

PERTUMBUHAN, KANDUNGAN KARAGINAN DAN PIGMEN
Kappaphycus alvarezii
YANG DIBUDIDAYAKAN PADA LOKASI BERBEDA

GROWTH, CARRAGEENAN CONTENT AND PIGMENT OF
Kappaphycus alvarezii
CULTIVATED IN DIFFERENT LOCATIONS

NURAINA ABBAS



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

PERTUMBUHAN, KANDUNGAN KARAGINAN DAN PIGMEN
Kappaphycus alvarezii
YANG DIBUDIDAYAKAN PADA LOKASI BERBEDA

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Master

Program Studi
Ilmu Perikanan

Disusun dan diajukan oleh

NURAINA ABBAS

Kepada

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

**PERTUMBUHAN, KANDUNGAN KARAGINAN DAN PIGMEN
Kappaphycus alvarezii YANG DIBUDIDAYAKAN PADA LOKASI BERBEDA**

Disusun dan diajukan oleh:

NURAINA ABBAS

Nomor Pokok L012171026


Telah dipertahankan di depan panitia ujian tesis
Pada tanggal 04 Agustus 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

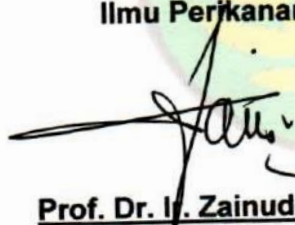
UNIVERSITAS HASANUDDIN

Komisi Penasihat,


Prof. Dr. Ir. Rajuddin Syamsuddin, M.Sc
Ketua


Dr. Ir. Dody Dh. Trijuno, M. App.Sc
Anggota

Ketua Program Studi
Ilmu Perikanan


Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Si. Aisjah Farhum, M.Si

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuraina Abbas

NIM : L012171026

Program Studi : Ilmu Perikanan

Jenjang : S2

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis saya yang berjudul

Pertumbuhan, Kandungan Karaginan dan Pigmen *Kappaphycus alvarezii* yang Dibudidayakan pada Lokasi Berbeda

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Agustus 2021
Yang menyatakan



Nuraina Abbas

PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuraina Abbas

NIM : L012171026

Program Studi : Ilmu Perikanan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

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

Makassar, Agustus 2021

Mengetahui,

Penulis

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

Nuraina Abbas
NIM. L012171026

ABSTRAK

Nuraina Abbas. “Pertumbuhan, Kandungan Karaginan Dan Pigmen *Kappaphycus alvarezii* Yang Dibudidayakan Pada Lokasi Berbeda” dibimbing oleh **Rajuddin Syamsuddin** sebagai Pembimbing Utama dan **Dody Dh. Trijuno** sebagai Pembimbing Anggota.

Penelitian ini bertujuan menganalisis laju pertumbuhan, kandungan karaginan, pigmen dan timbal (Pb) *K. alvarezii* pada lokasi berbeda yaitu daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan. Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai November 2019 di perairan pantai Kabupaten Bantaeng. Menumbuhkan *K. alvarezii* dgn metode tanam long line di lingkungan yang berbeda. Di setiap lingkungan tersebut, bibit 50 g diikatkan pada tali anakan, panjang tali anakan 15 cm, jarak antar titik anakan lebih kurang 20 cm dengan panjang tali masing-masing 5 m sebanyak 3 sebagai ulangan. Dimana ulangan masing-masing dari 3 tali yaitu ujung kanan, tengah dan ujung kiri. Jarak antara tali ris 90 cm. Setiap lingkungan terdapat 75 ikatan dalam satu rakit. Pengambilan data pertumbuhan dilakukan setiap minggu dengan cara menimbang berat basah rumput laut selama 45 hari. Parameter pertumbuhan meliputi laju pertumbuhan harian dan pertumbuhan mutlak rumput laut. Pengukuran kandungan karaginan dan pigmen dilakukan di akhir budidaya dan timbal (Pb) pada awal dan akhir pemeliharaan. Pengujian Anova dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh perbedaan lokasi terhadap pertumbuhan, kandungan karaginan, dan pigmen rumput laut *K. alvarezii*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan laju pertumbuhan harian, pertumbuhan mutlak, kandungan karaginan, kandungan pigmen *K. alvarezii* yang dibudidayakan pada lokasi permukiman, muara sungai dan pelabuhan.

Kata kunci: pertumbuhan, karaginan, pigmen, lokasi berbeda, *Kappaphycus alvarezii*

ABSTRACT

Nuraina Abbas. “Growth, Carrageenan Content and Pigment of *Kappaphycus alvarezii* Cultivated in Different Locations” Supervised by **Rajuddin Syamsuddin** and **Dody Dh. Trijuno**.

