

TESIS
OPTIMALISASI PENGEMBANGAN BUDIDAYA
RUMPUT LAUT *Kappaphycus striatum*
DI KABUPATEN MAMUJU PROVINSI SULAWESI BARAT

Disusun dan diajukan oleh
ABDUL RAHMAN HAMZAH
L022191001



PROGRAM MASTER PENGELOLAAN SUMBERDAYA PESISIR TERPADU
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini ;

Nama : Abdul Rahman Hamzah
NIM : L 022191001
Program Studi : Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Terpadu
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul: Optimalisasi Pengembangan Budidaya Rumput laut *Kappaphycus striatum* di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat, adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain. Bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

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

Makassar, Februari 2022

Yang menyatakan



Abdul Rahman Hamzah

ABSTRAK

Abdul Rahman Hamzah. *Optimalisasi Pengembangan Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus striatum* Di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat* (dibimbing oleh **Mahatma Lanuru dan Syafiuddin**).

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh jarak lokasi budidaya yang berbeda dan parameter oseanografi terhadap pertumbuhan, rendemen karagenan, kadar air dan kadar abu serta kelayakan usaha budidaya rumput laut *Kappaphycus striatum*. Penelitian menggunakan tiga lokasi budidaya yang berbeda yaitu lokasi budidaya dengan jarak >100 m, 50-100 m dan 30-50 m dari pantai pada saat surut terendah. Metode budidaya rumput laut yang digunakan adalah metode rawai dengan jarak tanam antar ikatan rumpun rumput laut adalah 25 cm. Berat bibit awal yang digunakan sebanyak 100 gr per rumpun. Jarak antar tali bentangan adalah 1,5 m. Parameter oseanografi yang diukur adalah kecepatan arus, suhu, salinitas, kekeruhan, pH, fosfat, nitrat dan oksigen terlarut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata jarak lokasi budidaya rumput laut terhadap pertumbuhan rumput laut. Pertumbuhan rumput laut berkorelasi positif dengan pH, fosfat, oksigen terlarut, kecepatan arus dan suhu. Berkorelasi negatif dengan kekeruhan, nitrat dan salinitas. Sementara jarak lokasi budidaya yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap rendemen, kadar air dan kadar abu karagenan untuk semua stasiun pengamatan. Rendemen karagenan berkorelasi positif dengan fosfat, nitrat, oksigen terlarut dan salinitas. Kadar air berkorelasi positif dengan kecepatan arus. Kadar abu berkorelasi positif dengan pH, kekeruhan, fosfat, oksigen terlarut dan kecepatan arus. Analisis kelayakan usaha menunjukkan bahwa budidaya rumput laut merupakan usaha yang menguntungkan.

Kata kunci : rumput laut, *Kappaphycus striatum*, pertumbuhan, karagenan, parameter oseanografi, analisis usaha

ABSTRACT

Abdul Rahman Hamzah. *Optimizing the Development of Seaweed (*Kappaphycus striatum*) Cultivation in Mamuju Regency, West Sulawesi Province* (supervised by **Mahatma Lanuru and Syafiuddin**).

This study aimed to analyze the effect of different cultivation location distances and oceanographic parameters on growth, carrageenan yield, moisture content and ash content, and feasibility of *Kappaphycus striatum* seaweed cultivation. The research station used three different cultivation locations, namely cultivation locations with a distance of > 100 m (station 1), 50-100 m (station 2), and 30-50 m (station 3) from the beach at the lowest tide. The seaweed cultivation method used is the longline method with the spacing between the seaweed clumps being 25 cm. The weight of the seeds used was 100 grams per clump. The distance between the stretch ropes is 1.5 m. Oceanographic parameters measured were current velocity, temperature, salinity, turbidity, pH, phosphate, nitrate, and dissolved oxygen. The results of the study showed that there was a significant effect of the distance from the location of seaweed cultivation on the growth of seaweed. Growth of seaweed was positively correlated with pH, phosphate, dissolved oxygen, current velocity, and temperature. Negatively correlated with turbidity, nitrate, and salinity. The distance of different cultivation locations did not significantly affect the yield, moisture content, and ash content of carrageenan for all observation stations. Yield of carrageenan was positively correlated with phosphate, nitrate, dissolved oxygen, and salinity. Moisture content is positively correlated with current velocity. While the ash content was positively correlated with pH, turbidity, phosphate, dissolved oxygen, and current velocity. The business feasibility analysis that seaweed cultivation is a profitable business.

Keywords : seaweed, *Kappaphycus striatum*, growth, carrageenan, oceanographic parameters, business analysis

TESIS
OPTIMALISASI PENGEMBANGAN BUDIDAYA
RUMPUT LAUT *Kappaphycus striatum*
DI KABUPATEN MAMUJU PROVINSI SULAWESI BARAT

Disusun dan diajukan oleh
ABDUL RAHMAN HAMZAH
L022191001



PROGRAM MASTER PENGELOLAAN SUMBERDAYA PESISIR TERPADU
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**Optimalisasi Pengembangan Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus striatum*
di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat**

Disusun dan diajukan oleh

ABDUL RAHMAN HAMZAH

L022191001

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister
Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Terpadu
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin
pada tanggal, 8 Februari 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,



Dr. Mahatma Lanuru, ST., M.Sc
NIP. 19701029 199503 1 001



Dr. Ir. Syafiuiddin, M.Si
NIP. 19660120 199103 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi,

Dekan Sekolah Pascasarjana,



Prof. Dr. Amran Saru, ST., M.Si
NIP. 19670924 199503 1 001



Prof. Dr. H. Jamaluddin Jompa, M.Sc
NIP. 19670308 199003 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya, sehingga tesis berjudul “Optimalisasi Pengembangan Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus Striatum* Di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat” dapat diselesaikan.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Mahatma Lanuru, M.Sc dan Bapak Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si selaku komisi pembimbing atas segala ilmu dan kesabarannya dalam mengarahkan penulis untuk menyelesaikan tesis ini.
2. Ibu Dr. Ir. Shinta Werorilangi, M.Sc; Ibu Dr. Inayah Yasir, M.Sc dan Ibu Dr. Ir. Hasni Yulianti Azis, MP selaku komisi penguji atas segala masukannya dalam perbaikan karya ilmiah ini.
3. Pemerintah Provinsi Sulawesi Barat yang telah memberikan beasiswa untuk Aparatur Sipil Negara Lingkup Pemerintah Provinsi Sulawesi Barat.
4. Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan beserta jajarannya atas ilmu yang sangat bermanfaat dan bantuannya selama masa studi.
5. Dekan Sekolah Pascasarjana beserta jajarannya atas ilmu yang sangat bermanfaat dan bantuannya selama masa studi.
6. Kepala Program studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Terpadu beserta staff.
7. Rekan-rekan kuliah, Huska, Qadarisma dan Prajawati atas semangatnya selama menjalani kuliah serta kepada Randi atas bantuannya dalam pengambilan data lapangan.
8. Orang Tua penulis, Hamzah Bakti, Hijrah Subu, Asaroh Yuni Umar dan Ahmad Amir Mansur Husen (Alm) atas dukungan moril dan materil yang selalu diberikan kepada penulis; Kepada saudara-saudara, Irawati Hamzah, Rahmawati Hamzah, Rosyidah Hamzah, Abdul Rahim Hamzah, Arie Adriyan Haqie dan Alfin Azhar Ramadhani; Kepada Ayu Anita Rahmah dan Muhammad Azka Naufal AR yang dengan sabar menemani penulis melalui masa studi yang tidak mudah ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, Penulis berharap agar tesis ini dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan dan kepada pihak-pihak yang membutuhkan.

