

ANALISIS KANDUNGAN KARAGENAN RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTONII* YANG DIBUDIDAYAKAN PADA LOKASI BERBEDA DI SELAT WOBAWAF YAPEN

Analysis of Carrageenan Containment of Eucheuma Cotonii Seaweed Cultivated at Different Locations in Wobawaf Yapen Sea

Yubelina Maipon^{1*}, Sri Mulyani², Erni Indrawati²

¹Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Yapen

²Program Studi Budidaya Perairan, Program Pascasarjana, Universitas Bosowa

*Email: yubelina.maipon@gmail.com

Diterima: 05 Juli 2024

Dipublikasikan: 30 Desember 2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan parameter lingkungan pertumbuhan dan kandungan karagenan *Eucheuma cotonii* yang dibudidayakan dengan metode long line pada lokasi berbeda di Selat Wobawaf Kabupaten Yapen. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Parameter lingkungan dilakukan secara langsung (in-situ), sedangkan analisis kandungan karagenan dilakukan di Laboratorium Nutrisi Politeknik Negeri Pangkep. Data yang diperoleh dianalisis dan ditampilkan dalam bentuk gambar grafik dan tabel untuk mendapatkan keeratatan hubungan antara parameter lingkungan dengan pertumbuhan dan kandungan karagenan rumput laut *Eucheuma cotonii* yang dibudidayakan dengan metode long line. Hasil penelitian selama 6 minggu pada 3 lokasi berbeda di dalam perairan Selat Wobawaf Distrik Angkaisera Kabupaten Kepulauan Yapen didapatkan bahwa Selat Wobawaf mempunyai parameter Suhu 29,30; salinitas 31,21; pH 8,13; kedalaman 5,45 m kecepatan arus 0,36 meter/detik, konsentrasi Nitrat 0,01 Mg/L dan posfat 0,02 mg/L. Rerata pertumbuhan rumput laut *Eucheuma cotonii* yang dibudidayakan di Selat Wobawaf adalah 1040,84 gram dari berat awal rerata 100 gram dengan kandungan karagenan pada akhir penelitian rerata sebesar 31,31 %.

Kata Kunci: Parameter Lingkungan, *Eucheuma Cotonii*, Kandungan Karagenan, Metode Long Line

ABSTRACT

This research aims to determine differences in growth environmental parameters and carrageenan content of Eucheuma cotonii cultivated using the long line method at different locations in the Wobawaf Strait, Yapen Regency. This research uses quantitative and qualitative approaches. Environmental parameters were carried out directly (in-situ), while the analysis of carrageenan content was carried out at the Pangkep State Polytechnic Nutrition Laboratory. The data obtained were analyzed and displayed in the form of graphs and tables to obtain a close relationship between environmental parameters and the growth and carrageenan content of the seaweed Eucheuma cotonii, which is cultivated using the long line method. The results of 6 weeks of research at 3 different locations in the waters of the Wobawaf Strait, Angkaisera District, Yapen Islands Regency, found that the Wobawaf Strait has a temperature parameter of 29.30; salinity 31.21; pH 8.13; depth 5.45 m current speed 0.36 meters/second, nitrate concentration 0.01 Mg/L and phosphate 0.02 mg/L. The average growth of Eucheuma cotonii seaweed cultivated in the Wobawaf Strait was 1040.84 grams from an average initial weight of 100 grams with an average carrageenan content at the end of the study of 31.31%.

Keywords: Environmental Parameters, *Eucheuma Cotonii*, Carrageenan Content, Long Line Method



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

1. PENDAHULUAN

Rumput laut, khususnya jenis *Eucheuma cottonii*, telah menjadi komoditas penting di perairan Yapen sejak diperkenalkan pada tahun 2003. Bibit rumput laut ini didatangkan dari Balai Budidaya Air Payau Takalar dengan tujuan untuk memfasilitasi alih teknologi perbenihan dan budidaya kepada masyarakat pesisir Papua. *Eucheuma cottonii* dikenal sebagai sumber karagenin yang memiliki kandungan tinggi, berkisar antara 53-73% dari berat keringnya (Rahmawati et al., 2023). Karagenin ini merupakan bahan tambahan makanan yang memiliki berbagai aplikasi dalam industri makanan dan farmasi, menjadikannya komoditas yang sangat berharga (Rahmawati et al., 2023; Campo et al., 2009).