This study aims to analyze the growth rate, content of carrageenan, pigment and lead (Pb) of *K. alvarezii* at different locations, namely residential, river estuaries and ports. This research was conducted from September to November 2019 in the coastal waters of Bantaeng Regency. Growing *K. alvarezii* with the long line planting method in different environments. In each of these environments, 50 g of seedlings were tied to a tie rope, the length of the tiller was 15 cm, the distance between the tiller points was approximately 20 cm, with 3 ropes of 5 m each as replicates. Where the repetition of each of the 3 ropes, namely the right, middle, and left. The distance between the ropes is 90 cm. Each neighborhood has 75 ties in one raft. Growth data was collected every week by weighing the wet weight of seaweed for 45 days. Growth parameters include daily growth rate and absolute growth of seaweed. Measurement of cultivation and lead (Pb) at the beginning and end of rearing. Anova test was conducted to determine the effect of location difference to growth, carrageenan content, and pigment of *K. Alvarezii*. The results of this study indicate that there is no difference of daily growth rate, absolute growth, carrageenan content, and pigment content *K. alvarezii* in residential locations, river estuaries, and ports areas.

Kata kunci: growth, carrageenan, pigment, different locations, *Kappaphycus alvarezii*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sumber segala ilmu dan hikmat kebijaksanaan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **“Pertumbuhan, kandungan karaginan dan pigmen *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan pada lokasi berbeda”**

Tesis ini masih sangat jauh dari kata kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan penulis baik dalam penelitian maupun dalam penyusunan tesis ini. Namun, dengan segala keterbatasan, penulis sepenuhnya menyadari hasil yang telah dicapai tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang selalu memberikan dukungan, semangat dan arahan. Maka dari itu, dengan penuh ketulusan dan kerendahan hati, penulis menghaturkan rasa terima kasih kepada :

1. Orang tua tercinta, Ayahanda H. Abbas (alm) dan Ibunda Hj. Hatamang serta keluarga, atas seluruh doa dan kasih sayang yang telah mereka berikan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Rajuddin Syamsuddin, M.Sc, Pembimbing Utama dan Bapak Dr. Ir. Dody Dh. Trijuno, M. App.Sc, Pembimbing Anggota yang dengan tulus telah membimbing, memberikan saran dari penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penyelesaian tesis.
3. Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si, Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
4. Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si, Ketua Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Ir. Farid Samawi, M.Si, Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc, dan Dr. Ir. Rustam, M.Si, tim penguji yang telah memberikan saran dan arahan dalam penyelesaian tesis.

6. Seluruh dosen pascasarjana Ilmu Perikanan FIKP Unhas yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat
7. Dr. Marlina. A, S.Pi, M.Si yang dengan sabar meluangkan waktu, memberikan motivasi dan bantuannya.
8. Kepala Sekolah dan teman-teman staf SMKN 2 Bantaeng atas kebersamaan, kesabaran dan kesempatan waktu yang telah diberikan serta motivasinya.
9. Teman-teman angkatan yang tidak sempat saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan motivasi, semangat dan bantuan selama penelitian hingga penyusunan tesis.

Akhir kata penulis menyampaikan rasa syukur dan besar harapan penulis tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekalian dan terutama kepada diri pribadi penulis. Atas perhatian dan kerjasamanya penulis ucapkan terimakasih.

Makassar, Agustus 2021

Nuraina Abbas

DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN | iii |
| PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN | iv |
| ABSTRAK..... | v |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 2 |
| C. Tujuan Penelitian..... | 2 |
| D. Manfaat Penelitian..... | 2 |
| E. Hipotesis Penelitian..... | 2 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| A. <i>Kappaphycus alvarezii</i> | 4 |
| 1. Morfologi dan Reproduksi | 4 |
| 2. Habitat dan Sebaran..... | 5 |
| B. Budidaya <i>Kappaphycus alvarezii</i> | 5 |
| 1. Pemilihan Lokasi..... | 5 |
| 2. Bibit dan Pertumbuhan | 5 |
| 3. Panen..... | 6 |
| C. Faktor Kualitas Air | 6 |
| 1. Suhu..... | 6 |
| 2. Salinitas | 6 |
| 3. pH..... | 7 |
| 4. Kec. Arus | 7 |
| 5. TSS | 7 |
| 6. Unsur Hara..... | 7 |

| | |
|---|-----------|
| D. Karaginan | 8 |
| E. Pigmen..... | 9 |
| F. Logam Timbal (Pb)..... | 10 |
| G. Kerangka Pikir Penelitian | 12 |
| III. METODE PENELITIAN | 13 |
| A. Waktu dan Tempat | 13 |
| B. Alat dan Bahan | 14 |
| C. Prosedur Penelitian | 14 |
| D. Pengamatan dan Pengukuran Peubah..... | 15 |
| 1. Pertumbuhan | 15 |
| 2. Ekstraksi Karaginan..... | 16 |
| 3. Ekstraksi Pigmen | 16 |
| 4. Parameter Kualitas Air..... | 17 |
| 5. Kandungan Logam Timbal (Pb) | 17 |
| E. Analisa Data | 18 |
| IV. HASIL..... | 19 |
| A. Laju Pertumbuhan Harian dan Pertumbuhan Mutlak | 19 |
| B. Kandungan Karaginan..... | 20 |
| C. Kandungan Pigmen..... | 20 |
| D. Parameter Kualitas Air | 21 |
| V. PEMBAHASAN | 23 |
| A. Laju Pertumbuhan Harian dan Pertumbuhan Mutlak | 23 |
| B. Kandungan Karaginan..... | 24 |
| C. Kandungan Pigmen..... | 25 |
| D. Parameter Kualitas Air | 26 |
| VI. KESIMPULAN DAN SARAN | 30 |
| A. Kesimpulan..... | 30 |
| B. Saran | 30 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 31 |
| LAMPIRAN | 39 |

