

SKRIPSI

**PENGARUH BERBAGAI KEDALAMAN AIR TERHADAP
KANDUNGAN KLOORIFIL DAN KAROTENOID RUMPUT LAUT
Gracilaria changii DENGAN SISTEM KANTONG JARING**

Disusun dan diajukan oleh:

MEYLAN ANGGRIANY ANUGRAH

L031181327



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**PENGARUH BERBAGAI KEDALAMAN AIR TERHADAP
KANDUNGAN KLOOROFIL DAN KAROTENOID RUMPUT LAUT
Gracilaria changii DENGAN SISTEM KANTONG JARING**

OLEH :

**MEYLAN ANGGRIANY ANUGRAH
L031181327**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Program Studi Budidaya
Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBARAN PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH BERBAGAI KEDALAMAN AIR TERHADAP KANDUNGAN KLOROFIL
DAN KAROTENOID RUMPUT LAUT *Gracilaria changii* DENGAN SISTEM
KANTONG JARING

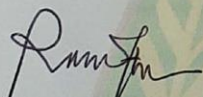
Disusun dan diajukan oleh

MEYLAN ANGGRIANY ANUGRAH
L031181327

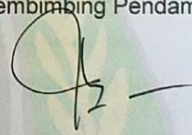
Telah dipertahankan di hadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Sarjana rogram Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu kelautan dan Pelirikanan Universitas Hasanuddin pada Tanggal 11 November 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui

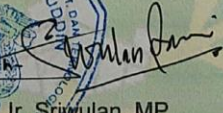
Pembimbing Utama


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

Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Badraeni, MP.
NIP. 196510231991032001

Ketua Program Studi
Budidaya Perairan
Universitas Hasanuddin


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

Tanggal Pengesahan: 2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Meylan Anggriany Anugrah
NIM : L031 18 1327
Program Studi : Budidaya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya saya yang berjudul:

“Pengaruh Berbagai Kedalaman Air Terhadap Kandungan Klorofil dan Karotenoid Rumput Laut *Gracilaria changii* Dengan Sistem Kantong Jaring.”

Merupakan karya penelitian saya sendiri dan tidak ada unsur plagiat atau hak cipta pihak lain didalamnya, kecuali secara tertulis digunakan sebagai sumber acuan dalam naskah skripsi ini dan terlampir di daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti saya melanggar hak cipta pihak lain atau adanya plagiat didalamnya maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No.17, tahun 2007).

Makassar, 11 November 2022

Yang Menyatakan,



Meylan Anggriany Anugrah
NIM.L031181327

PERNYATAAN AUTHORSHIP

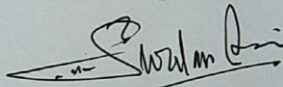
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Meylan Anggriany Anugrah
NIM : L031181327
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

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

Makassar, 11 November 2022

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Sriwulan, MP.
NIP. 196606301991032002

Penulis



Meylan Anggriany Anugrah
L031181327

KATA PENGANTAR

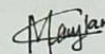
Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi Program Studi Budidaya Perairan. Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, ini dengan judul "**Pengaruh Berbagai Kedalaman Air Terhadap Kandungan Klorofil dan Karotenoid Rumput Laut *Gracilaria changii* Dengan Sistem Kantong Jaring**".

Skripsi ini disusun oleh penulis guna memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S1) fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan (Mei-Juli 2022). Selama penelitian dan penulisan skripsi ini, ada banyak sekali hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis beranggapan bahwa skripsi ini merupakan karya terbaik yang dapat penulis persembahkan. Tetapi penulis menyadari bahwa tidak menutup kemungkinan terdapat kekurangan di dalam skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun penulis harapkan. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini bermanfaat serta memberi nilai untuk kepentingan ilmu pengetahuan selanjutnya.

Makassar, 11 November 2022

Penulis



Meylan Anggriany Anugrah

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan oleh penulis berkat bantuan, dukungan dan dorongan dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Berbagai Kedalaman Air Terhadap Kandungan Klorofil dan Karotenoid Rumput Laut *Gracilaria changii* Dengan Sistem Kantong Jaring.”

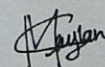
Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Pada proses penyelesaian Skripsi ini, banyak hal yang penulis lalui. Berbagai kesulitan dan tantangan yang mengiringi, namun berkat kerja keras, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah memberikan bantuan serta saran. Penulis mengucapkan terima kasih secara langsung maupun tidak langsung kepada:

1. Kedua orang tua yang saya sangat sayangi, hormati, cintai dan banggakan Ayahanda Jhon Anugrah dan Ibunda Lilian Lusyana Lalombo serta saudara-saudara saya yang tak henti-hentinya memanjatkan doa dan memberikan bantuan serta memberikan dukungan dan kasih sayang sepenuhnya. Tanpa doa dari beliau, segala pencapaian akademik ataupun non akademik saya mungkin tidak dapat terealisasikan.
2. Bapak Dr. Ir. Rustam, M.P., selaku pembimbing utama dan Ibu Dr. Ir. Badraeni, MP. selaku pembimbing anggota yang dengan tulus dan sabar membimbing, memberikan motivasi, saran dan petunjuk mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi.
3. Bapak Safruddin, S.Pi., M.P., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Ir. Sitti Aslamyah, MP., Selaku Wakil dekan Bidang Akademi, riset dan inovasi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin beserta seluruh staffnya.
6. Ibu Dr. Ir. Sriwulan. MP., selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.