Makassar, Februari 2022

Abdul Rahman Hamzah

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
HALAMAN JUDUL	v
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Tujuan	3
D. Kegunaan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Rumput Laut <i>Kappaphycus striatum</i>	4
1. Morfologi dan Taksonomi	4
2. Parameter oseanografi yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut	6
B. Optimalisasi Budidaya Rumput Laut.....	9
C. Metode Budidaya Rumput Laut	10
D. Pertumbuhan Rumput Laut	12
E. Kualitas Rumput Laut	13
F. Kelayakan Usaha Budidaya Rumput Laut.....	17
III. METODE PENELITIAN	20
A. Waktu dan Tempat	20
B. Alat dan Bahan.....	20
C. Prosedur Penelitian.....	21
1. Penentuan Stasiun	21
2. Pengukuran Parameter Oseanografi	23
3. Pertumbuhan Rumput Laut	25
4. Analisis Kualitas Rumput Laut.....	26
5. Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Rumput Laut	28

D. Analisis Data	29
E. Kerangka Pikir Penelitian	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	31
B. Parameter Oseanografi Perairan	32
C. Pertumbuhan Rumput Laut	34
D. Kualitas Rumput Laut	40
E. Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Rumput Laut	44
F. Rekomendasi Kebijakan	51
V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
A. Kesimpulan	55
B. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

1. Parameter oseanografi yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut.....	6
2. Standar mutu rumput laut yang dikeluarkan oleh FCC, FDA dan FAO.....	16
3. Penentuan Stasiun Penelitian.....	21
4. Hasil pengukuran parameter oseanografi fisika dan kimia perairan.	32
5. Rata–rata pertumbuhan mutlak rumput laut <i>K. striatum</i> pada setiap pengukuran selama penelitian di Dusun Tadui, Desa Tadui.....	35
6. Hasil analisis <i>Pearson's Simple Linear Correlation</i> parameter oseanografi terhadap pertumbuhan rumput laut.....	36
7. Rata–rata pengukuran rendemen, kadar air dan kadar abu karagenan rumput laut	40
8. Hasil <i>Pearson`s simple correlation</i> antara kualitas rumput laut dengan parameter oseanografi.....	41
9. Masa manfaat sarana budidaya di Dusun Tadui.....	46
10. Analisis kelayakan usaha (Lampiran 11) dalam proses budidaya rumput laut di Dusun Tadui Desa Tadui.....	48

DAFTAR GAMBAR

1. Morfologi rumput laut penghasil kappa karagenan yang sering dibudidayakan.....	5
2. Ilustrasi metode rawai (<i>longline</i>)	11
3. Ilustrasi metode rawai menggunakan patok.....	12
4. Struktur molekul karagenan	14
5. Lokasi stasiun penelitian di Perairan Desa Tadui, Kec. Mamuju	20
6. Metode rawai dalam budidaya rumput laut di perairan Dusun Tadui, Desa Tadui	22
7. Rumput Laut (<i>K. striatum</i> varian <i>sacol</i>) yang digunakan dalam penelitian	22
8. Pemberian tanda rumput laut pada lokasi budidaya rumput laut.....	25
9. Kerangka pikir penelitian	30
10. Rata–rata pertambahan berat rumput laut <i>K. striatum</i> yang dibudidayakan pada setiap pengukuran selama penelitian di Dusun Tadui, Desa Tadui.....	35
11. Hasil analisis PCA antara pertumbuhan terhadap parameter oseanografi.....	39
12. Hasil analisis PCA antara rendemen, kadar air dan kadar abu karagenan terhadap parameter oseanografi	43

DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil pengukuran parameter oseanografi selama penelitian di perairan Dusun Tadui Desa Tadui Kec. Mamuju	65
2. Hasil pengukuran pertambahan berat rumput laut <i>Kappaphycus striatum</i> selama penelitian pada setiap stasiun	66
3. Pertumbuhan Mutlak Rumput Laut <i>K. striatum</i>	67
4. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Pertumbuhan Rumput Laut <i>K. striatum</i>	68
5. Uji <i>Pearson`S Simple Correlation</i> pertumbuhan rumput laut terhadap parameter oseanografi	70
6. Uji <i>Principal Component Analysis</i> pertumbuhan rumput laut <i>K. striatum</i> terhadap parameter oseanografi	71
7. Hasil pengukuran kualitas rumput laut <i>K. striatum</i>	73
8. Uji Analisis Ragam (ANOVA) Kualitas rumput laut <i>K. striatum</i>	74
9. Uji <i>Pearson`s Simple Correlation</i> kualitas rumput laut <i>K. striatum</i> terhadap parameter oseanografi	76
10. Uji <i>Principal Component Analysis</i> kualitas rumput laut <i>K. striatum</i> terhadap parameter oseanografi	77
11. Data Pendapatan - 5 Tali Bentang	79
12. Data Pendapatan - 20 Tali Bentang	90

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Rumput laut penghasil karagenan banyak dibudidayakan oleh masyarakat pesisir Indonesia (Manuhara et al., 2016), termasuk juga di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat. Rumput laut yang dibudidayakan umumnya dari spesies *Kappaphycus alvarezii* dan *Kappaphycus striatum* (Hatta & Yulianto, 1994), karena budidaya rumput laut ini menggunakan teknologi yang mudah dilakukan, dengan modal kecil, keuntungan usaha yang tinggi, dan budidaya dapat dilakukan secara massal. Masa tanam yang relatif singkat, dapat menyerap tenaga kerja, permintaan yang terus meningkat, dan memiliki produk olahan beragam juga menjadi daya tarik tersendiri (Rahadiati et al., 2012).

Secara umum karagenan digunakan pada produk makanan, produk kosmetik, obat-obatan, farmasi, biofuel dan pupuk (Solorzano-chavez et al., 2019). Penggunaan karagenan berdasarkan jembatan anhidrogalaktosa yang dimilikinya yang terbagi menjadi Kappa, Iota dan Lambda. Kappa dan Iota karagenan digunakan sebagai pembentuk gel, sedangkan Lambda karagenan karena tidak membentuk gel, berperan sebagai pengental (Rasyid, 2003). Oleh karena itu, rumput laut menjadi komoditas yang diperdagangkan secara internasional (Anggadiredja et al., 2006).

Budidaya rumput laut juga telah dilakukan di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat. Kabupaten Mamuju terletak pada $1^{\circ}38'11''-2^{\circ}54'55''$ LS $11^{\circ}54'47''-13^{\circ}5'35''$ BT, memiliki garis pantai sepanjang 275 km, sehingga Kabupaten Mamuju menjadi salah satu kabupaten di Provinsi Sulawesi Barat yang memiliki garis pantai yang panjang. Hal ini membuat Kabupaten Mamuju memiliki potensi pengembangan budidaya perairan laut. Potensi budidaya laut dimanfaatkan untuk pengembangan komoditas yang memiliki nilai ekonomis seperti rumput laut (Anonim, 2018).

Potensi lahan untuk pengembangan budidaya rumput laut di Kabupaten Mamuju masih cukup luas. Pemanfaatan lahan tersebut membutuhkan pengambilan keputusan yang baik sehingga memperoleh hasil yang optimal. Optimalisasi pengembangan budidaya rumput laut dilakukan agar lahan yang dimanfaatkan dapat meningkatkan produktivitas rumput laut dan menghasilkan rumput laut yang berkualitas. Selain itu budidaya rumput laut diharapkan juga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang bergerak dalam budidaya rumput laut.

Salah satu wilayah pengembangan budidaya rumput laut di Kabupaten Mamuju adalah Desa Tadui, budidaya rumput laut merupakan mata pencaharian alternatif bagi masyarakat di wilayah ini. Meskipun permintaan rumput laut terus meningkat untuk memenuhi permintaan akan karagenan, namun informasi ilmiah mengenai hubungan jarak areal budidaya dan parameter oseanografi terhadap pertumbuhan, rendemen, kadar air dan kadar abu karagenan di Dusun Tadui belum tersedia.