Penelitian menunjukkan bahwa rumput laut Indonesia, termasuk *Eucheuma cottonii*, mengandung serat pangan total yang signifikan, mencapai 69,3 g/100 g berat kering, lebih tinggi dibandingkan dengan jenis rumput laut lainnya seperti *Saragsum polycystum* dan *Caulerpa sertularoides* (Rahmawati et al., 2023). Kandungan serat yang tinggi ini menjadikan rumput laut sebagai pilihan makanan yang sehat dan bergizi, yang dapat meningkatkan kualitas diet masyarakat Yapen. Selain itu, rumput laut juga memberikan peluang ekonomi yang besar bagi masyarakat lokal melalui ekspor dan konsumsi domestik (Aslan et al., 2018; Irmayani et al., 2015).

Pemerintah Kabupaten Yapen, melalui dinas perikanan, telah menetapkan daerah ini sebagai salah satu lokasi utama untuk pengembangan budidaya rumput laut di Papua. Hal ini sejalan dengan upaya untuk meningkatkan pendapatan

masyarakat pesisir dan mendorong keberlanjutan ekonomi lokal (Saraswaty & Patimang, 2019). Dengan dukungan teknologi dan pelatihan yang tepat, budidaya rumput laut dapat menjadi sumber pendapatan yang berkelanjutan bagi masyarakat, sekaligus memberikan kontribusi terhadap ketahanan pangan (Bindu, 2010). Pengembangan budidaya rumput laut di Yapen tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat, tetapi juga untuk memperkuat posisi Indonesia sebagai salah satu produsen utama rumput laut di dunia. Dengan memanfaatkan potensi yang ada, diharapkan budidaya ini dapat terus berkembang dan memberikan manfaat yang signifikan bagi masyarakat dan lingkungan (Johnston, 2023).

Produktivitas pembudidaya rumput laut di Kepulauan Yapen saat ini belum mencapai potensi maksimal. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk metode budidaya yang masih bersifat tradisional dan sistem pengeringan yang tidak efisien, yang berkontribusi pada penurunan mutu dan kualitas rumput laut yang dihasilkan (Srihidayati et al., 2018; Darise & Bagou, 2019). Metode pengeringan yang tidak tepat dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen nutrisi dan kualitas fisik rumput laut, yang pada gilirannya mempengaruhi daya jual produk tersebut (Srihidayati et al., 2018). Selain itu, kualitas bibit yang digunakan juga menjadi masalah, di mana bibit yang sudah lama dan belum diperbarui menyebabkan produktivitas yang rendah (Darise & Bagou, 2019; Tuiyo, 2023). Penyakit yang mulai menyerang kawasan budidaya juga menjadi tantangan tambahan yang harus dihadapi oleh para pembudidaya (Wenno et al., 2012).

Kualitas dan umur bibit sangat mempengaruhi produktivitas budidaya rumput laut. Penelitian menunjukkan bahwa bibit yang berumur 25 hari dapat memberikan kandungan karaginan yang optimal, yang merupakan komponen penting dalam menentukan nilai ekonomis rumput laut (Wenno et al., 2012; Harun et al., 2013). Karaginan, yang dihasilkan dari rumput laut, memiliki berbagai aplikasi dalam industri makanan, farmasi, dan kosmetik, sehingga kualitasnya sangat penting untuk memenuhi permintaan pasar (Prihastuti & Abdassah, 2019). Rumput laut juga kaya akan komponen nutrisi seperti enzim, asam nukleat, asam amino, serta berbagai vitamin, yang menjadikannya sebagai bahan baku yang berharga (Tuiyo, 2023; Priono, 2016).

Sebagian besar rumput laut di Indonesia diekspor dalam bentuk kering, dan kualitas produk kering ini sangat bergantung pada teknik pengeringan yang digunakan (Srihidayati et al., 2018; Prasetyo et al., 2018). Oleh karena itu, peningkatan pemahaman tentang teknik pengeringan yang lebih baik dan penerapan teknologi modern dalam budidaya dapat membantu meningkatkan kualitas dan produktivitas rumput laut di Kepulauan Yapen (Darise & Bagou, 2019; Tuiyo, 2023). Dengan memperbaiki sistem budidaya dan pengolahan, diharapkan para pembudidaya dapat meningkatkan pendapatan mereka dan berkontribusi pada pengembangan ekonomi lokal (Priono, 2016). Untuk meningkatkan produktivitas budidaya rumput laut di Kepulauan Yapen, diperlukan pendekatan yang lebih modern dalam hal pemilihan bibit, teknik budidaya, dan pengolahan pasca panen. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan kualitas produk, tetapi juga dapat membantu mengatasi masalah penyakit yang mengancam keberlanjutan

budidaya rumput laut di daerah tersebut (Tuiyo, 2023; Harun et al., 2013).