7. Bapak Dr. Ir. Ridwan Bohari, M.Si., selaku pembimbing akademik, dan dosen penguji, yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menempuh perkuliahan.
8. Bapak Ir. Abustang, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat dalam penulisan skripsi.
9. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
10. Sahabat terkasih Yulia Indasari Lalombo, S.Pi., dan Brayen Alfayeth, S.Pi., yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi.
11. Sahabat terkasih Mark Lee yang selalu membantu dan membersamai penulis dalam kondisi apapun.
12. Teman seperjuangan penelitian saya, Rahmawati, Syahlan Anugrah Taslim dan Ahmad Zauki Ardana yang telah membantu dan membersamai selama penelitian.
13. Sahabat terkasih Ahmad Albar, S.Pi., Mifta Nur Fadilah, Ardianti Rukamana, Herni Azis, Hildawati, Sri Ayu Tandil Ra'pak, Rizki Ramadhan, Rahma Ashar, Herdiawan Asnur dan Alm. Wira Harimurti AP.Tonopa yang telah menerima kekurangan penulis, membersamai selama perkuliahan, membantu dan memotivasi penulis serta memberikan saran dalam setiap kegiatan akademik maupun non akademik.
14. Teman-teman seperjuangan BDP 2018 dan PPAB V atas kebersamaan, dukungan dan bantuan untuk penulis selama perkuliahan.
15. Keluarga besar UKM Anak Pantai Perikanan Unhas, dan Keluarga Mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan (KMP BDP) Keluarga Mahasiswa Perikanan (KEMAPI) FIKP UNHAS sebagai keluarga yang telah membersamai dan memberikan banyak pelajaran serta pengalaman kepada penulis selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi nilai untuk kepentingan ilmu pengetahuan, serta segala amal baik dari pihak yang membantu penulis mendapat berkat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

Makassar, 11 November 2022



Meylan Anggriany Anugrah

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|---|-----------|
| DAFTAR TABEL | |
| DAFTAR GAMBAR | |
| DAFTAR TABEL LAMPIRAN | |
| DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR | |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Tujuan dan Kegunaan | 2 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| A. Klasifikasi dan Morfologi | 3 |
| B. Habitat dan Distribusinya | 4 |
| C. Klorofil | 4 |
| D. Karotenoid | 5 |
| E. Budidaya Rumput Laut <i>Gracilaria changii</i> | 7 |
| F. Kedalaman | 7 |
| G. Intensitas Cahaya | 8 |
| H. Kualitas Air | 9 |
| 1. Suhu | 9 |
| 2. Salinitas | 10 |
| 3. pH (Power of hydrogen) | 10 |
| 4. Nitrat (NO ₃) | 11 |
| 5. Fosfat (PO ₄) | 11 |
| 6. Kecepatan Arus | 12 |
| 7. Kecerahan | 12 |
| III. METODE PENELITIAN | 14 |
| A. Waktu dan Tempat | 14 |

| | |
|--|-----------|
| B. Materi Penelitian | 14 |
| 1. Rumput Laut | 14 |
| 2. Wadah dan Fasilitas Penelitian | 14 |
| C. Prosedur Penelitian | 15 |
| 1. Persiapan Bibit | 15 |
| 2. Penanaman dan Pemeliharaan | 15 |
| 3. Pengambilan Sampel | 15 |
| D. Rancangan Penelitian | 16 |
| E. Pengamatan Parameter Penelitian | 16 |
| 1. Klorofil | 16 |
| 2. Karotenoid | 17 |
| F. Analisis Data | 17 |
| IV. HASIL | 18 |
| A. Kandungan Klorofil-a | 18 |
| B. Kandungan Karotenoid | 18 |
| C. Kualitas Air | 19 |
| V. PEMBAHASAN | 20 |
| A. Kandungan Klorofil-a | 20 |
| B. Kandungan Karotenoid | 21 |
| C. Kualitas Air | 23 |
| VI. KESIMPULAN | 25 |
| A. Kesimpulan | 25 |
| B. Saran | 25 |
| DAFTAR PUSTAKA | 26 |
| LAMPIRAN | 32 |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | Rata-rata kandungan klorofil-a pada rumput laut <i>G. changii</i> yang dipelihara selama 42 hari | 18 |
| 2. | Rata-rata karotenoid pada rumput laut <i>G. changii</i> yang dipelihara selama 42 hari..... | 18 |
| 3. | Hasil penelitain parameter kualitas air selama pemeliharaan rumput laut <i>G. changii</i> | 19 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Teks | Halaman |
|--------------|-------------------------------------|----------------|
| 1. | Rumput laut <i>G. changii</i> | 3 |
| 2. | Peta lokasi penelitian | 14 |
| 3. | Konstruksi wadah penelitian | 15 |

DAFTAR TABEL LAMPIRAN

| Nomor | Teks | Halaman |
|--------------|---|----------------|
| 1. | Hasil data pengamatan kandungan klorofil dan karotenoid selama pemeliharaan 42 hari | 33 |
| 2. | Hasil analisis ragam kandungan klorofil-a | 34 |
| 3. | Hasil analisis ragam kandungan karotenoid | 35 |

DAFTAR LAMPIRAN GAMBAR

| Nomor | Teks | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1. | Bibit rumput lau <i>G. changii</i> yang dibudidayakan oleh masyarakat di desa Ujung Baji | 33 |
| 2. | Kantong jaring (<i>cage</i>) sebagai wadah penyimpanan bibit dan memelihara rumput laut | 33 |
| 3. | Pelampung terbuat dari bamboo (rakit bamboo) | 33 |
| 4. | Pencucian rumput laut <i>G. changii</i> sebelum penanaman | 33 |
| 5. | Penimbangan bibit rumput laut <i>G. changii</i> sebelum dimasukkan kedalam wadah pemeliharaan | 34 |
| 6. | Pengikatan bibit rumput laut <i>G. changii</i> sebelum dimasukkan kedalam wadah pemeliharaan | 34 |
| 7. | Penanaman bibit rumput laut <i>G. changii</i> | 34 |
| 8. | Pemeliharaan rumput laut <i>G. changii</i> | 34 |
| 9. | Pengamatan parameter kualitas air | 35 |
| 10. | Panen rumput laut <i>G. changii</i> setelah pemeliharaan | 35 |
| 11. | Proses menganalisis sampel | 35 |



Biodata Penulis

Penulis bernama lengkap Meylan Anggriany Anugrah, lahir di Makassar pada tanggal 23 Mei 1998 sebagai anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan suami-istri. Bapak Jhon Anugrah dan Ibu Lilian Lusyana Lalombo. Saat ini penulis berumur 23 tahun. Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan sekolah dasar di SD Mangga Tiga, Makassar pada Tahun 2011, sekolah menengah pertama di SMPN 35 Makassar ,pada tahun 2014, dan sekolah menengah atas di SMAN 18 Makassar, pada tahun 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar pada tahun 2018 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama studi di jenjang S1, penulis aktif mengikuti dua lembaga internal kampus sebagai Badan Pengurus Harian UKM Anak Pantai Perikanan Unhas periode 2020, dan Sekretaris Umum KMP BDP KEMAPI FIKP UNHAS periode 2021. Dalam rangka menyelesaikan studi serta memenuhi syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana perikanan, penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Berbagai Kedalaman Air Terhadap Kandungan Klorofil dan Karotenoid Rumput Laut (*Gracilaria changii*) dengan Sistem Kantong Jaring” yang di bimbing oleh Bapak Dr. Ir. Rustam, M.Si. dan Ibu Dr. Ir. Badraeni, MP.