Pengembangan budidaya rumput laut harus memperhatikan hubungan parameter oseanografi terhadap pertumbuhan rumput laut dan kandungan karagenan rumput laut (Effendi, 2003; Ramdhan et al., 2018). Pertumbuhan rumput laut dipengaruhi oleh pH, Salinitas, intensitas cahaya, suhu dan nutrien di perairan (Parenrengi & Sulaeman, 2007; Adipu et al., 2013; Tee et al., 2015). Parameter oseanografi tersebut akan berubah dengan penambahan jarak perairan dari pantai. Oleh sebab itu, pengembangan budidaya rumput laut sebaiknya memperhatikan jarak areal budidaya dari pantai agar ditemukan areal budidaya yang memiliki keterpaduan pengaruh dari berbagai parameter oseanografi dengan mempertimbangkan pentingnya pengaruh antara satu parameter dengan parameter yang lainnya (Pong-Masak et al., 2010) dalam mendukung pertumbuhan, rendemen, kadar air dan kadar abu karagenan rumput laut yang dihasilkan.

Budidaya dengan memperhatikan pertumbuhan, rendemen, kadar air dan kadar abu karagenan rumput laut yang dihasilkan sangat penting dilakukan mengingat tujuan utama dilakukannya budidaya rumput laut adalah memenuhi permintaan rumput laut yang semakin meningkat setiap tahunnya (Sugandi & Putra, 2017). Sejalan dengan itu kualitasnya juga benar-benar harus diperhatikan karena rumput laut dipergunakan oleh dunia industri untuk berbagai keperluan (Rasyid, 2003) yang membuat rumput laut menjadi salah satu komoditas utama di bidang kelautan dan perikanan.

Pengembangan budidaya rumput laut diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat di areal budidaya rumput laut melalui peningkatan hasil rumput laut (Suparmi & Hasan, 2009). Dalam pengembangan budidaya rumput laut hendaknya dilakukan analisis kelayakan usaha untuk menentukan apakah kegiatan budidaya layak dilaksanakan atau tidak. Analisis kelayakan usaha ini dapat digunakan untuk membantu pembudidaya dalam mengambil sebuah keputusan yang tepat untuk menghindarkan dari kerugian.

Rumput laut sudah selayaknya dikembangkan di Kabupaten Mamuju sebagai komoditas bernilai ekonomis, mengingat budidaya rumput laut masih dalam taraf berkembang di Kabupaten Mamuju. Hal ini didukung oleh kondisi perairan di Kab. Mamuju masih mendukung untuk dilakukan usaha budidaya rumput laut (Anonim, 2018).

B. Perumusan Masalah

Budidaya rumput laut sangat dipengaruhi *grazing* oleh pemakan rumput laut, metode budidaya dan parameter oseanografi. Hal tersebut menentukan keberhasilan usaha budidaya rumput laut. Maka permasalahan yang perlu dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh jarak lokasi budidaya dengan parameter oseanografi terhadap pertumbuhan rumput laut ?
2. Bagaimana pengaruh jarak lokasi budidaya dengan parameter oseanografi terhadap rendemen, kadar air dan kadar abu karagenan rumput laut ?
3. Bagaimana kelayakan usaha budidaya rumput laut?

C. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Menganalisis pengaruh jarak lokasi budidaya dan parameter oseanografi terhadap pertumbuhan rumput laut.
2. Menganalisis pengaruh jarak lokasi budidaya dan parameter oseanografi terhadap rendemen, kadar air dan kadar abu karagenan rumput laut.
3. Menganalisis kelayakan usaha budidaya rumput laut di Desa Tadui, Kecamatan Mamuju, Kab. Mamuju.

D. Kegunaan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan untuk pengembangan budidaya rumput laut di Kabupaten Mamuju.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Budidaya rumput laut di perairan Indonesia terus mengalami perkembangan yang luas sejak pertama kali diperkenalkan pada tahun 1985 (Hong et al., 2010). Awalnya dikembangkan di Perairan Kalimantan yang mendapat bibit dari Tambalang, Filipina (Parenrengi & Sulaeman, 2007). Jenis-jenis rumput laut penghasil karagenan banyak dibudidayakan di perairan Indonesia adalah *Kappaphycus alvarezii*, *Kappaphycus striatum* dan *Euचेuma denticulatum* (Hatta & Yulianto, 1994).

Hingga saat ini budidaya rumput laut masih menjadi bisnis yang sangat diminati di wilayah pesisir secara global utamanya di wilayah Indonesia, karena teknik budidaya yang relatif mudah dilakukan dan murah dalam pembiayaan, serta waktu panen yang lebih singkat (Parakkasi et al., 2020). Sehingga memberikan dampak ekonomi yang relatif besar kepada masyarakat pesisir.

A. Rumput Laut *Kappaphycus striatum*

1. Morfologi dan Taksonomi

Klasifikasi dari *Kappaphycus striatum* yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

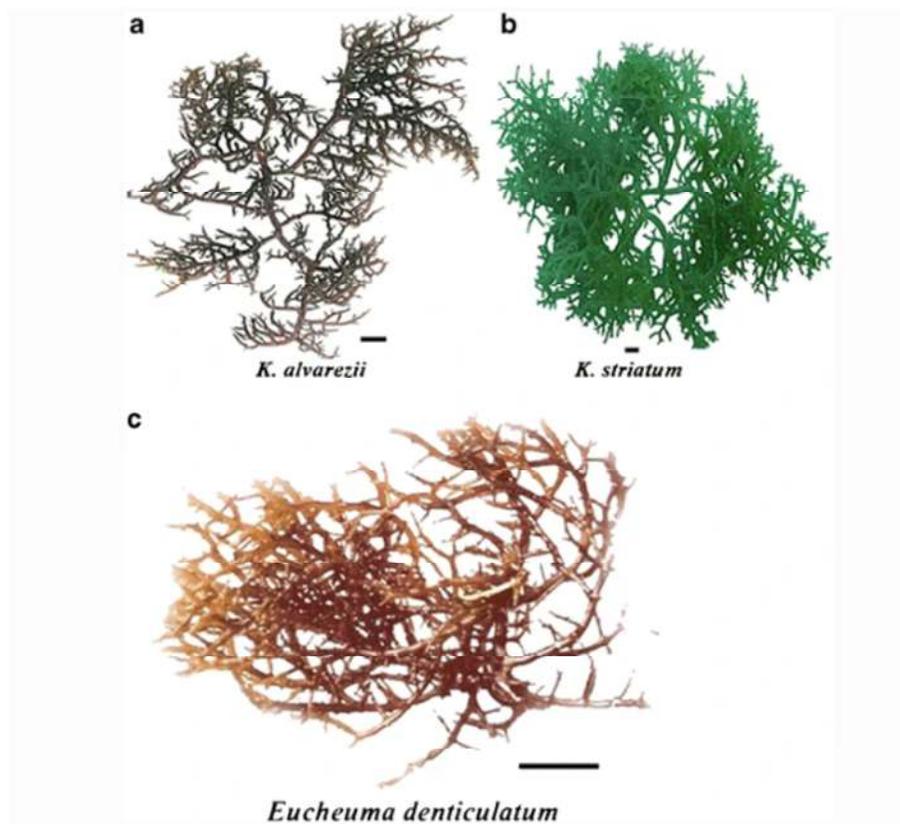
Empire	: Eukaryota
Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Biliphyta
Phylum	: Rhodophyta
Subphylum	: Eurhodophytina
Class	: Florideophyceae
Subclass	: Rhodymeniophycidae
Order	: Gigartinales
Family	: Solieriaceae
Genus	: <i>Kappaphycus</i>
Spesies	: <i>Kappaphycus striatum</i> (Schmitz) Doty (Doty & Norris, 1985)

Terdapat tiga varietas *K. striatum* yaitu varietas payaka coklat bercabang pendek dan panjang, strain sacol hijau dan sacol coklat. Perbedaan morfologi antar varietas terjadi karena parameter oseanografi tempat budidaya rumput laut berlangsung. Namun warna terbukti berdasarkan genetika. Secara genetik, sacol hijau lebih dekat dengan *K. alvarezii* strain coklat dan hijau daripada *K. striatum* strain sacol coklat (Hong et al., 2010).

