terlarut dalam perairan sebanyak 2 – 4 ppm, tetapi pertumbuhan lebih baik jika oksigen terlarut berada di atas 4 ppm (Rohyani *dkk* 2016).

d. Nitrat (NO₃)

Nitrat merupakan bentuk nitrogen yang berperan sebagai nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah dari proses oksidasi yang sempurna di perairan. Pada dasarnya, nitrat merupakan sumber utama nitrogen di perairan. Pada dasarnya, nitrat merupakan sumber utama di perairan akan tetapi tumbuhan lebih menyukai ammonium untuk digunakan dalam proses pertumbuhan. Sumber utama nitrat dalam perairan selain berasal dari suplai nutrient dari darat berupa bahan organik yang selanjutnya diuraikan oleh mikroba. Juga dapat berasal dari udara dan hasil fiksasi oleh bakteri-bakteri nitrat. Penyebab rendahnya konsentrasi nitrat dalam perairan selain dimanfaatkan oleh plankton atau tumbuhan air lainnya untuk pertumbuhannya juga dapat disebabkan oleh suplai nitrat ke dalam perairan tersebut yang memang rendah.

Penyerapan zat hara dilakukan melalui seluruh bagian tanaman, selama ini ketersediaan zat hara tidak menjadi factor penghambat untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini dapat terjadi karena adanya sirkulasi massa air. Akan tetapi, kita harus waspada pada unsur-unsur yang diserap oleh rumput laut karena rumput laut dapat menyerap logam berat Pb dan Hg. Logam berat ini tidak berakibat bahaya bagi rumput laut tetapi berakibat berbahaya bagi rumput laut tetapi berbahaya bagi manusia. Nitrogen merupakan salah satu unsur penting bagi

pertumbuhan organisme dan proses pembentukan protoplasma, serta merupakan salah satu unsur utama pembentukan protein.

Di perairan nitrogen ditemukan dalam bentuk amoniak, nitrat, nitrit serta beberapa senyawa nitrogen organik lain. Nitrat adalah nitrogen utama di perairan alami dan merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan alga (Wardjan, 2005). Nitrogen dan fosfor merupakan faktor pembatas pertumbuhan dan produksi rumput laut pada sebagian besar lingkungan alami. Kadar Nitrat dan fosfat mempengaruhi reproduksi alga bila zat tersebut melimpah di perairan.

Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi bagi pertumbuhan rumput laut. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Loureiro, 2015). Nitrifikasi yang merupakan proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotropik memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/l, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat 1 – 5 mg/l dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5 – 50 mg/l (Effendi, 2003).

Gunawan (2008) menjelaskan bahwa untuk keperluan pertumbuhan makro alga dapat tumbuh optimal dengan kandungan nitrat 0,9-3,5 mg/l, apabila kadar nitrat dibawah 0,1 atau diatas 4,5 mg/l merupakan faktor pembatas. Kisaran batas toleransi nitrat terendah untuk keperluan pertumbuhan alga adalah 0,1 ppm sedangkan batas tertingginya adalah 3 ppm. Setiap jenis alga, untuk keperluan pertumbuhannya membutuhkan kandungan nitrat yang berbeda-beda. Agar

fitoplankton dapat tumbuh optimal diperlukan kandungan nitrat antara 0,9 - 3,5 ppm (Sulistijo, 2002).

Kekurangan nitrat dalam perairan dapat menghambat pertumbuhan tanaman aquatic, walaupun unsur hara lain berada dalam jumlah yang melimpah alga mempunyai kecenderungan yang lebih dahulu menggunakan N anorganik dan urea dan N organik terlarut hanya akan digunakan jika sumber atau bentuk nitrogen lain konsentrasinya sudah sangat rendah (Patadjai, 1993). Menurut Sulistijo dan Atmajaya (1996), agar rumput laut tumbuh dengan optimal diperlukan kandungan nitrat antara 0,9-3,5 ppm dan jika kandungan nitrat perairan kurang dari 0,1 ppm atau lebih dari 4,5 ppm maka nitrat akan menjadi factor pembatas. Selanjutnya dijelaskan bahwa kurangnya kandungan nitrat perairan dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, metabolisme dan daya reproduksi rumput laut.

e. Fosfat

Fosfat (P) merupakan unsur penting bagi semua aspek kehidupan terutama berfungsi dalam transformasi energi metabolik. Fosfat tidak dapat digunakan untuk unsur lain. Senyawa fosfat merupakan penyusun fosfolipida penting sebagai penyusun membran dan terdapat dalam jumlah besar. Energi yang dibebaskan dari hidrolisis pirofosfat dan berbagai ikatan fosfat organik digunakan untuk mengendalikan berbagai reaksi kimia (Restiana dan Diana, 2019).

Fosfor atau dalam ilmu kimia disingkat dengan huruf P ialah unsur hara (nutrisi) yang diperlukan oleh flora (tumbuhan laut) untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Fosfor sangat penting dan dibutuhkan oleh makhluk

hidup, tanpa adanya fosfor tidak mungkin ada organik fosfor didalam Adenosin Trifosfat (ATP) Asam Dioksidiribo Nukleat (DNA) dan Asam Ribo Nukleat (ARN). Mikroorganisme membutuhkan fosfor untuk membentuk fosfor anorganik dan akan mengubahnya menjadi organik fosfor yang dibutuhkan untuk metabolisme karbohidrat, lemak dan asam nukleat. Banyak sumber fosfat yang dipakai oleh hewan, tumbuhan, bakteri ataupun makhluk hidup lain yang hidup didalam laut. Misalnya saja fosfat yang berasal dari feses hewan (aves), sisa tulang, batuan yang bersifat fosfatik, fosfat bebas yang berasal dari proses pelapukan dan erosi, fosfat yang bebas di atmosfer, jaringan tumbuhan dan hewan yang sudah mati.

Dalam perairan fosfat berbentuk orthofosfat, organofosfat atau senyawa organik dalam bentuk protoplasma, dan polifosfat atau senyawa organik terlarut (Sastrawijaya, 2000). Orthofosfat adalah bentuk fosfat anorganik yang paling banyak terdapat dalam siklus fosfat. Fosfat dalam bentuk larutan dikenal dengan orthofosfat dan merupakan bentuk fosfat yang digunakan oleh tumbuhan dan fitoplankton. Oleh karena itu dalam hubungan dengan rantai makanan di perairan orthofosfat terlarut sangat penting (Boyd, 1981).

Tumbuhan dalam air laut memerlukan N dan P sebagai ion PO_4 untuk pertumbuhan yang disebut nutrient atau unsur hara makro. Kandungan Fosfat yang lebih tinggi dari batas toleransi dapat berakibat terhambatnya pertumbuhan. Kandungan fosfat 0,1011 mg/l – 0,1615 mg/l merupakan batas yang layak untuk normalitas kehidupan organisme budidaya (Winanto, 2000).

Fosfat terlarut biasanya dihasilkan oleh masukan bahan organik melalui darat atau juga dari pengikisan batuan fosfor oleh aliran air dan dekomposisi organisme yang sudah mati (Hutagalung dan Rosak, 1997). Keberadaan senyawa dalam air sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Bila kadar fosfat dalam air rendah ($< 0,01$ mg/l). Pertumbuhan ganggang akan terhambat, keadaan ini dinamakan oligotrof. Sebaliknya bila kadar fosfat dalam air tinggi, pertumbuhan tanaman dan ganggang tidak terbatas lagi (keadaan eutrof), sehingga dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut air. Hal ini tentu sangat berbahaya bagi kelestarian ekosistem perairan.

Berdasarkan keadaan pfosfat total, perairan diklasifikasi menjadi tiga, yaitu:

1. Perairan dengan tingkat kesuburan rendah yang memiliki kadar fosfat berkisar antara 0 - 0,02 mg/l
2. Perairan dengan tingkat kesuburan sedang memiliki kadar fosfat 0,021 – 0,05 mg/l
3. Perairan dengan tingkat kesuburan tinggi, memiliki kadar fosfat total 0,051 – 0,1 mg/l.

f. Analisa Kelayakan Lokasi

Analisa kelayakan lokasi merupakan isu kunci dalam perencanaan tata ruang laut kontemporer, termasuk perencanaan fasilitas akuakultur (Bagdanivicitute *et al*, 2018). Lokasi akuakultur yang paling layak, dapat ditentukan dengan pendekatan partisipatif dan ekosistem yang berbasis pada faktor lingkungan, ekonomi dan sosial, mengoptimalkan rekrutmen dan

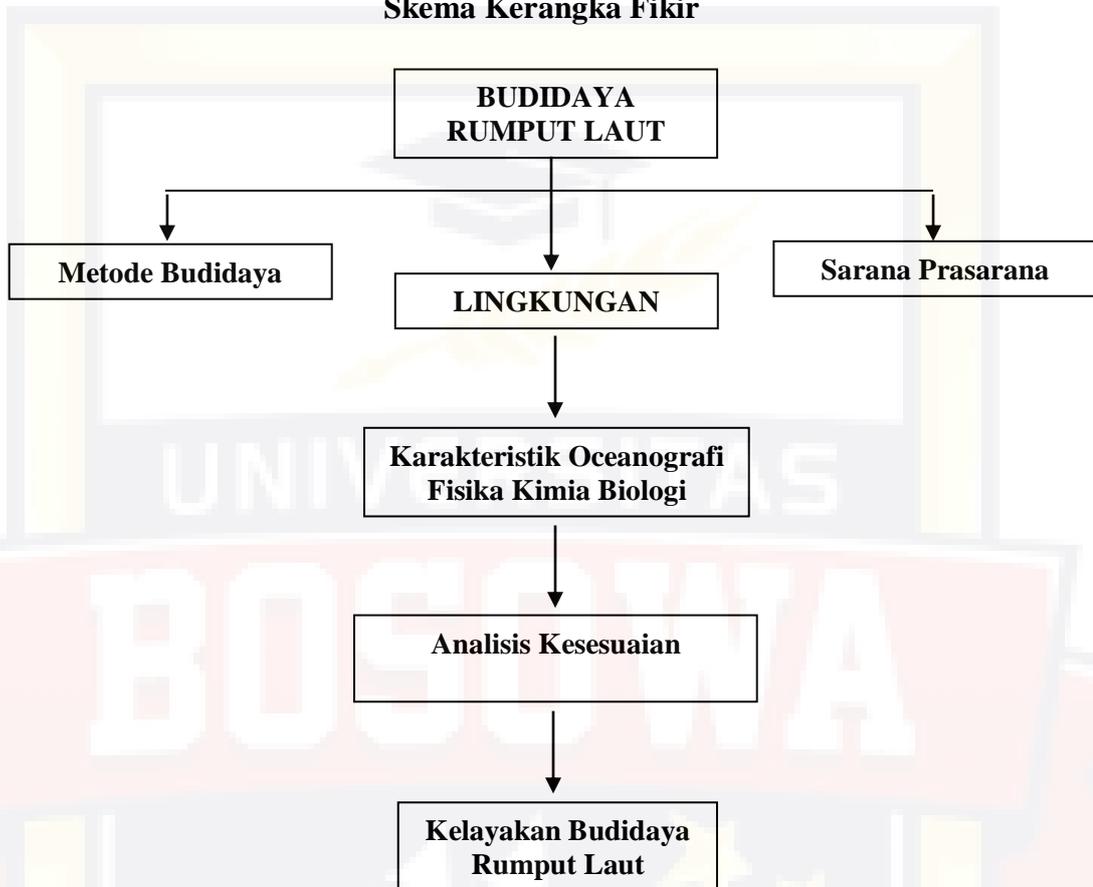
pertumbuhan dan memungkinkan memaksimalkan efisiensi biaya produksi, meminimalkan ancaman terhadap lingkungan dan menghindari konflik antar pengguna ekosistem (Dapueto *et al.*, 2015; Gentry *et al.*, 2017).

B. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Maghdalena *dkk* (2014) Kelayakan Kualitas Air Untuk Kawasan Budidaya *Eucheuma cottoni* Berdasarkan Aspek Fisika, Kimia dan Biologi di Kabupaten Kepulauan Selayar. Hasil penelitian memperlihatkan kisaran nilai: a) Parameter fisika terdiri atas: (1) kedalaman sebesar 6,5 m– 11,5 m, (2) kecerahan 1,61 m– 6,51 m, (3) suhu perairan 29 °C– 30,7 °C, (4) salinitas perairan 28 ppt– 31,5 ppt, (5) material dasar perairan mempunyai jenis antara lain: lumpur, pasir dan karang, (6) kecepatan arus 0,02 m/s- 0,156 m/s,. b) Parameter kimia terdiri dari: (1) oksigen terlarut 3 ppt- 6,3 ppm, (2) pH 7,13- 7,66, (3) fosfat 0,211 mg/l- 1,904 mg/l, (4) nitrat 0,032- 1,412 mg/l. c) Parameter biologi 0,110 mg/l- 0,889 mg/l. Hasil skoring menunjukkan untuk kelima stasiun dapat dilakukan kegiatan budidaya *E. cottonii* yaitu pada desa Bonelohe, Baruyya, Barugayya, Dodaia dan Tongke-tongke.

C. Kerangka Fikir

Gambar 2.2
Skema Kerangka Fikir



D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, hipotesis yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Jika Faktor Oseanografi mempunyai angka yang sesuai atau tinggi maka perairan Pulau Sembilan layak untuk kegiatan budidaya rumput laut.
2. Jika tingkat kesesuaian lahan perairan Pulau Sembilan mempunyai angka yang sesuai akan mendukung pengelolaan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*.