ABSTRAK

Meylan Anggriany A. L031181327. "Pengaruh Berbagai Kedalaman Air Terhadap Kandungan Klorofil dan Karotenoid Rumput Laut *Gracilaria changii* Dengan Sistem Kantong Jaring." Dibimbing oleh **Rustam** sebagai pembimbing utama dan **Badraeni** sebagai pembimbing anggota.

Rumput laut *Gracilaria changii* merupakan salah satu jenis makro alga merah (Rhodophyta) yang banyak dibudidayakan. Klorofil dan karotenoid merupakan pigmen alami yang terdapat pada semua jenis rumput laut. Pigmen klorofil dan karotenoid memiliki efek terhadap kesehatan dan telah dimanfaatkan sebagai antioksidan dan antikanker. Kedalaman perairan mempengaruhi pertumbuhan rumput laut dan diduga turut mempengaruhi kandungan klorofil dan karotenoid pada *G. changii*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perbedaan kedalaman perairan terhadap kandungan klorofil-a dan karotenoid pada rumput laut *G. changii* dengan sistem kantong jaring. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 3 kelompok perlakuan dan 3 ulangan sebagai perlakuan. Analisis data menggunakan analysis of variance (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kandungan klorofil-a dan kandungan karotenoid. Kandungan klorofil-a yang didapatkan tertinggi pada perlakuan B sebesar $0,005 \text{ mg/g} \pm 0,004$ menyusul perlakuan C dan A masing-masing $0,003 \text{ mg/g} \pm 0,000$ dan $0,003 \text{ mg/g} \pm 0,002$. Demikian dengan kandungan karotenoid tertinggi pada perlakuan B sebesar $0,216 \text{ mg/g} \pm 0,157$ menyusul perlakuan C sebesar $0,155 \text{ mg/g} \pm 0,024$ dan perlakuan A sebesar $0,135 \pm 0,052$. Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian semuanya layak untuk *G. changii*, kecuali salinitas di atas kisaran ambang kelayakan yaitu 24-33 ppt.

Kata kunci : *Gracilaria changii*, klorofil, karotenoid, kedalaman, kantong jaring.

ABSTRACT

Meylan Anggriany A. L031181327. "The Influence of Various Water Depths on Chlorophyll Content and Carotenoid Content of Seaweed *Gracilaria changii* With a Net Bag System." Supervised by **Rustam** as the principle supervisor and **Badraeni** as the co-supervisor.

Gracilaria changii seaweed is one type of red algae macro (Rhodophyta) which is widely cultivated. Chlorophyll and carotenoids are pigments natural in all types of seaweed. Chlorophyll and Carotenoid pigments it has an effect on health and has been switched as an antioxidant and anticancer. The depth of the waters affects the growth of seaweed and is suspected it also affects the content of chlorophyll and carotenoids in *G. changii*. This research aim to analyze the influence of the difference in depth of water on chlorophyll-a and carotenoid content on seaweed *G. changii* with bag system nets. Research uses random design group (RAK) with 3 groups treatment and 3 repeats as treatment. Data analysis using analysis of variance (ANOVA) with a trust rate of 95%. Treatment has no effect real ($P>0.05$) against chlorophyll-a content and carotenoid content. Content chlorophyll-a is highest obtained at B treatment of $0.005 \text{ mg/g} \pm 0.004$ following treatment of C and A $0.003 \text{ mg/g} \pm 0.000$ and $0.003 \text{ mg/g} \pm$ respectively 0.002 . Thus with the highest carotenoid content in treatment B of size $0.216 \text{ mg/g} \pm 0.157$ following C treatment of $0.155 \text{ mg/g} \pm 0.024$ and treatment A amount of 0.135 ± 0.052 . Water quality parameters measured during the study everything is worth *G. changii*, except salinity above the eligibility threshold range that is 24-33 ppt.

Keywords : *Gracilaria changii* ,chlorophyll, carotenoids, depth, net bag.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Rumput laut merupakan kekayaan biota laut yang tersebar luas di perairan Indonesia, tumbuh secara alami dan juga dibudidayakan, serta rumput laut banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai obat, makanan dan kosmetika. *Gracilaria* sp. terutama yang banyak digunakan untuk tujuan komersial sebagai bahan utama *Gracilaria* sp. termasuk agar yang bernilai tinggi (Rismawati, 2012). Jenis alga yang banyak dibudidayakan adalah *Gracilaria changii*, jenis rumput laut ini mengandung bahan-bahan penting, termasuk bahan komersial seperti kosmetik, makanan, dan agar-agar yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam proses pembuatannya. Agar memiliki fungsi yang sama seperti alginat yaitu sebagai pengental dan penyerap air pada industri makanan. Penggunaan *G. changii* berkaitan dengan industri sebagai bahan baku. Alga jenis ini sangat tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan dan berpotensi tumbuh di air laut dan air payau (Anton, 2017).

Hasil rumput laut *G. changii* dapat dibudidayakan di laut atau di tambak tergantung pada faktor lingkungan yang menguntungkan untuk pertumbuhannya (Arbit *et al.*, 2019). Budidaya yang dilakukan di tambak memiliki keunggulan dibandingkan budidaya di laut. Hal ini karena budidaya di laut memiliki kondisi yang tidak terkendali seperti gelombang, arus laut, dan predator. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah predator yang mengganggu pertumbuhan rumput laut adalah penggunaan kantong dalam budidaya rumput laut. Kantong tersebut berfungsi seperti polybag yang dapat digunakan sebagai wadah benih rumput laut sebelum siap dibudidayakan. Syarqawi *et al.*,(2017) menyatakan bahwa petani rumput laut di Kabupaten Simeuleu dapat menggunakan kantong dalam kegiatan budidaya rumput laut untuk meningkatkan pertumbuhan rumput laut.