K. striatum ini dicirikan oleh cabang silindris yang pendek dan tebal dengan ujung tumpul dan bercabang, yang menyerupai bentuk "kembang kol". (Hurtado et al., 2008). Ciri morfologi *K. striatum* yang lain adalah memiliki bentuk talus yang agak membulat dengan banyak percabangan dan padat (Ratnawati & Pong-Masak, 2018). Penamaan *Sacol* diambil namanya dari sebuah pulau di dekat Kota Zambonaga,

Filipina, yang disebut Sacol, tempat endemik rumput laut ini dan tempat budidaya komersial pertama kali dilakukan. (Hurtado et al., 2008). Umumnya *K. striatum* dikenal oleh masyarakat sebagai *K. alvarezii* varian *Sacol*.

Rumput laut *K. striatum* memiliki perbedaan dengan rumput laut *K. alvarezii*, Morfologi *K. alvarezii* memiliki thallus silindris atau pipih yang memanjang. Permukaan thallus licin. Duri–duri pada thallus terdapat juga sama seperti halnya dengan *Eucheuma denticulatum* tetapi tidak bersusun melingkari thallus Penampakan thallus bervariasi mulai dari bentuk sederhana sampai kompleks. Percabangan ke berbagai arah secara tidak teratur dengan batang–batang utama keluar saling berdekatan dengan basal. Cabang–cabang pertama dan kedua tumbuh membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah kearah datangnya sinar matahari. Cabang–cabang tersebut tampak ada yang memanjang atau melengkung seperti tanduk (Parenrengi & Sulaeman, 2007). Terdapat tonjolan-tonjolan (*nodule*) dan duri (*spine*), thallus berwarna hijau kemerahan bila hidup dan bila kering berwarna kuning kecoklatan (Mala et al., 2015).



Gambar 1. Morfologi rumput laut penghasil kappa karagenan yang sering dibudidayakan (Hurtado et al., 2013).

- a) *Kappahycus alvarezii*
- b) *Kappahycus striatum*
- c) *Eucheuma denticulatum*

2. Parameter oseanografi yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut

Pertumbuhan rumput laut dipengaruhi oleh arus, suhu, salinitas, pH, kekeruhan, nutrisi di perairan dan oksigen terlarut (Parenrengi & Sulaeman, 2007; Adipu et al., 2013; Tee et al., 2015). Parameter oseanografi yang mendukung pertumbuhan rumput laut tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter oseanografi yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut

Parameter	Satuan	Parameter Oseanografi	
		Kisaran	Optimal
Arus	m/det	0,10-0,40	0,20-0,30
Suhu	°C	23-31	27-30
Salinitas	‰	28-37	28-34
Kekeruhan	NTU	0-40	< 10
pH		6,5-9,5	7-8,5
Fosfat	mg/L	0,01-2,00	0,02-1,00
Nitrat	mg/L	0,1-3,5	0,9-3,0
Oksigen Terlarut	mg/L	6,1-7	4-6

Tabel dimodifikasi dari Aslan (1998); Adipu et al. (2013) Ariyati et al. (2007); Gerung & Ohno (1997) dan Anonim (2010)

Berdasarkan Tabel 1 di atas, Kecepatan arus yang optimal untuk budidaya rumput laut adalah 20-30 cm/ det. Kecepatan arus berpengaruh terhadap rumput laut karena rumput laut akan memperoleh nutrisi melalui aliran air yang tercipta pada saat terjadinya arus. Gerakan air tersebut akan membawa nutrisi dan sekaligus mencuci kotoran yang menempel pada thallus rumput laut (Damayanti et al., 2019) sehingga dapat dikatakan arus sangat berperan dalam perolehan nutrisi bagi rumput laut.

Perairan dengan arus yang kuat akan memperbanyak difusi nutrisi pada sel thallus (Yanti Mutalib, 2018; Gultom et al., 2016), sehingga mempercepat metabolisme alga laut, dengan demikian pertumbuhan rumput laut akan dipercepat. Nutrisi anorganik akan banyak terbawa arus jika kecepatan arus meningkat. Nutrisi tersebut akan diserap oleh rumput laut melalui proses difusi (Bayu et al., 2011). Kegunaan lain dari pergerakan air yang kuat adalah rumput laut akan bersih dari sedimen sehingga memudahkan proses fotosintesis pada semua bagian thallus. Namun demikian arus yang lebih cepat dapat menimbulkan kerusakan tanaman, seperti dapat patah atau terlepas dari substratnya (Darmawati, 2013).

Suhu optimal untuk budidaya rumput laut adalah 27-30 °C (Tabel 1). Suhu diketahui berpengaruh terhadap beberapa fungsi fisiologis rumput laut, diantaranya fotosintesis, respirasi, metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi (Ramadhan et al., 2018). Suhu perairan berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut, perbedaan

temperatur air yang terlalu besar dapat menghambat pertumbuhan rumput laut (Sangkia, 2017). Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut dan bahkan dapat menyebabkan kematian (Warsidah, 2020), karena suhu yang tinggi akan menyebabkan kandungan oksigen terlarut (DO) dan pH menjadi rendah (Arifin et al., 2014)

Suhu yang tinggi dapat menghambat proses fotosintesis, menyebabkan kerusakan enzim, dan membuat membran yang bersifat labil. Suhu perairan yang rendah, menyebabkan membran protein dan lemak akan mengalami kerusakan serta membentuk kristal dan hal tersebut sangat berpengaruh terhadap kehidupan rumput laut (Gultom et al., 2016). *K. striatum* dapat bertahan selama musim dingin (17°C) di perairan, meskipun dengan penurunan yang nyata dalam tingkat pertumbuhan (Bulboa & Paula, 2005). Penelitian di Jepang menunjukkan bahwa *K. striatum* varian *sacol* mengalami pembusukan thallus pada suhu di bawah 24°C namun masih bertahan hingga suhu 18°C selama 10 hari (Mairh et al., 1986).

Selain suhu, kadar salinitas penting diketahui karena berkaitan dengan kualitas suatu perairan. Bila nilai salinitas rendah maka nilai mineral yang terdapat di daerah itu juga akan menurun (Nontji, 1993). Mineral-mineral yang terdapat di perairan dibutuhkan untuk pertumbuhan rumput laut. Salinitas yang sesuai untuk budidaya rumput laut adalah $28-34\text{‰}$, sedangkan salinitas yang dapat ditoleransi oleh rumput laut adalah $28\text{‰}-37\text{‰}$. Rumput laut merupakan organisme laut yang bersifat stenohaline atau tidak tahan terhadap kisaran salinitas tinggi dalam waktu yang panjang (Warsidah, 2020).

Salinitas yang berada diluar batas toleransi dapat menyebabkan sel rumput laut banyak yang rusak dan berdampak pada terhambatnya pertumbuhan rumput laut (Sangkia, 2017). Hal tersebut disebabkan terganggunya proses osmoregulasi yang membuat thallus menjadi rapuh, mudah rontok (Ratnawati & Pong-Masak, 2018), mudah patah dan kurang elastis (Gultom et al., 2016).

Pertumbuhan rumput laut juga dapat terhambat dengan meningkatnya kekeruhan di perairan. Kekeruhan disebabkan oleh semua zat padat berupa pasir, lumpur dan tanah liat atau partikel tersuspensi dalam air (Leli et al., 2019). Kekeruhan juga dapat disebabkan oleh bahan organik dan anorganik seperti plankton dan mikroorganisme lainnya (Arthana et al., 2015). Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi pada organisme akuatik (Effendi, 2003).

Kekeruhan perairan akan berpengaruh terhadap jumlah intensitas cahaya matahari yang masuk ke lapisan air (Abdul Majid & Nunik Cokrowati, 2016; Darmawati, 2013). Kekeruhan yang tinggi akan mengurangi intensitas cahaya matahari, sehingga

menghambat proses fotosintesa (Winnarsih et al., 2016). Rumput laut membutuhkan intensitas matahari yang tinggi (Glenn & Doty, 1990), untuk proses fotosintesis. Melalui proses fotosintesis, sel-sel rumput laut dapat menyerap unsur hara sehingga memacu pertumbuhan harian rumput laut melalui aktifitas pembelahan sel. Hal ini yang menyebabkan laju pertumbuhan harian rumput laut akan berkurang seiring dengan meningkatnya kedalaman air (Wenno et al., 2014) karena berkurangnya intensitas matahari. Rumput laut bertumbuh dengan baik pada kedalaman 30–50 cm dari permukaan air (Abdul Majid & Nunik Cokrowati, 2016; Susilowati et al., 2012). Intensitas cahaya matahari yang cukup menentukan kecepatan rumput laut dalam memenuhi kebutuhan nutrisi seperti karbon (C), nitrogen (N) dan fosfor (P) untuk pertumbuhan dan perkembangan rumput laut. (Darmawati, 2013).