Karaginan adalah polisakarida yang diekstraksi dari spesies alga merah, terutama dari genus *Eucheuma*, yang mencakup *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*. Spesies ini menghasilkan kappa karaginan dan iota karaginan, masing-masing, yang memiliki berbagai aplikasi dalam industri makanan, farmasi, dan kosmetik (Cokrowati & Erwansyah (2021) Sormin et al., 2018). Kandungan karaginan yang optimal pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* diketahui terjadi pada umur pemeliharaan sekitar 45 hari, di mana pada fase ini, kualitas dan kuantitas karaginan yang dihasilkan mencapai puncaknya (Nafisah et al., 2023).

Selain faktor umur, kualitas air budidaya juga diduga berpengaruh signifikan terhadap kandungan karaginan. Parameter kualitas air seperti salinitas, pH, suhu, dan kecerahan dapat memengaruhi pertumbuhan dan metabolisme rumput laut, yang pada gilirannya berdampak pada produksi karaginan (Labenua & Aris, 2021; Aris, 2020). Namun, hingga saat ini, belum ada data yang valid yang mengungkapkan hubungan antara parameter kualitas air dan kandungan karaginan dalam budidaya di perairan tertentu, termasuk di Indonesia (Podungge et al., 2017).

Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi pengaruh berbagai parameter kualitas air terhadap kandungan karaginan *Kappaphycus alvarezii*, guna meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil budidaya rumput laut (Erlania et al., 2013; Radiarta & Erlania, 2015). Dalam konteks ini, penting untuk melakukan analisis yang lebih mendalam mengenai kondisi perairan yang ideal untuk budidaya rumput laut, termasuk pengukuran parameter fisik dan kimia air yang dapat memengaruhi hasil akhir produk (Madusari & Wibowo, 2018; Aris & Tamrin, 2021). Penelitian yang mengkaji kesesuaian lahan dan kualitas air di lokasi budidaya dapat memberikan wawasan yang berharga bagi para pembudidaya untuk mengoptimalkan teknik budidaya mereka dan meningkatkan hasil produksi karaginan yang berkualitas tinggi (Radiarta et al., 2014; Safia et al., 2020). Dengan demikian, pemahaman yang lebih baik tentang interaksi antara kualitas air dan produktivitas rumput laut dapat membantu dalam pengembangan strategi budidaya yang lebih efektif dan berkelanjutan di masa depan (Z et al., 2018; Risa, 2018).

Penelitian tentang kandungan karagenan sudah pernah dilaporkan oleh peneliti terdahulu (Padawan et al. (2020) dan Mulyani et al. (2021)). Namun penelitian analisis kandungan di Selat Wobawaf distrik Angkaisera ini belum pernah dilakukan mengingat daerah tersebut merupakan sentral produksi rumput laut di wilayah Yapen - Papua, dan hampir seluruh masyarakat wilayah pesisir distrik ini membudidayakan rumput laut.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Selat Wobawaf yang merupakan bagian pesisir distrik Angkaisera Kabupaten Yapen Provinsi Papua pada bulan Januari sampai Juli 2024. Metode pemeliharaan rumput laut yang digunakan adalah *long line (floating method)*. Metode penelitian yang digunakan untuk membuat deskripsi secara sistematis, akurat dan faktual

mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat populasi daerah tertentu pada suatu wilayah.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer utama dan primer pendukung. Data primer utama meliputi kandungan karagenan rumput laut *Echeuma cottonii* yang ada di Wobawaf distrik Angkaisera Yapen. Data primer pendukung meliputi parameter lingkungan diantaranya suhu, salinitas, pH, kecepatan arus, kedalaman nitrat dan fosfat. Untuk pengujian parameter nitrat, fosfat, kelimpahan plankton dan karagenan dilakukan di Laboratorium Kimia Politeknik Pertanian Pangkep, Mandale Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan.