DAFTAR TABEL

| No. | Hal. |
|---|------|
| 1. Pengukuran Kualitas Air, Alat atau Metode Pengukuran dan Waktu Pengukuran pada Lokasi yang Berbeda | 17 |
| 2. Pertumbuhan Mutlak (g) Rumput Laut <i>K. alvarezii</i> Setiap Lokasi yang Dibudidayakan selama 45 hari | 20 |
| 3. Parameter Kualitas Air Rumput Laut <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi yang Berbeda..... | 22 |

DAFTAR GAMBAR

| No. | Hal. |
|---|------|
| 1. Kerangka Pikir Penelitian | 12 |
| 2. Lokasi Penelitian | 13 |
| 3. Metode Longline..... | 15 |
| 4. Grafik Laju Pertumbuhan Harian (%) <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi Permukiman, Muara Sungai dan Pelabuhan | 19 |
| 5. Grafik Pertumbuhan Mutlak (g) <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi Permukiman, Muara Sungai dan Pelabuhan | 19 |
| 6. Grafik Kandungan Karaginan (%) <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi Permukiman, Muara Sungai dan Pelabuhan | 20 |
| 7. Grafik Kandungan Klorofil a (mg/g) <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi Permukiman, Muara Sungai dan Pelabuhan | 21 |
| 8. Grafik Kandungan Karotenoid (mg/g) <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi Permukiman, Muara Sungai dan Pelabuhan | 21 |

DAFTAR LAMPIRAN

| No. | Hal. |
|--|------|
| 1. Analisis Ragam Laju Pertumbuhan Harian Rumput Laut <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi yang Berbeda | 39 |
| 2. Analisis Ragam Pertumbuhan Mutlak Rumput Laut <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi yang Berbeda | 40 |
| 3. Analisis Ragam Kandungan Karaginan Rumput Laut <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi yang Berbeda | 41 |
| 4. Analisis Ragam Kandungan Klorofil a Rumput Laut <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi yang Berbeda | 42 |
| 5. Analisis Ragam Kandungan Karotenoid Rumput Laut <i>K. alvarezii</i> pada Lokasi yang Berbeda | 43 |

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Rumput laut *K. alvarezii* banyak dibudidayakan oleh masyarakat pesisir karena dapat meningkatkan taraf pendapatan masyarakat serta kebutuhan akan bahan baku yang meningkat sehingga dapat menjadi sumber devisa negara karena banyaknya permintaan akan rumput laut untuk diekspor. Rumput laut merupakan komoditas unggulan ekspor dari Provinsi Sulawesi Selatan, di mana 70% diekspor ke China (Suryawati, 2018). *K. alvarezii* adalah jenis rumput laut yang banyak dimanfaatkan karena kandungan karaginan yang banyak digunakan sebagai kebutuhan bahan baku, kosmetik maupun makanan di dalam maupun luar negeri (ekspor). Karaginan yang terdapat pada *K. alvarezii* merupakan jenis kappa karaginan.

Kabupaten Bantaeng merupakan daerah pesisir yang mempunyai garis pantai sepanjang 21 km dan menjadikan daerah ini sebagai salah satu penghasil rumput laut di Sulawesi Selatan. Pada umumnya masyarakat yang mendiami daerah sekitar pesisir berprofesi selain sebagai nelayan juga pembudidaya rumput laut karena hasil yang diperoleh secara signifikan dapat meningkatkan pendapatan. Hampir sepanjang garis pantai dipenuhi dengan budidaya rumput laut. Keberhasilan budidaya *K. alvarezii* banyak dipengaruhi oleh beberapa, salah satunya adalah lokasi. Menurut Doty (1988 dalam Yusuf, 2004) pemilihan lokasi merupakan salah satu syarat untuk keberhasilan dalam budidaya rumput laut. Faktor ekologi budidaya rumput laut ini meliputi kondisi lingkungan fisika, kimia dan biologi.

Simajuntak (2005) dengan semakin meluasnya kawasan pemukiman penduduk, semakin meningkatnya produk industri rumah tangga, serta semakin berkembangnya kawasan industri di kota besar, akan memicu terjadinya peningkatan pencemaran pada perairan pantai dan laut. Hal ini disebabkan karena semua limbah dari daratan, baik yang berasal dari pemukiman perkotaan maupun yang bersumber dari kawasan industri, yang pada akhirnya bermuara ke pantai.

Di kawasan pesisir buangan sampah rumah tangga, dan sampah lainnya yang bermuara ke laut menyebabkan kondisi tidak bersih lagi (Yulianto, 2004) yang akan menggagalkan keberhasilan budidaya rumput laut di lokasi tersebut. Oleh karenanya perlu dilakukan penelitian di beberapa lokasi lingkungan yang berbeda diantaranya daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan. Pertumbuhan, kandungan karaginan, pigmen dan timbal (Pb) pada berbagai lokasi berbeda diduga akan berpengaruh terhadap *K. alvarezii*.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimana laju pertumbuhan *K. alvarezii* pada daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan
2. Bagaimana kandungan karaginan *K. alvarezii* pada daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan
3. Bagaimana kandungan pigmen *K. alvarezii* pada daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan
4. Bagaimana kandungan timbal (Pb) *K. alvarezii* pada daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis laju pertumbuhan *K. alvarezii* pada lokasi berbeda yaitu daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan.
2. Menganalisis kandungan karaginan *K. alvarezii* pada lokasi berbeda yaitu daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan.
3. Menganalisis kandungan pigmen *K. alvarezii* pada lokasi berbeda yaitu daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan.
4. Menganalisis kandungan timbal (Pb) *K. alvarezii* pada lokasi berbeda yaitu daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan.

D. Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini adalah :

Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi bagi pembudidaya berkaitan pertumbuhan, kandungan karaginan, pigmen dan timbal (Pb) *K. alvarezii* yang dibudidayakan pada lokasi berbeda yaitu permukiman, muara sungai dan pelabuhan sehingga dapat membantu para pembudidaya dalam peningkatan produksinya.

E. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Pertumbuhan *K. alvarezii* berbeda pada daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan
2. Kandungan karaginan *K. alvarezii* berbeda pada daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan

3. Kandungan pigmen *K. alvarezii* berbeda pada daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan
4. Kandungan timbal (Pb) *K. alvarezii* berbeda pada daerah permukiman, muara sungai dan pelabuhan

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Kappahycus alvarezii* (*Eucheuma cottonii*)

Rumput laut *K. alvarezii* merupakan salah satu jenis alga merah (*Rhodophyceae*). Karena karaginan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa-karaginan, maka jenis ini secara taksonomi disebut *K. alvarezii*. Namun nama "*cottonii*" umumnya lebih dikenal dan biasa dipakai dalam dunia perdagangan nasional maupun internasional untuk rumput laut jenis ini. Klasifikasi *K. alvarezii* menurut Doty (1985) adalah sebagai berikut: Kingdom :*Archaeplastida (Plantae)*

Divisi :*Rhodophyta*

Kelas :*Rhodophyceae*

Ordo :*Gigartinales*

Famili :*Solieracea*

Genus :*Eucheuma*

Species :*Kappaphycus alvarezii*

1. Morfologi dan Reproduksi

Ciri umum fisik *K. alvarezii* adalah mempunyai talus silindris, permukaan licin dan tidak memperlihatkan adanya perbedaan antara akar, batang dan daun. Warna yang dimiliki oleh *K. alvarezii* beragam, ada yang berwarna hijau, hijau-kuning, coklat, abu-abu atau merah. Keragaman warna ini disebabkan oleh faktor lingkungan dan merupakan suatu proses adaptasi kromatik, yaitu penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan (Ahda *et al.*, 2005). Bentuk talus *K. alvarezii* runcing dan memanjang, agak jarang dan tidak tersusun melingkar. Percabangannya tumbuh ke berbagai arah dengan batang utama keluar saling berdekatan ke daerah basal (pangkal). Cabang-cabang yang tumbuh membentuk rumpun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya cahaya matahari. Percabangan yang tumbuh juga memiliki sifat lain, yaitu *alternatus* (berseling), tidak teratur, serta dapat bersifat *dichotomus* (percabangan dua-dua) atau *trichotomus* (percabangan tiga-tiga) (Atmadja *et al.*, 1996).

Secara umum rumput laut memiliki dua macam pola reproduksi, yaitu: (1) reproduksi seksual yang terdiri dari tiga tipe yakni haplobiontik, haplobiontik diploid dan diplobiontik. Haplobiontik yaitu hanya satu individu bebas yang terlibat dalam daur hidup. Haplobiontik diploid, dalam hal ini individu yang melakukan daur hidup adalah diploid. Proses reproduksi diplobiontik, melibatkan dua individu yang terlibat dalam daur hidupnya, yaitu gametofit haploid yang menghasilkan gamet dan sporofit diploid

yang menghasilkan spora. Pertemuan antara dua gamet (jantan dan betina) akan membentuk zigot yang kemudian berkembang menjadi sporofit. Individu baru inilah yang mengeluarkan spora dan berkembang melalui meiosis dalam sporogenesis menjadi gametofit; dan (2) reproduksi aseksual yakni pembentukan suatu individu baru rumput laut melalui pembelahan sel dan fragmentasi (Susanto & Abdillah, 2008).

2. Habitat dan Sebaran

Alga merah umumnya terdapat di daerah pasang surut (intertidal) atau pada daerah yang selalu terendam air (subtidal), melekat pada substrat di dasar perairan yang berupa karang batu mati, karang batu hidup, batu gamping atau cangkang moluska. Umumnya rumput laut tumbuh dengan baik di daerah pantai yang terdapat terumbu, karena di tempat inilah beberapa persyaratan untuk pertumbuhannya banyak terpenuhi, diantaranya kedalaman perairan, cahaya, substrat, gerakan air dan lainnya. Dibandingkan dengan jenis alga lainnya, alga merah dapat hidup pada lapisan air yang lebih dalam. Hal ini disebabkan, karena adanya pigmen fikokieritrin yang berperan sebagai pigmen pelengkap dan mampu menyerap cahaya biru-hijau yang banyak tersedia pada lapisan tersebut (Dawes, 1981).