Semakin mendekati daratan, nilai kekeruhan cenderung meningkat. Sebaliknya nilai pH akan semakin berkurang (Leli et al., 2019 dan Effendi, 2003). Dinamika nilai pH di perairan berpengaruh pada reaksi kimiawi yang terjadi di perairan. Nilai pH yang rendah menyebabkan kegiatan biokimia menjadi lambat, sedangkan nilai pH yang tinggi dapat menghentikan kegiatan biokimia (Lunning et al., 1990) dan meningkatkan toksisitas beberapa polutan seperti amoniak dan logam berat di perairan (Gultom et al., 2016). Nilai pH yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut berkisar antara 7 hingga 8,5. Nilai kisaran pH tersebut membuat rumput laut bertumbuh dan berkembang secara optimal (Sangkia, 2017)

Selain parameter tersebut diatas, parameter yang dipersyaratkan dalam budidaya rumput laut adalah keberadaan nutrisi di perairan yaitu nitrat dan fosfat karena parameter ini mendukung proses fotosintesis dan pertumbuhan rumput laut (Darmawati, 2013). Nutrisi juga dapat menjadi indikator kesuburan perairan (Erwansyah et al., 2021). Kadar fosfat < 0,015 mg/L digolongkan perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik); 0,015-0,040 mg/L merupakan perairan dengan tingkat kesuburan cukup (mesotrofik) dan 0,040-0,13 mg/L digolongkan perairan dengan tingkat kesuburan yang baik (eutrofik). Kadar nitrat 0-0,11 mg/L digolongkan perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik); 0,11-0,29 mg/L merupakan perairan dengan tingkat kesuburan cukup (mesotrofik) dan 0,29-0,94 mg/L digolongkan perairan dengan tingkat kesuburan yang baik (eutrofik) (Håkanson & Bryhn, 2008).

Fosfat digunakan rumput laut dalam menyusun struktur thallus dan transfer energi (Lunning et al., 1990) yang dimediasi oleh ATP dan senyawa energi tinggi lainnya selama proses fotosintesis. Fosfat juga berguna untuk respirasi, pertumbuhan dan meningkatkan produksi karagenan (Parenrengi et al., 2020). Keberadaan fosfat akan berpengaruh pada peningkatan aktifitas tanaman untuk proses metabolisme (Majid et al., 2016). Fosfat juga berpartisipasi dalam pembentukan biomolekul seperti

asam nukleat, protein, dan fosfolipid. Kandungan fosfat di perairan yang optimal untuk rumput laut berada adalah 0,02-1,00 mg/L.

Nitrat digunakan untuk proses metabolisme dan penyusun berbagai senyawa dalam thallus rumput laut. Nitrat berfungsi dalam pembentukan tunas, pembentukan protein larut dan berpengaruh pada kandungan *phycobiliprotein*, kandungan nitrat, nitrit dan asam amino dari thallus, fotosintesis, aktivitas enzim yang terlibat dalam metabolisme karbon, dan reduktase nitrat (Parenrengi et al., 2020). Kandungan nitrat di perairan yang mendukung budidaya rumput laut adalah 0,9-3,0 mg/L. Keberadaan nitrat di perairan memiliki dampak positif namun peningkatannya di perairan dapat menyebabkan penurunan pada kualitas perairan (Utami et al., 2016). Kadar nitrat yang berlebihan dapat menyebabkan eutrofikasi (Patricia et al., 2018) yang menyebabkan pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (Risnawati et al., 2018) dan dapat menurunkan kadar oksigen terlarut (Risamasu & Prayitno, 2011)

Oksigen terlarut diukur untuk mengetahui kualitas air dan kesehatan suatu ekosistem perairan. Oksigen terlarut yang tinggi mengindikasikan perairan tersebut memiliki kualitas yang bagus. Sebaliknya jika nilai oksigen terlarut rendah, mengindikasikan bahwa air tersebut telah tercemar (Sugianti & Astuti, 2018), sehingga oksigen terlarut merupakan faktor pembatas bagi keberadaan organisme hidup. Oksigen terlarut akan berkurang seiring dengan peningkatan kedalaman. Hal ini berkaitan dengan peningkatan suhu secara vertikal, penetrasi cahaya, densitas, kandungan oksigen dan unsur-unsur hara yang terkandung di perairan (Susilowati et al., 2012). Oksigen terlarut akan meningkat dengan adanya pergerakan air melalui arus (Damayanti et al., 2019).

B. Optimalisasi Budidaya Rumput Laut

Optimalisasi memiliki kata dasar optimal. Kata optimal berarti tertinggi, paling baik, sempurna, terbaik, paling menguntungkan. Optimalisasi berarti menjadikan sempurna, menjadikan paling tinggi, menjadikan maksimal (Pena, 2015). Optimalisasi dapat juga berarti proses mencari solusi yang terbaik untuk suatu kegiatan (Siringoringo, 2005)

Terdapat tiga hal yang perlu diidentifikasi sebelum melakukan optimalisasi untuk menemukan solusi terbaik dari suatu kegiatan, yaitu tujuan, alternatif keputusan, dan sumberdaya yang dimiliki (Siringoringo, 2005).

1. Tujuan

Tujuan dilakukan optimalisasi dapat berupa memaksimalkan atau meminimalkan. Bentuk maksimisasi digunakan dengan tujuan keuntungan, penerimaan, dan sejenisnya. Sedangkan minimisasi dilakukan jika tujuan terkait

dengan biaya, waktu, jarak, dan sejenisnya. Penentuan tujuan ini dilakukan agar kegiatan dapat dilakukan secara tepat. Tujuan dilakukannya optimalisasi pada budidaya rumput laut umumnya terkait dengan peningkatan produktivitas rumput laut, kualitas rumput laut dan kesejahteraan pembudidaya rumput laut

2. Alternatif Keputusan

Setelah tujuan ditetapkan maka beberapa pilihan keputusan akan muncul yang terkait dengan tujuan yang akan dicapai. Alternatif keputusan yang muncul terkait dengan penggunaan sumberdaya yang tersedia dan keadaan lingkungan tempat dilakukan kegiatan.

3. Sumberdaya yang Dimiliki

Sumberdaya merupakan hal-hal yang terkait dengan pencapaian tujuan yang ditetapkan. Sumberdaya dapat berupa proses, biaya, tenaga kerja, bahan baku dll. Sumberdaya yang dimiliki yang mengakibatkan dilakukannya optimalisasi misalnya parameter perairan mendukung budidaya rumput laut maka dilakukan optimalisasi penanaman dengan menambahkan lokasi budidaya

Manfaat optimalisasi adalah mengidentifikasi tujuan yang akan dicapai sehingga arah kebijakan dalam pelaksanaan kegiatan menjadi jelas yang memungkinkan pengambilan keputusan dilakukan dengan lebih cepat. Demikian halnya dengan pemecahan masalah dapat dilakukan lebih tepat dan dapat diandalkan karena masalah telah diketahui dengan baik.