BAB III

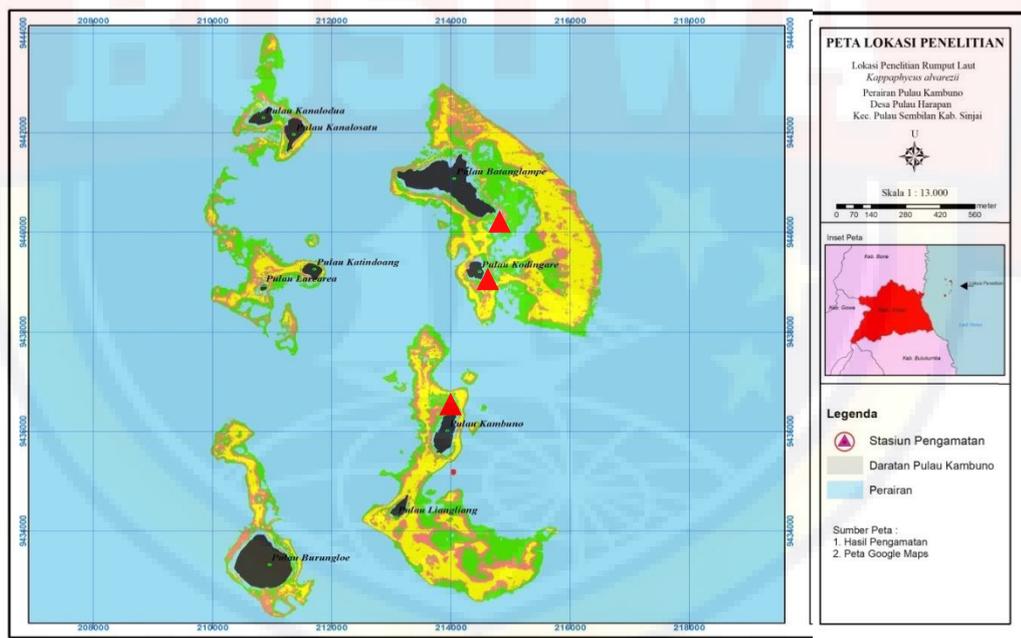
METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini bertempat di perairan Pulau Sembilan dengan titik stasiun Pulau Kambuno, Pulau Batanglampe dan Pulau Kodingare Kecamatan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai. Secara geografis terletak pada $120^{\circ} 23' 10,97'' - 120^{\circ} 25' 38,91''$ Bujur Timur dan $05^{\circ} 07' 17,30'' - 05^{\circ} 07' 31,30''$ Lintang Selatan. Lokasi penelitian ini dipilih berdasarkan kriteria sengaja (*purposive sampling*).

Gambar 3.1.

Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel Kualitas Air di Perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai.



Penelitian dilakukan selama lima bulan yaitu pada Bulan Juni sampai dengan Bulan Oktober 2019.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini terbagi atas dua: alat lapangan yang digunakan adalah perahu motor, Global Positioning System (GPS), layang-layang arus, stopwatch, sedimen grab, secchi disk, Water Quality Checker (WQC), pH meter, Botol sampel, cool box, kompas, kamera, alat tulis menulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel air untuk diuji laboratorium.

C. Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

- a. Data Primer, meliputi: Data parameter fisika, kimia dan biologi.
- b. Data Sekunder, yaitu data yang diperoleh dari hasil penelitian, literatur-literatur penunjang dan peta-peta yang berhubungan dengan lokasi penelitian.

D. Prosedur Penelitian

1. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara pengukuran langsung parameter fisika, kimia dan biologi di lapangan. Sedangkan analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau/ BPPBAB Kabupaten Maros. Secara rinci parameter yang diukur disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1.
Parameter Fisika, Kimia dan Biologi yang diamati selama Penelitian

No	Parameter	Alat Pengukuran	Frekwensi (Kali)	Keterangan
1.	Fisika			
	• Kecerahan (m)	Secchi disk	5	• Insitu
	• Suhu (°C)	Water Quality Checker HORIBA	5	• Insitu
	• Kedalaman (m)	Tali penduga dan meteran	5	• Insitu
	• Arus (cm/dtk)	Stopwatch dan meteran/ layang-layang arus	5	• Insitu
	• Substrat	Sedimen grab	1	• Insitu
2.	Kimia			
	• Salinitas	Water Quality Checker HORIBA	5	• Insitu
	• pH	Water Quality Checker HORIBA	5	• Insitu
	• Fosfat	Spectofotometer	5	Laboratorium
	• Nitrat	Spectofotometer	5	Laboratorium
	• DO	Spectofotometer	5	Laboratorium
	• CO ₂	Spectofotometer	5	Laboratorium
3.	Biologi Hama Pengganggu	Visual/ wawancara	5	

Sumber: *Data primer 2019*

a. Pengukuran Parameter Fisika

- ✓ Suhu perairan ($^{\circ}\text{C}$), pengukuran dilakukan dengan menggunakan water quality checker tipe Horiba U10A di setiap titik sampling.
- ✓ Kecepatan arus (cm/dtk), pengukuran dilakukan dengan memasukkan alat current meter pada kedalaman ± 30 cm dari permukaan air. Untuk memperoleh nilai kecepatan arus maka dihitung sampai sejauh mana alat tersebut dibawa oleh arus. Standar yang digunakan adalah tali yang diikatkan pada current meter. Apabila current meter tersebut sudah berpindah atau dibawa oleh arus, maka tali itu akan renggang, sehingga dengan demikian dapat diketahui bahwa current meter tersebut sudah berpindah sepanjang tali yang telah ditentukan. Kecepatan Arus diukur dengan menggunakan rumus:

$$V = L/S$$

Dimana: V = Kecepatan arus (m/dtk)

L = Jarak tempuh

S = Waktu (detik)

- ✓ Kedalaman perairan (m), diukur dengan menggunakan meteran dan tali penduga/ tali tambang yang ada pada sedimen grab yang sudah diberi tanda untuk tiap meternya.
- ✓ Kecerahan air (m), pengambilan data kecerahan air dilakukan dengan menggunakan alat *sechhi disc*, alat ini diturunkan sampai kedalaman tertentu kemudian diukur kecerahannya sampai dengan batas penglihatan.

- ✓ Substrat dasar perairan, dilakukan dengan mengambil sampel substrat dasar dengan menggunakan sedimen grab kemudian diamati.

b. Parameter Kimia

- ✓ Salinitas, salinitas diukur dengan menggunakan water quality checker tipe Horiba U10A.
- ✓ pH, pengukuran pH dengan menggunakan water quality checker tipe Horiba U10A.
- ✓ Oksigen terlarut (DO), pengukuran oksigen terlarut pada tiap titik sampling dengan menggunakan water quality checker tipe Horiba U10A.
- ✓ Pengukuran nitrat, fosfat, COD, timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) dilakukan dengan cara uji laboratorium. Contoh air diambil langsung pada setiap stasiun pengamatan dengan menggunakan kemmerer water sampler kemudian disimpan dalam botol sampel setelah terlebih dahulu dilakukan pengawetan dengan asam sulfat (H_2SO_4) kemudian disimpan dalam cool box yang berisi es kemudian dianalisis dengan spektrofotometer di laboratorium.

c. Parameter Biologi

Pengukuran parameter biologi dilakukan secara visual/ pengamatan langsung serta wawancara dengan pembudidaya untuk mengetahui jenis hama pengganggu yang berada di perairan seperti organisme yang menempel langsung pada thallus rumput laut maupun organisme pemangsa berupa ikan.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari hasil-hasil penelitian, literatur-literatur penunjang/pustaka dan data instansi terkait seperti Dinas Perikanan Kabupaten Sinjai serta peta yang berhubungan dengan lokasi penelitian.

E. Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

a. Analisis Kualitas Perairan

Analisis kualitas air dilakukan secara deskriptif terhadap hasil pengukuran yang diperoleh di lapangan dengan membandingkan dengan baku mutu kualitas air yang dikeluarkan oleh KLH untuk kepentingan budidaya atau standar kriteria, batasan yang digunakan oleh para pakar yang berkecimpung di bidang budidaya rumput laut. Analisis parameter kualitas air meliputi penyusunan matriks kesesuaian yang disusun melalui studi pustaka sehingga dapat diketahui parameter-parameter pembatas yang diperlukan untuk kegiatan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*.

b. Analisis Kesesuaian Lokasi Budidaya Rumput Laut

Kriteria yang digunakan dalam penyusunan matrik untuk menentukan kelayakan lokasi budidaya rumput laut mengacu pada kriteria yang telah disusun oleh KLH (1988 dan 2004), aslan (1991) serta kriteria lain yang relevan. Secara umum yang harus dilakukan, yaitu penyusunan matrik kesesuaian.

Dalam penelitian ini matriks kesesuaian dibagi ke dalam 3 (tiga) kategori yang didefinisikan sebagai berikut:

- Kateori (S1) : Sangat sesuai

Daerah ini tidak mempunyai pembatas yang serius untuk menerapkan perlakuan yang diberikan atau hanya yang mempunyai pembatas yang tidak berarti atau tidak berpengaruh secara nyata terhadap penggunaannya dan tidak akan menaikkan masukan tingkatan perlakuan yang diberikan.

- Kategori (S2) : Sesuai

Daerah ini mempunyai pembatas-pembatas yang agak serius untuk mempertahankan tingkat perlakuan yang harus diterapkan. Pembatas ini akan meningkatkan masukan/tingkat perlakuan yang diperlukan.

- Kategori (N) : Tidak sesuai

Daerah ini mempunyai pembatas permanen sehingga mencegah segala kemungkinan perlakuan pada daerah tersebut.

- Kelas sangat sesuai diberi skor 3 (tiga), kelas sesuai diberi skor 2 (dua) dan kelas tidak sesuai diberi skor 1 (satu).

Nilai skor diperoleh dengan menggunakan persamaan Utoyo *et al* (2000) sebagai berikut: Nilai skor = Σ Skor x Bobot. Data yang diperoleh dilapangan, diolah dan dianalisis untuk menentukan kelayakan lahan tambak rumput laut *Kappaphycus alvarezii* maka digunakan Matriks Kesesuaian (Tabel 3.2.).

Setelah mengetahui nilai skor untuk setiap parameter pada setiap stasiun maka dilakukan dengan penilaian hasil evaluasi dengan menggunakan Tabel 3.3, untuk menentukan apakah lokasi tersebut sangat sesuai (S1), sesuai (S2) dan tidak sesuai (N) untuk lokasi budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Penilaian skor hasil evaluasi diperoleh dengan persamaan yang dikemukakan oleh Nurdin *et al* (2008) adalah sebagai berikut:

$$Ci = \frac{\text{Bobot max.} - \text{bobot min.}}{n}$$

Dimana : $Ci = \text{Range}$ antar kelas

$n =$ Jumlah kelas yang direncanakan

Bobot max = 3

Bobot min.= 2

$3 + 3 + 3 + 2 + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3 + 3 = 29$

29 adalah jumlah bobot dari setiap variable

Jadi bobot max.: $29 \times 3 = 87$

bobot min. : $29 \times 1 = 27$

Range antar kelas (Ci) ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$n = 3 \text{ (S1,S2,N)} \quad Ci = \frac{87 - 27}{3} = 20$$

Maka nilai interval setiap kelas adalah:

Tidak Sesuai (N) = 27 – 47,

Sesuai (S2) = 48 – 67, dan

Sangat Sesuai (S1) = 68 – 87.

Berdasarkan rumus dan perhitungan di atas diperoleh interval kelas dan nilai kesesuaian seperti pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3. Kriteria yang digunakan dalam penyusunan matriks untuk menentukan kelayakan lokasi budidaya rumput laut mengacu pada kriteria yang telah disusun oleh Trono (1998) dalam Prayogi (2017) dimodifikasi oleh Amir (2018).

Tabel 3.2

**Sistem Penilaian Hasil Kesesuaian Lokasi Budidaya Rumput Laut
*Kappaphycus alvarezii***

No	Kisaran Nilai	Kelas	Penilaian Hasil Evaluasi
1	68-87	Sangat sesuai (S1)	Daerah ini tidak mempunyai Pembatas (penghambat) yang berarti
2	48-67	Sesuai (S2)	Daerah ini mempunyai pembatas (penghambat) yang cukup berarti
3	27-47	Tidak sesuai (N)	Daerah ini mempunyai pembatas (penghambat) dengan tingkat sangat berat

Sumber :Nurdin *et al* (2008)

Untuk memperjelas kriteria kesesuaian lokasi budidaya rumput laut dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3.

Matriks Kesesuaian Lokasi Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*.

No	Variabel	Kisaran	Skor	Bobot
1	Suhu (°C)	28 – 30	3	3
		> 24 - < 28	2	
		< 24 atau > 30	1	
2	Arus (cm/dtk)	15 – 30	3	3
		10 – 15 atau 30 – 35	2	
		< 10 atau > 35	1	
3	Kecerahan (m)	> 5	3	3
		3 - 5	2	
		< 3	1	
4	Kedalaman (m)	10 – 20	3	3
		6 - 10	2	
		< 6 atau >20	1	
5	pH	7,0 – 8,5	3	2
		6,5 – 7,0 atau 8,5 – 9	2	
		≤ 6,5 atau ≥ 9	1	
6	Salinitas (ppt)	33 – 34	3	3
		28 - 33	2	
		< 28 atau >34	1	

7	CO ₂ (mg/l)	1,1 – 2,5 0,5 - 1 <0,5 atau > 2,5	3 2 1	3
8	DO (ppm)	≥ 5 4 – 5 < 4	3 2 1	2
9	Fosfat	0.10 – 0,20 0,21 – 0,30 < 0,10 – > 0,30	3 2 1	3
10	Nitrat	0,01 – 0,07 0,8 – 1,0 < 0,01 atau >1,0	3 2 1	3
11	Material Dasar Perairan	Karang berpasir Pasir Lumpur	3 2 1	2

Sumber: Trono (1998) *dalam* Prayogi (2017) dimodifikasi oleh Amir (2018)



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

1. Letak Geografis dan Administratif

Kecamatan Pulau Sembilan merupakan kecamatan yang terdiri atas sembilan pulau yang berada di perairan Kabupaten Sinjai. Letak geografis Kecamatan Pulau Sembilan berada pada $120^{\circ} 23' 10,97''$ - $120^{\circ} 25' 38,91''$ Bujur Timur dan $05^{\circ} 07' 17,30''$ - $05^{\circ} 07' 31,30''$ Lintang Selatan.

Sedangkan batas wilayah administratif Kecamatan Pulau Sembilan, yaitu:

- Sebelah utara berbatasan dengan wilayah perairan Teluk Bone Kabupaten Bone;
- Sebelah Timur berbatasan dengan Teluk Bone;
- Sebelah selatan berbatasan dengan wilayah perairan Teluk Bone Kabupaten Sinjai, dan
- Sebelah barat berbatasan dengan wilayah perairan Teluk Bone Kabupaten Bone.