Klorofil dan karotenoid merupakan pigmen alami yang tersebar pada semua jenis rumput laut, baik alga coklat (Phaeophyceae), alga merah (Rhodophyceae) maupun alga hijau (Chlorophyceae) dengan komposisi yang bervariasi. Rumput laut hijau merupakan jenis rumput laut yang memiliki kandungan klorofil paling tinggi. Pigmen klorofil dan karotenoid telah dipelajari memiliki efek biologis untuk meningkatkan kesehatan, termasuk antioksidan, dan antikanker (Erniati *et al.*, 2018).

Kedalaman perairan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut. Ini dilihat dari jumlah atau banyaknya intensitas cahaya yang masuk kedalam perairan dan kemampuan rumput laut menyerap cahaya matahari untuk melakukan proses fotosintesis. Selain faktor intensitas cahaya matahari, proses fotosintesis rumput laut juga mengandalkan gas karbondioksida dan nutrisi yang terlarut didalam air.

Dai *et al.*,(1993) mengemukakan bahwa peningkatan intensitas cahaya akan meningkatkan laju fotosintesis. Oleh karena kedalaman mempengaruhi tingkat intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan, maka dengan perbedaan kedalaman menyebabkan intensitas cahaya matahari bervariasi pada setiap zona perairan. Dawes (1981) beberapa *algae* mempunyai toleransi tertentu terhadap intensitas cahaya dan pertumbuhan *G. verrucosa* memerlukan intensitas cahaya yang relatif tinggi. Pada penelitian Cirik *et al.*,(2010), pertumbuhan *G. verrucosa* yang terbaik yaitu pada intensitas cahaya 2.640 lux.

Berdasarkan penjelasan di atas, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan klorofil dan karotenoid rumput laut *G. changii* di dusun Maccini Baji, Kabupaten Takalar.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kedalaman air yang berbeda terhadap kandungan klorofil dan karotenoid pada rumput laut *G. changii* dengan sistem kantong jaring.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan informasi tentang pengaruh kedalaman air terhadap kandungan klorofil dan karotenoid pada rumput laut *G. changii*. Selain itu sebagai acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi dan Morfologi

Rumput laut *Gracilaria* memiliki ciri-ciri umum yaitu bentuk *thallus* yang memipih atau silindris, jenis percabangan tidak beraturan membentuk rumpun dan pada pangkal percabangan *thallus* menyempit. Genus *Gracilaria* merupakan kelompok makroalga yang memiliki 300 spesies. Genus ini terdiri dari alga merah, alga hijau, dan alga coklat kehijauan (Almeida *et al.*, 2011). *Gracilaria* sp. alga merah termasuk dalam kelompok alga merah dengan ciri fisik sebagai berikut : memiliki *thallus* silindris, permukaan halus, atau bintil dan berwarna hijau atau kuning (Adini *et al.*, 2015).



Gambar 1. Rumput laut *G. changii* (koleksi penelitian)

Rumput laut *G. changii* mempunyai klasifikasi sebagai berikut (WoRMS, 2022).

| | |
|-----------|-----------------------------|
| Kingdom | : Plantae |
| Divisi | : Rhodophyta |
| Kelas | : Rhodophyceae |
| Sub kelas | : Florideophyceae |
| Ordo | : Gigartinales |
| Familia | : Gracilariaceae |
| Genus | : <i>Gracilaria</i> |
| Spesies | : <i>Gracilaria changii</i> |

Seperti pada kelas alga lainnya, morfologi rumput laut *Gracilaria* sp. tidak memiliki perbedaan antara akar, batang dan daun. Tumbuhan ini berbentuk batang yang disebut *thallus* dengan berbagai cabang. Secara alami *Gracilaria* sp. hidup dengan menempelkan *thallus*nya pada substrat berupa pasir, lumpur, karang, kulit kerang, karang mati, batu maupun kayu, pada kedalaman sampai sekitar 10-15 meter di bawah permukaan air yang mengandung garam laut pada konsentrasi sekitar 12-30 ppt. Sifat oseanografi, seperti sifat kimia fisika air dan substrat, jenis substrat dan dinamika atau pergerakan air, merupakan faktor yang sangat menentukan pertumbuhan *Gracilaria* (Angkasa *et al.*, 2011).

B. Habitat dan Distribusinya

Gracilaria sp. umumnya hidup sebagai fitobenthos, melekat dengan bantuan cakram pelekat ('*hold fast*') pada substrat padat. Terdiri dari kurang lebih 100 spesies yang tersebar luas dari 24 perairan tropis hingga subtropis. Hal ini menyebabkan beberapa penulis menyebutnya sebagai spesies kosmopolitan. *Gracilaria* sp. hidup di daerah litoral dan sub litoral, sampai kedalaman tertentu yang masih dapat dijangkau oleh penetrasi sinar matahari. Beberapa spesies hidup di perairan keruh, dekat muara sungai. *Gracilaria* sp. adalah rumput laut yang dibudidayakan di muara sungai atau di kolam, meskipun habitat awalnya adalah dari laut. Hal ini terjadi karena tingkat toleransi kehidupan yang tinggi hingga salinitas 15 per mil (Anggadiredja *et al.*, 2006). Pertumbuhan *Gracilaria* sp. umumnya lebih baik di tempat yang dangkal daripada di tempat yang dalam. Substrat tempat menempelnya bisa berupa batu, pasir, lumpur, dan lain-lain. Sebagian besar lebih menyukai intensitas cahaya yang lebih tinggi. Suhu merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan reproduksi. Suhu optimum untuk pertumbuhan adalah antara 20-28°C, tumbuh pada kisaran salinitas tinggi dan mentolerir hingga 50 salinitas per mil.

Rumput laut *Gracilaria* memiliki beberapa jenis yang hidup di perairan keruh, dekat muara sungai. Rumput laut di Indonesia terdapat lebih kurang 15 jenis *Gracilaria* yang menyebar di seluruh kepulauan. Rumput laut di Bangka, *G. convervoides* hidup melekat di atas batu karang pada kedalaman 2-5 meter di Lombok, *G. gigas* ditemukan di perairan payau. Daerah sebaran *Gracilaria* di Indonesia meliputi : Kepulauan Riau, Bangka, Sumatera Selatan, Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Pulau Bawean, Kalimantan, Sulawesi Selatan dan Maluku (Sjafrie, 1990). Rumput laut yang tergolong alga merah ini tersebar secara luas di Malaysia, Thailand, Vietnam, Myanmar, Indonesia, Filipina dan Singapura (Yow, 2014).