C. Metode Budidaya Rumput Laut

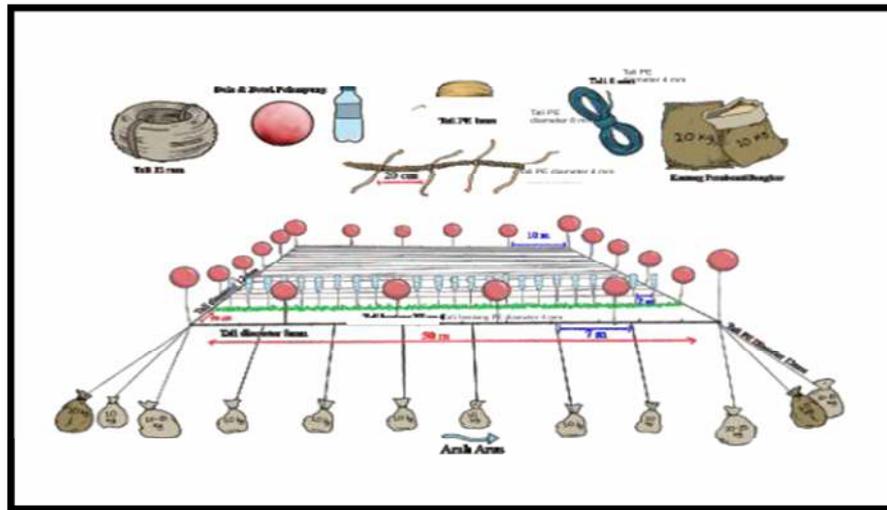
Budidaya menyumbang hampir 96 persen dari produksi rumput laut global jika dibandingkan dengan rumput laut yang dikumpulkan secara alami. Persentase produksi rumput laut yang dikumpulkan secara alami semakin berkurang dan saat ini, hanya mencapai 4 persen dari total produksi. Produksi rumput laut di Indonesia hampir seluruhnya diambil dari hasil budidaya rumput laut (Anonim, 2017).

Budidaya rumput laut juga telah dianggap sebagai contoh yang baik bagi pengelolaan pesisir berbasis masyarakat. Budidaya rumput laut merupakan usaha padat karya, metode ini memberikan kesempatan kerja secara langsung dan tidak langsung. Siklus produksinya cepat, hanya mencakup 45 hari; dengan demikian, pengembalian ekonominya cepat, dibandingkan dengan akuakultur dan pertanian berbasis lahan lainnya. Keterlibatan perempuan dalam proses-proses budidaya rumput laut memungkinkan mereka mencapai kemandirian ekonomi (Rameshkumar & Rajaram, 2019).

Budidaya rumput laut juga mudah dilakukan oleh masyarakat pesisir dengan mengembangkan metode yang sesuai dengan keadaan lingkungannya. Metode

budidaya rumput laut yang digunakan oleh pembudidaya bergantung pada kondisi perairan, modal yang dimiliki, ketersediaan alat dan bahan budidaya, serta kemampuan tenaga kerja pembudidaya (Anonim, 2014).

Metode yang biasa digunakan oleh pembudidaya adalah lepas dasar (*off-bottom method*), budidaya rakit apung (*floating raft method*) dan rawai panjang (*long line method*), (Bayu et al., 2011). Namun demikian metode budidaya rumput laut saat ini didominasi oleh sistem rawai (Gambar 2) karena dapat dengan mudah diterapkan oleh pembudidaya rumput laut (Parakkasi et al., 2020).



Gambar 2 Ilustrasi metode rawai (*longline*) (Anonim, 2014)

Metode ini menggunakan tali utama yang terdiri dari tali PE diameter 12 mm dan 8 mm. Kemudian tali utama PE diameter 12 mm dan 8 mm dipasang membentuk persegi empat dengan ukuran yang menyesuaikan dengan kondisi perairan dan ketersediaan bahan misalnya ukuran $\pm 25 \times 50$ m, atau 50×50 m (Anonim, 2014). Selain tali, metode ini juga menggunakan jangkar untuk memperkuat lokasi budidaya dari arus dan gelombang perairan. Jangkar juga digunakan agar lokasi budidaya tetap berada di tempat yang ditentukan. Jangkar yang digunakan dapat berupa karung yang berisi pasir atau batu, dapat pula menggunakan jangkar besi dan pada daerah berlumpur dapat menggunakan patok kayu. Jangkar dipasang pada setiap sudut. Jangkar dipasang ke arah sudut luar agar tali tertarik keluar. Panjang tali jangkar minimal 3 kali kedalaman perairan. Jangkar dengan berat 5-10 Kg juga dipasang pada tali utama pada setiap jarak 5-7 m. Lokasi budidaya diapungkan dengan memasang pelampung bola atau dapat pula menggunakan jerigen volume 50 L pada setiap sudutnya (Anonim, 2014). Pelampung juga dapat menggunakan botol air mineral ukuran 1,5 L yang disatukan dan diikat sebanyak 8-10 botol.

Bibit ditanam pada tali bentang yang menggunakan tali PE ukuran 4-5 mm, bergantung dari kekuatan arus pada lokasi budidaya. Kemudian tali pengikat bibit menggunakan tali PE diameter 2 mm, dapat pula menggunakan tali raffia. Jarak antar tali pengikat bibit pada tali bentang diatur dengan jarak dengan jarak antar pengikat bibit \pm 20 cm atau lebih.

Metode ini dapat dimodifikasi dengan menggunakan 2 batang kayu pancang sebagai patok dan pengganti jangkar (Gambar 3), kemudian tali bentang sebagai media tanam dipasang diantara patok tersebut. (Bayu et al., 2011). Metode ini digunakan pada daerah yang memiliki kedalaman yang masih dapat menggunakan patok kayu.



Gambar 3 Ilustrasi metode rawai menggunakan patok
(Sumber gambar: <https://raheemtabet.wordpress.com>)

Pembuatan areal budidaya hendaknya memperhatikan jarak areal budidaya dengan pantai, sebab parameter oseanografi akan dipengaruhi oleh jarak perairan dari pantai, seperti kekeruhan yang tinggi dan salinitas yang rendah di perairan dekat pantai karena pengaruh aliran air dari daratan utama serta kecepatan arus yang lebih tinggi pada perairan yang lebih jauh dari pantai (Nontji, 1993) karena pengaruh angin (Hutabarat & Evans, 1985).

Selain itu letak lokasi budidaya dapat menyebabkan perbedaan dalam jumlah rumput laut yang dihasilkan. Seperti yang dilaporkan oleh Asni (2015) bahwa lokasi budidaya yang letaknya jauh dari pantai akan menghasilkan produksi rumput laut yang lebih banyak dibandingkan dengan lokasi budidaya yang dekat dengan pantai, ini disebabkan oleh kecerahan dan arus yang lebih tinggi di lokasi budidaya di bagian luar. Pertimbangan yang lain adalah faktor aksesibilitas. Lokasi yang dekat dengan pantai akan lebih mudah dalam mengontrol pertumbuhan, menjaga keamanan areal budidaya rumput laut (Anonim, 2014), pembuatan lokasi budidaya dan kegiatan panen.

D. Pertumbuhan Rumput Laut

Pertumbuhan rumput laut dipengaruhi faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan diantaranya spesies, bibit dan umur

bibit. Faktor eksternal yang mempengaruhi adalah parameter oseanografi, jarak antar rumpun dan metode budidaya (Gultom et al., 2016). Menurut (Ramdhan et al., 2018), parameter oseanografi yang berpengaruh diantaranya kecepatan arus, suhu dan oksigen terlarut.

Jarak tanam antar bibit diperlukan untuk meningkatkan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas produksi serta pemanfaatan lahan secara maksimal dan produktif. Jarak tanam yang terlalu lebar akan mengakibatkan pemborosan dalam penggunaan tempat atau kurang efisien karena banyak lahan yang tidak termanfaatkan. Sedangkan jarak tanam yang terlalu padat akan mengakibatkan pertumbuhan rumput laut akan terhambat disebabkan adanya persaingan dalam mendapatkan nutrisi. Jarak 25 cm antar rumpun bibit sangat mendukung pertumbuhan rumput laut pada metode vertikutur (Pong-Masak & Sarira, 2018). Spesies *Eucheuma spinosum* dengan metode longline disarankan dengan jarak 30 cm (Abdan et al., 2013). Spesies *Gracillaria verucosa* menghasilkan laju pertumbuhan terbaik dengan jarak antar bibit 25 cm (Desy et al., 2016).