Kecamatan Pulau Sembilan memiliki luas $7,55 \text{ km}^2$ (755 ha) terdiri dari 4 desa dengan panjang garis pantai sekitar 17,36 km. Kecamatan Pulau Sembilan terdiri dari sembilan pulau kecil dan beberapa gosong karang (*patch reef*) yang tenggelam pada saat air pasang maupun surut. Delapan pulau yang berpenghuni bila diurut dari selatan, adalah: Burungloe, Liang-Liang, Kambuno, Kodingare,

Kantidoang, Batanglampe, Kanalo I dan Kanalo II serta satu pulau tak berpenghuni, yaitu Pulau Larea-rea yang terletak di sebelah selatan Pulau Kantidoang. Sebuah gosong yang telah ditumbuhi sebatang pohon adalah Gosong Lapoipoi yang terletak antara P. Kantidoang dan P. Batanglampe.

Ibukota pemerintahan kecamatan Pulau Sembilan terletak di Desa Pulau Harapan (Pulau Kambuno) yang berjarak 12 km dari pusat ibukota Kabupaten Sinjai.

2. Kondisi Fisik Wilayah

1. Iklim

Sepanjang tahun, daerah ini termasuk beriklim sub tropis, yang mengenal 2 (dua) musim, yaitu musim hujan pada periode Januari – Agustus dan musim kemarau yang berlangsung pada periode September – Desember. Selain itu ada 5 (lima) type iklim menurut Schmidt dan Fergusson yang terjadi dan berlangsung di wilayah ini, yaitu iklim type B2, C2, C3, D2 dan Tipe D3. Sedangkan untuk kecamatan pesisir dominan terjadi type B2 dimana bulan basah berlangsung selama 7 - 9 bulan berturut-turut, sedangkan bulan kering berlangsung 2 - 4 bulan sepanjang tahun.

Sebagaimana umumnya di wilayah Indonesia, wilayah Sulawesi Selatan juga dipengaruhi oleh sirkulasi angin muson dimana angin muson Barat Laut terjadi selama Bulan Desember – Februari (musim barat) dan angin muson Tenggara selama bulan Juli – September (musim Timur).

Pada musim Barat, di belahan bumi utara (daratan Asia) terjadi musim dingin dan di belahan bumi selatan (daratan Australia) terjadi musim panas. Pada saat ini, pusat tekanan tinggi berada di daratan Asia dan pusat tekanan rendah berada di daratan Australia. Keadaan ini mengakibatkan angin bertiup dari daratan Asia ke daratan Australia, dan sebaliknya terjadi pada saat musim Barat. Pada Bulan April – Mei dan Oktober – November, arah angin tidak menentu dan periode ini dikenal sebagai musim pancaroba awal tahun dan akhir tahun.

Demikian halnya dengan wilayah Kabupaten Sinjai, angin muson turut mempengaruhi pola angin lokal, dimana kecenderungan pada musim Barat didominasi angin Barat dan Barat Laut sementara pada musim Timur didominasi oleh angin Timur dan Tenggara.

2. Geomorfologi

Bentang alam pulau – pulau Sembilan secara garis besar dapat dibagi atas satuan geomorfologi yakni perbukitan, pendaratan, pantai dan laut.

Daratan Pulau – Pulau Sembilan umumnya berupa perbukitan yang berada pada ketinggian 1 – 135 meter di atas permukaan laut. Puncak bukit tertinggi terletak di pulau Burungloe. Kemiringan lereng perbukitan berkisar 1° - 8°. Di beberapa tempat, perbukitan berbatasan langsung dengan laut berbentuk tebing (cliff). Tebing yang mengarah ke timur dan selatan umumnya telah mengalami pengikisan berbentuk ceruk (notch). Morfologi ini menandakan bahwa pada musim Timur terjadi ombak yang cukup besar.

Dataran pulau-pulau Sembilan berada pada ketinggian 0-1,5 meter di atas permukaan laut berupa lembah dan daerah endapan pantai yang umumnya digunakan sebagai lokasi pemukiman. Pedataran tersebut umumnya terdiri dari jenis tanah inseptisol suborder tropepts.

Pantai di gugusan Pulau-Pulau Sembilan umumnya berupa dataran pasang surut yang landai berupa hamparan pasir. Dataran pasir tersebut sangat landai dan dangkal sehingga dalam kondisi air surut dapat muncul ke permukaan. Hamparan pasir tersebut menyebar sampai jauh keluar pantai, bahkan dapat saling bersambungan antara satu pulau dengan pulau tetangganya, seperti pada pulau Kambuno dan Pulau Liang-Liang dimana hamparan pasirnya dapat diseberangi dengan berjalan kaki pada saat air surut. Di gugusan Pulau Pulau Sembilan ini terdapat pula banyak gosong pasir (sand bar) yang sebagian diantaranya muncul ke permukaan pada saat air surut, seperti Gosong Pasiloange dan Gosong Bungingtellue.

3. Batimetri

Kondisi kedalaman di Pulau Sembilan secara umum memperlihatkan perubahan pola kontur kedalaman yang bervariasi (berkelok - kelok) hingga kedalaman sekitar 40 meter. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya daerah rataan terumbu (*reef flat*) di setiap pulau. Selain di pulau, dijumpai adanya dangkalan terumbu (taka) yang tersebar antara kedalaman 10 meter hingga 40 meter. Kedalaman taka tersebut berkisar antara 0 – 1 meter saat air surut terendah (LWS). Kecamatan pulau Sembilan juga memiliki kedalaman yang relatif landai dan dataran reef flat (rataan terumbu) berupa hamparan pasir yang ditumbuhi oleh

lamun maupun karang yang memanjang dari utara ke selatan. Dataran pasir tersebut sangat landai dan dangkal sehingga dalam keadaan air surut dapat muncul ke permukaan. Hampan reef plat cukup luas berada pada setiap sisi masing masing pulau kecuali sisi barat Pulau Burungloe dan Pulau Batanglampe, sisi selatan Pulau Kanalo 1 dan Pulau Kanalo 2, serta sisi barat Pulau Katingdoang memiliki reef plat yang sempit dan perairan menjadi curam (reef slope). Kedalaman antar pulau yang umumnya relatif dangkal berada antara Pulau Kambuno dan Pulau Liang-Liang, Pulau Batanglampe dengan Pulau Kodingare, Pulau Kanalo 1 dengan Pulau Kanalo 2, serta Pulau Katingdoang dengan Pulau Larearea. Sementara kedalaman antara Pulau Kambuno dengan Pulau Burungloe sekitar 40 meter.

4. Pasang Surut

Kondisi pasang surut perairan Kabupaten Sinjai mengacu kepada hasil pengukuran dan analisis pasang surut yang telah dilakukan oleh tim PSTK UH, berupa data konstanta harmonis amplitudo dan phase pasang surut sebagaimana pada tabel dibawah ini,

Tabel 4.1.

Hasil Analisis Konstanta Pasang Surut

	So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
Amplitudo	132	49	15	17	43	18	0	1	4	14
Phase		133	66	21	268	55	160	13	66	268

Berdasarkan konstanta harmonik pasang surut di atas, dapat diketahui karakteristik pasang surut baik tipe maupun tunggang pasang surut dan elevasi muka air laut maksimum, rata-rata saat pasang purnama dan rata-rata saat pasang perbani.

Hasil analisa Formzahl diperoleh nilai F dari pasang surut pantai adalah 0,961, yang berarti tipe pasang surutnya adalah campuran cenderung ke harian ganda (mixed, prevailing, semidiurnal), yaitu dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut tetapi dengan tinggi dan waktu yang berbeda. Tunggang pasang surut (tidal range) terbesar adalah sekitar 2,50 meter, tunggang pasang surut rata – rata saat pasang purnama adalah 1,95 meter, dan saat pasang perbani adalah 1,66 meter.

B. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran parameter oseanografi dan kesesuaian usaha budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* di perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai terbagi atas 3 (tiga) parameter, yaitu: Fisika, Kimia dan Biologi.

1. Faktor Fisika

Parameter fisika merupakan parameter yang dapat diamati akibat perubahan fisika air. Parameter fisika yang teramati pada lokasi penelitian untuk kelayakan usaha budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* adalah arus, suhu, kedalaman perairan, kecerahan dan substrat. Hasil pengamatan dan pengukuran dapat di lihat pada Tabel 4.2 dan Lampiran 1.

Tabel 4.2.

Rerata Parameter Fisika Pada Stasiun Penelitian di Perairan Pulau Sembilan

NO.	Parameter	Lokasi		
		P.Kambuno (Stasiun I)	P.Batanglampe (Stasiun II)	P.Kodingare (Stasiun III)
1	Arus (cm/dtk)	10 - 30	5 - 25	10 - 25
2.	Suhu (°C)	28,9 - 32	28,7 - 31	28,7 - 30
3.	Kedalaman perairan (m)	1,5 - 8,5	2 - 8	1 - 6,5
4.	Kecerahan (m)	1 - 3	1,50 - 3	1 - 3,5
6.	Substrat	karang berpasir	karang	karang berpasir

Sumber: Diolah dari data primer 2019

Arus

Pengukuran kecepatan arus dengan menggunakan alat layang layang arus, dimana hasil pengukuran memperlihatkan kecepatan yang bervariasi antara 5 - 30 cm/dtk. Kecepatan arus tertinggi terdapat pada stasiun I (Pulau Kambuno) yaitu 10 - 30 cm/dtk, sedangkan kecepatan arus terendah terdapat pada stasiun II (Pulau Batanglampe) yaitu 5 - 25 cm/dtk. Perbedaan kecepatan arus disebabkan oleh letak lokasi, adanya terumbu karang merupakan salah satu penyebab arus menjadi lemah, karena arus laut yang datang terhambat oleh barrier yang dibentuk secara alami oleh terumbu karang. Pada saat yang lain adanya turbulensi dan perairan yang cukup terbuka, merupakan pendugaan lain terjadi perbedaan kuat arus.

Wibisono (2005) mengatakan bahwa setiap proses aktivitas pasang maupun surut menimbulkan arus. Arus di laut dapat diakibatkan oleh tiupan angin atau pengaruh pasang surut, untuk perairan pantai umumnya didominasi oleh arus pasang surut yang dibangkitkan oleh tiupan angin. Adapun di perairan

Pulau Sembilan, saat pasang naik arus menuju ke utara. Sebaliknya arah arus saat menuju surut, di daerah laut terbuka (laut dalam) memperlihatkan arus menuju ke selatan. Demikian pula pada selat antar pulau, arus berputar ke arah selatan yang kemudian mengikuti pola ke utara di perairan bagian barat.

Arus berperan penting dalam perairan, misalnya pencampuran massa air, pengangkutan unsur hara dan transportasi oksigen. Manfaat dari arus bagi biota adalah menyangkut penambahan makanan bagi biota-biota tersebut dan pembuangan kotoran-kotorannya. Untuk alga kekurangan CO₂ dapat dipenuhi, sedangkan bagi binatang, CO₂ dan produk – produk sisa dapat disingkirkan dan O₂ tetap tersedia. Arus juga memainkan peranan penting dalam penyebaran plankton, baik holoplankton maupun meroplankton. Peran arus lainnya dalam budidaya adalah mempengaruhi sistem penjangkaran, pengrusakan instalasi (penempelan biofouling, pengubahan posisi keramba), sirkulasi air dan pengangkutan sisa pakan. Pada budidaya rumput laut, gerakan air yang cukup akan menghindari terkumpulnya kotoran pada thallus, membantu pengudaraan dan mencegah adanya fluktuasi yang besar terhadap salinitas dan suhu air.

Pengaruh negatif dari arus dapat mengakibatkan ausnya jaringan - jaringan jasad hidup yang tumbuh di daerah itu dan partikel-partikel dalam suspensi dapat menghasilkan pengikisan. Di perairan dengan dasar lumpur, arus dapat mengaduk endapan lumpur sehingga dapat mengakibatkan kekeruhan air dan mematikan binatang karena bisa mengurangi penetrasi sinar matahari sehingga mengurangi aktifitas fotosintesa.

Berdasarkan kriteria Kementerian Lingkungan Hidup yang tertuang dalam Kep. Men. No.02/Men.KLH/I/1998 untuk budidaya laut, kisaran arus yang diukur pada level yang diperbolehkan (15 – 50 cm/dtk). Menurut Radiarta, *dkk* (2005) dan Ditjenkanbud (2005), kecepatan arus yang sesuai untuk budidaya rumput laut berada pada kisaran 10 – 20 cm/dtk. Selanjutnya dikatakan bahwa arus yang diinginkan untuk kategori sangat sesuai 20 – 30 cm, 31 – 40 cm untuk kategori sesuai serta < 20 dan > 40 cm/dtk untuk kategori tidak sesuai.

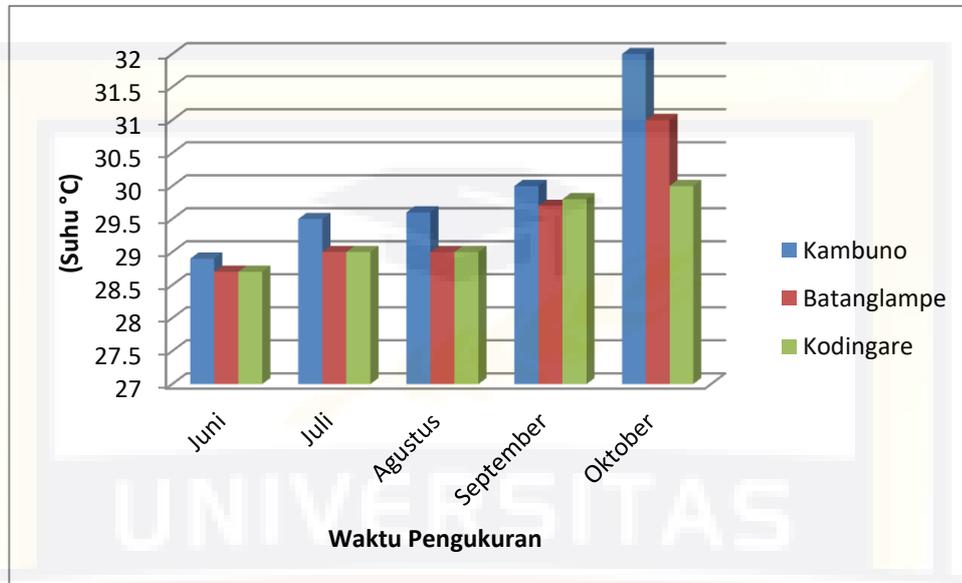
Adapun hasil pengukuran kecepatan arus permukaan dengan menggunakan alat layang-layang arus pada lokasi penelitian yaitu Perairan Pulau Kambuno (Stasiun I) menunjukkan kecepatan arus berkisar antara 10 – 30 cm/dtk. Kecepatan arus pada Perairan Pulau Batanglampe (Stasiun II) berkisar antara 5 – 30 cm/dtk dan Perairan Pulau Kodingare (Pulau Kodingare) berkisar 10 – 30 cm/dtk. Melihat hasil pengukuran arus permukaan perairan pada tiga stasiun penelitian, maka dapat dikategorikan sangat sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut. Menurut Ambas (2006), pergerakan massa air yang baik untuk budidaya *Kappaphycus alvarezii* berada antara 20 – 40 cm/detik.

Suhu

Hasil pengukuran suhu selama penelitian sebanyak lima kali pengukuran menunjukkan variasi sebaran suhu dengan perbedaan yang kecil antar stasiun. Selain itu, terjadi perubahan suhu yang seragam di setiap pengukuran. Adapun hasil pengukuran suhu berkisar antara 28,7 °C – 32 °C.

Gambar 4.1.

Fluktuasi Keadaan Suhu Perairan di Lokasi Penelitian



Terjadinya perubahan suhu tidak terlepas dari pengaruh perubahan musim, kondisi suhu mengalami kenaikan pada setiap stasiun. Pada awal penelitian, suhu berkisar 28,7 °C di semua stasiun, sedangkan pada akhir penelitian suhu hampir sama pada semua stasiun yaitu 29,6 – 32 °C. Peningkatan suhu tidak terlepas dari pengaruh curah hujan yang berkurang.

Suhu perairan sangat penting dalam proses fotosintesis rumput laut, suhu air meskipun tidak berpengaruh mematikan namun dapat menghambat pertumbuhan rumput laut. Perbedaan temperatur air yang terlalu besar antara siang dan malam hari dapat mempengaruhi pertumbuhan, hal ini sering terjadi di perairan yang terlalu dangkal. Rumput laut mempunyai kisaran suhu yang spesifik karena adanya enzim pada rumput laut yang tidak dapat berfungsi pada suhu yang terlalu dingin maupun terlalu panas. Suhu perairan mempengaruhi laju fotosintesis dan dapat merusak enzim serta membran sel yang bersifat labil

terhadap suhu yang tinggi. Pada suhu yang rendah, membran protein dan lemak dapat mengalami kerusakan sebagai akibat terbentuknya kristal didalam sel, sehingga mempengaruhi kehidupan rumput laut, seperti kehilangan hidup, pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, fotosintesis dan respirasi (Laning, 1990 dalam Masita, 2007)

Rumput laut biasanya dapat tumbuh dengan baik di daerah yang mempunyai suhu antara 26 – 30 °C (Afrianto, E. dan Liviawaty, 1993). Sedangkan menurut Angkasa (1998), suhu perairan yang baik bagi pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* berkisar antara 27 – 30 °C. Sugiarto *et al* (1978) menyatakan bahwa laju fotosintesis maksimal bagi *K. alvarezii* adalah pada suhu 30 °C, sedangkan suhu di atas 32 °C aktifitas fotosintesis terhambat.

Rohyani *dkk* (2014) memberikan bobot 8 % dengan 11 parameter. Pemberian skor untuk parameter suhu oleh Radiarta (2005) adalah 24 – 30 °C untuk kategori sangat sesuai, 20 – 24 °C untuk kategori sesuai dan < 20 atau > 30 °C untuk kategori tidak sesuai.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi suhu perairan pada setiap stasiun masih sesuai untuk pertumbuhan rumput laut, meskipun pada bulan Oktober (lampiran 1) diperoleh suhu pada kategori tidak sesuai yaitu > 30 °C.

Kedalaman

Kedalaman perairan merupakan salah satu indikator untuk menilai kelayakan suatu lokasi budidaya. Metode penanaman rumput laut biasanya menyesuaikan kondisi kedalaman perairan. Rata rata kedalaman perairan pada

Stasiun I, II, III yaitu 1 – 10 meter. Umumnya kedalaman yang diidentifikasi aman dari hempasan gelombang berkisar antara 6 hingga 14 meter. Tipe kedalaman seperti ini lebih cocok untuk metode budidaya rawai (long line), rakit apung atau sistem jalur.

Hasil pengukuran kedalaman perairan pada titik sampling di zona pemanfaatan budidaya rumput laut Kabupaten Kepulauan Selayar berkisar antara 6.5 m sampai 11,5 m, dengan nilai rata-rata yang bervariasi terdiri dari 7.67m sampai 9.67 m. Nilai kedalaman tertinggi berdasarkan nilai rata-rata terdapat pada stasiun III yaitu desa Barugayya, sedangkan nilai terendah berada pada stasiun I yaitu desa Bonelohe. Berdasarkan nilai yang ada pada table matrik kesesuaian untuk nilai kedalaman menunjukkan nilai yang sesuai untuk dilakukannya budidaya rumput laut.

Kedalaman perairan yang baik untuk budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* adalah 0,3 - 0,6 m pada watu surut terendah untuk lokasi yang berarus kencang dengan metode lepas dasar, 2-15 m untuk metode rakit apung, metode rawai (long line) dan sistem jalur. Kondisi ini untuk menghindari rumput laut mengalami kekeringan dan mengoptimalkan perolehan sinar matahari.

Untuk parameter kedalaman, Kep. Men 02/MenKLH/I/1988 tentang Kualitas Air Laut untuk Budidaya Laut mensyaratkan kedalaman 5-40 m dengan kedalaman 7-15 m adalah kedalaman yang diinginkan. Radiarta dkk (2007), mengategorikan kedalaman 2-15 m dalam skor sangat sesuai, 1-2 m dalam skor sesuai dan kedalaman < 2 atau > 15 m dalam skor kategori tidak sesuai. Bobot yang diberikan untuk parameter kedalaman 8% dengan total 11 parameter yang

digunakan . Hutabarat (2000) mengatakan bahwa cahaya akan semakin berkurang intensitasnya seiring dengan makin besar kedalaman.

Kedalaman suatu perairan yang digunakan sebagai tempat budidaya rumput laut untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal tergantung pada radiasi cahaya matahari. Menurut Neksidin (2013) kedalaman ideal untuk pertumbuhan rumput laut dengan metode dasar adalah 0,3-0,6 m pada saat surut terendah. Hal ini dengan tujuan untuk mencegah kekeringan bagi rumput laut. Kedalaman perairan berhubungan erat dengan produktivitas, suhu vertikal, penetrasi cahaya, densitas, kandungan oksigen, serta unsur hara. Kedalaman perairan sangat berpengaruh terhadap biota yang dibudidayakan. Hal ini berhubungan dengan tekanan yang diterima di dalam air, sebab tekanan bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman (Patang, 2010).

Kedalaman suatu perairan berhubungan erat dengan produktivitas, suhu vertical, penetrasi cahaya, densitas, kandungan oksigen, serta unsur hara (Hutabarat dan Evans, 2008). Kedalaman perairan sangat berpengaruh terhadap biota yang dibudidayakan. Hal ini berhubungan dengan tekanan yang diterima di dalam air, sebab tekanan bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman (Rohyani dkk, 2016).

Kedalaman menjadi faktor penentuan lokasi budidaya rumput laut karena kedalaman berhubungan dengan daya tembus sinar matahari yang berpengaruh penting pada pertumbuhan. Menurut Loureiro dkk (2015) dan Utujo et al (2004), kedalaman perairan yang ideal untuk budidaya rumput laut adalah sekitar 0.6 –

2.1 meter. Sedangkan kedalaman untuk jenis *Eucheuma cottoni* sendiri yang cocok yaitu 2 – 15 meter (Ditjenkan, 2005).

Kecerahan

Kecerahan perairan Pulau Sembilan menunjukkan nilai antara 1 – 20 meter. Kondisi kecerahan umumnya mengikuti pola kedalaman perairan. Kecerahan yang rendah umumnya berada di daerah taka (dangkalan terumbu) yakni 1 – 3 meter dan dasar perairan nampak secara jelas dari permukaan. Pada perairan yang lebih dalam kecerahan berada pada kisaran 10 – 20 meter, dengan kondisi dasar perairan yang tidak nampak dari permukaan. Beragamnya nilai kecerahan dapat disebabkan oleh perubahan kedalaman perairan. Hutabarat (1995) mengatakan bahwa, cahaya akan semakin berkurang intensitasnya seiring dengan makin besar kedalaman. Selain itu, kecerahan juga disebabkan oleh waktu pengukuran. Terkait hal tersebut, Effendi (2003) yang mengatakan bahwa, pemantulan cahaya mempunyai intensitas yang bervariasi menurut sudut datang cahaya.

Budidaya rumput laut membutuhkan perairan yang mempunyai kecerahan tinggi. Hal ini disebabkan energi sinar matahari yang menembus perairan dibutuhkan dalam mekanisme fotosintesa. Kecerahan perairan pada perairan Pulau – pulau Sembilan memperlihatkan kisaran nilai yang masih dianjurkan.

Untuk kecerahan Sulistijo (2002), memberikan bobot 12 % dari total 11 parameter yang digunakan. Nilai kecerahan < 3 m dikategorikan dalam kelas tidak sesuai, 3-5 m untuk sesuai dan kategori sangat sesuai untuk kedalaman > 5 m.

Sementara menurut Radiarta *dkk* (2005) memberikan bobot 40 % untuk parameter kecerahan dari total empat parameter yang digunakan. Nilai kecerahan 1 m dikategorikan dalam kelas sangat sesuai, 4 m untuk sesuai, 2 m untuk tidak sesuai.

2. Faktor Kimia

Parameter kimia yang teramati pada lokasi penelitian untuk kelayakan usaha budidaya rumput laut *Kapphaphycus alvarezii* adalah salinitas, pH, DO, CO₂, Nitrat, Fosfat, Pb dan Cd. Hasil pengamatan dan pengukuran dapat di lihat pada Tabel 4.4 dan Lampiran 1.

Tabel 4.3.
Rerata Parameter Kimia Pada Stasiun Penelitian di Perairan Pulau Sembilan

NO.	Parameter	Lokasi		
		P.Kambuno (Stasiun I)	P.Batanglampe (Stasiun II)	P.Kodingare (Stasiun III)
1	Salinitas (ppm)	30,0–31,6	31,4–32,8	31,0-32,5
2.	pH	7,37-9,25	7,6 – 8,77	7,87-9,31
3.	DO (mg/l)	4,16-11,08	4,48-8,83	4,80-10,33
4.	CO ₂ (mg/l)	4 - 24	4 – 24	2 - 36
5.	Nitrat	0,053-0,146	0,046-0,558	0,056-1,104
6.	Fosfat	0,063-0,067	0,044-0,097	0,046-0,096
7.	Timbal (Pb)	0,003	0,002	0,002
8.	Cadnium (Cd)	0,006	0,005	0,005

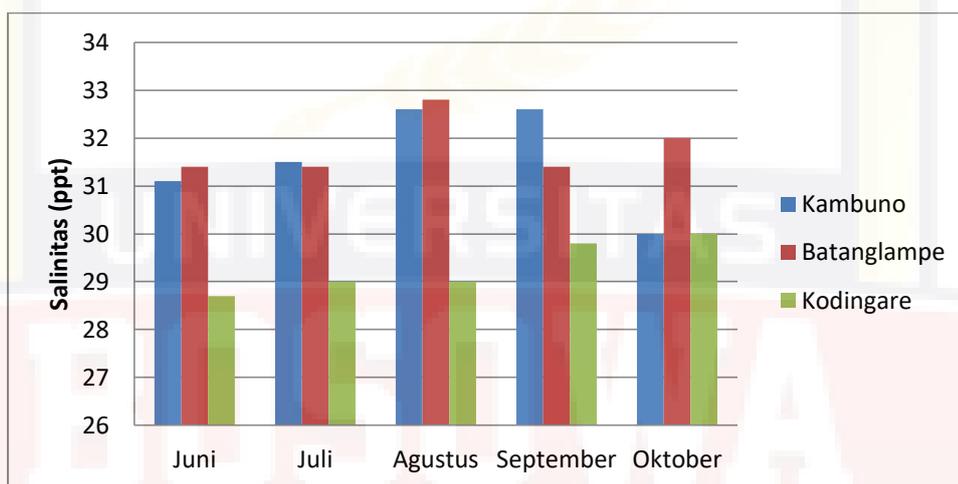
Sumber: Diolah dari data primer 2019

Salinitas

Salinitas merupakan gambaran jumlah garam dalam suatu perairan dan salah satu parameter kualitas air yang cukup berpengaruh pada organisme dan tumbuhan yang hidup di perairan laut (Romimoharto, 2007). Sebaran salinitas air

laut dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Terlihat dari hasil pengukuran salinitas selama penelitian, menunjukkan penyebaran salinitas yang homogen antar stasiun. Kisaran nilai salinitas berdasarkan pengukuran berkisar antara 30 ‰ – 32,8 ‰.

Gambar 4.2.
Grafik Fluktuasi Salinitas di Lokasi Penelitian



Parameter salinitas menurut kriteria kesesuaian Rohyani dkk (2014), memiliki bobot 12 % dari 11 parameter yang digunakan. Kisaran salinitas < 28 atau > 37 ppt termasuk kategori tidak sesuai, 34 – 37 ppt untuk sesuai dan kisaran 28 – 34 ppt untuk kategori sangat sesuai. Berdasarkan kriteria kesesuaian, maka kisaran salinitas pada lokasi penelitian sangat sesuai untuk budidaya rumput laut.

Salinitas juga mengalami fluktuasi yang meningkat meskipun dengan variasi yang tidak berbeda jauh. Pengaruh intensitas penyinaran yang tinggi serta curah hujan yang rendah menyebabkan kadar yang meningkat di setiap stasiun. Keadaan ini juga menunjukkan adanya pengaruh sirkulasi air laut dari luar perairan Pulau Sembilan.

Beberapa daerah yang perlu dihindari di dalam budidaya rumput laut adalah daerah yang berada berdekatan dengan muara sungai. Daerah ini umumnya memiliki salinitas yang relatif rendah dibanding dengan perairan pantai yang tidak memiliki suplai air tawar. Bahkan pada musim tertentu, dimana massa air tawar yang masuk cukup banyak maka salinitas perairan akan turun drastis, hal ini akan berdampak kurang baik bagi pemeliharaan rumput laut.

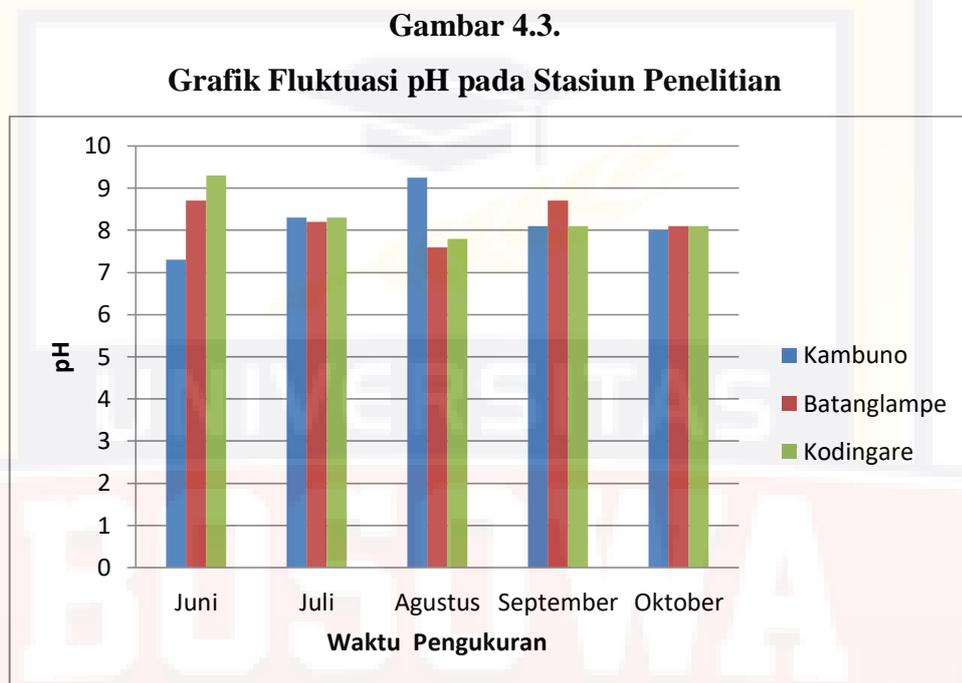
pH

Air laut mempunyai kemampuan menyangga yang sangat besar untuk mencegah perubahan pH. Perubahan pH sedikit saja dari pH alami akan memberikan petunjuk terganggunya sistem penyangga. Hal ini dapat menimbulkan perubahan dan ketidakseimbangan kadar CO₂ yang dapat membahayakan kehidupan biota laut.

Menurut Rohayani *dkk* 2014, perubahan pH perairan baik kearah alkali (pH naik) maupun kearah asam (pH turun) akan mengganggu kehidupan rumput laut dan organisme akuatik lainnya. Kisaran toleransi pH dimana alga ditemukan adalah sebesar 6,8 – 9,6 (Sulistijo, 2002).

Hasil pengukuran diperoleh nilai derajat keasaman pada lokasi penelitian berfluktuasi yaitu 7,37 – 9,31 dengan pola sebaran pH yang variatif di perairan. Keadaan pH di setiap stasiun cenderung turun naik, pH tertinggi diperoleh pada stasiun III (Kodingare) yaitu 9,31 dan terendah di stasiun I (Kambuno) yaitu 7,37 pada awal penelitian yaitu pada bulan Juni, sebaliknya pada akhir penelitian yaitu bulan Oktober pH terendah terdapat pada stasiun III (Kodingare) yakni 7,87 dan tertinggi pada stasiun I (Kambuno) yakni 9,25.

Adanya variasi dan fluktuasi pH di perairan tidak terlepas dari pengaruh arus laut dengan membawa massa air dari berbagai lokasi yang melewati perairan Pulau-pulau Sembilan.



Keasaman air (pH) yang cocok untuk pertumbuhan rumput laut jenis *Euclima sp* umumnya berkisar antara 7 – 9, dengan kisaran optimum 7,3 – 8,2 (Anggadireja 2006). Sedangkan menurut Sulistijo (2002), pH yang baik bagi pertumbuhan rumput laut adalah berkisar antara 6,8 – 9,6.

Derajat keasaman (pH) merupakan parameter kualitas air yang memiliki peran sebagai pengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan dalam air, serta organisme laut. Perubahan konsentrasi pH dalam perairan mempunyai siklus harian, siklus ini merupakan fungsi dari karbondioksida. Effendi (2003) mengatakan bahwa, jika perairan mengandung karbondioksida bebas dan ion karbonat maka pH cenderung asam, dan pH akan kembali meningkat jika CO₂ dan HCO₃ mulai berkurang.

Nilai pH sangat penting diketahui karena banyak reaksi kimia dan biokimia yang terjadi pada tingkat pH tertentu. Perairan yang menerima limbah organik dalam jumlah yang besar berpotensi memiliki tingkat keasaman yang tinggi. Dalam ketentuan Kep. Men.02/Men.KLH/I/1988 tentang Kualitas Air Laut untuk Budidaya Laut menunjukkan bahwa kisaran pH yang diinginkan untuk aktifitas untuk budidaya laut seperti rumput laut adalah 6,5 – 8,5 dan 6 – 9 untuk kisaran yang diperbolehkan.

Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan salah satu faktor yang penting dalam kehidupan organisme untuk proses respirasi (Suin, 2002). Oksigen terlarut (Dissolved Oksigen/DO) dalam air umumnya berasal dari difusi oksigen, arus atau aliran air melalui air hujan dan fotosintesis. Kadar oksigen terlarut bervariasi tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian (altitude) serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil (Radiarta, 2016).

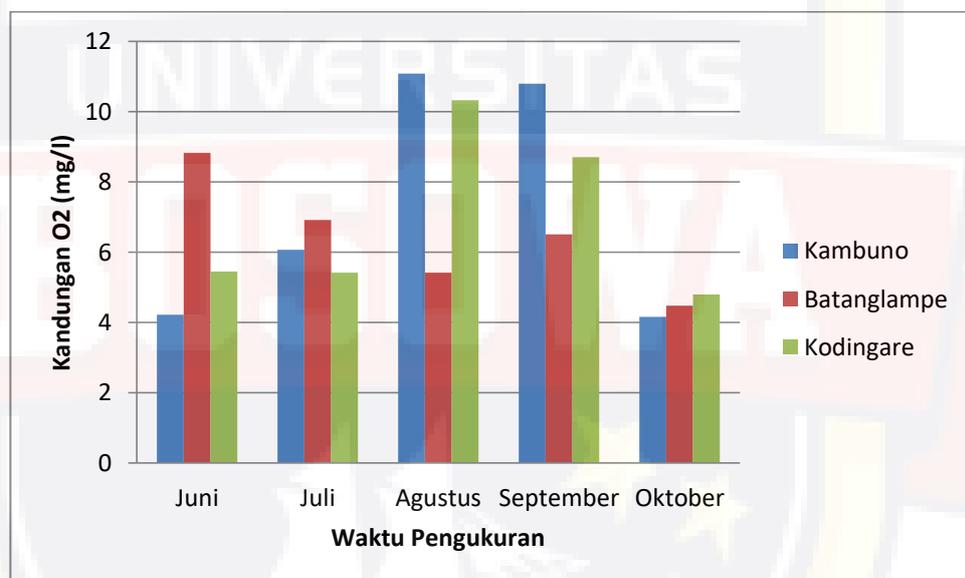
Fitoplankton juga membantu menambah jumlah kadar oksigen terlarut pada lapisan permukaan di waktu siang hari. Penambahan ini disebabkan oleh terlepasnya gas oksigen sebagai hasil dari fotosintesis. Kelarutan oksigen di laut sangat penting artinya dalam mempengaruhi keseimbangan kimia air laut dan juga dalam kehidupan organisme. Oksigen dibutuhkan oleh hewan dan tanaman air, termasuk bakteri untuk respirasi.

Konsentrasi kandungan oksigen terlarut pada stasiun I (Pulau Kambuno) selama penelitian berada pada kisaran 4,16 mg/l – 11,08 mg/l. Konsentrasi

tertinggi pada bulan Agustus dan terendah pada bulan Oktober. Sedangkan pada Stasiun II (P. Batanglampe) kisarannya adalah 4,48 – 8,83 mg/l, dimana konsentrasi tertinggi diperoleh pada bulan Juni dan terendah pada bulan Oktober. Sedangkan pada Stasiun III (Pulau Kodingare) kisarannya 4,80 – 10,33 mg/l, dimana konsentrasi tertinggi terjadi pada bulan Agustus dan terendah pada bulan Oktober.

Gambar 4.4.

Grafik Fluktuasi Kandungan Oksigen Terlarut Pada Stasiun Penelitian



Konsentrasi kandungan oksigen terlarut selama lima bulan pengukuran menunjukkan tren semakin menurun pada setiap stasiun yang terjadi pada bulan Juni sampai bulan Oktober. Pada ketiga stasiun, memperlihatkan pola perubahan kandungan oksigen terlarut yang serupa dengan kandungan yang tidak berbeda jauh.

Berdasarkan kandungan oksigen terlarut, maka pengelompokan kualitas perairan air laut dapat dibagi menjadi empat macam, yaitu tidak tercemar

(> 6,5 mg/l), tercemar ringan (4,5 – 6,5 mg/l), tercemar sedang (2,0 – 4,4 mg/l) dan tercemar berat (< 2,0 mg/l) (Odum, 1971).

Baku mutu oksigen terlarut untuk rumput laut adalah lebih dari 5 mg/l (Sulistijo dan Atmadja, 1996), hal ini berarti jika oksigen terlarut dalam perairan mencapai 5 mg/l maka metabolisme rumput laut dapat berjalan dengan optimal.

Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida sangat penting dalam suatu perairan terutama bagi tumbuhan hijau baik tingkat tinggi maupun jenis phytoplankton untuk proses fotosintesis untuk mendapatkan energi bagi kelangsungan hidup mereka. Dengan proses fotosintesis yang memanfaatkan karbondioksida, tumbuhan hijau dapat menghasilkan oksigen (O₂) yang penting bagi kehidupan organisme heterotrof di perairan (Gufran, 2000).

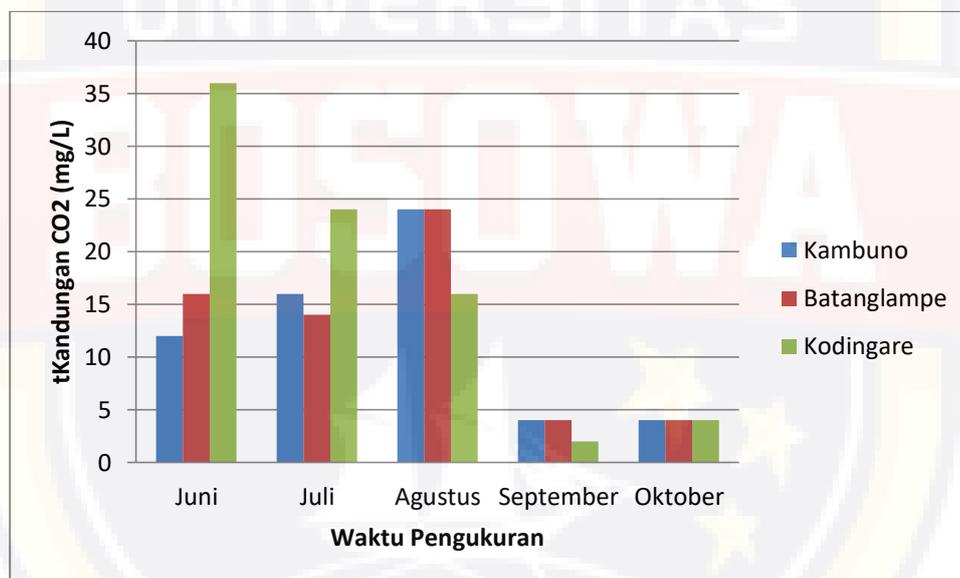
Konsentrasi kandungan CO₂ selama lima bulan pengukuran, meunjukkan pada kisaran 4 – 24 mg/l pada stasiun I (Pulau Kambuno), 4 – 16 mg/l pada stasiun II (Pulau Batanglampe) dan kisaran 2 – 36 pada stasiun II (Pulau Kodigare).

Kandungan CO₂ di bulan Juni berkisar antara 12 - 36 mg/l, tertinggi di stasiun Pulau Kodigare dan terendah di stasiun Pulau Kambuno. Perkembangan CO₂ menunjukkan kisaran yang menurun dari bulan April ke bulan Oktober dan terjadi pada tiga stasiun yaitu pulau Kambuno, Batanglampe dan pulau Kodigare. Kandungan CO₂ di bulan Juni tertinggi di Kodigare hingga mencapai 36 mg/l dan menurun dari bulan sebelumnya dan terendah hingga mencapai 2 mg/l.

Terjadi variasi sebaran CO₂ yang signifikan pada bulan Mei dan Juni dengan adanya perbedaan antar stasiun. Dan pada bulan Agustus hingga Nopember memperlihatkan fluktuasi CO₂ yang rendah dan menunjukkan kandungan yang semakin berkurang. Pada bulan Oktober merupakan yang terendah di setiap stasiun dengan kandungan yang sangat kecil hingga tidak dapat terdeteksi oleh alat uji. Demikian juga yang terjadi di bulan Oktober kecuali pada stasiun Pulau Kodingare terdeteksi kandungan 4 mg/l.