B. Budidaya *K. alvarezii*

1. Pemilihan Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi budidaya yaitu : Lokasi budidaya harus memiliki pergerakan air yang cukup sehingga dapat menyebabkan tanaman memperoleh pemasokan makanan secara kontinyu, serta terhindar dari akumulasi debu, dan tanaman penempel. Perairan yang mempunyai dasar berpasir yang bercampur dengan karang mati merupakan lokasi yang baik untuk budidaya rumput laut *K. alvarezii*. Lokasi yang dipilih dengan kedalaman air pada saat surut terendah minimal 0,4 m sampai kedalaman dimana sinar matahari masih dapat mencapai tanaman. Salinitas perairan untuk pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii*, berkisar antara 28–35 ppt dan menghindari lokasi yang berdekatan dengan sumber pencemaran air, seperti industri dan tempat bersandarnya kapal-kapal (Prihaningrum, 2001).

2. Bibit dan Pertumbuhan

Bibit rumput laut yang berkualitas baik memiliki beberapa kriteria, antara lain (Anggadiredja *et al.*, 2006): (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 cemar, 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 rumput laut jenis *K. 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 (Hamid, 2009). Laju pertumbuhan harian (2,36%) dengan menggunakan metode longline (Hernanto *et al.*, 2015). Kisaran laju pertumbuhan harian 0,7 %-15,6 % (Rima *et al.*, 2016), 0,39 %-4,67 % (Asmi *et al.*, 2013), 1,58 %-3,56 % (Rukisah *et al.*, 2020), 6,14 %-6,26 % musim dingin dan 3,95 %-5,62 % musim panas (Ohno *et al.*, 1996), 5,04 % musim dingin dan 3,90 % musim panas (Ateweberhen *et al.*, 2014).

3. Panen

Umur panen sangat berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas rumput laut yang dihasilkan. Pemanenan dilakukan pada saat rumput laut dianggap cukup matang dengan kandungan polisakarida maksimum, yaitu setelah 6-8 minggu pemeliharaan. Lama pemeliharaan ini sangat erat kaitannya dengan lokasi, jenis rumput laut serta metode budidaya. Rumput laut *K. alvarezii* mencapai bobot tertingginya pada hari ke-42 hingga 45 dan setelahnya akan cenderung menurun, hal ini disebabkan oleh massa rumput laut yang semakin berat sehingga mudah rontok ketika terkena arus dan gelombang air (Hamid, 2009; Sadaruddin, 2011). Demikian juga halnya dengan kandungan karaginan dari rumput laut *K. alvarezii* yang optimum diperoleh pada umur panen 45 hari (Sadaruddin, 2011).

C. Faktor Lingkungan Budidaya

1. Suhu

Suhu perairan erat kaitannya dengan laju fotosintesis disamping cahaya dan kandungan nutrisi di perairan (Dawes, 1981). Pertumbuhan yang cepat *Kappaphycus* dengan suhu yang lebih hangat 25-30 °C (Trono & Ohno, 1989 dalam Ask dan Azanza, 2002). Kisaran suhu optimum adalah berkisar antara 25-28 °C (Ohno *et al.*, 1994). Persyaratan suhu perairan yang cocok untuk budidaya *K. alvarezii* berkisar antara 26-32 °C (SNI, 7579.2.2010).

2. Salinitas

Salinitas adalah jumlah (gram) zat-zat yang larut dalam kilogram air laut dimana dianggap semua karbonat telah diubah menjadi oksida, brom, dan ion diganti dengan klor dan semua bahan-bahan organik telah teroksidasi sempurna. Di perairan pantai, kisaran salinitas yang normal adalah 28–32 ppt (Peranginangin *et al.*, 2015). Menurut Anggadiredja *et al.* (2006) lokasi budidaya usahakan yang jauh dari sumber air tawar

seperti dekat muara sungai karena dapat menurunkan salinitas air. Menurut Neish (2009) curah hujan rendah menyebabkan salinitas air laut meningkat lebih tinggi daripada salinitas penuh (35 ppt) sehingga pertumbuhan terhambat.

3. pH

Derajat kemasaman atau pH merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan *K. alvarezii*. Hampir seluruh alga mempunyai kisaran daya penyesuaian terhadap pH antara 6,8-9,6 (Aslan, 1998)

4. Kec. Arus

Rumput laut memerlukan arus untuk membantu ketersediaan pasokan nutrisi. Lokasi budidaya *K. alvarezii* harus terlindung dari arus dan hempasan ombak yang besar yang dapat merusak dan menghanyutkan tanaman. Arus dapat berpengaruh dalam kegiatan budidaya, pengaruh baik maupun pengaruh buruk. Adapun pengaruh buruknya yaitu jika arus terlalu besar akan merusak rumput laut tersebut (Anggadiredja *et al.*, 2006).

5. TSS (Total Suspended Solid)

Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya (Nasution, 2008). Padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid atau TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 μm) yang tertahan pada saringan milli-pore dengan diameter pori 0.45 μm (Effendi, 2003). Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan (Edward & Tarigan, 2003).