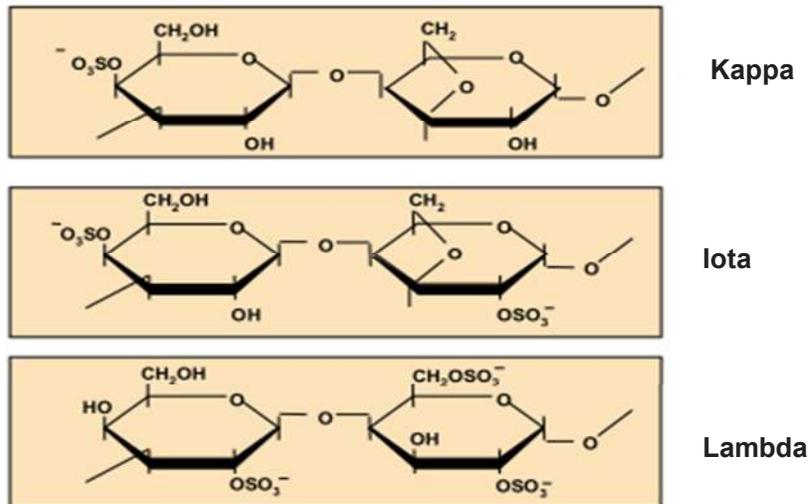
E. Kualitas Rumput Laut

Rendemen karagenan rumput laut *K. striatum* dipengaruhi oleh masa penanaman dan kedalaman budidaya rumput laut. Masa penanaman 30 hari dan kedalaman 50–100 cm memberikan hasil tertinggi untuk rendemen karagenan (Hurtado et al., 2008).

Mengetahui rendemen karagenan merupakan hal yang penting berkaitan dengan penggunaannya dalam dunia industri. Peningkatan produksi rumput laut berkaitan dengan semakin meningkatnya permintaan dari dunia industri terhadap penyediaan bahan baku untuk karagenan. Komposisi kimia karagenan *K. striatum* memiliki kesamaan dengan *K. alvarezii*, oleh karena itu *K. striatum* dengan cepat dapat diterima oleh berbagai pemangku kepentingan dalam industri rumput laut (Hurtado et al., 2008).

Karagenan digunakan pada industri makanan tergantung pada sifat kelarutan, viskositas, reaktivitas dengan protein dan sinergisme dengan polisakarida yang tidak membentuk gel (Rasyid, 2003). Karagenan memiliki sifat pembentuk gel, penstabil dan pengental yang sangat berguna untuk industri, sehingga banyak digunakan dalam berbagai produk makanan berbasis air dan susu. Bukti toksikologi mendukung keamanan karagenan sebagai bahan tambahan makanan dan akan terus menjadi salah satu agen pembentuk gel utama pada pengembangan produk makanan di masa depan (Imeson, 2009).

Karagenan merupakan senyawa hidrokoloid tersusun atas polisakarida rantai panjang. Polisakarida tersebut tersusun dari sejumlah unit galaktosa dengan ikatan α -(1,3)-D-galaktosa dan β -(1,4)-3,6-anhidrogalaktosa secara bergantian pada polimer heksosanya (Martin Glicksman, 1983). Karagenan mengandung ester natrium sulfat, amonium, kalsium, magnesium, dan kalium.



Gambar 4 Struktur molekul karagenan (Fisher, 2009)

Rumput laut yang berbeda menghasilkan jenis karagenan yang juga berbeda. Posisi dan jumlah gugus ester sulfat penting karena mereka, bersama dengan jembatan anhidrogalaktosa, bertanggung jawab atas fungsionalitas karagenan dan menentukan klasifikasi dalam tiga tipe utama: Kappa, Iota dan Lambda. Karagenan jenis Kappa dan Iota mengandung unit 3,6-anhydro dan digunakan sebagai agen pembentuk gel karena sifat mereka untuk menghasilkan gel termoreversibel pada pendinginan di bawah suhu kritis. Sedangkan Lambda karagenan, dengan hanya gugus galaktosa tersulfat dan tanpa jembatan anhidrogalaktosa, adalah polimer penebalan (Skurtys et al., 2011).

Kappa Karagenan

Kappa karagenan merupakan jenis karagenan yang paling banyak dijumpai di alam. Kappa karagenan terdapat pada *K. alvarezii* (Doty) dan pada *K. striatum* (Aslan, 1998). Kappa karagenan mengandung 25-30% ester sulfat dan 28-35% 3,6-anhidrogalaktosa (Barbeyron et al., 2000). Adanya gugusan 6-Sulfat dapat menurunkan daya gelasi dari karagenan, tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan transeleminasi gugus 6-Sulfat, sehingga menghasilkan bentuk 3,6-anhidro-D-galaktosa. Dengan demikian derajat keseragaman molekul meningkat dan daya gelasinya juga bertambah (Winarno, 1996). Kualitas gel yang lebih tinggi

yang diperoleh dari kappa karagenan menghasilkan permintaan dan harga pasar yang lebih tinggi untuk *Kappaphycus spp* (Mariño et al., 2019).

Iota Karagenan

Iota karagenan merupakan jenis yang paling sedikit jumlahnya di alam, membentuk gel lembut, fleksibel, lunak, dengan sineresis yang terbatas. Iota karagenan terdapat pada *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma isiforme*, dan *Eucheuma uncinatum* (Aslan, 1998). Iota karagenan mengandung 28-38% ester sulfat dan 25-30% 3,6-anhidrogalaktosa. Lambda karagenan mengandung 32-39% ester sulfat dan tidak mengandung 3,6-anhidrogalaktosa (Barbeyron et al., 2000). Iota karagenan ditandai dengan adanya 4 sulfat ester pada setiap residu D-galaktosa dan gugusan 2 sulfat ester pada setiap gugusan 3,6 anhidro D-galaktosa. Gugusan 2 sulfat ester tidak dapat dihilangkan oleh proses pemberian alkali seperti halnya kappa karagenan (Winarno, 1996).

Lambda Karagenan

Lambda karagenan merupakan jenis karagenan terbanyak kedua di alam. Karakteristik karagenan ini adalah tidak dapat membentuk gel, namun dalam bentuk cairan kental. Lambda karagenan dapat ditemui pada *Chondrus crispus* (Aslan, 1998). Lambda karagenan mengandung 32-39% ester sulfat dan tidak mengandung 3,6 anhidrogalaktosa (Barbeyron et al., 2000). Lambda karagenan berbeda dengan kappa dan iota karagenan, karena memiliki sebuah residu disulphated α (1,4) D-galaktosa (Winarno, 1996).

Mutu Karagenan

Karagenan digunakan pada daging segar dan beku, unggas dan ikan untuk mencegah dehidrasi superfisial, pembungkus sosis, makanan padat kering dan makanan berminyak (Skurtys et al., 2011). Oleh karena itu, rumput menjadi komoditas yang diperdagangkan secara Internasional (Anggadiredja et al., 2006).

Perdagangan secara internasional menuntut standar mutu yang dapat menjadi pedoman untuk mengukur tingkat kualitas rumput laut yang diperdagangkan. Beberapa badan telah mengeluarkan standar mutu rumput laut diantaranya FCC (*Food Chemical Codex*), FDA (*Food and Drug Administration*), dan FAO (*Food and Agricultural Organization*). Spesifikasi mutu karagenan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Standar mutu rumput laut yang dikeluarkan oleh FCC, FDA dan FAO

Spesifikasi	FCC	FDA	FAO
Rendemen (%)			>25
Kadar Abu (%)	18-40	-	15-40
Kadar Air (%)	Max 12	-	Max 12

Sumber: (Ega et al., 2016; Wulandari et al., 2019 dan Anonim, 2021b)

Rendemen

Rendemen karagenan merupakan rasio bobot karagenan kering yang dihasilkan terhadap bobot kering rumput laut. Semakin tinggi nilai rendemen yang didapatkan, maka semakin tinggi pula karagenan yang dihasilkan. Satuan yang digunakan adalah persentase (Hakim et al., 2011). Sehingga dalam perhitungannya, nilai rendemen dihitung dengan membagi berat karagenan yang didapatkan dengan berat kering rumput laut yang diekstraksi. Hal ini penting diketahui untuk mengetahui nilai ekonomi dari rumput laut yang dihasilkan (Mappiratu, 2009). Rendemen karagenan akan menurun bila penanaman rumput laut melebihi 45 hari (Daud, 2013).