Gambar 4.5

Grafik Fluktuasi Kandungan CO₂ Pada Stasiun Penelitian



Menurut (Boyd,1990) kandungan karbondioksida dalam air biasanya merupakan fungsi dari aktifitas biologi. Dimanapun laju respirasi melebihi laju fotosintesis, karbondioksida akan terakumulasi. Karbondioksida di perairan sangat dibutuhkan oleh tumbuhan baik mikro maupun yang berukuran makro (tumbuhan tingkat tinggi) untuk proses fotosintesis. Walaupun memiliki peranan yang penting dalam perairan untuk kelangsungan hidup organisme air, namun

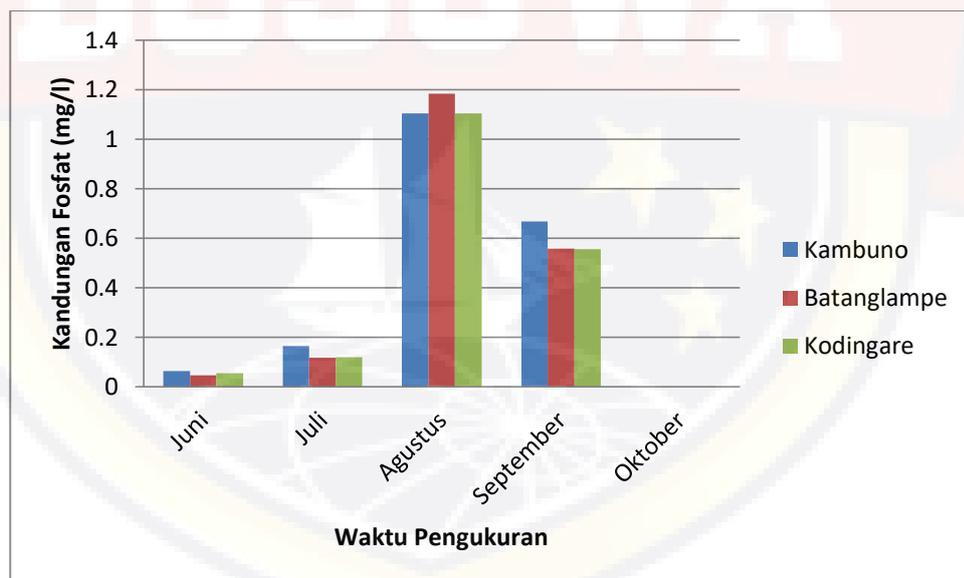
kandungannya yang berlebihan dapat mengganggu bahkan menjadi racun bagi organisme di perairan (Kordi, 2004).

Fosfat

Fosfat dalam air baik terlarut maupun tersuspensi serta dapat berbentuk anorganik dan organik. Dalam air laut, fosfat organik berupa ion (ortho) asam fosfat H_3PO_4 yang berkisar 10%. Fosfat anorganik dalam bentuk PO_4^{3-} dan 90% dalam bentuk HPO_4^{2-} . Sumber alami fosfat dalam perairan berasal dari erosi tanah, kotoran buangan hewan, lapukan tumbuhan, buangan industri, hanyutan pupuk, limbah domestik, hancuran bahan organik dan mineral-mineral fosfat (Susana, 1989).

Gambar 4.6.

Grafik Fluktuasi Kandungan Fosfat di Lokasi Penelitian



Berdasarkan hasil analisis, kandungan ortophospat berada pada kisaran yang sangat rendah di setiap stasiun berkisar antara 0,044 mg/l – 1,104 mg/l. Rendahnya kadar fosfat kemungkinan disebabkan masih tingginya curah hujan

pada bulan Juni. Naiknya curah hujan secara langsung membuat pengenceran di permukaan air laut sehingga kadar fosfat menjadi rendah.

Menurut Effendi (2003) dan Supriharyono (2001), sebagian besar fosfat berasal dari masukan bahan organik melalui darat berupa limbah industri maupun domestik (deterjen). Hutabarat (2000) menyatakan bahwa fosfat merupakan unsur hara dalam perairan yang esensial untuk pertumbuhan *E. cottoni*. Walaupun unsur ini sangat penting bagi pertumbuhan rumput laut tetapi pada kondisi berlebihan akan menyebabkan peledakan mikroalga lainnya.

Kekurangan fosfat akan lebih kritis bagi tanaman akuatik termasuk tanaman alga, dibandingkan dengan bila kekurangan nitrat di perairan. Di lain pihak fosfor walaupun ketersediannya dalam perairan sering melimpah dalam bentuk berbagai senyawa fosfat namun hanya dalam bentuk ortophosphat (PO_4^{3-}) yang dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman akuatik. Batas terendah konsentrasi untuk pertumbuhan optimum alga laut berkisar antara 0,018-0,090 mg/l (Fritz, 1986).

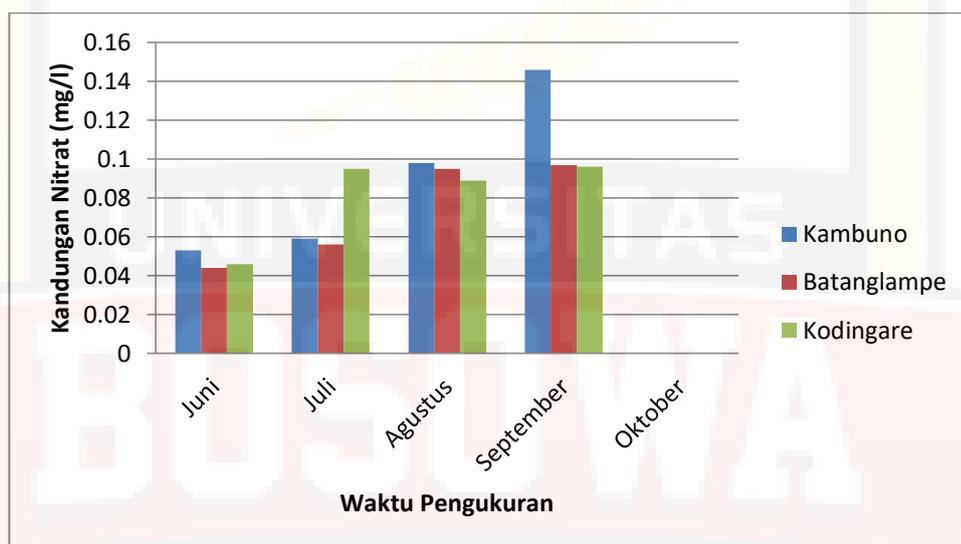
Nitrat

Nitrat merupakan bentuk nitrogen yang berperan sebagai nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan memiliki sifat yang relative stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi yang sempurna di perairan. Pada dasarnya, nitrat merupakan sumber utama nitrogen di perairan, akan tetapi tumbuhan lebih menyukai ammonium untuk digunakan dalam proses pertumbuhan. Sumber utama nitrat dalam perairan selain berasal dari suplai nutrien dari darat berupa bahan organik yang selanjutnya

diuraikan oleh mikroba, juga berasal dari udara dan hasil fiksasi oleh bakteri-bakteri nitrat. Penyebab rendahnya konsentrasi nitrat dalam perairan selain dimanfaatkan oleh plankton atau tumbuhan air lainnya untuk pertumbuhannya juga dapat disebabkan oleh suplai nitrat ke dalam perairan yang memang rendah.

Gambar 4.7

Grafik Fluktuasi Kandungan Nitrat di Lokasi Penelitian



Hasil pengukuran terhadap variabel nitrat memperlihatkan nilai yang bervariasi antara 0.046 mg/l sampai 0,098 mg/l dengan nilai rata rata sebesar 0,072 mg/l). Nitrat terendah terdapat pada Stasiun I (Pulau Batanglampe) yaitu 0,044 mg/l pada bulan Juni dan nilai nitrat tertinggi terdapat pada stasiun I (Pulau Kambuno). Perbedaan kandungan nitrat pada beberapa lokasi disebabkan oleh tingginya nitrat di dasar perairan. Hutabarat (2000) bahwa konsentrasi nitrat akan semakin besar dengan bertambahnya kedalaman.

Kadar nitrat dalam perairan banyak dipengaruhi oleh pencemaran antropogenik yang berasal dari aktifitas manusia maupun tinja hewan. Jadi

berdasarkan nilai rata-rata kandungan nitrat di perairan pulau sembilan yang diperoleh, maka dapat dilakukan budidaya rumput untuk semua stasiun.

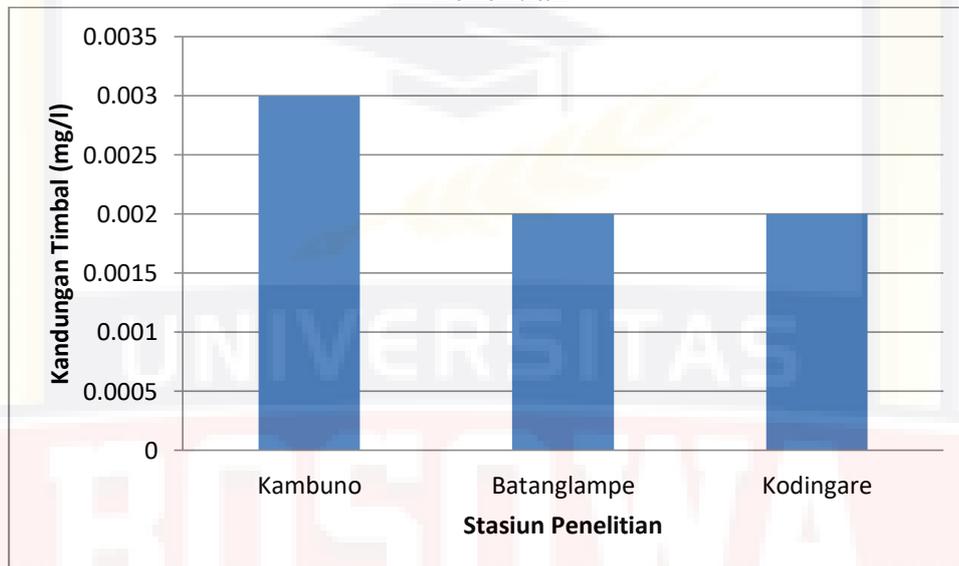
Kadar nitrat yang diperoleh di area budidaya rumput laut di Pulau Sembilan tergolong rendah. Berdasarkan nilai kandungan tersebut maka perairan dapat dikatakan sebagai perairan yang memiliki kandungan zat hara rendah (oligotrofik). Wetzel (1975) mengelompokkan perairan berdasarkan kandungan nitratnya yaitu oligotrofik bila kadar nitrat perairan berkisar antara 0 – 1 mg/l. Kadar nitrat lebih dari 5 mg/l, menggambarkan keadaan suatu perairan yang telah tercemar akibat aktifitas manusia dan tinja hewan. Kadar nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/l menggambarkan eutrofikasi perairan.

Timbal (Pb)

Sumber logam berat Pb di Perairan Pulau Sembilan dapat berasal dari alam. Logam berat Pb dapat masuk ke perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan (Nugraha, 2009). Selain itu, proses korofikasi dari batuan mineral juga salah satu jalur masuknya logam berat Pb di perairan (Rahmadani *et al.*, 2015). Tabel 5 dan Gambar 10, menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb pada air laut di perairan Pulau Sembilan berada pada kisaran yang hampir sama yaitu 0,002 mg/l di setiap stasiunnya.

Arus dapat mempengaruhi logam berat Pb di perairan (Mirawaty *et al.* , 2016) mengatakan bahwa cepat lambatnya arus akan mempengaruhi sebaran logam berat di suatu perairan dimana perairan yang memiliki arus ynag kuat cenderung kandungan logam beratnya tidak tinggi, hal ini karena logam berat di perairan terdistribusi merata.

Gambar 4.8.
Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Laut Pada Stasiun Penelitian



Kandungan logam berat Pb dalam air pada stasiun penelitian rata rata memiliki nilai yang masih berada dibawah baku mutu yang telah ditetapkan oleh KepMen LH no. 51/2004 tentang baku mutu air laut untuk logam berat pada biota laut yaitu sebesar 0,008 mg/l. Kandungan logam berat Pb tersebut masih tergolong rendah, menurut Rochyatun *et al.* (2016). Rendahnya kandungan logam berat Pb dikolom perairan disebabkan logam berat Pb yang masuk ke dalam perairan mengalami pengenceran akibat pengaruh pasang surut dan arus. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Wardani *et al* (2014), bahwa logam berat Pb pada air laut masih bisa bergerak bebas akibat pengaruh arus dan pasang surut sehingga terjadinya pengenceran.

Rendahnya kandungan logam berat di kolom air diduga juga disebabkan oleh faktor curah hujan yang tinggi pada saat dilakukan penelitian. Curah hujan yang tinggi menyebabkan salinitas di suatu perairan menjadi rendah dan salinitas rendah menyebabkan logam berat di perairan rendah (Supriyantini *et al.*, 2017). Curah hujan yang tinggi juga mempengaruhi pH di perairan menjadi tinggi (Palar, 2004), mengatakan bahwa kenaikan pH akan menurunkan kelarutan logam berat dalam air karena kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air, sehingga akan mengendap dan terakumulasi dalam sedimen.

Penurunan suhu dapat mempengaruhi logam berat di perairan, penurunan suhu di perairan dapat membuat logam berat tidak larut di kolom air yang menyebabkan logam berat mengendap ke dasar perairan (Sari *et al* 2017). Penurunan suhu diikuti dengan salinitas yang turun, salinitas yang turun merupakan salah satu faktor meningkatnya bioakumulasi pada rumput laut (Yudiati *et al* 2009). Kandungan oksigen terlarut berbanding terbalik dengan konsentrasi logam yang berada di perairan (Abidin, 2016).

Salah satu bahan pencemar akibat aktifitas manusia adalah logam berat timbal (Pb). Adanya logam berat Pb di perairan dapat secara langsung membahayakan kehidupan organisme perairan laut, dan secara tidak langsung mengancam kesehatan manusia melalui kontaminasi rantai makanan. Sifat logam berat yang sulit terurai dapat dengan mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan, sedimen, serta pada biota laut. Logam berat umumnya bersifat toksik

terhadap makhluk hidup, walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah kecil.

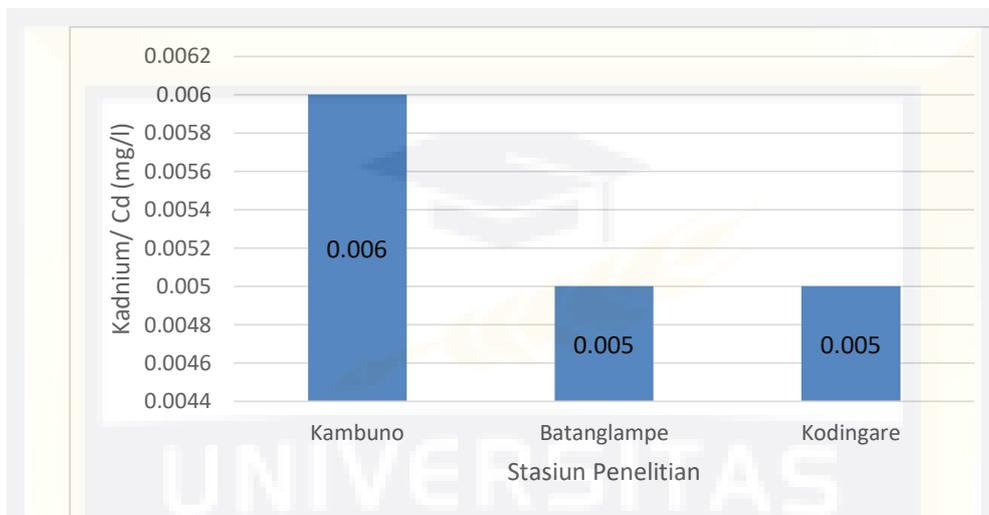
Rumput laut memiliki kemampuan *biofilter* yang dapat menyerap senyawa di perairan, termasuk logam berat timbal (Pb). Menurut Ihsan et al (2015), rumput laut memiliki kemampuan dalam penyerapan logam berat dengan konsentrasi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, dimanfaatkan sebagai bioindikator pencemaran sekaligus biokontrol suatu perairan.

Cadmium (Cd)

Hasil pengukuran kadar logam kadmium (Cd) pada air laut pada masing-masing stasiun penelitian dapat dilihat pada lampiran. Berdasarkan uji laboratorium terhadap sampel air laut di perairan Pulau Sembilan kadar kadmium pada setiap lokasi pengamatan yaitu perairan Pulau Kambuno, Pulau Batanglampe dan Pulau Kodingare, menunjukkan nilai yang tidak berbeda jauh yaitu kisaran 0,005 – 0,006 mg/l.

Distribusi kadar logam kadmium dalam air laut di setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 4.9 di bawah.

Gambar 4.9.
Kandungan Logam Berat Kadnium (Cd) Pada Air Laut di Setiap Stasiun Penelitian.



Hasil pengukuran konsentrasi logam kadnium, menunjukkan hasil yang tidak terlalu berbeda dan nilai kandungan Kadnium masih dalam ambang batas yang ditetapkan PP RI No. 20/1990 yaitu 0,01 ppm.

Akibat adanya logam berat pada perairan dapat mengakibatkan kerusakan pada rumput laut bila secara terus menerus rumput laut mengakumulasi logam berat tersebut, terkhususnya pada rumput laut apabila kadar logam kadnium Cd melewati ambang batas maka akan menghambat pertumbuhan rumput laut dan pada akhirnya rumput laut bisa rusak. Logam kadnium diabsorpsi oleh rumput laut dari lingkungan air atau pakan yakni fitoplankton dan tumbuhan renik yang sudah terakumulasi kadnium dan akan terikat dengan protein yaitu metalolionin (MT) banyak mengandung gugus sulfidril dan dapat mengikat 11 % Cd dan Zn, (Widowati, 2008 dalam Teheni *et al* 2012).

Logam kadmium di perairan dipengaruhi oleh arus, karena logam kadmium mempunyai sifat yang mudah mengendap di perairan. Parameter oceanografi perairan juga mempengaruhi kadar logam berat di suatu perairan, seperti perubahan pH dapat mempengaruhi toksisitas (daya racun) logam berat yang mencemari lingkungan laut. Pada pH alami laut, logam berat sukar terurai dan dalam bentuk partikel atau padatan tersuspensi. Pada pH rendah, ion bebas mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Secara umum logam berat akan meningkatkan toksisitasnya pada pH rendah, sedangkan pada pH tinggi logam berat akan mengalami pengendapan.

Pencemaran akibat aktifitas manusia lebih banyak berpengaruh dibandingkan pencemaran secara alami. Contohnya ialah transportasi laut yang menggunakan bahan bakar dan limbah domestik yang dapat menghasilkan logam kadmium (Cd) yang dapat mencemari air laut. Kadmium (Cd) banyak terdapat dalam air buangan industri yang menggunakan logam sebagai bahan baku proses. Serta industri logam non ferrous yang menghasilkan abu, uap, air, limbah dan endapan yang mengandung Cd. Keberadaan logam kadmium (Cd) ini di dalam air buangan sangat berpotensi mencemari lingkungan.

Kontaminasi logam berat dapat berasal dari seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, peleburan, proses industri, kegiatan pertanian, peternakan dan kehutanan serta limbah buangan seperti sampah rumah tangga (Sony, 2009). Adapun logam berat yang sering mencemari lingkungan perairan adalah Hg, Zn, Cd, Cu dan Pb.

Beberapa penelitian diketahui bahwa berbagai species alga terutama dari golongan Chlorophyta (Alga hijau) dan Phaeophyta (alga coklat) baik dalam keadaan hidup (sel hidup) maupun dalam bentuk sel mati (biomassa) dan biomassa terimmobilisasi dapat mengadsorbsi ion logam maupun logam berat (Rusmiati, 2011).

Logam berat jika sudah terserap dalam tubuh, maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga nanti dibuang melalui proses ekskresi. Hal serupa juga terjadi apabila suatu lingkungan terutama perairan telah terkontaminasi oleh logam berat, maka pembersihannya akan sulit sekali dilakukan.

Material Dasar Perairan/ Substrat

Substrat perairan sangat berperan dalam menjaga stabilitas sedimen yang mencakup perlindungan dari arus air dan tempat pengolahan serta pemasukan nutrient. Jenis dan ukuran substar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kandungan bahan organik dan distribusi bentos, semakin halus tekstur tersebut semakin tinggi kemampuan untuk menjebak bahan organik (Loureiro, 2015).

Substart dasar berpengaruh terhadap jenis hewan dasar yang hidup pada daerah tersebut. Kehidupan biota sesuai dengan habitatnya, dimana pada substrat yang keras dihuni oleh hewan yang mampu melekat pada substrat yang lunak dihuni oleh organisme yang mampu membuat lubang. Substat dasar suatu lokasi bervariasi dari bebatuan sampai lumpur dapat berpengaruh terhadap instalasi budidaya, pertukaran air, pemupukan hasil metabolisme dan kotoran (Rejeki,2001).

Hasil penelitian terhadap material dasar di perairan Pulau Sembilan memperlihatkan bahwa jenis material/ substrat dasar perairan hampir sama pada semua lokasi/ stasiun penelitian yaitu karang berpasir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material dasar perairan pada zona budidaya rumput laut di perairan Pulau Sembilan, masih berada dalam kisaran yang dianjurkan untuk dilakukannya kegiatan budidaya rumput laut. Hal ini sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh Ditjenkan (2005), bahwa substrat dasar perairan yang baik untuk lokasi budidaya adalah gugusan wilayah perairan yang sesuai habitat masing-masing organisme. Substrat dasar yang cocok untuk budidaya rumput laut jenis *E. cottoni* adalah pasir dengan pecahan karang dan pasir kasar, bebas dari lumpur.

3. Faktor Biologi

Umumnya penyakit yang sering menyerang rumput laut adalah penyakit “ice-ice”. Penyakit ini menyerang thallus, menyebabkan thallus menjadi putih kemudian patah dan terlepas dari gantungannya. Penyakit ini timbul karena adanya perubahan kondisi lingkungan seperti arus, suhu, kecerahan dan perubahan musim yang tidak sesuai untuk pertumbuhan rumput laut yang menyebabkan penurunan daya tahan rumput laut yang dibudidayakan. Hama dan penyakit yang menyerang kegiatan budidaya rumput laut merupakan faktor utama yang mengakibatkan kerugian bagi pembudidaya karena gagal panen.

Salinitas, suhu air dan pergerakan air dapat menyebabkan stress pada rumput laut yang akhirnya akan menyebabkan infeksi patogen, yang mana dalam keadaan stress, rumput laut akan membebaskan substansi organik yang

menyebabkan thallus berlendir dan merangsang banyak bakteri tumbuh disekitarnya.

Alga alami merupakan kompetitor rumput laut dalam mendapatkan nutrient di perairan, jika keberadaannya tidak dihilangkan maka dampak akhirnya dapat mengganggu rumput laut yang dibudidayakan karena jumlah nutrient dalam perairan akan semakin sedikit, sehingga laju pertumbuhan rumput laut budidaya memungkinkan mengalami penurunan. Selain itu juga terdapat lumut yang bersifat sebagai epifit pada rumput laut, sehingga bagian yang ditempel oleh organisme tersebut tidak dapat berkembang dengan baik dan kemungkinan juga mengalami kerusakan seperti pengerasan atau bahkan patah. Lumut ini juga menutupi permukaan thallus, akibatnya laju pertumbuhan rumput laut akan semakin rendah dan mengalami kematian yang dirikan oleh pengerasan thallus kemudian patah. Selain itu, keberadaan lumut juga dapat memicu timbulnya penyakit ice-ice pada rumput laut karena tekanan ekologis pada rumput laut akan semakin besar sehingga rumput laut akan mudah terserang bakteri.

Ikan Baronang (*Siganus sp*) adalah predator dan merupakan salah satu hambatan utama dalam pembudidayaan rumput laut karena serangan predator bisa menghabiskan seluruh rumput laut yang dibudidayakan. Berbeda dari serangan lumut maupun ice-ice yang hanya menyerang sebagian rumput laut dan bisa dihilangkan dengan cara membersihkan thallus.

Penentuan Lokasi Kesesuaian Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*

Penentuan daerah kesesuaian budidaya rumput laut, mengacu pada matriks kesesuaian perairan yang disusun berdasarkan variabel primer, variabel sekunder dan variabel tersier. Ketiga variabel penyusun matriks kesesuaian tersebut merupakan variabel syarat, yang terdiri dari komponen variabel-variabel dalam parameter fisika, kimia dan biologi. Dengan melihat dinamika parameter fisika, kimia air yang diamati pada tiga stasiun penelitian maka selanjutnya dilakukan analisis matriks kesesuaian berdasarkan analisis parameter lapangan kemudian dibandingkan dengan nilai kisaran parameter yang optimal pada tingkatan kelas kesesuaian budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*.

Tabel 4.3

Hasil Analisis Kesesuaian Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Pada Stasiun Penelitian di Perairan Pulau Sembilan Kab. Sinjai

Stasiun	Nilai yang diperoleh	Hasil	Keterangan
I (Kambuno)	50	S2	sesuai
II (Batanglampe)	52	S2	sesuai
III (Kodingare)	50	S2	sesuai

Sumber: Hasil Analisis Data 2019

Hasil perhitungan matriks kesesuaian parameter kualitas air untuk budidaya laut *Kappaphycus alvarezii* di perairan Pulau Kambuno, Pulau Batanglampe dan Pulau Kodingare (Tabel 1 dan tabel 4.3) memperlihatkan Stasiun I dan stasiun III mempunyai nilai yang sama yaitu 50, sedangkan stasiun II dengan nilai 52, dimana ketiga stasiun tersebut masuk dalam kategori sesuai (S2) untuk dilakukannya usaha budidaya rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii*.

Variabel primer merupakan variabel yang perlu mendapat perhatian dalam usaha budidaya, dimana variabel tersebut terdiri dari nitrat, fosfat, kedalaman, kecerahan perairan dan kecepatan arus. Fosfat merupakan unsur yang berperan dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan budidaya dalam pembentukan protein maupun aktivitas metabolisme. Pertumbuhan dapat tercapai dengan baik jika variabel ini tercukupi. Hutabarat (2000) menyatakan bahwa fosfat merupakan unsur hara dalam perairan yang esensial untuk pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii*. Namun walaupun unsur ini sangat penting bagi pertumbuhan rumput laut tetapi pada kondisi berlebihan akan menyebabkan peledakan mikroalga lainnya.

Faktor pembatas yang ditemukan pada stasiun/lokasi budidaya rumput laut di perairan Pulau Sembilan adalah suhu, dimana pada bulan-bulan tertentu suhu perairan sangat tinggi. Sedangkan laju fotosintesis maksimal bagi *Kappaphycus alvarezii* adalah pada suhu 30°C, sedangkan suhu di atas 32°C aktifitas fotosintesis akan terhambat. Selain itu faktor pembatas lainnya adalah pH dan salinitas. Nilai pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasahan suatu perairan, perubahan pH sedikit saja dari pH alami akan mengganggu kehidupan rumput laut dan organisme akuatik lainnya. Kisaran pH dimana alga ditemukan adalah sebesar 6,8 – 9,6. Salinitas merupakan salah satu parameter kualitas air yang cukup berpengaruh pada organisme dan tumbuhan yang hidup di perairan laut. *Kappaphycus alvarezii* merupakan spesies yang memiliki toleransi yang cukup tinggi namun perubahan salinitas perairan rumput laut yang signifikan dapat menurunkan laju pertumbuhan.

Kadar fosfat maupun nitrat sangat fluktuatif, kandungan ortophospat pada bulan tertentu sangat tinggi dan pada bulan tertentu berada pada kisaran yang sangat rendah di setiap stasiun, yaitu berkisar antara 0,044 mg/l – 1,104 mg/l. Rendahnya kadar fosfat kemungkinan disebabkan masih tingginya curah hujan pada bulan Juni. Naiknya curah hujan secara langsung membuat pengenceran di permukaan air laut sehingga kadar fosfat menjadi rendah.