C. Klorofil

Klorofil adalah zat hijau daun yang dimiliki berbagai organisme tumbuhan dan menjadi salah satu molekul yang berperan utama dalam fotosintesis. Pada kegiatan budidaya *Eucheuma cottonii*, klorofil yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan bibit meningkat sehingga karaginan pada *E. cottonii* membentuk pigmen lain yang disebut sebagai fikoeritrin. Budidaya *E. cottonii* pada tingkat kerapatan dan kedalaman yang berbeda, akan menyebabkan perubahan komposisi pigmen klorofil-a. Komposisi pigmen yang berbeda, diperkirakan akan berpengaruh terhadap produk utama hasil fotosintesis pada *E. cottonii* yaitu karaginan (Ikrom, 2013). Fungsi dari fikoeritrin adalah sebagai pigmen pelengkap (accessory pigment) untuk mengoptimalkan penyerapan

cahaya matahari. Tingkat kerapatan dan distribusi rumput laut baik secara vertical maupun horizontal akan berkaitan dengan kemampuan beradaptasi dalam membentuk pigmen pelengkap fikokseritritin. Peningkatan proses fotosintesis yang terjadi pada budidaya *E. cottonii* akan menyebabkan proses metabolisme sehingga merangsang rumput laut untuk menyerap unsur hara yang

Klorofil merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan produktivitas primer di laut. Sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a sangat terkait dengan kondisi oseanografi suatu perairan. Beberapa parameter fisika kimia yang mempengaruhi sebaran klorofil-a adalah intensitas cahaya dan nutrisi. Perbedaan parameter tersebut menjadi penyebab bervariasinya produktivitas primer di beberapa tempat di laut (Samawi, 2007). Pengukuran klorofil sangat penting dilakukan karena kadar klorofil dalam suatu volume air laut tertentu merupakan suatu ukuran bagi biomassa tumbuhan yang terdapat dalam air laut tersebut. Klorofil dapat diukur dengan memanfaatkan sifatnya yang dapat berpijar bila dirangsang dengan panjang gelombang cahaya tertentu atau mengekstraksi klorofil dari tumbuhan dengan menggunakan aseton untuk menghitung produktivitas primernya (Rina *et al.*, 2012).

Klorofil-a termasuk ke dalam zat hijau daun yang terdapat pada semua tumbuhan berperan dalam proses perubahan energi cahaya menjadi energi kimia tersimpan. Proses ini dikenal dengan fotosintesis. Kandungan klorofil di perairan berkaitan erat dengan kelimpahan fitoplankton (Nybakken, 1992). Klorofil-a adalah satu-satunya tipe klorofil yang menempati membran tilakoid bersama karotenoid dan lutein (Barsanti dan Gualtieri, 2006), sehingga memudahkan proses fotosintesis berlangsung cepat di dalam air karena sebagian energi cahaya mengalami pembiasan. Sementara karotenoid merupakan pigmen dengan ekspresi warna merah, kuning atau jingga (van den Hoek, 1997), berfungsi menyediakan energi untuk klorofil-a, khususnya di perairan dalam (Ramus *et al.*, 1976), dan berfungsi melindungi tanaman dari radiasi ultraviolet- β (Hanelt dan Roleda, 2009) yang berlebihan. Selanjutnya, fikobiliprotein yang ditemukan di dalam sitoplasma dan stroma kloroplas *Rhodophyta* dan *Cyanophyta* memiliki ekspresi warna biru-ungu pada fikosianin dan warna merah pada fikokseritritin (Stewart, 1974; Van den Hoek, 1997). Kondisi ini menyebabkan rumput laut, khususnya *Rhodophyta* mampu hidup di perairan dengan kedalaman tinggi.

D. Karotenoid

Karotenoid adalah turunan dari tetraterpen alami dalam organisme fotosintesis yang memberikan warna khas pada bunga, sayuran, buah-buahan, dan alga (Bhat *et al.*, 2021). Karotenoid memainkan peran kunci dalam melindungi fotosintesis II pada saat terjadi kelebihan cahaya sehingga tidak fotooksidasi pada klorofil. Sebagai

pigmen aksesori untuk pememanen cahaya dan mendistribusikannya keseluruhan permukaan thallus untuk menstabilkan struktural molekul pelipatan protein dalam proses fotosintesis (Siefermann, 1987). Karotenoid dikategorikan sebagai senyawa alami yang larut dalam lemak yang tersebar luas diseluruh bagian tanaman. Karotenoid umumnya terdapat pada sistem membran dari sel dimana salah satu fungsi utaman senyawa tersebut berkaitan dengan fotosintesis dan bertanggung jawab terhadap warna merah, orange dan kuning pada daun, buah dan bunga (Delgado,Vargas *et al.*, 2000 dalam Yuan 2006). Dalam kloroplas, karotenoid berfungsi sebagai pigmen asesoris dalam menangkap cahaya (Winarsi, 2007). Fungsi karotenoid adalah melindungi klorofil dari reaksi foto-oksidasi dengan mengikat molekul oksigen bebas yang dihasilkan dalam proses hidrolisis (Kabinawa, 2006).

Rumput laut hijau secara umum mengandung senyawa klorofil a dan b serta senyawa karoten yang dapat berfungsi sebagai antioksidan (Tamat *et al.*, 2007). Antioksidan adalah senyawa yang dapat mencegah proses oksidasi 11 radikal bebas. Dengan fungsi tersebut karotenoid bermanfaat bagi kesehatan manusia, dapat membantu mengurangi terbentuknya radikal bebas yang dapat merugikan kesehatan, mempengaruhi regulasi pertumbuhan sel dan memodulasi ekspresi gen dan respon kekebalan tubuh. Dengan potensi ini rumput laut dapat dijadikan sebagai bahan pangan fungsional yang bermanfaat untuk kesehatan manusia. Salah satu jenis rumput laut hijau yang sangat potensial adalah *Caulerpa* sp, yang memiliki banyak manfaat bagi kebutuhan manusia khususnya sebagai bahan makanan (kandungan gizi yang cukup tinggi yakni sebagai sumber protein nabati, karbohidrat, mineral maupun vitamin (Kepel, 2001; Turangan, 2001; BBRP2BKP, 2010).