6. Unsur Hara

Unsur N dan P diperlukan alga untuk pertumbuhan, reproduksi, dan untuk pembentukan cadangan makanan berupa kandungan zat-zat organik seperti karbohidrat, protein dan lemak. Ketersediaan berbagai unsur hara pada suatu perairan, khususnya unsur nitrogen dan fosfor merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan alga. Hal ini dapat dijelaskan karena nitrogen merupakan salah satu unsur utama penyusun sel organisme (Patadjai, 2007).

Unsur hara penting lainnya yang dibutuhkan oleh rumput laut adalah fosfat. Kadar ortofosfat 0.003-0.01 ppm merupakan perairan dengan tingkat kesuburan rendah, 0.011-0.03 ppm tergolong sedang dan 0.031-0.1 ppm tergolong perairan dengan tingkat kesuburan yang tinggi (Syamsuddin, 2014).

Pengaruh nitrat memiliki hubungan linier yang positif dengan pertumbuhan *K. alvarezii*, namun bukanlah merupakan faktor tunggal yang mengontrol pertumbuhan rumput laut. Konsentrasi fosfat merupakan peubah lingkungan utama yang mengontrol nilai karaginan *K. alvarezii* dibandingkan peubah lainnya (Latif, 2012).

D. Karaginan *Kappaphycus alvarezii*

Karaginan berasal dari getah rumput laut yang terdapat dalam dinding sel atau matrik intraseluler dan merupakan salah satu hasil fotosintesisnya (Distantina *et al.*, 2011).

Karaginan merupakan hidrokoloid yang terutama terdiri dari ester sulfat amonium, kalsium, magnesium, kalium dan natrium dari galaktosa dan 3.6-anhidrogalaktosa polisakarida (FAO, 2007). Karaginan juga merupakan komponen penyusun terbesar dari berat kering rumput laut dibandingkan dengan komponen lain. Karaginan diperoleh melalui ekstraksi ganggang merah (*Rhodophyceae*) menggunakan air panas atau larutan alkali panas (Distantina *et al.*, 2011). Karaginan dibagi menjadi 3 fraksi berdasarkan unit penyusunnya yaitu kappa, iota dan lambda karaginan. Kappa karaginan tersusun dari (1.3)-D-galaktosa-4-sulfat dan (1.4)-3.6-anhidro-D-galaktosa. Kappa karaginan juga sering ditemukan mengandung D-galaktosa-6-sulfat ester dan 3.6-anhidro-D-galaktosa-2-sulfat ester. Adanya gugusan 6-sulfat, dapat menurunkan daya gelasi dari karaginan, tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan terjadinya transeliminasi gugusan 6-sulfat, yang menghasilkan 3.6-anhidro-D-galaktosa. Dengan demikian derajat keseragaman molekul meningkat dan daya gelasinya juga bertambah (Van de Velde *et al.*, 2002).

Perbedaan salinitas sekitar 1,9 ppt antara musim kemarau dengan musim hujan cukup signifikan pengaruhnya menyebabkan perbedaan karaginan yang lebih tinggi pada musim kemarau dibandingkan dengan musim hujan (Nursidi *et al.*, 2012).

Kualitas rumput laut yang terbaik dari kadar karaginan diperoleh dengan bibit dari asal ujung thallus dengan bobot awal 125 gr menjadi 1.012,5 g (50.09 % karaginan), 50 g menjadi 577,5 g (42.48 % karaginan) yang dipanen pada minggu ke-4 atau pada usia tanam 4 minggu. Hubungan pertumbuhan dengan kadar karaginan berpola kuadratik, dimana semakin tinggi pertumbuhan bobot maka semakin tinggi kadar karaginan sampai batas tertentu (minggu ke-4), kemudian menurun seiring dengan kenaikan pertumbuhan (Iksan, 2005). Standar rumput laut memiliki CAY (Clean Anhydrous Carrageenan Yield) yaitu kandungan karaginan dalam rumput laut bersih dan kering. Kadar karaginan menurut standar sebesar 40 % sedangkan rumput laut yang kualitas rendah hanya memiliki kadar karaginan sebesar 30 % (Doty, 1985).

E. Fotosintesis dan Pigmen

Cahaya merupakan syarat utama dalam kelangsungan hidup *K. alvarezii*. Cahaya memiliki pengaruh yang besar terhadap komposisi kimia rumput laut dan aktivitas fotosintesisnya. Pada perairan terbuka, penetrasi cahaya dipengaruhi oleh kedalaman. Seiring bertambahnya kedalaman akan menurunkan kualitas dan intensitas cahaya yang masuk (Dawes, 1981). Semua organisme fotosintesis mengandung pigmen organik yang digunakan untuk menghasilkan energi. Ada tiga kelas utama pigmen yaitu klorofil, karotenoid dan fikobilin (Richmond, 2004).

Alga pada umumnya memiliki pigmen fotosintesis utama berupa klorofil, karotenoid dan *biliproteins* (fikobilin). Klorofil merupakan pigmen utama dalam penyerapan cahaya pada proses fotosintesis (Dawes, 1981). Klorofil bertanggung jawab untuk menangkap energi cahaya yang digunakan untuk transpor elektron fotosintesis. Klorofil a sangat penting dalam reaksi pusat. Hal ini terkait dengan protein pengikat klorofil pusat reaksi serta memanen kompleks antena, sehingga ditemukan di semua ganggang, sedangkan klorofil b hanya terkait dengan kompleks antena pemanen cahaya. Ini ditemukan di Ulvophyceae dan di Chlorophyta dan tumbuhan tingkat tinggi lainnya. Klorofil c 1 dan c 2 terdapat pada Phaeophyceae. Rasio khas klorofil a terhadap klorofil b pada tumbuhan tingkat tinggi dan ganggang sekitar 3 hingga 1. Klorofil c menyerap cahaya biru lebih kuat dan cahaya merah lebih sedikit kuat daripada klorofil a dan b (Naguit & Tisera, 2009).