Kadar Air

Menguji kadar air merupakan cara untuk mengetahui kandungan air pada karagenan. Kadar air dapat berpengaruh terhadap kualitas karagenan. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan aktivitas mikroba meningkat sehingga menyebabkan penurunan mutu bahan pangan (Hidayatun Nafiah & Winarni, 2012). Masa tanam rumput laut melebihi 45 hari akan menyebabkan kadar air rumput laut akan meningkat (Daud, 2013).

Kadar Abu

Mengukur kadar abu merupakan cara untuk mengetahui kandungan mineral secara umum yang terdapat pada karagenan (Wenno et al., 2012) dan untuk mengevaluasi nilai gizi suatu bahan pangan (Ismal et al., 2018). Nilai kadar abu yang tinggi pada suatu bahan pangan, menunjukkan bahwa jumlah mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut juga tinggi (Wenno et al., 2012). Tinggi rendahnya kadar abu dipengaruhi adanya garam mineral lain pada rumput laut seperti natrium dan kalsium (Wulandari et al., 2019).

Tingginya kadar abu karagenan sebagian berasal dari garam dan mineral yang lain yang menempel pada rumput laut seperti K, Mg, Ca, Ma, dan ammonium galaktosa serta kandungan 3,6-anhidrogalaktosa. Selain itu, diketahui rumput laut memiliki kemampuan mengabsorbi mineral yang berasal dari lingkungannya sehingga masa budidaya yang lama akan menyebabkan semakin banyak kandungan garam-

garam mineral yang diserap oleh rumput laut sehingga kadar abu karagenan juga meningkat (Masthora & Abdiani, 2016).

F. Kelayakan Usaha Budidaya Rumput Laut

Budidaya rumput laut banyak dikembangkan sebagai mata pencaharian bagi masyarakat pesisir yang dapat meningkatkan kondisi sosial ekonomi masyarakat pembudidaya. Para pemangku kepentingan telah mempromosikan kegiatan ini di Indonesia dan negara lain karena alasan tersebut. Selain manfaat ekonomi, kegiatan ini merupakan bentuk budidaya laut yang cukup mudah dilakukan karena membutuhkan modal awal yang mudah dijangkau dan bahan mudah didapatkan. Siklus pembesaran cukup singkat (hingga delapan minggu) dengan hasil yang baik jika harga rumput laut tinggi (Mariño et al., 2019).

Namun demikian pengetahuan tentang bisnis sangat kurang dikuasai oleh pembudidaya rumput laut. Perhitungan kelayakan usaha menjadi hal yang langka yang dilakukan oleh pembudidaya rumput laut (Setyaningsih et al., 2012). Perhitungan kelayakan usaha penting dilakukan untuk memperkirakan laba yang akan dicapai dari suatu usaha. Perhitungan laba tersebut akan memudahkan untuk menghitung jumlah penjualan dan biaya yang harus dikeluarkan dalam mencapai hasil (Winarko & Astuti, 2018).

Biaya Tetap

Langkah awal dalam analisis kelayakan usaha adalah dengan menghitung biaya tetap yang merupakan gabungan seluruh biaya yang digunakan untuk mendapatkan aset tetap yang siap digunakan. Aset tetap merupakan investasi yang memiliki jangka waktu penggunaan yang lama, digunakan dalam kegiatan budidaya rumput laut, dimiliki oleh pembudidaya dan tidak untuk dijual kembali dalam kegiatan normal budidaya serta memiliki nilai yang cukup besar (Muda, 2017).

Aset tetap tersebut dihitung biaya penyusutannya untuk memperkirakan masa manfaat/ umur ekonomis aset tetap. Terdapat tiga faktor yang diperhitungkan untuk menghitung penyusutan yaitu :

- a. Biaya perolehan, mencakup seluruh biaya yang dikeluarkan untuk mendapatkan aset tetap, dimulai dari persiapannya sampai aset dapat digunakan.
- b. Masa manfaat, dapat diartikan sebagai suatu periode atau umur fisik dari aset tetap yaitu aset tersebut masih dapat dimanfaatkan.
- c. Nilai residu, merupakan estimasi nilai realisasi pada saat aset tidak dipakai lagi (Pesak et al., 2018).

Perhitungan penyusutan menggunakan dapat metode sebagai berikut :

1. Metode Garis Lurus

Beban penyusutan suatu aktiva selalu bernilai sama di setiap periode hingga akhir umur ekonomisnya, nilai penyusutan dihitung dari selisih harga perolehan dan nilai residu yang kemudian dibagi dengan umur ekonomis (Wikipedia, 2021c).

2. Metode Saldo Menurun Ganda

Dalam metode saldo menurun ganda, beban penyusutan akan semakin menurun karena terdapat asumsi bahwa masa awal penggunaan suatu aktiva tetap adalah masa yang paling maksimal. Beberapa tahun selanjutnya, kinerja dan manfaat aktiva tetap akan terus menurun. (Wikipedia, 2021c).

3. Metode Hasil Produksi

Metode hasil produksi menetapkan beban penyusutan dengan memperhitungkan jumlah hasil produksi sebuah aktiva tetap. Penekanan metode ini adalah umur ekonomis aktiva, bukan tahun seperti pada metode garis lurus melainkan satuan unit produksi (Wikipedia, 2021c).

Biaya Variabel

Biaya variabel adalah biaya yang dikeluarkan oleh pembudidaya rumput laut yang bisa berubah secara proporsional tergantung rumput laut yang akan dibudidayakan. Biaya variabel bisa naik atau turun tergantung pada volume rumput laut yang dibudidayakan. Biaya variabel akan naik saat rumput laut yang akan dibudidayakan meningkat dan turun saat budidaya juga menurun, tidak seperti biaya tetap yang sifatnya tidak tergantung dengan proses produksi (Anonim, 2021a). Contoh biaya variabel pada usaha budidaya rumput laut adalah biaya pembelian bibit, upah tenaga kerja dan biaya operasional serta biaya pemeliharaan rumput laut. Penggunaan biaya variabel tersebut bergantung pada ketersediaan modal dari pembudidaya.

R/C Ratio

R/C ratio merupakan perbandingan antara total penerimaan rata-rata dengan total biaya rata-rata (Nuryanto et al., 2016). Dapat dihitung dengan pendekatan sebagai berikut :

$$\frac{R}{C} = \frac{\text{Total Penerimaan}}{\text{Total Biaya Tetap} + \text{Total Biaya Variabel}}$$

Nilai R/C ratio yang lebih dari 1 menunjukkan bahwa usaha yang dilakukan termasuk usaha yang layak dan menguntungkan, sebaliknya jika nilai R/C ratio kurang

dari 1 menunjukkan bahwa usaha yang dilakukan termasuk usaha yang tidak layak dan tidak menguntungkan. Bila nilai R/C ratio = 1 menunjukkan bahwa usaha yang dilakukan merupakan usaha yang impas (tidak untung ataupun rugi).

Payback Periode

Payback period adalah waktu yang digunakan untuk mendapatkan kembali modal/ investasi yang dikeluarkan. Dapat pula dikatakan untuk mencapai titik impas (Wikipedia, 2021b). *Break Even Point* (BEP) atau titik impas adalah titik saat biaya total dan pendapatan total sama. Sehingga dapat dikatakan pada titik ini semua biaya yang dikeluarkan untuk investasi telah dilunasi dan mencapai titik tidak ada untung atau rugi. Titik impas bukanlah waktu yang tetap dan akan bervariasi tergantung pada modal awal masing-masing pembudidaya. Beberapa pembudidaya mungkin memiliki titik impas yang lebih cepat atau lebih lama. Namun, penting bagi setiap bisnis untuk mengembangkan penghitungan titik impas, karena ini akan memungkinkan mereka untuk melihat jumlah unit yang perlu mereka jual untuk menutupi biaya variabel mereka (Wikipedia, 2021a)