Senyawa golongan karotenoid, seperti karoten memiliki manfaat yang sangat besar dalam industri pengolahan pangan. Penambahan karoten pada makanan mempunyai dua tujuan yaitu sebagai pigmen atau pemberi warna dan memiliki nilai nutrisi, karena senyawa ini berfungsi sebagai prekursor vitamin A. Penyakit akibat kekurangan vitamin A, seperti xerofthalmia dan gangguan pertumbuhan dapat dicegah dengan banyak mengkonsumsi makanan yang kaya akan karotenoid (Mappiratu, 1990). Karotenoid terdiri atas dua jenis, yaitu karoten dan xantofil (Zeb dan Mehmood, 2004). Karoten adalah kelompok karotenoid dengan rantai hidrokarbon panjang, seperti β -karoten dan likopen, sedangkan kelompok xantofil adalah turunan karotenoid yang teroksidasi. Semua jenis senyawa kelompok xantofil dan karoten memiliki aktivitas antioksidan yang berbeda satu sama lain.

E. Budidaya Rumput Laut *Gracilaria changii*

Seiring kebutuhan rumput laut yang semakin meningkat, baik untuk memenuhi kebutuhan dalam maupun luar negeri, sekaligus memperbesar devisa negara dari sektor non migas, maka cara terbaik untuk tidak selalu menggantungkan persediaan dari sumberdaya alam berdasarkan karbon adalah dengan melakukan budidaya (Ask dan Azanza, 2002). Hingga saat ini, produksi terbesar rumput laut di Indonesia hampir seluruhnya didukung oleh kegiatan budidaya. Secara umum, budidaya rumput laut Indonesia masih dilakukan dengan cara tradisional, bersifat sederhana, dan belum banyak mendapat input teknologi dari luar (Anonim, 2007; Sudjiharno *et al.*, 2001). Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam budidaya rumput laut, adalah:

- (1) Pemilihan lokasi yang memenuhi persyaratan bagi jenis rumput laut yang akan dibudidayakan. Hal ini perlu karena ada perlakuan yang berbeda untuk tiap jenis rumput laut,
- (2) Pemilihan atau seleksi bibit, penyediaan bibit, dan cara pembibitan yang tepat,
- (3) Metode budidaya yang tepat,
- (4) Pemeliharaan selama musim tanam, dan
- (5) Metode panen dan perlakuan pasca panen yang benar.

Kini, budidaya rumput laut tidak hanya dilakukan di perairan pantai (laut) tetapi juga sudah mulai digalakkan pengembangannya di perairan payau (tambak). Budidaya di perairan pantai sangat cocok diterapkan pada daerah yang memiliki lahan tanah sedikit (sempit), serta berpenduduk padat, sehingga diharapkan pembukaan lahan budidaya rumput laut di perairan dapat menjadi salah satu alternatif untuk membantu mengatasi lapangan kerja yang semakin kecil. Budidaya rumput laut *Gracilaria* sp. dapat dilakukan menggunakan beberapa metode. Terdapat metode yang sudah dikenal masyarakat serta dikembangkan secara luas, yaitu metode lepas dasar (off bottom method), rakit apung (floating rack method), dan rawai (long line method). Pemilihan metode ini tergantung pada kondisi geografis lokasi (Dirjen Perikanan Budidaya Direktorat Pembudidayaan, 2004).

F. Kedalaman

Kedalaman perairan dalam kegiatan budidaya rumput laut sangat mempengaruhi pertumbuhannya. Hal ini erat kaitannya dengan jumlah atau besarnya intensitas cahaya yang masuk ke perairan dan kemampuan rumput laut mendapatkan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Sumber utama dalam proses fotosintesis pada makhluk hidup yang memiliki klorofil adalah sinar matahari. Menurut Widodo dan Suandi (2006) dari sinar matahari terdapat energi untuk proses fotosintesis, sehingga

perbedaan pada setiap kedalaman akan mempengaruhi kemampuan penetrasi cahaya dan menentukan distribusi vertikal makhluk hidup di perairan.

Kegiatan budidaya rumput laut harus berada pada kedalaman yang optimal. Menurut Indriani dan Sumarsih (1991), kedalaman air yang ideal untuk budidaya rumput laut adalah 0,3-0,6 meter pada saat surut terendah (lokasi dengan arus kuat) untuk budidaya off-bottom dan 2-3 meter untuk metode rakit apung. Kondisi ini untuk mencegah rumput laut mengering dan mengoptimalkan perolehan sinar matahari.

G. Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan salah satu faktor penentu perkembangan kehidupan tumbuhan air yang secara langsung ataupun tidak menentukan kehidupan organism lainnya yang menjadikannya sebagai makanan. Cahaya menyediakan energi bagi terlaksananya fotosintesis (zona eufotik), sehingga kemampuan penetrasi cahaya sampai pada kedalaman tertentu sangat menentukan distribusi vertical organisme perairan (Widodo dan Suadi, 2006). Tingkat kecerahan perairan yang tinggi sangat dibutuhkan pada budidaya rumput laut. Tingkat kecerahan dimaksudkan agar cahaya matahari dapat menembus permukaan ke dalam air. Intensitas sinar yang diterima secara sempurna oleh *thallus* merupakan faktor utama dalam proses fotosintesis. Radiasi matahari menentukan intensitas cahaya pada suatu kedalaman tertentu dan juga sangat mempengaruhi suhu perairan. Sinar matahari yang jatuh di permukaan air sebagian akan dipantulkan dan sebagian lagi menembus ke dalam air, cahaya yang menembus permukaan air adalah penting bila ditinjau dari produktivitas perairan (Sutika, 1989). Bagi biota laut cahaya mempunyai pengaruh besar secara tak langsung, yakni sebagai sumber energi untuk proses fotosintesis tumbuh-tumbuhan yang menjadi tumpuan hidup mereka karena menjadi sumber makanan (Romimohtarto, 2001). Hutabarat dan Evans (2001), mengatakan bahwa penyinaran cahaya matahari akan berkurang secara cepat sesuai dengan makin tingginya kedalaman perairan. Adanya bahan-bahan yang melayang dan tingginya nilai kekeruhan di perairan dekat pantai penetrasi cahaya akan berkurang di tempat ini.