Pigmen karotenoid yang terkandung dalam *K. alvarezii* berperan sebagai pigmen aksesori dalam proses fotosintesis (Paransa *et al.*, 2020). Seperti klorofil, karotenoid larut dalam pelarut organik dan relatif tidak larut dalam air. Karotenoid diklasifikasikan menjadi karoten (murni hidrokarbon) dan xantofil (mengandung oksigen di cincin terminal), yang semuanya adalah senyawa 40-karbon. Mereka biasanya berwarna merah, oranye atau kuning tetapi ada juga yang hijau, yang lain merah muda, dan beberapa cukup hitam. Karotenoid terdapat di semua filum utama tumbuhan (Naguit & Tisera, 2009).

Fikobilin dibagi dua, yaitu fikosianin dan fikoeritrin. Fikosianin mampu merefleksikan cahaya biru, sedangkan fikoeritrin mampu merefleksikan cahaya merah. Perbedaan signifikan pada rasio korelasi antara konsentrasi fikoeritrin dan cahaya yang tersedia menjadi penjelas distribusi alga berdasarkan kedalaman. Konsentrasi dan rasio pigmen fikoeritrin dengan klorofil-a pada *Eucheuma* berubah dari 20 : 1 di musim semi menjadi 1 : 1 di musim panas. Perubahan rasio ini berkorelasi dengan penurunan kejernihan air dan hilang atau menurunnya gelombang cahaya merah di perairan dangkal karena adanya peningkatan kelimpahan plankton di musim panas (Dawes, 1981).

Pigmen pada rumput laut memiliki ciri yang khas satu dengan yang lain, karena memiliki puncak penyerapan cahaya matahari pada panjang gelombang yang berbeda. Rumput laut *K. alvarezii* diketahui memiliki dua jenis pigmen yang dominan dalam penentu laju fotosintesisnya. Kedua pigmen tersebut bekerja optimum pada panjang gelombang 664, 647 nm (klorofil-a) (Rusdani, 2013).

Pigmen fotosintesis selain klorofil-a pada dasarnya merupakan pigmen pelengkap yang membantu klorofil-a untuk menyerap cahaya. Energi cahaya yang diserap selanjutnya diteruskan ke klorofil-a, sehingga dapat mengoptimalkan proses fotosintesis pada alga tersebut. Pigmen klorofil-a akan semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman, karena kemampuan penetrasi cahaya matahari yang semakin berkurang juga. Pada saat penetrasi cahaya berkurang, pigmen pelengkap memegang peranan penting (Dawes, 1981).

Berkurangnya penetrasi cahaya matahari seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan juga menandakan semakin menyempitnya panjang gelombang cahaya yang menembus lapisan air tersebut. Namun hal tersebut tidak selalu berdampak negatif bagi alga. Pada umumnya fotosintesis meningkat sejalan dengan peningkatan intensitas cahaya sampai pada suatu nilai optimum tertentu (cahaya saturasi). Intensitas cahaya yang sangat tinggi dapat menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis (fotoinhibisi), karena pada intensitas cahaya yang tinggi kelebihan energi yang diserap dapat menonaktifkan sistem fotosintesis. Sedangkan intensitas yang terlalu rendah merupakan pembatas bagi proses fotosintesis (Neale, 1987) dengan menggunakan metode longline (Hernanto *et al.*, 2015).

Laju fotosintesis tertinggi bagi alga merah (*K. alvarezii*) didapatkan pada panjang gelombang 490-600 nm. Hal ini disebabkan karena setiap alga memiliki syarat minimum terhadap intensitas cahaya untuk membentuk talus agar lebih besar dan padat (Luning, 1990). Intensitas cahaya matahari yang optimum untuk pertumbuhan rumput laut berkisar antara 1.000-10.000 lux. Kebutuhan cahaya pada tiap jenis rumput laut berbeda, pada rumput laut merah laju fotosintesis mencapai nilai optimum pada intensitas cahaya 6.000 lux (Parenrengi & Sulaeman, 2007).

F. Logam Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah jenis logam yang lunak dan berwarna cokelat kehitaman serta mudah dimurnikan. Logam ini termasuk ke dalam logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia yang memiliki nomor atom (NA) 82 dengan berat atom (BA) 207,2 GR/mol (Palar, 1994).