Kadar nitrat dalam perairan banyak dipengaruhi oleh pencemaran antropogenik yang berasal dari aktifitas manusia maupun tinja hewan. Jadi berdasarkan nilai rata-rata kandungan nitrat di perairan pulau sembilan yang diperoleh, maka dapat dilakukan budidaya rumput untuk semua stasiun. Kadar nitrat yang diperoleh di area lokasi budidaya rumput laut di perairan Pulau Sembilan tergolong rendah. Berdasarkan nilai kandungan tersebut maka perairan dapat dikatakan sebagai perairan yang memiliki kandungan zat hara rendah (oligotrofik).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perairan Pulau Sembilan khususnya lokasi penelitian yaitu: Perairan Pulau Kambuno, Perairan Pulau Batanglampe dan Perairan Pulau Kodingare memiliki nilai parameter fisika, kimia dan biologi yang sesuai sebagai kawasan pengembangan budidaya rumput laut jenis *Kappaphycs alvarezii*.
2. Faktor musim merupakan pembatas untuk pengembangan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*, sehingga pada musim/ bulan-bulan tertentu beberapa parameter tidak sesuai untuk mendukung pengembangan budidaya rumput laut.

B. Saran

Untuk memperoleh hasil penelitian kesesuaian perairan untuk lokasi budidaya *Kappaphycus alvarezii* di perairan Pulau Sembilan, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan khususnya pada bulan musim penghujan, karena musim merupakan faktor pembatas untuk pengembangan budidaya rumput laut khususnya jenis *Kappaphycus alvarezii*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambas, I. Budidaya Rumput Laut. Pelatihan Budidaya Laut (Coremap Fase II Kab. Selayar). Yayasan Mattirotasi Makassar.
- Abidin, F., Werorilangi, S. & Tambaru, R. 2016. Biokonsentrasi Freshy Macroalgae Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) di Pulau Bonebatang, Baranglampo, dan Lae lae di Kota Makassar. J. Rumput Laut Indonesia.
- Anggadiredja, J. T., A. Zatznika, H. Purwoto dan S. Istini. 2006. Rumput Laut penebar Swadaya, Jakarta.
- Arisandi, A., Marsoedi, Nursyam, H., & Sartimbul, A. (2011). Kecepatan dan persentasi penyakit ice-ice pada *Kappaphycus alvarezii* di perairan Bluto, Sumenep. Jurnal Ilmiah Kelautan Perikanan, 3(1).
- Arjuni, A., Nunik, C., & Rusman. 2018. Pertumbuhan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Hasil Kultur Jaringan. Balai Budidaya Laut Lombok-Sekotong Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Jurnal Biologi Tropis.
- Darmawati, 2013. Analisis Laju Pertumbuhan Rumput Laut *Kappaphyc Alvarezii* yang Ditanam Pada Berbagai Kedalaman. Fakultas Ilmu Pertanian. Universitas Muhammadiyah Makassar. Jurnal Ilmu Perikanan Octopus.
- Darmawati, & Rahmi, R. 2016. Optimasi Kedalaman Perairan terhadap Pertumbuhan dan Keraginan Rumput Laut (*Kappaphycus Alvarezii*). Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah. Makassar. Journal Ilmu Perikanan Octopus.
- Ditjenkan Budidaya. 2001. Teknologi Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. Balai Budidaya Laut Lampung. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Abidin, Z., 1985, Dasar-dasar Pengetahuan tentang Zat Pengatur Tumbuh, Penerbit Angkasa, Bandung.
- Atmaja, W.S., A. Kadi, Sulistijo dan R. Satari. 1996. Pengenalan Jenis Algae Merah (Rhodophyta). Pengenalan Jenis-jenis Rumput Laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Aslan, L.M., 1998. Budidaya Rumput laut. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

- Dedy, P. 2013. Pengaruh Jarak Tanam dan Bobot Bibit Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Menggunakan Metode Vertikultur. Skripsi. Universitas Halu Oleo Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu Kendari. Kendari.
- Dewi, I.S. 2003. Peranan fisiologis poliamin dalam regenerasi tanaman pada kultur antera padi (*Oryza sativa*). Disertasi S3. Institut Pertanian Bogor.
- Dewi. I. R. 2008. Makalah Peranan Dan Fungsi Fitohormon Bagi Pertumbuhan Tanaman. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Effendie, M. I. 1979. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Fadhilla, S. N. dan I. Suryana. 2005. Laporan PKL di BRPBAP Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, & R.L. Mitchell. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Diterjemahkan oleh Susilo, H. 1991. UI-Press. Jakarta.
- George, E. F. And Sherrington, P. D., 1984, Plant Propagation by Tissue Culture, Exergetice Ltd, England
- Hartono. Mudeng, J.D. & Mondoringin, L.J., 2015. Pertumbuhan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* yang Dikultur Menggunakan Dua Tali Ris dengan Kondisi Berbeda. Program Study Budidaya Perairan FPIK Unsrat Manado. Manado. Jurnal Budidaya Perairan.
- Wilkins, M.B., 1989. Fisiologi Tanaman. Cetakan Kedua. Bina Aksara, Jakarta.
- Gunawan, L. W. 1992. Teknik Kultur Jaringan. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. Pusat Antar Universitas (PAU) Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor.
- Gunawan, L.W. 1995. Teknik Kultur *in vitro* dalam Hortikultura. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Katuuk, R. P. J., 1989, Tehnik Kultur Jaringan dalam Mikropropagasi Tanaman, Departemen P dan K, Jakarta.
- Lobban, C. S end P. J. Harrison, 1994. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge University Prees.
- Makmur. Fahrur, M. & Susianingsih, E. 2016. Evaluasi Performansi Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Dari Bibit Yang Berbeda Di Perairan Konawe

Selatan Sulawesi Tenggara. Balai Penelitian Pengembangan Budidaya Air Payau.

Mirawati, F., Supriyantini, E. & Azizah, R. 2016. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau di Perairan Trinwulyo dan Mangunharjo Semarang. Buletin Oceanografi Marina.

Nugraha, W.A. (2019). Kandungan Logam Berat Pada Air dan Sedimen di Perairan Socah dan Kwanyan Kabupaten Bangkalan. *Jurnal. K.*

Priadi, D. Fitriani, H dan Sudarmonowati, E. 2007. Pertumbuhan *In Vitro* Ubi Kayu (*Manihot esculenta Crantz*) pada Berbagai Pemasat Alternatif Pengganti Agar. Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong-Bogor.

Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rieneka cipta, Jakarta.

Sumiati.N dan Sumiati.E. 2001. Pengaruh Vernalisasi, Giberelin, dan Auxin terhadap Pembungaan dan Hasil Biji Bawang Merah. *Jurnal Hortikultura.*

Netty Widyastuti dan Donowati Tjokrokusumo. 2007. Peranan Beberapa Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Tanaman Pada Kultur *In Vitro*. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol.3, No.5, (Agustus 2001).*

Purnamaningsih.R, 2009. Induksi Kalus dan Optimasi Regenerasi Empat Varietas Padi Melalui Kultur *In Vitro*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian Bogor.

Parenrengi, A. Sulaeman., E. Suryati dan A. Tenriulo, 2004. Variasi Genetik Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* yang Dibudidayakan di Sulawesi Selatan. Laporan hasil penelitian Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau.

Pakei, Y. 2012. Pemanfaatan Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) sebagai adsorben Ion Timbal dalam Perairan.

Poennomo, 2008. DKP Dorong Rumput Laut Sebagai Sumber Pangan dan Energi. Diambil dari: <http://mukhtar-api.blogspot.com/2008/10/dkp-dorong-rumput-laut-sebagai-sumber.html> (Dispoting pada 6 Januari 2008).

Radiarta, I N., Erlania, & Rusman. (2013). Pengaruh iklim terhadap musim tanam rumput laut, *Kappaphycus alvarezii* di Teluk Gerupuk Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat.

- Rahmadani., T., Sabang, S.M. dan Said, I.,, 2015. Analisis Kandungan Logam Zinc (Zn) dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mamboro Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akad. Kimia*.
- Rusmiati, D. 2011. Uji Aktivitas Antibakteri Etanol Rumput Laut, Universitas Padjajaran Bandung.
- Rusdani, M.M. 2013. Analisis Laju Pertumbuhan Dan Kualitas Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Yang Ditanam Pada Kedalaman Berbeda. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rochyatur., Kaisupy, M.T. & Rozak, A. 2016. Distribusi Logam Berat Dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Makara*. 10 (1):35-40.
- Sari, S.H.J., Kirana, J.F.A. & Guntur. 2017. Analisis Logam Berat Hg dan Cu Terlarut di Perairan Pesisir Wonorejo, Pantai Timur Surabaya. *J. Pendidikan Geografi*.
- Sapitri, A.R., Nunik, C. & Rusman. 2016. Pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* hasil kultur jaringan padajarak tanam yang berbeda. Balai Budidaya Laut Lombok, Sekotong Lombok Barat.
- Supriyantini, E., Azizah, R. & Dewi, C.P. 2017. Daya Serap Mangrove *Rhizophora* sp Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Mangrove Park Pekalongan. *J. Kel. Trop.*, 20 (1): 16-24
- Suryowinoto, S. M., dan M. Suryowinoto, 1977, Perbanyakan Vegetatif pada angrek, Penerbit Yayasan Kanisius, Yogyakarta.
- Suryowinoto, M., 1990, Petunjuk Laboratorium Pemuliaan Tanaman secara In Vitro, Yogyakarta.
- Suryati, E., Sualeman, A. Parenrengi, dan Rosmiati. 2005. Teknik Perbanyakan Benih Rumput Laut *Gracillaria verrucosa* Melalui Teknik Kultur Jaringan Pusat Riset Perikanan Budidaya Jakarta.
- Supena, E. D. J. 2008. Bioteknologi Kultur In vitro Tumbuhan. Departemen Biologi FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Syamsuar, 2007. Karakteristik Keraginan Rumput Laut *Euchema cottoni* pada Berbagai Umur Panen, Konsentrasi KOH dan Lama Ekstraksi (diakses pada tanggal 23 April 2009).
- Teheni, M.T. & Syamsidar, H.S. 2012. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Alauddin Makassar.

- Wardani, D.A.K., Dewi. N.K. & Utani, N.P.,, 2014. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Daging Kerang Hijau (*Perna Viridis*) di Muara Sungai Banjir Kanal Barat. Semarang. J. Biologi.
- Wattimena G. A.G, Livy .. A. M. Nurhayati ., S. Endang ., Ni M. A., dan E. Andri. 1992. Bioteknologi tanaman. Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor.
- Wetherell, D. F., 1982. Pengantar Propagasi Tanaman secara In Vitro, terjemahan oleh Dra. Koen Sumardiyah, S. U., Apt., IKIP Semarang Press, Semarang.
- Yusnita. 2003. Kultur Jaringan. Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Yudiati, E., Sedjati, S., Enggar, I. & Hasibuan, I. 2009. Dampak Pemaparan Logam Berat Kadnium Pada Salinitas Yang Berbeda Terhadap Mortalitas dan Kerusakan Jaringan Insang Juvenile Udang Vaname. J. Ilmu Kelautan



BOSOWA

LAMPIRAN

**Lampiran 1. Hasil Pengukuran Insitu Parameter Kualitas Air
Pada Stasiun I/ Pulau Kambuno Kecamatan Pulau
Sembilan Kab. Sinjai**

BULAN/PARAMETER	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER
Suhu (°C)	28,9	29,5	29,6	30	32
Kecerahan (meter)	1' - 3				
Arus (cm/dtk)	10 - 30'				
Kedalaman (meter)	1,5 - 7				
Salinitas (ppm)	31,1	31,5	32,6	32,6	30,0
pH	7,37	8,3	9,25	8,1	8,00
Fosfat (mg/l)	0,063	0,166	1,104	0,667	-
Nitrat (mg/l)	0,053	0,059	0,098	0,146	-
DO (mg/l)	4,22	6,07	11,08	10,8	4,16
CO ₂ (mg/l)	12	16	24	4	4
Logam Berat					
Substrat	karang berpasir				

Sumber: Hasil Pengukuran

**Lampiran 2. Hasil Pengukuran Insitu Parameter Kualitas Air
Pada Stasiun II /Pulau Batang Lampe Kec. Pulau
Sembilan Kab. Sinjai**

BULAN/PARAMETER	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER
Suhu (°C)	28,7	29	29	29,7	31
Kecerahan (meter)	1,50 - 3				
Arus (m/dtk)	5 - 25'				
Kedalaman (meter)	1 - 8'				
Salinitas (ppm)	31,4	31,4	32,8	31,4	32,0
pH	8,77	8,2	7,6	8,7	8,17
Fosfat (mg/l)	0,046	0,117	1,185	0,558	-
Nitrat (mg/l)	0,044	0,056	0,095	0,097	-
DO (mg/l)	8,83	6,92	5,42	6,5	4,48
CO ₂ (mg/l)	16	14	24	4	4
Logam Berat					
Substrat	karang berpasir				

Sumber: Hasil Pengukuran

**Lampiran 3. Hasil Pengukuran Insitu Parameter Kualitas Air
Pada Stasiun III/ Pulau Kodingare Kec. Pulau
Sembilan Kab. Sinjai**

BULAN/PARAMETER	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER
Suhu (°C)	28,7	29	29	29,8	30
Kecerahan (meter)	1 - 3,50				
Arus (cm/dtk)	10-25				
Kedalaman (meter)	1 - 8'				
Salinitas (ppm)	31,8	31,6	32,5	32,5	31,0
pH	9,31	8,3	7,87	8,1	8,19
Fosfat (mg/l)	0,056	0,119	1,104	0,556	-
Nitrat (mg/l)	0,046	0,059	0,089	0,096	-
DO (mg/l)	5,45	5,42	10,33	8,7	4,80
CO ₂ (mg/l)	36	24	16	2	4
Logam Berat					
Substrat	karang berpasir				

Sumber: Hasil Pengukuran

BOSOWA