Cahaya mempunyai peranan yang sangat penting terhadap proses fotosintesis yang mempengaruhi intensitas dan panjang gelombang (Sudiaji, 2005). Energi cahaya yang diserap tumbuhan sangat bergantung pada intensitas cahaya, panjang gelombang cahaya dan lamanya penyinaran sinar. Secara umum, kebanyakan proses fotosintesis yang berlangsung dalam kloroplas membutuhkan cahaya matahari untuk membuat glukosa. Menurut Thimumarana *et al.*, (2009) intensitas cahaya menentukan karakteristik distribusi, pertumbuhan, morfologi, dan fisiologi serta produktivitas rumput laut. Perubahan warna rumput laut tampak lebih gelap disebabkan oleh kondisi

perairan. Menurut Sahoo dan Onho (2003) air laut kaya N penyusun klorofil mengubah warna tallus menjadi coklat gelap pada strain rumput laut (*K. alvarezii*). Perubahan warna rumput laut (*K. alvarezii*) pada kedalaman berbeda juga disebabkan oleh kandungan pigmen karotenoid dan fikoeitrin tinggi. Menurut Wenno (2014) semakin dalam perairan, semakin tinggi konsentrasi pigmen-pigmen aksesoris, dan semakin mencolok warna rumput laut. Karotenoid merupakan pigmen dengan ekspresi warna merah, kuning atau jingga (van den Hoek, 1997), berfungsi menyediakan energi untuk klorofil-a, khususnya di perairan dalam (Ramus *et al.*, 1976), dan berfungsi melindungi tanaman dari radiasi ultraviolet- β yang berlebihan (Hanelt dan Roleda 2009). Selanjutnya, fikobiliprotein yang ditemukan di dalam sitoplasma dan stroma kloroplas Rhodophyta dan Cyanophyta memiliki ekspresi warna biru-ungu pada fikosianin dan warna merah pada fikoeitrin (Stewart, 1974)

H. Kualitas Air

Kualitas air yang baik sebagai media tumbuh harus memenuhi persyaratan yang layak huni atau sesuai dengan kebutuhan organisme, dimana air yang digunakan dapat membuat tanaman alga bertahan hidup dan tumbuh di dalamnya. Dalam pemeliharaan rumput laut, faktor lingkungan yang baik dapat menentukan pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Untuk pertumbuhan yang optimal, diperlukan kondisi lingkungan yang optimal untuk proses pertumbuhan, yang meliputi faktor lingkungan yang mempengaruhi suhu, salinitas, pH, nitrat (NO_3), fosfat (PO_4), amoniak (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2) (Putri, 2017).

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penentu kelayakan lokasi budidaya rumput laut. Rumput laut akan dapat tumbuh subur di daerah yang suhunya tepat. Rumput laut membutuhkan sinar matahari untuk fotosintesis, oleh karena itu rumput laut hanya dapat tumbuh di perairan dengan kedalaman tertentu dimana sinar matahari dapat mencapai dasar perairan. Laju puncak fotosintesis terjadi pada intensitas cahaya tinggi dengan suhu antara 20-28 °C (Ismail *et al.*, 2002). Menurut Luning (1990) secara fisiologis, suhu rendah menyebabkan aktivitas biokimia pada *thallus* terhenti, sedangkan suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan kerusakan enzim dan kerusakan mekanisme biokimia pada *thallus* makroalga.

Suhu lingkungan berperan penting dalam proses fotosintesis, dimana semakin tinggi intensitas matahari dan semakin optimum kondisi suhu maka semakin sistematis hasil fotosintesis (Lee *et al.*, 1999). Suhu air juga mempengaruhi beberapa fungsi fisiologis, respirasi, metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi. Lebih lanjut dijelaskan

oleh Dawes (1981) bahwa rumput laut memiliki kisaran suhu tertentu karena adanya enzim dalam rumput laut yang tidak dapat berfungsi pada suhu yang terlalu dingin atau terlalu panas.

2. Salinitas

Salinitas air juga mempengaruhi biosintesis pigmen rumput laut. Kandungan klorofil dan karotenoid pada perlakuan kontrol lebih tinggi dibandingkan perlakuan tekanan salinitas tinggi. Dian *et al.*, (2013). Salinitas adalah jumlah garam yang terkandung dalam air laut. Perubahan salinitas dapat mempengaruhi organisme yang hidup di laut dan zona intertidal. Dalam keadaan tertentu, penurunan salinitas yang melebihi batas toleransi akan mengakibatkan kematian organisme tertentu. Salinitas akan menurun pada saat hujan dan meningkat pada siang hari yaitu pada saat penguapan (Aljufrizal, 2007). Salinitas menggambarkan kandungan garam terlarut dalam air, yang membedakan jenis air menjadi tawar, asin serta payau dan merupakan konsentrasi total semua ion terlarut dalam air, dan dinyatakan dalam bagian perseribu (ppt) yang setara dengan gram perliter.

Menurut Waluyo *et al.*, (2019), rumput laut *G. changii* secara alami memiliki habitat asli di laut, tetapi bersifat euryhaline, artinya dapat tumbuh pada kisaran salinitas yang luas, yaitu kisaran antara 15-38 ppt. Salinitas yang tinggi akan mempengaruhi fungsi fisiologis rumput laut, termasuk proses fotosintesis dan respirasi. Salinitas optimum untuk pemeliharaan *Gracilaria* sp. yaitu sekitar 15-30 ppt. Salinitas secara langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan rumput laut, dimana salinitas sangat sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut. Jika salinitas rendah, jauh dibawah batas toleransi rumput laut akan pucat, lunak dan mudah pecah yang menyebabkan busuk dan tidak tumbuh normal dan mati. Sebaliknya jika kandungan garam terlalu tinggi juga dapat berdampak pada rumput laut yang akan menghambat proses reproduksi dan pertumbuhan *thallus* pada rumput laut (Rohman *et al.*, 2018).

3. Power of Hydrogen (pH)

Power of hydrogen (pH) adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen yang dapat menunjukkan apakah air sebagai media untuk organisme hidup bersifat asam atau basa dalam reaksi. pH memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap organisme perairan sehingga dijadikan sebagai pedoman untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan. Sebagian besar biota perairan sensitif terhadap perubahan pH dan lebih menyukai pH sekitar 7,0-8,5 (Effendi, 2007). Aslan (1998) menyatakan bahwa pH merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan alga laut, serta faktor lainnya.

Power of hydrogen (pH) memiliki nilai ambang batas tertentu bagi keberlangsungan biota laut, jika terlalu tinggi akan menyebabkan metabolisme tidak berjalan dengan baik bahkan menyebabkan kematian rumput laut. Menurut Sulistio (1996), nilai pH yang baik untuk pertumbuhan rumput laut berkisar antara 6,0-9,0 pada perairan yang relatif tenang dengan substrat pasir berlumpur, atau substrat pasir berbatu. Sedangkan menurut Ruslaini (2016), nilai pH 7,7-8.15 dalam budidaya rumput laut *G. changii* ditambah dengan metode vertikultur cukup mendukung dalam usaha budidaya rumput laut.

4. Nitrat (NO₃)

Unsur hara merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam menunjang proses metabolisme pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme. Kebutuhan unsur hara oleh rumput laut dapat dipenuhi dengan mengambil nitrogen berupa nitrat (NO₃) dan amonium (NH₄). Bentuk lain dari nitrogen adalah nitrat (NO₃), nitrat adalah bentuk nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi kunci untuk pertumbuhan tanaman. Kadar nitrat yang dapat ditoleransi alga berkisar antara 0,09-3,5 ppm (Atmadja, 1996). Nitrat sangat larut dalam air dan stabil. Nitrat dihasilkan dari proses oksidasi lengkap senyawa nitrogen di perairan (Effendy, 2003).

Kadar nitrat pada daerah eufotik dipengaruhi oleh input nitrat ke dalam perairan, oksidasi amoniak oleh mikroorganisme, dan pengambilan nitrat untuk produce primer (Hutagalung dan Rozak, 1997). Nitrogen dibutuhkan oleh tanaman untuk proses fotosintesis. Pertumbuhan alga yang baik membutuhkan kisaran nitrat sebesar 0,9-3,50 ppm (Andarias, 1991).

5. Fosfat (PO₄)

Fosfat (PO₄) merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh rumput laut. Karakteristik fosfor sangat berbeda dengan unsur-unsur utama lain yang merupakan penyusun biosfer karena unsur ini tidak terdapat di atmosfer. Kandungan PO₄ air pada budidaya rumput laut rata-rata 0,0303 mg/L dan tergolong perairan dengan tingkat kesuburan sedang. Berkurangnya kandungan fosfat di perairan diduga karena telah dimanfaatkan oleh rumput laut sebagai unsur hara esensial yang berperan pada proses fotosintesis (Ruslaini, 2016). Dapat dikatakan bahwa kekurangan fosfat akan lebih kritis bagi tanaman akuatik termasuk tanaman alga, dibandingkan dengan bila kekurangan nitrat di perairan. Di lain pihak fosfat walaupun ketersediaannya dalam perairan sering melimpah dalam bentuk berbagai senyawa fosfat namun hanya dalam bentuk ortofosfat (PO₄²⁻) yang dapat di manfaatkan langsung oleh tanaman akuatik (Fritz, 1986).

Kebutuhan fosfat untuk pertumbuhan optimum bagi alga dipengaruhi oleh senyawa nitrogen. Batas tertinggi konsentrasi fosfat akan lebih rendah jika nitrogen berada dalam bentuk garam amonium. Sebaliknya jika nitrogen dalam bentuk nitrat, konsentrasi tertinggi fosfat yang diperlukan akan lebih tinggi. Batas terendah konsentrasi untuk pertumbuhan optimum alga laut berkisar antara 0,018-0,090 ppm P-PO₄ apabila nitrogen dalam bentuk nitrat, sedangkan bila nitrogen dalam bentuk amonium batas tertinggi berkisar pada 1,78 ppm P-PO₄ (Fritz, 1986).

6. Kecepatan Arus

Pergerakan arus merupakan faktor ekologi yang penting dalam pertumbuhan rumput laut, yaitu untuk memberikan kemungkinan aerasi, tanaman dapat memperoleh pasokan makanan yang stabil, menghindari akumulasi debu air dan tanaman yang melekat (epifit) dan membawa nutrisi yang merupakan makanan bagi organisme. Semakin besar pergerakan air maka semakin banyak pula difusi yang menyebabkan proses metabolisme semakin cepat sehingga pertumbuhan tanaman semakin cepat (Trono, 1974).

Menurut Sunaryat (2004), arus air mempengaruhi kesuburan rumput laut karena pergerakan air membuat nutrisi yang dibutuhkan dapat tersuplai dan terdistribusi dengan baik kemudian diserap melalui *thallus*. Pertukaran air diperlukan secara terus menerus agar selalu ada massa air yang membawa komposisi nutrisi lengkap dalam jumlah yang cukup (Vairappan dan Chung, 2006). Ditambahkan oleh Asmi *et al.*, (2013) arus berperan sebagai penyebar nutrisi diperairan dan juga dapat membantu membersihkan kotoran berupa lumpur atau lumut yang menempel pada rumput laut. Menurut Pong Masak *et al.*, (2010) kriteria saat ini yang sesuai untuk kegiatan budidaya rumput laut berkisar antara 0,2-0,4 m/s, namun jika arus air terlalu kuat dapat merusak konstruksi budidaya rumput laut dan *thallus* akan rusak.

7. Kecerahan

Kecerahan perairan merupakan intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan. Rumput laut, seperti tanaman klorofil lainnya, membutuhkan sinar matahari untuk melakukan proses fotosintesis. Kurangnya sinar matahari yang masuk ke perairan dapat mengganggu proses fotosintesis sehingga menghambat pertumbuhan rumput laut. Kotta (2020) menambahkan bahwa rumput laut memiliki pigmen fikokserin yang membantu klorofil-a dalam penyerapan cahaya dalam proses fotosintesis. Proses fotosintesis yang terjadi dengan kecepatan tinggi menyebabkan pertumbuhan rumput laut juga tinggi. Kecerahan lokasi penelitian berkisar 55-1,30 cm. Kecerahan optimum untuk pertumbuhan *Gracilaria* sp. adalah 50 cm (Fatimah, 2019).