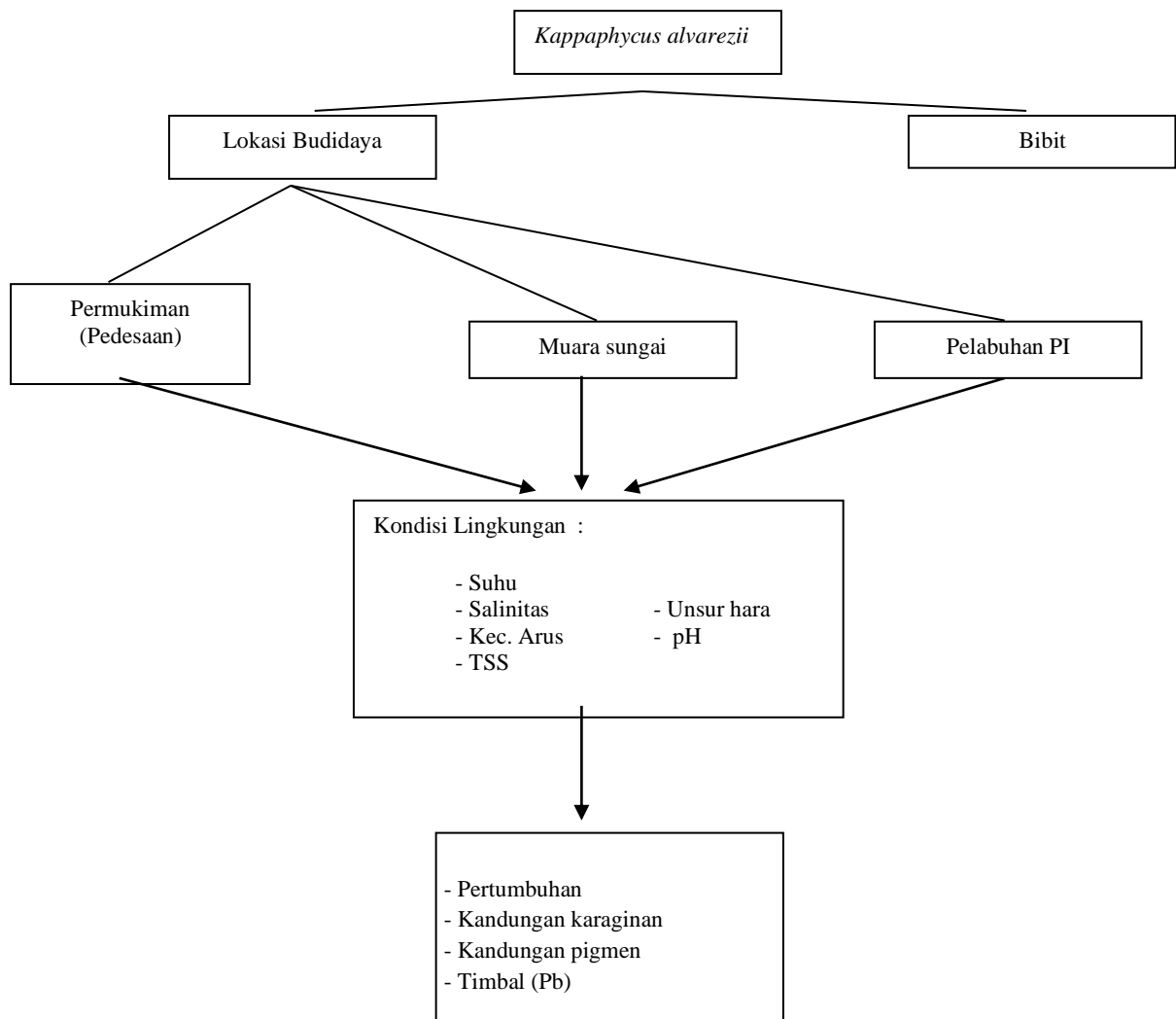
Berdasarkan sumbernya, pencemaran dapat dibagi menjadi dua kelompok (Soegiarto, 1976), yakni: (a) Dari laut, misalnya tumpahan minyak baik dari sumbernya

langsung maupun hasil pembuangan kegiatan pertambangan di laut, sampah dan ballast dari kapal tanker; (b) Dari darat, melalui udara dan terbawa oleh air sungai yang akhirnya bermuara ke laut.

Salah satu bahan pencemar yang dikhawatirkan keberadaannya di laut adalah bahan polutan logam berat. Logam berat di laut berasal dari dua sumber yang berbeda yaitu sumber dari alam seperti gunung berapi, sungai dekomposisi bahan organik, sedimen serta bersumber dari aktivitas manusia yaitu dari limbah industri dan limbah domestik atau buangan penduduk (Geyer, 1981). Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan disperse, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di daerah tersebut. Pengendapan logam berat di suatu perairan terjadi karena adanya anion karbonat hidroksil. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan berikatan dengan partikel-partikel sedimen, sehingga konsentrasi logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan di dalam air (Hutagalung, 1994)

Salah satu faktor utama yang banyak dijumpai dari adanya pencemaran logam berat adalah akibat dari pembuangan sampah-sampah/limbah ke laut secara berlebihan (Hutabarat dan Evans, 1985). Menurut Mukhatasor (2007) selain berpengaruh pada pertumbuhan, aktivitas biologi dan pada reaksi kimia yang terjadi di lingkungan laut, perubahan pH juga dapat mempengaruhi toksisitas (daya racun) logam berat yang mencemari lingkungan laut. Penurunan pH akan menyebabkan toksisitas logam berat menjadi semakin besar, juga dapat menyebabkan tingkat bioakumulasi polutan pada organisme semakin besar.

G. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian