

**EVALUASI LAJU PERTUMBUHAN, KADAR KARAGINAN DAN
PRODUKSI BIBIT RUMPUT LAUT KOTONI
(*Kappaphycus alvarezii*) HASIL KULTUR JARINGAN**

(Tesis)

Oleh

**VALENTINA RETNO IRIANI
NPM 2220041002**



**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN WILAYAH PESISIR DAN LAUT
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**EVALUASI LAJU PERTUMBUHAN, KADAR KARAGINAN DAN
PRODUKSI BIBIT RUMPUT LAUT KOTONI
(*Kappaphycus alvarezii*) HASIL KULTUR JARINGAN**

Oleh

VALENTINA RETNO IRIANI

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS**

Pada

**Program Studi Magister Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut
Pascasarjana Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN WILAYAH PESISIR DAN LAUT
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

EVALUASI LAJU PERTUMBUHAN, KADAR KARAGINAN DAN PRODUKSI BIBIT RUMPUT LAUT KOTONI (*Kappaphycus alvarezii*) HASIL KULTUR JARINGAN

Oleh

VALENTINA RETNO IRIANI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan laju pertumbuhan, kadar karaginan, serta efektivitas penggunaan bibit rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*) hasil kultur jaringan dari tempat dan periode yang berbeda. Penelitian dilaksanakan selama 35 hari pemeliharaan di Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan menggunakan metode *long line*. Perlakuan yang digunakan terdiri atas bibit rumput laut non kultur jaringan, bibit kultur jaringan lama (2018) dari BBPBL Lampung dan bibit kultur jaringan baru (2023) dari BPBL Ambon. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan harian, kadar karaginan, *gel strength*, dan kualitas air. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan uji lanjut Duncan pada taraf nyata 10%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan bibit memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak ($p = 0,087$), laju pertumbuhan harian ($p = 0,031$), dan kadar karaginan ($p = 0,093$) dan *gel strength* (Monte Carlo Sig = 0,028). Perlakuan kultur jaringan lama menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi sebesar $241,46 \pm 32,88$ g, laju pertumbuhan harian tertinggi sebesar $4,59 \pm 0,31\%$ per hari, kadar karaginan tertinggi sebesar $22,48 \pm 0,45\%$, serta nilai *gel strength* tertinggi sebesar $744,09 \pm 38,35$ g/cm². Kondisi kualitas air selama penelitian secara umum masih mendukung pertumbuhan *K. alvarezii*. Berdasarkan hasil penelitian, bibit kultur jaringan lama berpotensi digunakan sebagai bibit unggul karena mampu meningkatkan pertumbuhan dan kualitas rumput laut dibandingkan bibit non kultur jaringan maupun kultur jaringan baru.

Kata kunci: *Kappaphycus alvarezii*, kultur jaringan, laju pertumbuhan, karaginan, *gel strength*.

ABSTRACT

EVALUATION OF GROWTH RATE, CARRAGEENAN CONTENT, AND SEED PRODUCTION OF TISSUE-CULTURED COTTONII SEAWEED (*Kappaphycus alvarezii*)

By

VALENTINA RETNO IRIANI

This study aimed to analyze differences in growth rate, carrageenan content, and the effectiveness of using tissue-cultured cottonii seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) seedlings originating from different locations and cultivation periods. The study was conducted over a 35-day cultivation period in Ketapang District, South Lampung Regency, using the long-line method. The treatments consisted of non-tissue-cultured seedlings, old tissue-cultured seedlings (2018) obtained from BBPBL Lampung and new tissue-cultured seedlings (2023) obtained from BPBL Ambon. The observed parameters included absolute weight growth, daily growth rate, carrageenan content, gel strength, and water quality. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's multiple range test at a 10% significance level.

The results showed that seedling treatment significantly affected absolute weight growth ($p = 0.087$), daily growth rate ($p = 0.031$), carrageenan content ($p = 0.093$) and gel strength (Monte Carlo Sig = 0.028). The old tissue-cultured seedlings produced the highest absolute weight growth of 241.46 ± 32.88 g, the highest daily growth rate of $4.59 \pm 0.31\%$ per day, the highest carrageenan content of $22.48 \pm 0.45\%$, and the highest gel strength value of 744.09 ± 38.35 g/cm². Overall, the water quality conditions during the study were still suitable to support the growth of *K. alvarezii*. Based on the results, old tissue-cultured seedlings have the potential to be used as superior seedlings because they were able to improve seaweed growth and quality compared with non-tissue-cultured and new tissue-cultured seedlings.

Key words: *Kappaphycus alvarezii*, tissue culture, growth rate, carrageenan, gel strength.

Judul Tesis : EVALUASI LAJU PERTUMBUHAN, KADAR
KARAGINAN DAN PRODUKSI BIBIT
RUMPUT LAUT KOTONI (*Kappaphycus
alvarezii*) HASIL KULTUR JARINGAN

Nama Mahasiswa : Valentina Retno Iriani

Nomor Pokok Mahasiswa : 2220041002

Program Studi : Magister Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut

Fakultas : Program Pascasarjana Multidisiplin



Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc
NIP 196103111988031001

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be 'G. Nugroho'.

Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.
NIP 198408052009121003

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be 'Agus Setyawan'.

2. Koordinator Program Studi Magister Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut
Universitas Lampung

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be 'Nur Eferdi'.

Dr. Nur Eferdi, S.Sos., M.Si.
NIP196910121995121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc



Sekretaris : Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.



Penguji
Bukan Pembimbing : Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.

Anggota : Dr. Yudha T. Adiputra, S.Pi., M.Si.



2. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung



Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP. 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 02 Juni 2026

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Tesis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik magister baik di Universitas Lampung maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 02 Juni 2026
Yang Membuat Pernyataan,




Valentina Retno Iriani
NPM. 2220041002

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bantul, Yogyakarta pada tanggal 6 November 1971, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Laurentius Dalija dan Ibu Victoria Sudirah. Penulis memiliki dua adik laki-laki bernama Yohanes Ari Prabowo dan Leo Ardiyanto.

Pendidikan sarjana penulis tempuh di Program Studi Biologi Lingkungan, bidang ilmu Mikrobiologi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Sudirman Purwokerto, lulus pada November 1997. Pada Agustus 2022, penulis diterima sebagai mahasiswa magister Universitas Lampung pada program studi Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut.

Tulisan ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut, Pascasarjana, Universitas Lampung. Penulis melakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Laju Pertumbuhan, Kadar Karaginan dan Produksi Bibit Rumput Laut Kotoni (*Kappaphycus Alvarezii*) Hasil Kultur Jaringan” dibawah bimbingan Bapak Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M. Sc dan Bapak Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.

PERSEMBAHAN

Puji syukur hanya kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan limpahan rahmat serta karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini.

Dengan kerendahan hati, kupersembahkan tesis ini sebagai tanda cinta kasihku yang tulus dan mendalam kepada:
Keluarga kecilku, suami dan anakku yang mendukung penuh dalam aku menyelesaikan studi. Kedua orang tuaku, Bapak (alm) dan Ibu yang selalu memberikan doa dan dukungan.

Keluarga besarku yang selalu memberikan doa dan semangat.

Keluarga besar Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut,
serta almamater tercinta, Universitas Lampung.
Keluarga besar Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung

MOTTO

Berdiri, tegakkan kepala dan hadapi semuanya

Jadilah pemenang di setiap tantangan dan jangan protes pada proses

Jangan jadi orang hebat, jadilah orang yang berguna

Jadilah berguna dan bermanfaat bagi kehidupan. Ada Sang Bijaksana yang memberikan energiNya bagi yang hidup dan bekerja sesuai dengan kehendakNya

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul

“Evaluasi Laju Pertumbuhan, Kadar Karaginan dan Produksi Bibit Rumput Laut Kotoni (*Kappaphycus Alvarezii*) Hasil Kultur Jaringan” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains di Universitas Lampung. Tesis ini dapat diselesaikan dengan bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari semua pihak, mulai dari proses perkuliahan, pelaksanaan penelitian dan bimbingan sampai pada saat penulisan tesis. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si. selaku Direktur Pascasarjana, Universitas Lampung;
3. Prof. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc. selaku Pembimbing Utama atas waktu dan bimbingannya mulai dari penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian, hingga penulisan tesis, memberikan saran dan kritik dalam penyelesaian tesis ini, serta telah memberikan dukungannya selama menempuh studi;
4. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku Pembimbing Akademik dan Pembimbing Kedua yang telah memberikan dukungan, bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;
5. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D dan Dr. Yudha Trinoegraha Adiputa, S.Pi., M.Si. sebagai komisi dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam seminar dan ujian tesis ini;

6. Dr. Nur Efendi, S. Sos., M.Si. selaku Ketua Program Studi Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut, Pascasarjana Universitas Lampung;
7. Dosen-dosen Program Studi Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut, Pascasarjana;
8. Universitas Lampung yang telah membekali penulis dengan ilmu, bimbingan, arahan, dan motivasi selama mengikuti perkuliahan;
9. Kepala Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melanjutkan studi dan atas penyediaan sarana dan prasarana serta bantuannya selama proses pelaksanaan penelitian penulis;
10. Dr. Supono, S.Pi., M. Si. Almarhum;
11. Suami dan anakku tercinta atas dukungan dan pendampingan selama penulis melanjutkan studi juga keluarga besar yang selalu mendoakan;
12. Tim penelitian: Bapak Yuwana Puja, Ulfanida Romaskila, Nasrul Azis, Bapak Aceng dan bapak Jalal yang telah membantu selama kegiatan penelitian berlangsung.
13. Keluarga besar Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut 2022 atas kebersamaannya dalam menempuh studi;
14. Semua pihak secara langsung maupun tidak langsung yang telah banyak membantu selama penyelesaian tesis;
15. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih banyak kekurangan.
16. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan tesis ini. Semoga tesis ini bermanfaat untuk semua pihak.

Bandar Lampung, Juni 2026

Valentina Retno Iriani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan.....	5
1.3. Rumusan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
1.6. Kerangka Pikir Penelitian.....	6
1.7. Hipotesis.....	8
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1. Rumput Laut.....	10
2.2. Alga Merah (Rhodophyta).....	11
2.3. Rumput Laut Kotoni (<i>Eucheuma cottonii</i>).....	12
2.4. Karaginan	14
2.4.1 Jenis-Jenis Karaginan	16
2.4.2 Manfaat Karaginan	16
2.5. Habitat dan Lingkungan	17
2.6. Kultur Jaringan	18
2.7. Rumput Laut Kultur Jaringan.....	18
2.8. Pertumbuhan Rumput Laut	19
III. METODE PENELITIAN	21
3.1. Waktu dan Tempat	21
3.2. Alat dan Bahan	21
3.3. Rancangan Penelitian	22

3.4. Prosedur Penelitian.....	22
3.4.1 Persiapan Penelitian	22
3.4.2 Seleksi Bibit Rumput Laut	22
3.4.3 Pelaksanaan Penelitian	22
3.5. Parameter Yang Diamati	25
3.6. Analisis Data	26
IV. HASIL.....	27
4.1. Hasil.....	27
4.1.1 Pertumbuhan Bobot Mutlak	27
4.1.2 Laju Pertumbuhan Harian	29
4.1.3 Kadar Karaginan	31
4.1.4 <i>Gel Strength</i>	33
4.1.5 Kualitas Air	34
4.1.6 Analisis Ekonomi	35
4.2. Pembahasan	36
V. SIMPULAN DAN SARAN	48
5.1. Simpulan.....	48
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ringkasan hasil kadar karaginan dan gel strength pada berbagai perlakuan penelitian. Kadar karaginan dan gel strength diukur pada berbagai perlakuan kultur jaringan dan varietas rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> dan <i>Kappaphycus alvarezii</i>	16
2. Pengukuran kualitas air pada awal, tengah, dan akhir penelitian	34
3. Hasil analisis ekonomi pemeliharaan rumput laut	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian	8
2. Ilustrasi ilmiah dari <i>Kappaphycus alvarezii</i> (<i>Eucheuma cottonii</i>) yang menunjukkan spesimen rumput laut bercabang dengan thallus silindris halus. Spesimen ini digambarkan dengan warna alami hijau kekuningan hingga coklat kemerahan	14
3. Tata letak konstruksi rakit long line.....	23
4. Tata letak rumput laut	24
5. Pertumbuhan bobot mutlak <i>K. alvarezii</i> pada bibit yang berbeda selama 35 hari pemeliharaan.....	28
6. Laju pertumbuhan harian <i>K. alvarezii</i> pada bibit yang berbeda selama 35 hari pemeliharaan.....	30
7. Kadar karaginan <i>K. alvarezii</i> pada bibit yang berbeda selama 35 hari pemeliharaan.....	32
8. <i>Gel strength</i> <i>K. alvarezii</i> pada bibit yang berbeda selama 35 hari pemeliharaan.....	33
9. Performa rumput laut A. Kuljar lama, B. Kuljar Baru, C. Non Kuljar	41

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia dengan garis pantai terpanjang ke dua di dunia setelah Kanada, memungkinkan untuk memanfaatkan wilayah tersebut dalam rangka meningkatkan kesejahteraan penduduknya terutama yang mendiami wilayah pesisir. Salah satu pilar Ekonomi Biru untuk Indonesia Emas 2045 adalah pengembangan perikanan budi daya di laut, pesisir dan darat yang berkelanjutan. Untuk mendukung kebijakan tersebut, beberapa komoditas unggulan sektor kelautan dan perikanan ditetapkan untuk dikembangkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2025-2029 di antaranya adalah rumput laut. Dipilihnya rumput laut sebagai komoditas unggulan antara lain karena produksi rumput laut Indonesia yang cukup besar, menempati posisi terbesar ke dua setelah China. Pada tahun 2024 produksi rumput laut Indonesia mencapai 9,8 juta ton dan didominasi oleh jenis kotoni yaitu *Kappaphycus alvarezii* dan *Kappaphycus striatus* (Satu Data KKP). Keunggulan rumput laut antara lain adalah mudah dibudidayakan, waktu pemeliharaan relatif singkat, teknologinya sederhana, tidak memerlukan perawatan yang rumit dan biaya produksi relatif murah, harga produk kompetitif dan pangsa pasar terbuka luas (Irawati dan Affandi, 2024). Budi daya rumput laut berperan dalam pelestarian lingkungan, karena cenderung lebih ramah lingkungan. Rumput laut merupakan sumberdaya terbarukan dan memberikan perlindungan bagi organisme laut sekaligus mendukung keanekaragaman hayati pesisir dan laut (Sarwono, *et al.*, 2025)

Rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*) termasuk dalam alga merah (Rhodophyta) yang bernilai ekonomis tinggi karena menghasilkan karaginan, yaitu bahan baku industri makanan, farmasi dan kosmetik. Jenis ini tersebar luas di seluruh perairan Indonesia, termasuk Provinsi Lampung. Di Lampung, potensi

ekonomi rumput laut cukup besar dengan perkiraan produksi mencapai satu juta ton rumput laut kering per tahun. Luas lahan potensial mencapai 50.000 Ha yang dapat memberikan devisa sekitar Rp 13 triliun per tahun. Budidaya rumput laut di Lampung umumnya dilakukan oleh nelayan di kawasan pesisir, salah satunya di Kecamatan Ketapang Kabupaten Lampung Selatan (Adliani *et al.*, 2020).

Salah satu hambatan mendasar dalam upaya pengembangan rumput laut kotoni pada sektor hulu adalah ketersediaan bibit dalam kuantitas dan kualitas yang memadai secara berkesinambungan. Kendala dalam pengembangan budi daya rumput laut adalah kualitas bibit rumput laut masih rendah seperti: pertumbuhan kerdil/lambat/tidak maksimal, mudah terserang hama penyakit, mudah tertutupi lumut, tidak tahan terhadap *stressor* lingkungan serta belum adanya tahapan/proses produksi bibit yang baku. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa maraknya serangan penyakit *ice ice* yang menjadi momok bagi pembudidaya, salah satunya disebabkan oleh penggunaan bibit yang tidak berkualitas karena pola penyebaran bakteri patogen penyebab *ice-ice* juga terjadi secara vertikal dari induk ke stek/talus muda yang dijadikan sebagai bibit (Maryunus & Hussein, 2018).

Pada umumnya, budi daya rumput laut di Indonesia dilakukan dengan cara perbanyakan vegetatif melalui sistem stek. Perbanyakan vegetatif secara berulang ini dapat menyebabkan penurunan keragaman genetik yang berakibat menurunnya kecepatan tumbuh, juga rendemen karaginan dan kekuatan gelnya, selain itu juga menyebabkan kerentanan terhadap penyakit (Hurtado & Cheney, 2003). Menurut Baedah (2011) kendala dalam pengembangan budi daya rumput laut adalah kualitas bibit rumput laut masih rendah seperti pertumbuhan lambat, mudah terserang hama penyakit, mudah tertutupi lumut, tidak tahan terhadap *stressor* lingkungan serta belum adanya tahapan/proses produksi bibit yang baku.

Untuk mengembalikan keragaman genetik rumput laut, perlu dilakukan kembali perbanyakan secara generatif menggunakan spora. Namun perbanyakan rumput laut kotoni menggunakan spora sangat sulit karena spora rumput laut kotoni sulit

diperoleh. Salah satu solusi untuk masalah ini adalah perbanyak bibit rumput laut kotoni menggunakan teknik kultur jaringan. Teknik kultur jaringan rumput laut dipandang mampu menunjang pengembangan usaha budi daya rumput laut dengan penyediaan bibit berkualitas secara kontinu tanpa dipengaruhi oleh musim. Manfaat penggunaan teknik kultur jaringan antara lain untuk mendapatkan tanaman baru dalam jumlah banyak dan dalam waktu relatif yang singkat yang mempunyai sifat fisiologis dan morfologis yang sama dengan induknya (Sulistiani & Yani, 2014).

Kultur jaringan merupakan teknik perbanyak tanaman dengan cara mengisolasi bagian tanaman seperti daun, mata tunas dan menumbuhkannya dalam media buatan secara aseptik dalam wadah tertutup sehingga bagian tanaman tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman yang lengkap (Sulistiani & Yani, 2014). Bibit yang dihasilkan melalui teknik kultur jaringan mempunyai beberapa keunggulan antara lain memiliki sifat yang identik dengan induknya, tidak membutuhkan tempat yang luas, mampu menghasilkan bibit dalam jumlah besar, kesehatan dan mutu bibit lebih terjamin dan dapat dilakukan sepanjang tahun tanpa dipengaruhi iklim/musim (Sulistiani & Yani, 2014). Dengan teknik kultur jaringan ini, diharapkan ketersediaan bibit rumput laut dapat berkesinambungan bagi pembudidaya.

Potensi rumput laut Kotoni *Kappaphycus alvarezii* yang tinggi menggerakkan usaha budi daya rumput laut secara masif di berbagai wilayah laut Indonesia termasuk di Provinsi Lampung. Salah satu daerah di Kabupaten Lampung Selatan yang menjadi areal budidaya rumput laut adalah perairan Ketapang. Perairan Ketapang memiliki lokasi yang strategis dikarenakan cukup terlindung dari gelombang besar. Hal ini dikarenakan adanya pulau-pulau kecil yang melindungi lokasi budi daya seperti Pulau Seram dan Pulau Legundi dari hempasan gelombang yang datang langsung dari Selat Sunda. Penelitian yang dilakukan oleh Noor (2015), menyimpulkan bahwa perairan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan dapat dikategorikan memiliki kesesuaian untuk budi daya rumput laut.

Penelitian-penelitian terdahulu umumnya hanya membandingkan bibit rumput laut kultur jaringan dengan bibit rumput laut non kultur jaringan seperti yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya antara lain Yong *et al.* (2014), Budiyanto *et al.* (2019), Harapan *et al.* (2019), Cokrowati *et al.* (2020) dan Djami *et al.* (2024). Hasil penelitian tersebut di atas menunjukkan bahwa bibit rumput laut kultur jaringan memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan bibit rumput laut non kultur jaringan.

Namun terdapat dugaan bahwa penggunaan bibit kultur jaringan secara berulang dengan metode stek dalam jangka panjang dapat menurunkan performa fisiologis, sehingga produktivitas tidak optimal. Dugaan yang berkembang di kalangan pembudidaya tersebut belum banyak dibuktikan secara ilmiah melalui pengukuran parameter pertumbuhan terstandar. Informasi mengenai performa bibit kultur jaringan generasi lama dan kultur jaringan generasi baru masih terbatas, demikian juga penelitian yang mempertimbangkan faktor umur bibit dan asal geografis secara simultan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perbedaan sumber atau asal bibit dapat memengaruhi performa budi daya rumput laut. Simatupang *et al.* (2021) melaporkan adanya perbedaan yang signifikan pada produksi, kadar karaginan, *gel strength*, dan viskositas *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan di berbagai lokasi di Indonesia. Meskipun metode budi daya yang digunakan seragam, produktivitas dan kualitas produk tetap menunjukkan variasi yang tinggi.

Hasil tersebut mengindikasikan bahwa faktor yang melekat pada bibit, termasuk karakter genetik dan fenotipik yang berasal dari sumber bibit berbeda dan faktor lingkungan lokal berpotensi mempengaruhi performa budi daya rumput laut. Sangkia (2017) menemukan bahwa bibit *Kappaphycus alvarezii* yang berasal dari lokasi berbeda menghasilkan laju pertumbuhan spesifik harian yang berbeda secara signifikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa karakteristik yang melekat pada bibit dapat mempengaruhi keberhasilan budi daya. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya kajian mengenai perbedaan performa pertumbuhan dan kualitas rumput laut yang berasal dari bibit non kultur jaringan dan bibit kultur

jaringan dari generasi berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini dipandang perlu dilakukan untuk mengkaji performa bibit non kultur jaringan, bibit kultur jaringan generasi lama dan bibit kultur jaringan generasi baru di lokasi budidaya Ketapang Lampung Selatan.

1.2. Permasalahan

Ketersediaan bibit yang berkualitas merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan budi daya rumput laut. Penggunaan bibit secara vegetatif melalui teknik stek yang dilakukan berulang kali, baik pada bibit non kultur jaringan maupun bibit hasil kultur jaringan, diduga dapat menyebabkan penurunan kualitas bibit yang ditandai dengan menurunnya pertumbuhan dan kualitas hasil panen. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perbedaan asal dan sumber bibit dapat menghasilkan performa pertumbuhan yang berbeda pada *Kappaphycus alvarezii*. Namun, informasi mengenai kemampuan bibit kultur jaringan untuk mempertahankan performa pertumbuhan, kadar karaginan, dan gel strength setelah mengalami perbanyakan vegetatif dalam beberapa generasi masih terbatas. Hingga saat ini belum diketahui secara kuantitatif apakah bibit kultur jaringan generasi lama masih memiliki performa yang setara atau lebih baik dibandingkan bibit kultur jaringan generasi baru maupun bibit non kultur jaringan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan performa pertumbuhan dan kualitas rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*) non kultur jaringan, kultur jaringan generasi lama dan kultur jaringan generasi baru.

1.3. Rumusan Masalah

1. Apakah ada perbedaan laju pertumbuhan antara rumput laut kotoni non kultur jaringan, rumput laut kotoni kultur jaringan generasi lama dan generasi baru?
2. Apakah ada perbedaan kadar karaginan antara rumput laut kotoni non kultur jaringan, rumput laut kotoni kultur jaringan generasi lama dan generasi baru?
3. Apakah ada perbedaan nilai *gel strength* antara rumput laut kotoni non kultur jaringan, rumput laut kotoni kultur jaringan generasi lama dan generasi baru?

4. Bagaimana aspek ekonomi budidaya rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*) menggunakan bibit non kultur jaringan, kultur jaringan generasi lama, dan kultur jaringan generasi baru?

1.4. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis perbandingan laju pertumbuhan rumput laut kotoni non kultur jaringan dengan rumput laut kotoni kultur jaringan (generasi lama dan baru).
2. Menganalisis perbandingan kadar karaginan dari rumput laut kotoni non kultur jaringan dengan rumput laut kotoni kultur jaringan (generasi lama dan baru).
3. Menganalisis perbandingan gel strength dari rumput laut kotoni non kultur jaringan dengan rumput laut kotoni kultur jaringan (generasi lama dan baru).
4. Menganalisis aspek ekonomi budi daya rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*) menggunakan bibit non kultur jaringan, kultur jaringan generasi lama, dan kultur jaringan generasi baru.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi menyeluruh tentang efektivitas penggunaan bibit rumput laut kotoni hasil kultur jaringan terhadap performa pertumbuhan dan kualitas rumput laut. Temuan-temuan yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi dasar bagi pembudidaya rumput laut dalam untuk meningkatkan performa pertumbuhan dan kualitas hasil budi daya rumput laut kotoni. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknik budi daya rumput laut yang lebih efisien dan berkelanjutan.

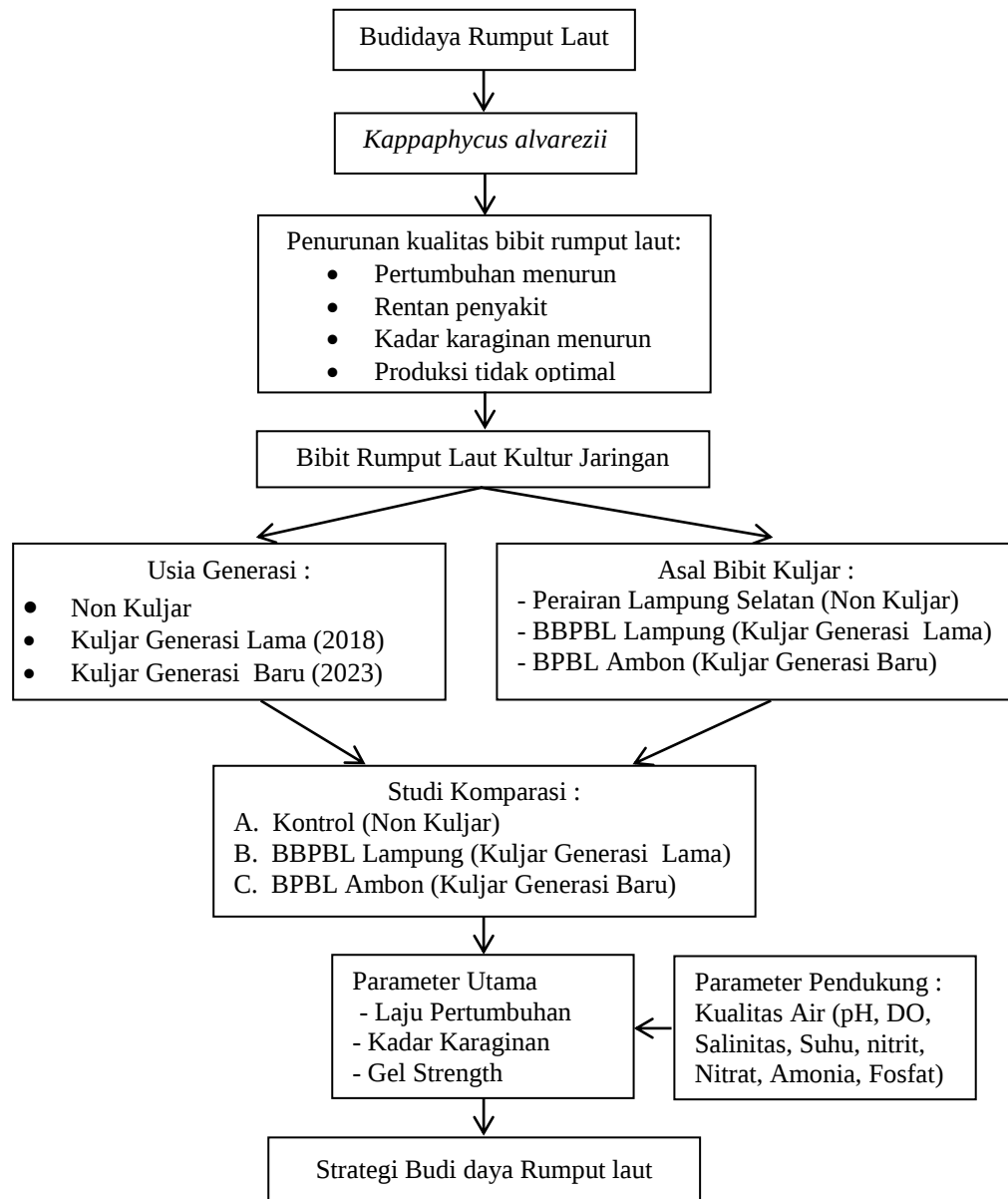
1.6. Kerangka Pikir Penelitian

Kualitas bibit merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan budi daya rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*). Penggunaan bibit melalui perbanyakan vegetatif secara berulang dengan teknik stek diduga dapat

menyebabkan penurunan kualitas bibit yang berdampak pada menurunnya laju pertumbuhan, kadar karaginan, dan gel strength. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perbedaan sumber atau asal bibit dapat menghasilkan performa pertumbuhan dan kualitas produk yang berbeda. Oleh karena itu, teknik kultur jaringan dikembangkan sebagai alternatif penyediaan bibit unggul karena mampu menghasilkan bibit yang seragam, sehat, dan memiliki potensi pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan bibit non kultur jaringan.

Meskipun demikian, bibit hasil kultur jaringan yang telah diperbanyak kembali secara vegetatif selama beberapa generasi diduga mengalami penurunan kualitas fisiologis sehingga performanya dapat berbeda dibandingkan bibit kultur jaringan generasi baru. Informasi mengenai sejauh mana perbedaan performa antara bibit non kultur jaringan, kultur jaringan generasi lama dan kultur jaringan generasi baru masih terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh perbedaan jenis bibit terhadap laju pertumbuhan, kadar karaginan, dan *gel strength* bibit rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*) yang dibudidayakan di perairan Ketapang, Lampung Selatan. Selain itu, parameter kualitas air yang meliputi suhu, salinitas, pH, DO, nitrat, nitrit, amonia dan fosfat diukur sebagai faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan rumput laut.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

1.7. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Laju Pertumbuhan Harian

H₀: semua $\tau_i = 0$

Perbedaan jenis bibit non kultur jaringan, kultur jaringan generasi lama, dan kultur jaringan generasi baru tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan harian rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*).

H1: minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu perlakuan jenis bibit yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan harian rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*).

b. Kadar Karaginan

H0: semua $\tau_i = 0$

Perbedaan jenis bibit non kultur jaringan, kultur jaringan generasi lama, dan kultur jaringan generasi baru tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar karaginan rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*).

H1: minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu perlakuan jenis bibit yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar karaginan rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*).

c. Gel Strength

H0: semua $\tau_i = 0$

Perbedaan jenis bibit non kultur jaringan, kultur jaringan generasi lama, dan kultur jaringan generasi baru tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai *gel strength* rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*).

H1: minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu perlakuan jenis bibit yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap nilai *gel strength* rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rumput Laut

Pembudidayaan rumput laut adalah salah satu bentuk budi daya dalam sektor perikanan yang memiliki potensi untuk dikembangkan di perairan Indonesia. Rumput laut merupakan komoditas ekspor dan saat ini dibudidayakan secara besar-besaran di wilayah pesisir karena proses budidayanya sederhana, modal investasi yang relatif rendah, mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi serta telah lama menjadi salah satu sumber mata pencaharian utama bagi masyarakat pesisir. Terus meningkatnya permintaan global terhadap produk berbasis rumput laut, membuat potensi ekonomi dari sumber daya ini menjadi semakin besar (Sarwono *et al.*, 2025).

Pengembangan industri makanan, kosmetik, farmasi, tekstil dan pertanian telah dilakukan dengan memanfaatkan bahan baku yang berasal dari rumput laut sebagai penghasil agar, karaginan, alginat yang berperan sebagai stabilisator, pengental, pembentuk gel, pengemulsi, dan sebagainya (Safia *et al.*, 2020). Rumput laut juga merupakan sumber gizi karena umumnya mengandung karbohidrat, protein dan sedikit lemak yang sebagian besar merupakan senyawa garam seperti natrium dan kalsium. Selain itu juga merupakan sumber vitamin seperti vitamin A, B1, B2, B6, B12 dan vitamin C serta mengandung mineral seperti K, Ca, P, Na, Fe dan Iodium (Somala, 2002).

Kadar nutrisi dan senyawa bioaktif rumput laut umumnya berbeda berdasarkan jenis, cara penanganan, dan lokasi perairan sebagai tempat budidayanya. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Tapotubun (2018) memperlihatkan bahwa metode pengeringan yang berbeda yaitu pengeringan dengan matahari langsung dan kering angin menghasilkan kadar nutrisi berbeda pula. Metode pengeringan

dengan matahari langsung menghasilkan kadar air 8,82%, protein 5,63-7,55%, abu 4,66%, lemak 0,88-0,99%, karbohidrat 29,82-37%, dan serat kasar 23,2-24,14%. Hasil kadar nutrisi ini cenderung lebih tinggi pada metode kering angin. *Kappaphycus alvarezii* mengandung air 76,15%; abu 5,62%; protein 2,32%; lemak 0,11%; dan karbohidrat 15,8% dengan senyawa bioaktif yang terdiri dari flavonoid, fenol, hidrokuinon triterpenoid. Kandungan fenolik 141,00 mg GAE/g dan flavonoid 35,1771 mg QE/g (Safia *et al.*, 2020).

Kandungan bioaktif merupakan senyawa fitokimia yang dihasilkan dari metabolisme sekunder. Proses metabolisme sekunder menghasilkan senyawa dengan aktivitas biologis tertentu seperti alkaloid, terpenoid, flavonoid, tanin, dan steroid. Metabolisme sekunder tidak memiliki fungsi khusus dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Senyawa-senyawa tersebut lebih dibutuhkan tanaman untuk eksistensi kelangsungan hidup tanaman itu di alam (Safiudin, 2014). Senyawa bioaktif yang dimiliki rumput laut seperti florotanin dan flavonoid berperan sebagai pertahanan dari radiasi sinar ultraviolet (UV) dan sebagai antioksidan alami (Prasiddha *et al.*, 2016). Menurut Soenardjo (2011), rumput laut tidak dapat dibedakan antara akar, daun dan batang, sehingga seluruh tubuhnya disebut talus. Berdasarkan kandungan pigmen yang terdapat dalam talus, rumput laut terdiri atas Chlorophyceae (Alga Hijau), Phaeophyceae (Alga Coklat) dan Rhodophyceae (Alga Merah).

2.2. Alga Merah (Rhodophyta)

Rhodophyta atau alga merah merupakan kelompok alga yang memiliki dominansi warna merah yang disebabkan oleh pigmen fikobilin berupa allofikosianin, fikoeritrin, dan fikosianin yang menutupi karakter warna dari klorofil (Kara, 2011). Jenis rumput laut ini tumbuh di bagian laut yang paling dalam, sekitar 879 kaki di daerah bawah litoral, dimana cahaya sangatlah kurang. Warna merah pada rumput laut ini adalah unsur vital yang menunjang kelangsungan hidup dan berperan seperti klorofil, yaitu menyerap cahaya biru dan ungu matahari yang menembus air laut. Umumnya alga merah berukuran kecil, memiliki pigmen kromatofor yang terdiri dari klorofil dengan xantofil, karoten, fikoeritrin dan fikosianin (Suparman, 2013).

Alga ini mengambil nutrisi dari substrat secara difusi melalui dinding talusnya. Habitat alga merah adalah perairan jernih yang mempunyai substrat dasar batu karang, karang mati, batuan vulkanik dan benda-benda yang bersifat masif yang berada di dasar perairan. Alga merah dapat ditemukan pada daerah intertidal, subtidal sampai daerah tubir dengan ombak besar dan arus deras (Samman & Achmad, 2023). Banyak jenis alga merah yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan menjadi komoditi rumput laut yang diperdagangkan. Setidaknya ada 34 jenis alga merah yang ditemukan di perairan Indonesia yang mempunyai nilai ekonomis, yaitu *Acanthophora*, *Actinotrichia*, *Amansia*, *Amphiroa*, *Chondrococcus*, *Corallina*, *Hypnea*, *Galacaura*, *Gigartina*, *Gracilaria*, *Halymenia*, *Laurencia*, *Rhodymenia*, *Titanophora*, *Porphyra* dan *Eucheuma*. Alga merah yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah yaitu *Eucheuma spinosum* dan *Kappaphycus alvarezii* (Suparman, 2013).

2.3. Rumput Laut Kotoni

Menurut Atmadja *et al.* (1996) rumput laut kotoni termasuk dalam kelas Rhodophyceae. *Kappaphycus alvarezii* adalah rumput laut penghasil karaginan jenis kappa-karaginan. *Kappaphycus alvarezii* memiliki ciri-ciri fisik yaitu talus silindris, permukaan licin, warna hijau, hijau kuning dan merah. Penampakan talus bervariasi mulai dari bentuk sederhana sampai dengan kompleks. Percabangan ke berbagai arah dengan batang utama keluar sering berdekatan ke daerah asal. *Kappaphycus alvarezii* tumbuh melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. Cabang pertama dan kedua tumbuh berbentuk rumpun yang rimbun dengan ciri-ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari. Menurut Anggadiredja *et al.* (2008) rumput laut kotoni termasuk dalam kingdom Plantae, kelas Gigartinales, ordo Gigartinales, famili Solieriaceae, genus *Eucheuma* dan spesies *Eucheuma cottonii* / *Kappaphycus alvarezii*.

Kappaphycus alvarezii umumnya tumbuh dengan baik di daerah pantai terumbu (reef). Kondisi perairan yang sesuai untuk budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*, yaitu perairan terlindung dari terpaan angin dan gelombang yang besar, kedalaman perairan 7,65–9,72 m, suhu air laut 28–30°C, salinitas 33– 35 ppt,

kecerahan 2,5–5,25 m, pH 6,5–7, dan kecepatan arus 22–48 cm/detik (Wiratmaja *et al.*, 2011).

Eucheuma cottonii termasuk dalam kelas Rhodophyceae atau alga merah dan berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii*. Berdasarkan identifikasi fraksi karaginan yang dihasilkan oleh *Eucheuma cottonii* adalah tipe kappa karaginan, maka jenis ini secara taksonomi diubah namanya dari *Eucheuma cottonii* menjadi *Kappaphycus alvarezii*. Nama *alvarezii* yang secara khusus digunakan pada *Kappaphycus alvarezii* Doty merupakan penghargaan kepada Vicente (Vic) Alvarez yang merupakan seorang pionir metode penanaman *cottonii* (Asni, 2013).

Ciri-ciri *K. alvarezii* yang unggul yaitu memiliki percabangan yang banyak; rimbun dan runcing; tidak terdapat bercak dan terkelupas; warna spesifik (cerah); berumur 25-35 hari; talus tidak berlendir; bagian talus transparan dan berpigmen; dan tidak terkena penyakit ice-ice (Akmal *et al.*, 2017). Klasifikasi *Kappaphycus alvarezii* (Doty) menurut Anggadiredja (2011) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Rhodophyta
 Kelas : Rhodopyceae
 Ordo : Gigartinales
 Famili : Solieriaceae
 Genus : *Euchema*
 Spesies : *Eucheuma cottonii* / *Kappaphycus alvarezii* Doty (1996)



Gambar 2. Ilustrasi ilmiah dari *Kappaphycus alvarezii* yang menunjukkan spesimen rumput laut bercabang dengan talus silindris halus. Spesimen ini digambarkan dengan warna alami hijau kekuningan hingga coklat kemerahan.

2.4. Karaginan

Karaginan merupakan senyawa polisakarida yang diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut merah (*Rhodophyceae*). Karaginan dibentuk oleh unit D galaktosa dan 3,6 anhydrogalaktosa (3,6-AG) yang dihubungkan dengan α -1,3 dan β -1,4 glikosilik secara bergantian (Kumayanjati & Dwimayasanti, 2018). Kandungan karbohidrat pada rumput laut mempengaruhi kualitas karaginan yang dihasilkan. Semakin tinggi kandungan karbohidrat pada rumput laut, maka kualitas karaginan yang dihasilkan akan semakin baik. Karbohidrat pada rumput laut berperan penting dalam pembentukan gel karaginan karena merupakan sumber energi bagi bakteri yang terlibat dalam pembentukan karaginan. Selain itu, kandungan karbohidrat yang tinggi pada rumput laut juga dapat meningkatkan viskositas gel karaginan yang dihasilkan. Oleh karena itu, dalam budi daya rumput laut untuk produksi karaginan, penting untuk memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kandungan karbohidrat pada rumput laut seperti lokasi budidaya, lingkungan, dan teknik budidaya yang digunakan (Dean *et al.*, 2022).

Kualitas karaginan pada rumput laut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis spesies rumput laut dan kondisi lingkungan perairan. Setiap spesies rumput laut memiliki karakteristik yang berbeda-beda dalam hal komposisi kimia dan kandungan karaginan. Beberapa spesies rumput laut menghasilkan karaginan dengan kualitas yang lebih baik daripada spesies lain. Metode pengolahan dan ekstraksi yang tepat juga sangat penting untuk mendapatkan karaginan berkualitas

tinggi. Proses pengolahan yang salah atau tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan pada struktur karaginan dan mengurangi kualitas karaginan (Khotimah *et al.*, 2019). Faktor lingkungan seperti suhu, cahaya, dan kelembaban dapat mempengaruhi kualitas karaginan pada rumput laut. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah, intensitas cahaya yang tidak memadai, atau kadar garam yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada struktur karaginan (Riadi *et al.*, 2020; Wulandari *et al.*, 2020).

Kappa karaginan merupakan senyawa yang termasuk kelompok polisakarida hasil ekstraksi dari rumput laut *K. alvarezii*. Senyawa polisakarida serat makanan selain dapat memperlambat penyerapan glukosa dari larutan pada saluran cerna ke dalam aliran darah juga mempengaruhi penyerapan lemak (Wikanta *et al.*, 2003). Polisakarida dinding sel tanaman dan lignin tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan mamalia, termasuk manusia, sehingga keuntungan mengonsumsi makanan berserat terutama yang larut air, diantaranya dapat mengurangi atau menghambat laju kenaikan kadar glukosa darah secara mendadak (Mayer, 1995; Nosa *et al.*, 2020).

Nosa *et al.* (2020) menyatakan bahwa kappa karaginan *K. alvarezii* berupa serbuk dengan tekstur seperti butiran pasir dan beraroma khas rumput laut dan berwarna krem-kecoklatan. Karakteristik kappa karaginan *K. alvarezii* terdiri dari karakteristik kimia dan fisik, untuk karakteristik kimia meliputi kadar air sebesar 8,97%, kadar abu 24,76%, kadar abu tidak larut asam 0,93% dan kadar sulfat 24,50% sedangkan karakteristik fisik meliputi rendemen 52,00% dan viskositas 52,53%. Karakteristik kimia dan fisik kappa karaginan *K. alvarezii* harus memenuhi standar yang ditetapkan FAO (Food Agriculture Organization) (Nosa *et al.*, 2020). Menurut Runtuboy & Abadi (2018) keunggulan dari bibit rumput laut hasil kultur jaringan adalah memiliki kandungan karaginan yang lebih tinggi (40,7-44,1%) dibanding menggunakan bibit hasil pemotongan (33,0-36,9%). Untuk mendapatkan mutu produksi dan mutu karaginan yang sesuai dengan standar yang ditetapkan, maka umur panen rumput laut *K. alvarezii* disarankan setelah 30 hari (Harun *et al.*, 2013).

2.4.1 Jenis-Jenis Karaginan

Berdasarkan struktur kimia (homopolimer), karaginan dibagi menjadi tiga kategori diantaranya K-karaginan, I-karaginan dan λ - karaginan. K-karaginan diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut *K. alvarezii*, I-karaginan diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut *Eucheuma spinosum*, dan λ -karaginan diperoleh dari hasil ekstraksi *Chondrus crispus* (Kumayanjati dan Dwimayasanti, 2018). Menurut Qi *et al.* (2015) kappa karaginan memiliki gugus sulfatasi yang lebih banyak dan cenderung membentuk gel yang kuat, sementara iota dan lambda karaginan memiliki gugus sulfatasi yang lebih sedikit dan membentuk gel yang lebih lembut.

Tabel 1. Ringkasan hasil kadar karaginan dan *gel strength* pada berbagai perlakuan penelitian. Kadar karaginan dan *gel strength* diukur pada berbagai perlakuan kultur jaringan dan non kultur jaringan rumput laut *Kappaphycus alvarezii*.

Penelitian	Kadar Karaginan (%)	<i>Gel strength</i> (g/cm ²)	Sitasi
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	-	188,53	Erjanan, <i>et al.</i> (2017)
<i>Eucheuma cottonii</i> (var. red)	34,5	500	(Sormin <i>et al.</i> , 2018)
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	14,44	-	Cokrowati <i>et al.</i> , 2020)
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	34	406,59	Tuiyo dan Arsalam (2023)
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	-	165,50	Sarwono, <i>et al.</i> , (2025)

2.4.2 Manfaat Karaginan

Karaginan merupakan senyawa polisakarida yang memiliki kegunaan hampir sama dengan agar-agar, antara lain sebagai pengatur keseimbangan, bahan pengental, pembentuk gel, dan pembuat emulsi. Sedangkan alginat merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk rantai linier panjang. Kegunaannya adalah sebagai bahan pengental, pengatur keseimbangan, pengemulsi, dan pembentuk lapisan tahan terhadap minyak (Priono, 2016).

Karaginan memiliki kegunaan yang sangat banyak baik dalam industri pangan maupun non pangan. Pada industri pangan karaginan digunakan untuk zat penstabil pada es krim, zat pengental pada saus, zat pengemulsi air dan minyak, pembuatan jelly, dan lain-lain. Pada industri non pangan karaginan digunakan untuk zat penstabil pada keramik, bahan pangan hewan, zat pengemulsi pada cat, zat pengemulsi pada kosmetik dan lain-lain (Devi *et al.*, 2020).

Karaginan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembentuk gel, pengemulsi, penstabil dan pengental. Sifat ini banyak dimanfaatkan dalam industri non pangan, farmasi, kosmetik, makanan dan minuman. Industri non pangan, karaginan digunakan sebagai bahan pembuatan kertas, cat, tekstil, fotografi dan pengalengan ikan, sedangkan pada industri farmasi, karaginan digunakan sebagai bahan pembuatan obat-obatan. Karaginan dalam industri kosmetik, digunakan sebagai bahan pembuatan lotion dan krem, sedangkan pada industri makanan dan minuman, karaginan digunakan sebagai bahan pembuatan jelly, saus, dodol, nugget dan produk susu. Karaginan juga dapat ditambahkan pada sirup buah pala sebagai bahan pengental sekaligus menambahkan serat ke dalamnya (Kordi dan Ghufroon, 2011).

2.5. Habitat dan Lingkungan

Kappaphycus alvarezii tumbuh di daerah pasang surut (interdital) atau pada daerah yang selalu terendam air, syarat-syarat tersebut antara lain, kedalaman perairan, cahaya, substrat dan gerakan air yang baik dengan habitat khas adalah daerah yang berupa pasir kasar yang bercampur pecahan karang (Anggadiredja, 2008). Ada dua tipe substrat utama yang digunakan sebagai tempat hidup rumput laut yaitu substrat lunak yang meliputi lumpur, pasir atau campuran pasir dan lumpur, dan substrat keras yang meliputi karang mati, karang hidup dan batuan (Ferawati *et al.*, 2014).

Faktor-faktor yang mempengaruhi komunitas rumput laut dibedakan menjadi tiga, yaitu faktor oseanografi, topografis dan hayati. Kondisi oseanografis di suatu perairan (temperatur, intensitas cahaya, kedalaman, salinitas, pH, arus dan gelombang), faktor topografis (Kondisi substrat dasar perairan), dan faktor hayati

seperti hewan herbivor, serta kompetisi antara jenis rumput laut itu sendiri mempengaruhi struktur komunitas rumput laut (Ferawati *et al.*, 2014). Menurut Aslan (1998) rumput laut *K. alvarezii* menyukai variasi suhu yang kecil.

2.6. Kultur Jaringan

Kultur jaringan merupakan teknik perbanyakan tanaman dengan cara mengisolasi bagian tanaman seperti daun, mata tunas serta menumbuhkan bagian-bagian tersebut dalam media buatan secara aseptik dalam wadah tertutup sehingga bagian tanaman dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap (Sulistiani & Yani, 2014). Menurut Hapsoro & Yusnita (2018), dalam kultur jaringan tanaman, sepotong kecil bagian tanaman (sel, jaringan atau organ) yang dikondisikan (*in vitro*, aseptik), dikulturkan di media (dengan suplai semua hara mineral esensial, energi sekaligus Zat pengatur Tumbuh (ZPT) dan dikontrol pencahayaan maupun suhu ruangnya, dimungkinkan untuk diarahkan pertumbuhan maupun perkembangannya menjadi tanaman utuh.

2.7. Rumput Laut Kultur Jaringan

Perbanyakan vegetatif berulang dari tanaman yang sama telah menyebabkan hilangnya keragaman genetik dan masalah yang terkait: (1) karakteristik pertumbuhan lambat dari 'stok benih' berkualitas rendah, (2) penurunan hasil karaginan, (3) kualitas karaginan yang buruk dan (4) kerentanan terhadap penyakit. Upaya peningkatan produksi melalui perluasan areal budidaya telah digalakkan beberapa tahun terakhir, namun upaya peningkatan kualitas 'stok benih' masih sedikit (Hurtado & Cheney, 2003).

Regenerasi melalui perbanyakan generatif perlu dilakukan untuk mengembalikan keragaman genetik dari rumput laut ini. Akan tetapi perbanyakan rumput laut kotoni melalui spora sangat sulit karena spora rumput laut ini sukar diperoleh. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan dalam meningkatkan penyediaan bibit rumput laut kotoni adalah dilakukan perbanyakan bibit rumput laut melalui teknik kultur jaringan. Menurut Sulistiani & Yani (2014) bibit yang dihasilkan melalui kultur jaringan mempunyai beberapa keunggulan antara lain mempunyai

sifat yang identik dengan induknya, tidak terlalu membutuhkan tempat yang luas, mampu menghasilkan bibit dalam jumlah besar, kesehatan dan mutu bibit lebih terjamin, produksi bibit di laboratorium dapat dilakukan sepanjang tahun tanpa dipengaruhi musim.

Kualitas bibit hasil kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh induk tanaman yang akan dijadikan sebagai sumber eksplan. Induk tanaman yang akan diperbanyak sebaiknya berasal dari tanaman unggul, sehingga bibit yang dihasilkan bisa mewarisi karakter unggul induknya. Indukan unggul rumput laut kotoni dapat diperoleh dengan melakukan seleksi rumpun yang mempunyai Laju Pertumbuhan Harian (LPH) lebih dari 6% (Masak *et al.*, 2011).

2.8. Pertumbuhan Rumput Laut

Pertumbuhan rumput laut merupakan proses bertambahnya biomassa dan ukuran talus yang terjadi sebagai hasil aktivitas fisiologis, terutama fotosintesis dan penyerapan nutrisi dari lingkungan perairan. Proses ini mencerminkan kemampuan rumput laut dalam memanfaatkan sumber daya yang tersedia untuk membentuk jaringan baru. Menurut Radiarta *et al.* (2016), keberhasilan pertumbuhan rumput laut sangat dipengaruhi oleh kesesuaian kondisi lingkungan perairan, seperti suhu, salinitas, arus, dan kandungan unsur hara. Oleh karena itu, kualitas lingkungan menjadi salah satu faktor utama yang menentukan tingkat produktivitas rumput laut.

Kondisi fisik dan kimia perairan memiliki peranan penting dalam mendukung pertumbuhan rumput laut. Erlania dan Radiarta (2019) menjelaskan bahwa pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* dapat berlangsung secara optimal pada suhu berkisar 26–30°C dengan tingkat salinitas antara 28–35 ppt. Selain itu, intensitas cahaya yang memadai sangat diperlukan untuk menunjang proses fotosintesis. Apabila tingkat kecerahan perairan menurun akibat tingginya kekeruhan, maka penyerapan cahaya oleh rumput laut akan berkurang sehingga pertumbuhannya dapat terhambat. Faktor lain seperti pH dan oksigen terlarut yang stabil juga berkontribusi terhadap kelancaran proses metabolisme organisme tersebut.

Ketersediaan nutrien, terutama nitrat dan fosfat, merupakan unsur penting yang berperan dalam pembentukan biomassa rumput laut. Hayashi *et al.* (2017) menyatakan bahwa kecukupan nutrien di perairan dapat meningkatkan laju pertumbuhan spesifik serta mendukung produksi yang lebih tinggi. Selain itu, keberadaan arus dengan kecepatan yang sesuai membantu distribusi unsur hara dan oksigen secara merata sekaligus mengurangi penumpukan sedimen pada permukaan talus. Sebaliknya, kondisi perairan yang miskin nutrien atau memiliki arus yang terlalu kuat dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil budi daya.

Di samping faktor lingkungan, pertumbuhan rumput laut juga dipengaruhi oleh faktor biologis, seperti serangan penyakit dan keberadaan organisme penempel. Hurtado *et al.* (2020) mengemukakan bahwa penyakit *ice-ice* masih menjadi salah satu permasalahan utama dalam budi daya rumput laut karena dapat merusak jaringan talus dan mengurangi produktivitas. Keberadaan epifit yang menempel pada permukaan rumput laut juga berpotensi menghambat penyerapan cahaya dan nutrien. Dengan demikian, pertumbuhan rumput laut merupakan hasil interaksi berbagai faktor lingkungan dan biologis yang perlu dikelola secara baik agar produksi budi daya dapat berlangsung secara optimal.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan yaitu pada bulan Mei – Juni 2024. Bibit rumput laut kotoni terdiri dari bibit non kultur jaringan yang berasal dari perairan Lampung Selatan, bibit rumput laut kultur jaringan generasi lama berasal dari Laboratorium Kultur Jaringan Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung yang diproduksi pada tahun 2018 dan telah diperbanyak di perairan Lampung Selatan dan bibit rumput laut kultur jaringan generasi baru dari Balai Perikanan Budidaya laut Ambon yang diproduksi pada tahun 2023 dan telah diperbanyak di perairan Lampung Selatan. Penelitian akan dilakukan di perairan di Kecamatan Ketapang Kabupaten Lampung Selatan.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tali PE 8 mm, 5 mm dan 2 mm, pelampung, jangkar, pisau, timbangan, perahu, keranjang panen, karung goni, para-para, terpal, alat pengukur kualitas air, alat uji kadar karaginan, kamera, ATK dan timbangan dan perahu. Bahan yang digunakan adalah bibit rumput laut non kultur jaringan, bibit rumput laut kultur jaringan generasi lama dan baru, bahan uji parameter kualitas air (nitrit, nitrat, amonia dan fosfat), bahan uji karaginan.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) meliputi tiga perlakuan sumber bibit: A. (bibit non kultur jaringan dari perairan Ketapang Lampung Selatan), B. (bibit kultur jaringan generasi lama produksi 2018 dari BBPBL Lampung) dan C. (bibit kultur jaringan generasi baru produksi 2023 dari BPBL Ambon), Masing-masing perlakuan diulang 3 kali.

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Persiapan Penelitian

Survei lapangan untuk mendapatkan informasi awal mengenai rumput laut yang dibudidayakan di Kecamatan Ketapang Kabupaten Lampung Selatan dan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk penelitian.

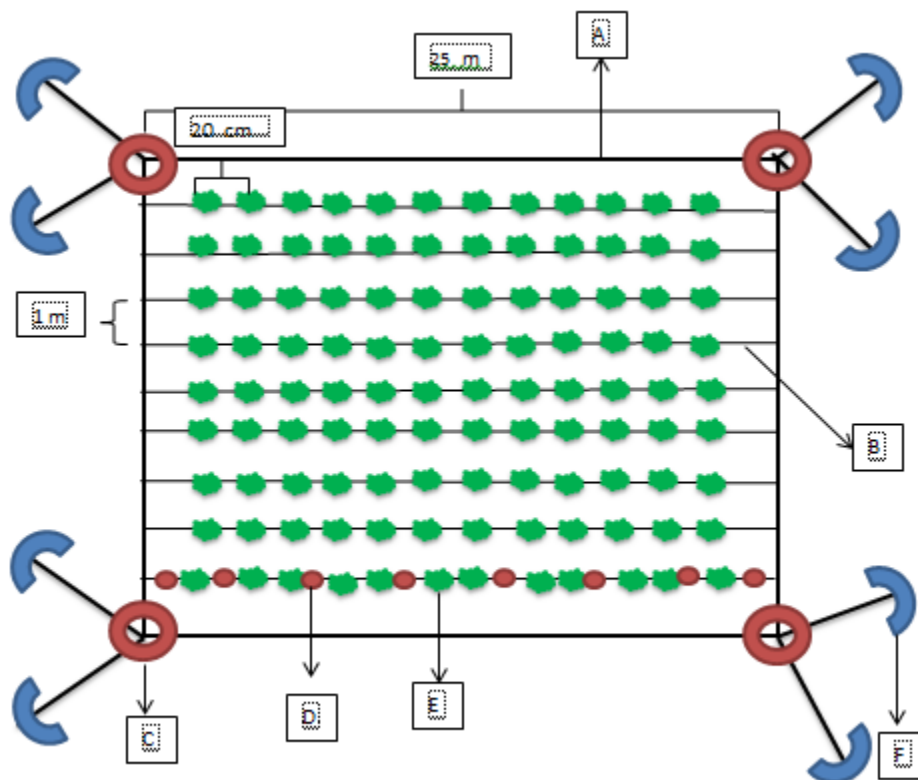
3.4.2. Seleksi Bibit Rumput Laut

Bibit rumput laut yang digunakan berasal dari jenis: *Kappaphycus alvarezii* atau rumput laut kotoni dengan kriteria: (a) umur bibit 25 hari; (b) bercabang banyak dan rimbun; (c) thalus mulus (tidak terkelupas); (d) masih segar; (e) ujung thalus runcing dan (f) bebas penyakit atau epifit.

3.4.3. Pelaksanaan Penelitian

Panjang tali jalur yang digunakan pada setiap perlakuan adalah 25 m dengan jumlah titik ikat 100 titik yang masing-masing berjarak 20 cm. Berat awal bibit per titik adalah 50 g. Metode budidaya menggunakan sistem *long line*. Kontrol selama penelitian dilakukan setiap hari sebagai tindakan preventif untuk mencegah adanya serangan ikan herbivora seperti ikan Baronang dan penyu. Selain untuk tindakan preventif, kegiatan pengontrolan dilakukan untuk membersihkan tanaman dari tanaman pengganggu, merawat konstruksi maupun tanaman uji. Lama waktu pemeliharaan adalah 35 hari. Sampling pertumbuhan dilakukan setiap minggu, pengukuran kualitas air dilakukan pada awal dan akhir

penelitian, pengukuran kadar karaginan dan *gel strength* dilakukan pada akhir penelitian. Pengujian parameter kualitas air dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi, Kesehatan Ikan dan Lingkungan BBPBL Lampung dan pengujian karaginan dan *gel strength* dilakukan di Laboratorium Balai Riset Budidaya Air Payau Maros.



Gambar 3. Tata letak konstruksi rakit long line yang digunakan selama penelitian

Keterangan:

A : Tali utama dari tali PE diameter 8 mm dengan panjang tali 30 m

B : Tali ris dari tali PE diameter 5 mm

C : Pelampung diameter 30 cm

D : Pelampung diameter 20 cm

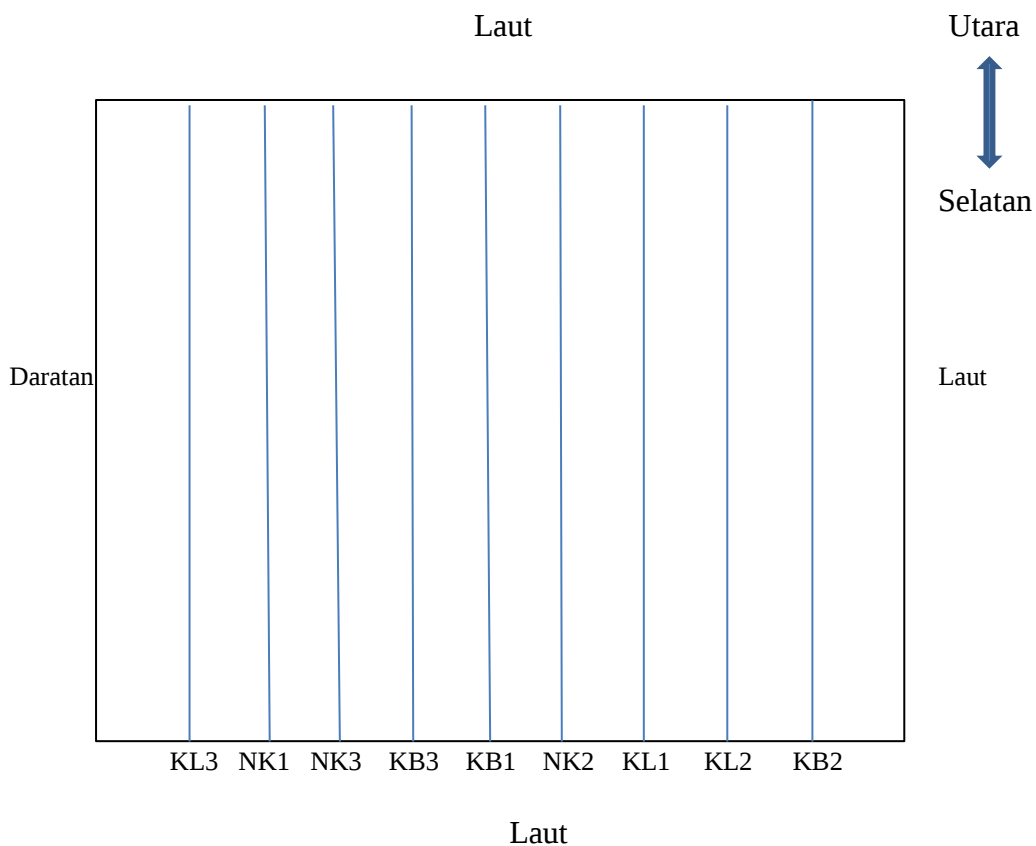
F ; Jangkar dengan berat 50 kg

Berdasarkan Gambar 3, metode budidaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rakit long line berbentuk persegi panjang dengan ukuran 30 m × 10 m. Konstruksi rakit menggunakan tali utama dari bahan polyethylene (PE)

berdiameter 8 mm dengan panjang total 30 m. Pada bagian dalam rakit dipasang beberapa tali ris sepanjang 30 dari tali PE berdiameter 5 mm yang disusun sejajar dengan jarak antar tali ris sebesar 1 m.

Daya apung rakit dipertahankan menggunakan pelampung berdiameter 30 cm yang ditempatkan pada setiap sudut konstruksi serta pelampung tambahan berdiameter 20 cm sebanyak 8 buah pada setiap tali ris. Untuk menjaga posisi rakit tetap stabil selama kegiatan budidaya, setiap sudut konstruksi diikat dengan jangkar berbobot 50 kg.

Bibit rumput laut diikat pada tali ris menggunakan tali PE berdiameter 2 mm. Jarak antar titik ikatan bibit ditetapkan sebesar 20 cm dengan bobot awal bibit 50 g per ikatan. Susunan tersebut dirancang untuk memberikan ruang tumbuh yang optimal serta memudahkan pemeliharaan dan pengamatan selama penelitian berlangsung.



Gambar 4. Tata letak rumput laut

Keterangan:

NK : Rumput laut non kultur jaringan

KL : Rumput laut kultur jaringan generasi lama (2018)

KB : Rumput laut kultur jaringan generasi baru (2023)

3.5. Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah parameter utama dan pendukung. Parameter utama yang diamati adalah laju pertumbuhan harian dengan mengamati pertambahan berat talus setiap minggu selama 35 hari. Selain itu juga dilakukan pengukuran kandungan karaginan dan *gel strength* pada akhir penelitian. Jumlah sampel yang diamati sebanyak 15 % (15 titik) per ulangan dan diambil secara acak. Parameter pendukung yang diamati adalah kualitas air pada perairan budidaya yaitu pH, DO, salinitas, suhu, Nitrit, Nitrat, Amonia dan Fosfat dilakukan pada awal, tengah dan akhir penelitian.

1. Untuk mengetahui pertumbuhan mutlak biomassa rumput laut digunakan rumus dari Zailan (2019):

$$PM = W_t - W_0$$

dimana:

PM = pertumbuhan mutlak (g)

W_t = bobot akhir (g)

W_0 = bobot awal (g)

2. Untuk mengetahui persentase laju pertumbuhan harian rumput laut digunakan rumus Zonneveld (1991); Zailan (2019):

$$a = \{ [W_t / W_0]^{1/t} - 1 \} \times 100 \%$$

dimana:

a = laju pertumbuhan harian (%)

W_t = berat individu rata-rata (gram)

W_0 = berat individu awal penebaran (g)

t = waktu

3. Untuk menentukan kadar karaginan digunakan rumus Munos (Cokrowati, et al 2020) :

$$\text{Kadar karaginan} = (W_c/W_m) \times 100\%$$

dimana :

W_c = berat karaginan ekstrak (g)

W_m = berat rumput laut kering (g)

4. Untuk mengukur gel strength digunakan rumus menurut Rasnijal (2024):

$$\text{Gel strength (g/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Berat probe (g)}}{\text{luas permukaan kontak probe (cm}^2\text{)}} \times \text{Nilai kalibrasi}$$

$$\text{Nilai kalibrasi} = \frac{\text{Berat probe (g)}}{\text{Jarak antara probe dan gel}}$$

3.6. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam dengan tingkat kepercayaan 90%. Jika terdapat pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan uji Duncan untuk melihat perlakuan mana saja yang menunjukkan hasil yang berbeda. Analisis ekonomi menggunakan analisis deskriptif meliputi biaya produksi, penerimaan, keuntungan, dan B/C ratio.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian selama 35 hari pemeliharaan rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*) di Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan laju pertumbuhan antara bibit nonkultur jaringan dan bibit hasil kultur jaringan. Perlakuan kultur jaringan lama menghasilkan laju pertumbuhan harian tertinggi sebesar $4,59 \pm 0,31$ % per hari dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan nonkultur jaringan menghasilkan laju pertumbuhan harian terendah sebesar $4,06 \pm 0,06$ % per hari.
2. Terdapat perbedaan kadar karaginan antara bibit nonkultur jaringan dan bibit hasil kultur jaringan. Perlakuan kultur jaringan lama menghasilkan kadar karaginan tertinggi sebesar $22,48 \pm 0,45$ %, sedangkan kultur jaringan baru menghasilkan kadar karaginan terendah sebesar $18,26 \pm 1,98$ %.
3. Terdapat perbedaan pada gel strength antara bibit nonkultur jaringan dan bibit hasil kultur jaringan. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan kultur jaringan lama menghasilkan nilai *gel strength* tertinggi sebesar $744,09 \pm 38,35$ g/cm², diikuti perlakuan nonkultur jaringan sebesar $532,28 \pm 190,23$ g/cm², sedangkan perlakuan kultur jaringan baru menunjukkan nilai terendah sebesar $450,14 \pm 183,19$ g/cm².
4. Penggunaan bibit hasil kultur jaringan, khususnya kultur jaringan lama, lebih efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan kualitas rumput laut dibandingkan bibit nonkultur jaringan. Hal tersebut ditunjukkan oleh tingginya nilai pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan harian, kadar karaginan, dan *gel strength* pada perlakuan kultur jaringan lama.

5. Berdasarkan hasil analisis ekonomi, seluruh perlakuan budidaya rumput laut kotoni layak untuk diusahakan karena memiliki nilai B/C ratio lebih besar dari satu. Namun, penggunaan bibit kultur jaringan generasi lama memberikan hasil ekonomi terbaik yang ditunjukkan oleh produksi tertinggi (91,347 kg), pendapatan terbesar (Rp141.846,00), nilai B/C ratio tertinggi (1,63), dan nilai BEP terendah (Rp113.041,00). Oleh karena itu, pada kondisi penelitian ini, bibit kultur jaringan generasi lama merupakan alternatif yang paling menguntungkan secara ekonomi dibandingkan bibit non kultur jaringan maupun kultur jaringan generasi baru.

5.2. Saran

1. Penggunaan bibit kultur jaringan lama disarankan dalam kegiatan budi daya rumput laut kotoni karena menunjukkan pertumbuhan dan kualitas rumput laut yang lebih baik dibandingkan bibit nonkultur jaringan maupun kultur jaringan baru.
2. Penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan jumlah ulangan lebih banyak dan waktu pemeliharaan yang lebih panjang untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan konsisten.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji faktor lain yang mempengaruhi nilai *gel strength*, seperti umur panen, metode pascapanen, proses ekstraksi karaginan, serta pengaruh parameter kualitas air terhadap kualitas rumput laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, R. Syamsuddin, D., Dh. Trijuno & A. Tuwo. (2017). Morfologi, Kandungan Klorofil a, Pertumbuhan, Produksi, dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan pada Kedalaman Berbeda. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*, 2(2),39-50.
- Anggadiredja, J. T. 2011. Laporan Forum Rumput Laut. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Anggadiredja, J. T., A. Zatnika, H. Purwanto & S. Istini. 2008. *Rumput Laut*. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Ariyanto, D., Suharyanto, Palimirmo, FS. & Himawan, Y. (2018). Pengaruh genotipe, lingkungan, dan interaksi keduanya terhadap stabilitas penampilan fenotipik ikan mas. *Jurnal Riset Akuakultur* 13 (4): 289-296.
- Asni, A. 2013. Pengelolaan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Berbasis Ekologis Secara Spasial dan Temporal di Perairan Pesisir Bantaeng. Disertasi Universitas Hassanudin Makassar.
- Aslan L. M., 1998 Budidaya Rumput Laut. Kanisius, Yogyakarta.
- Atmadja, W. S., Kadi, A. Sulistijo & Rachmaniar. 1996. Pengenalan Jenis-jenis Rumput Laut Indonesia. PUSLITBANG Oseanologi. LIPI. Jakarta.
- Baedah, M. A. 2011. Perlunya Standar Operasional Prosedur (SPO) Pengadaan Bibit Rumput Laut di Sulawesi Tengah. Makalah. Palu: Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Tengah.

- Budiyanto, Kasim, M., & Abadi, S.Y. (2019). Growth and carrageenan content of local and tissue culture seed of *Kappaphycus alvarezii* cultivated in floating cage. *AACL Bioflux* 12(1). <http://www.bioflux.com.ro/aac1>. 167-178.
- Cokrowati, N., Diniarti, N., Setyowati, D. N. A, & Mukhlis, A. (2020). Performance growth of local and tissue culture seaweed *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Fisheries and Marine Research* 4(1), 61-65. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.01.9>.
- Dean, C., & Sunadji Oedjoe, M. D. R. (2022). Kandungan Nutrisi dan karaginan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) dari Perairan Semau Kabupaten JVIP, 4(1): 11-18.
- Devi, F. P., Riyadi, D. N., Kurniawansyah, F., & Roesyadi, A. (2020). Produksi Kappa Karaginan dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dengan Metode Semi Refined Carrageenan. *Journal of Fundamentals and Applications of Chemical Engineering*, 1(1).
- Djami, D., Oedjoe, M. D. R., & Rebhung, F. (2024). Umur bibit 25 hari dan bibit kultur jaringan jenis *Kappaphycus alvarezii* terhadap pertumbuhan dan kandungan karaginan. *Jurnal Aquatik*, 7(1), 7-14.
- Erjanan, S., Dotulong, V. & Montolalu, R. (2017). Mutu karaginan dan kekuatan gel dari rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan* 5(2): 36-39.
- Erlania, E., & Radiarta, I. N. (2019). Pengelolaan lingkungan budidaya rumput laut berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Riset Akuakultur*, 14(2), 115–126.
- Ferawati, E., Widyartini, D. S., & Insan, I. (2014). Studi Komunitas Rumput Laut pada Berbagai Substrat di Perairan Pantai Permisian Kabupaten Cilacap. *Scripta Biologica*, 1(1), 55-60.
- Firdaus M, Nurdiani R, Prihanto AA, Lestari EP, Suyono & Amam F. (2021). Carrageenan characteristics of *Kappaphycus alvarezii* from various

- harvest ages. [IOP Conference Series Earth and Environmental Science](https://doi.org/10.1088/1755-1315/860/1/012067) 860(1):012067. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/860/1/012067>.
- Hapsoro, D & Yusnita., 2018. *Kultur Jaringan Teori dan Praktek*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Harapan, S. B. S., Mawarti, R. A., & Mulyono, M. (2019). Performansi pertumbuhan rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) dengan menggunakan bibit hasil kultur dan non kultur jaringan di BBPBL Lampung. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpt.v2i2.8075>.
- Harun, M., Montolalu, R. I. & Suwetja, I. K. (2013). Karakteristik Fisika Kimia Karaginan Rumput Laut Jenis *Kappaphycus alvarezii* pada Umur Panen yang Berbeda di Perairan Desa Tihengo Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 1(1), 7-12.
- Hayashi, L., Bulboa, C., Kradolfer, P., Soriano, G., & Robledo, D. (2017). Cultivation of red seaweeds: A review of growth factors and environmental conditions. *Journal of Applied Phycology*, 29(2), 1121–1132.
- Hidayat, S. W. (2022). *Variasi konsentrasi enzim alfa amilase pada proses modifikasi karaginan hasil ekstraksi Ca (OH)₂ pH 13 terhadap penurunan bobot molekul*. (Doctoral dissertation, Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia).
- Hurtado, A. Q. & D. P. Cheney. (2003). Propagule Production of *Eucheuma denticulatum* (Burman) Collins et Harvey by Tissue Culture. *Botanica Marina*, 46, 338–341.
- Hurtado, A. Q., Neish, I. C., & Critchley, A. T. (2020). Developments in production technology of *Kappaphycus* and *Eucheuma* in the Philippines and beyond. *Journal of Applied Phycology*, 32(6), 3675–3691.
- Jannah H & Surianti. (2021). Pengaruh periode pemeliharaan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* terhadap mutu nata de seaweed dan karagenan. *Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan*. 1(2) Oktober: 25-35. <https://doi.org/10.55678/jikan.v1i2.531>

- Kara, R. (2011). *Fungi, Algae, and Protist: Biochemistry, Cells, and Life*. New York: Britannica Educational Publishing.
- Khotimah, N., Sulisty, I., & Widianingsih, W. (2019). Pemanfaatan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* sebagai Bahan Baku Karaginan dengan Variasi Konsentrasi Alkali. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan Indonesia*, 3(1): 1-8.
- Kordi, M. & H. Ghufro. (2011). *Kiat Sukses Budi Daya Rumput Laut di Laut dan Tambak*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Kumayanjati, B., & Dwimayasanti, R. (2018). Kualitas karaginan dan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* pada lokasi berbeda di perairan Maluku Tenggara. *Jurnal Pendidikan Biologi Kelautan dan Perikanan*, 13(1), 21-32.
- Lestari, NA., Lumbessy, SY. & Scabra, AR. (2023). Perbandingan pertumbuhan dan kandungan pigmen rumput laut *Eucheuma cottonii* lokal dan hasil kultur jaringan. *Journal of Fisheries and Marine Research*.7(1): 49-58
- Maryunus, R. P., & Hussein, R. (2018). Performansi pertumbuhan bibit kultur jaringan rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*) di perairan Teluk Vid Bangir. *Akuatika Indonesia*, 3(2), 91-95.
<https://doi.org/10.24198/jaki.v3i2.23394>.
- Masak, P. R. P., Parengrengi, A., Tjaronge M. & Rusman. (2011). Protokol Seleksi Varietas Bibit Unggul Rumput Laut. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Mayer, P. A. (1995). *Pencernaan dan Penyerapan. Biokimia*. Harper. Alih bahasa: Hartono, A., EGC Penerbit Buku Kedokteran, Jakarta. 709 pp.
- Mutalib Y & Rahman SA. (2018). Pertumbuhan dan kandungan karaginan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* pada dosis mikroorganisme local (MOL) buah maja. *Journal of Blue Oceanic*. 2(01): 1-8.
<https://doi.org/10.31227/osf.io/gxm75>

- Noor, NM. (2015). Analisis kesesuaian perairan Ketapang, Lampung selatan sebagai lahan Budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. *Maspari Journal* 7(2):91-100.
- Noor, HM., Alamsjah, MA. & Andriyono, S. (2021). Characterization of semi-refined kappa-carrageenan from *Kappaphycus alvarezii* with different solvents in Tanjung Sumenep. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 679: 1-9. doi:10.1088/1755-1315/679/1/012043.
- Nosa, S. P., Karnila, R., & Diharmi, A., (2020). Potensi Kappa Karaginan Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Sebagai Antioksidan Dan Inhibitor Enzim α -Glukosidase. *Berkala Perikanan Terubuk*, 48(2).
- Prasiddha, I. J., Laeliocattleya, R. A., Estiasih, T., & Maigan, J. M. (2016). Potensi Senyawa Bioaktif Rambut Jagung (*Zea Mays* L) untuk Tabir Alami. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1), 40-45.
- Priono, B. (2016). Budidaya Rumput Laut Dalam Upaya Peningkatan Industrialisasi Perikanan. *Media Akuakultur*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.15578/ma.8.1.2013.1-8>.
- Putri DS, Cokrowati N, Lestari DP & Ahmad (2022). Growth and content of seaweed carrageenan *Kappaphycus alvarezii* cultivated at bottom-off method. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(2): 565–573. DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v22i2.3539>.
- Qi, H. M., Zhang, Q. B., & Xu, Z. R. (2015). Comparative Studies on Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Polysaccharides Extracted from Three Seaweed Species. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72(2), 1351-1357.
- Rachmawati, S., & Abdillah, A. A. (2019). Studi Pertumbuhan Bibit Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Hasil Kultur Jaringan Dengan Metode Longline Berbingkai di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung. *Jurnal Pendidikan Pantura* 2(1), 1-9.

- Radiarta, I. N., Erlania, E., & Haryadi, J. (2016). Kesesuaian lahan budidaya rumput laut berdasarkan karakteristik lingkungan perairan di Indonesia. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(1), 87–98.
- Rasnijal, M., Kurniaji, A., Anton, Budiayati, Renitasari, DP., Suhermanto, A., Mulyono, M., Djunaidah, IS., Rahardjo, S., Sektiana, SP. & Ridwan. (2024). Characteristics of seaweed caraginan *Kappaphycus alvarezii* on cultivation system with different seed weight. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 23 (1), 71–78. DOI: 10.19027/jai.23.1.71-78.
- Riadi, H., Rasyidin, R., & Suryanto, D. (2020). Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Alkali Terhadap Rendemen dan Kadar Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Pascapanen Kelautan dan Perikanan*, 15(2), 83-91.
- Runtuboy, N. & S. Abadi. (2018). Optimalisasi Penyediaan Bibit Rumput Laut Kotonii (*Kappaphycus alvarezii*) Hasil Kultur Jaringan. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 12(1), 1-10.
- Safia, W., Budiayanti & Musrif. (2020). Kandungan Nutrisi dan Senyawa Bioaktif Rumput Laut (*Euchema Cottonii*) yang Dibudidayakan dengan Teknik Rakit Gantung pada Kedalaman Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(2), 261-271.
- Safiudin A. (2014). Senyawa Alam Metabolit Sekunder Teori, Konsep, dan Teknik Pemurnian. Deepublish.Yogyakarta.
- Samman, A & Achmad, M.N., (2023). Diversitas dan Distribusi Alga Merah (Rhodophyta) di Perairan Pulau Ternate. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1), 148-154.
- Sangkia, FD. (2017). Laju pertumbuhan rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) dengan menggunakan bibit pada lokasi yang berbeda. 2017. *JBO*. 01(01):26-33. <https://doi.org/10.31219/osf.io/v59pt>.
- Sarwono, Tuhumury SF & Pattinasarany MM. (2025). Uji multi lokasi bibit rumput laut *Kappaphycus alvarezii* hasil kultur jaringan dan local di

kabupaten Maluku Tenggara dan kota Tual terhadap pertumbuhan, kekuatan gel dan viskositas TRITON: *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*.21(1) :1-13. <https://doi.org/10.30598/TRITONvol21issue1page1-13>.

Simatupang, NF., Pong-Masak, PR., Ratnawati, P., Agusman, Paul, NA. and Rimmer, MA. (2021). Growth and product quality of the seaweed *Kappaphycus alvarezii* from different farming locations in Indonesia. *Aquaculture Reports* 20: 1-8.

Soenardjo, N. (2011). Aplikasi Budidaya Rumput Laut *Eucheuma cottonii* (Weber van Bosse) dengan Metode Jaring Lepas Dasar (Net Bag) Model Cidaun. *J. Buletin Oseanografi Marina*, 1, 36–44.

Somala, W. 2002. Pengaruh Kelembaban Udara terhadap Mutu Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Metode long-line bagian 2. Badan Standarnisasi Nasional. Jakarta.

Sormin RBD, Soukotta D, Risambessy A & Ferdinandus SJ. (2018). Physico-chemical characteristic of semi refined carragenan from ambon city and southwest Maluku district. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 21: 92–98.

Sulistiani, E & S.A. Yani. 2014. *Kultur Jaringan Rumput Laut Kotoni (Kappaphycus alvarezii)*. SEAMEO BIOTROP. Bogor.

Suparman. 2013. *Cara Mudah Budidaya Rumput Laut Menyehatkan dan Menguntungkan*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta.

Takanjanji, LM, Ratoe Oedjoe MDj. & Linggi, Y. (2018). Tingkat pertumbuhan dan karaginan rumput laut *Eucheuma cottonii* di perairan Batubao teluk Kupang dengan menggunakan bibit petikan (F2). *Jurnal Akuatik*, 1(1):77-83 <https://doi.org/10.35508/aquatik.v1i1.2440>.

Tapotubun AM. (2018). Komposisi Kimia Rumput Laut *Caulerpa lentilifera* Dari Perairan Kei Maluku Dengan Metode Pengeringan Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 13-23.

- Tuiyo & Arsalan. (2023). Kandungan karagenan dan kekuatan gel *Kappaphycus alvarezii* Hasil budidaya teknologi kultur jaringan Secara massal Basmingro. *Jambura Fish Processing Journal* 5 (1): 27-35. DOI: <https://doi.org/10.37905/jfpj.v5i1.17335>.
- Wikanta, T., Nasution, R.R., & Rahayu, L., (2003). Pengaruh Pemberian Natrium Alginat terhadap Penurunan Kadar Kolesterol Total Darah dan Bobot Badan Tikus. *Jurnal Panel Perikanan Indonesia*, 9(5), 23-31.
- Wiriaatmadja, S. 1990. *Pokok-pokok Penyuluhan Pertanian*. Yasaguna. Jakarta.
- Wulandari, R., & Hermawan, A. (2020). Pengaruh Intensitas Cahaya Dan Suhu Terhadap Kandungan Karaginan Dan Gel Strength Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 19(1), 56-63.
- Yong, WTL., Chin, JYY., Thien, VY. and Yasir, S. (2014). Evaluation of growth rate and semi-refined carrageenan properties of tissue-cultured *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales). *Phycological Research*; 62: 316–321. doi: 10.1111/pre.12067.
- Zailan LDZ, Patadjai RS & Balubi, AM. (2019). Analisis pertumbuhan perbedaan jenis bibit rumput laut kotoni (*Kappaphycus alvarezii*) yang dipelihara pada kondisi perairan berbeda. *Media Akuatika*. 4 (4): 151-159.