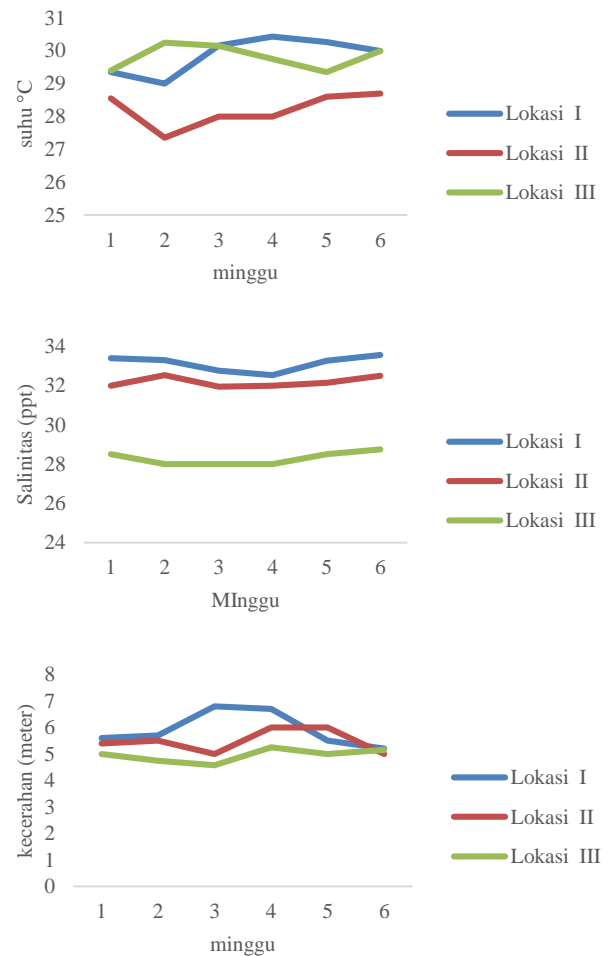


Gambar 1. Lokasi Penelitian di Selat Wobawaf -Yapen

Penelitian dimulai dengan pengamatan pemasangan bibit rumput laut oleh pembudidaya di Selat Wobawaf sebanyak 50 - 100-gram diikatkan pada sepanjang tali dengan jarak antar titik lebih kurang 25 cm. Jarak antara tali satu dalam satu blok 0,5 m dan jarak antar blok 1 m dengan mempertimbangkan kondisi arus dan gelombang setempat. Dalam satu blok terdapat 4 tali yang berfungsi untuk jalur sampan pengontrolan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran dan pemantauan parameter kualitas air di lokasi budidaya rumput laut di Selat Wobawaf yang di jadikan tempat penelitian diambil pada areal budidaya milik masyarakat yaitu daerah hulu, tengah dan muara selat. Kisaran suhu di 3 lokasi penelitian berkisar antara 27,35 – 30,44 °C dengan rata-rata 28,89 °C, dimana pada Lokasi 1 yang berada di Selat Wobawaf bagian Hulu dengan suhu rata rata 29,87 °C dan suhu rata rata pada selat bagian tengah Lokasi II dengan suhu rata rata 28,20 °C.

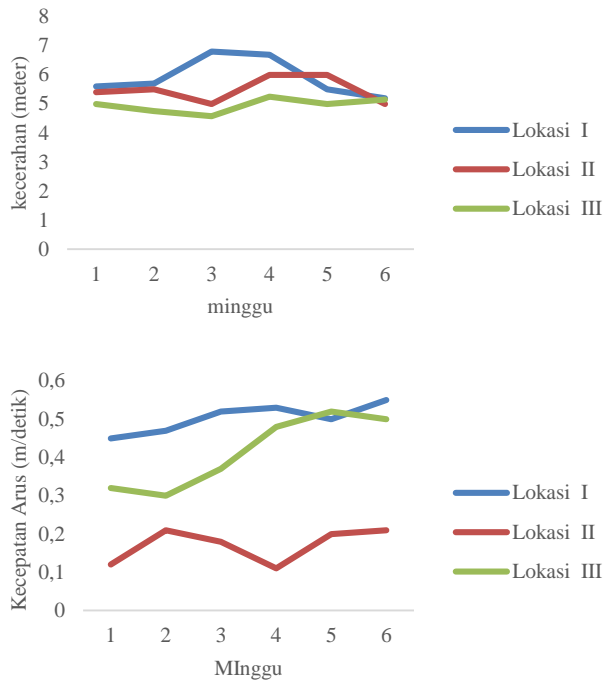


Gambar 2. Grafik Suhu, Salinitas Dan Ph Di Selat Wobawaf Yapen

Persyaratan suhu perairan untuk budidaya rumput laut antara 27 -32°C dengan fluktuasi antara siang dan malam rendah (BSN, 2010). menurut Sulma dan Manopo (2008) suhu yang baik untuk pertumbuhan rumput laut antara 20 – 30 °C. Padawan *et al.* (2020) mengatakan suhu rendah akan mempengaruhi kandungan rendemen karagenan rumput laut, Mamang (2008) suhu rendah akan berdampak pada kerusakan protein dan lemak membran.

Nilai rata-rata salinitas di daerah lokasi penelitian di Selat Wobawaf 30,72 ppt dimana secara keseluruhan data pengukuran pada 3 tiga lokasi penelitian berkisar antara 28,29 – 33,14 ppt pada daerah lokasi III yang berada di bagian luar selat terukur rata rata salinitas rendah (28,29 ppt) dan hasil pengukuran didapatkan kecenderungan salinitas tinggi dengan rata rata 33,14 pada lokasi I di Selat bagian hulu. Hal ini diduga disebabkan karena letak lokasi penelitian berada di atas permukaan karang yang di ujung Selat Wobawaf.

Nilai pH di lokasi penelitian berkisar antara 7,99 - 8,31 dengan rata-rata 8,13 dimana kadar pH selama masa pemeliharaan di kedua lokasi budidaya tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman rumput laut *E cottonii* yang dibudidayakan. Selama penelitian didapatkan pH pada lokasi I dan III cenderung sama (8,09 dan 8,31) berbeda dengan lokasi II (7,9).



Gambar 3. Grafik Kecerahan Dan Kecepatan Arus di Selat Wobawaf Yapen

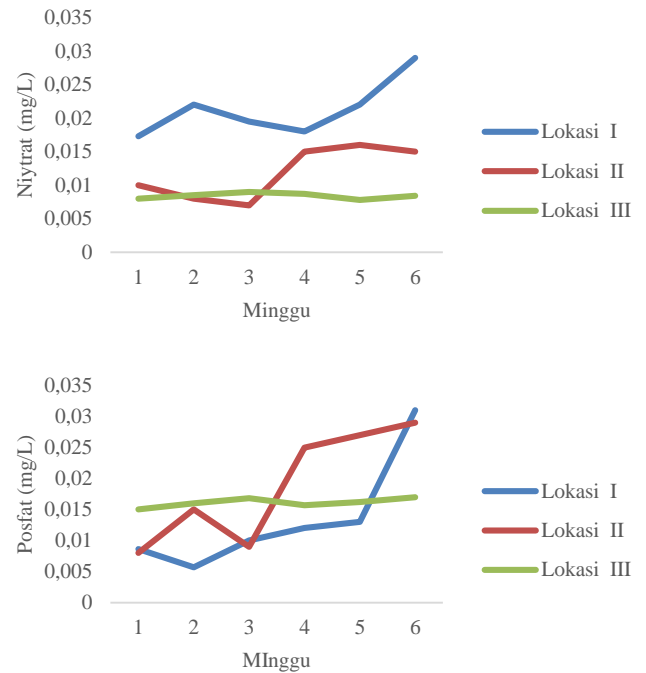
Kecerahan di lokasi penelitian berkisar antara 4,75 – 6,8 m dengan rata-rata 5,45 m. Kecerahan paling tinggi di daerah lokasi 1 pada minggu ke-3 sampai pada minggu keempat namun pada lokasi II dan III cenderung stabil dan lebih rendah dari lokasi I. Hal ini diduga karena lokasi I yang berada pada daerah karang dan tidak mendapat akses limpahan air tawar dari daratan kepulauan Yapen. Nilai kecerahan dari suatu perairan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan dan padatan tersuspensi (Effendi, 2000). Nilai kecerahan yang ideal untuk budidaya rumput laut adalah > 1 meter (BSN, 2010)

Kecerahan perairan menentukan jumlah intensitas sinar matahari atau cahaya yang masuk ke dalam perairan sangat ditentukan oleh warna perairan, kandungan bahan-bahan organik maupun anorganik tersuspensi di perairan, kepadatan plankton, jasad renik dan detritus. Setiawan (2008) mengatakan kecerahan adalah suatu ukuran biasan cahaya di dalam air yang disebabkan oleh adanya partikel koloid dan suspensi dari suatu polutan yang terkandung dalam air.

Kecepatan arus di Selat Wobawaf berkisar antara 0,17 – 0,5 m/det dengan rata-rata 0,41 m/det. Kecepatan arus tertinggi di lokasi I antara 0,45 – 0,55 m/dt dengan rata-rata 0,5 m/dt, dimana pada dua daerah lainnya di lokasi II dan III lebih rendah berkisar antara 0,17 – 0,41 m/dt dengan rata-rata 0,29 m/dt. Kecepatan arus di lokasi II yang berada di badan atau ditengah selat Wobawaf lebih rendah dari lokasi I dan III yang merupakan daerah hulu dan muara selat. Kecepatan arus di Lokasi III mengalami kenaikan sejak minggu ke 2 penelitian sampai pada pengukuran minggu keenam. Berbeda dengan lokasi I dimana kecepatan arus cenderung stabil dari minggu ke-1 sampai minggu ke-6. Akibat terlalu lemahnya arus dapat menyebabkan menempelnya lumut dan alga pengganggu,

selama pengamatan ditemukan alga *sargassum* sp, lumut juga menyerap nutrisi dan menghalangi thallus mendapatkan cahaya matahari hal ini juga berpengaruh pada laju pertumbuhan rumput laut semakin lambat (Parenrengi, *et al.* 2017).

Konsentrasi nitrat di lokasi budidaya di Selat Wobawaf berturut-turut berkisar antara 0,0084 - 0,0213 mg/l dengan rata-rata 0,0138 mg/L. Konsentrasi nitrat di lokasi I paling tinggi diantara lokasi II dan III dengan rerata 0,0213 mg/l dibandingkan yang lain rerata 0,011 dan 0,0084 mg/l. Pada pengukuran selama enam (6) minggu didapatkan terjadinya peningkatan konsentrasi nitrat di lokasi penelitian I dan II terutama pada minggu keempat, berbeda dengan kandungan nitrat pada lokasi III yang stabil dari pengukuran minggu pertama sampai akhir penelitian.



Gambar 4. Grafik Nitrat dan Posfat di Selat Wobawaf Yapen

Kandungan total pospat di lokasi penelitian berkisar antara 0,0057 - 0,031 mg/l dengan rata-rata 0,016 dan konsentrasi posfat terendah dan tertinggi yang dilakukan pengukuran sejak minggu pertama sampai minggu keenam berada pada lokasi I di hulu Selat Wobawaf dimana konsentrasi 0,0057 mg/l pada minggu pertama dan mencapai konsentrasi posfat tertinggi pada minggu keenam 0,031 mg/L. Namun berbeda dengan hasil pengukuran pada lokasi III yang cenderung stabil (0,015 – 0,017) selama 6 kali pengukuran. Menurut Effendi (2000) kadar nitrat di perairan alami hampir tidak pernah melebihi 0,1 mg/l. Kadar nitrat lebih dari 5 mg/l menandakan telah terjadi pencemaran antropogenik dari aktifitas manusia. Kadar nitrat lebih dari 0,2 mg/l berpotensi untuk dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi dan selanjutnya memicu pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat. walaupun ketersediaan fosfat seringkali melimpah dalam bentuk berbagai senyawa fosfat, namun hanya dalam bentuk orto fosfat (PO₄) saja yang dapat diserap. dimanfaatkan langsung oleh tumbuhan air.

Kandungan karagenan terdapat pada lokasi I, II dan III artinya kandungan karagenan tersebut tidak berbeda signifikan atau rata-rata kandungan karagenan sama. Dengan demikian, dalam uji one-way ANOVA, rata-rata kandungan karagenan tidak berbeda pada lokasi I, II dan III. Berdasarkan Tabel 3. Menunjukkan bahwa perlakuan Lokasi memberikan rata-rata kandungan karagenan tertinggi adalah III dengan nilai rata-rata 31,26 namun berbeda nyata dengan I (26,32) dan II (27,64).

Berdasarkan analisis ANOVA yang dilakukan pada pertumbuhan harian rumput laut, diperoleh nilai Signifikansi (Sig.) sebesar 0.002, yang menunjukkan bahwa nilai ini lebih kecil dari 0.05. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam rata-rata pertumbuhan harian rumput laut di ketiga lokasi yang diteliti. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan, seperti kualitas air, kedalaman, dan jenis substrat yang ada di masing-masing lokasi.

Sebaliknya, untuk kandungan karagenan, nilai Sig. yang diperoleh adalah 0.579, yang lebih besar dari 0.05. Ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam rata-rata kandungan karagenan rumput laut di ketiga lokasi tersebut. Hal ini mungkin disebabkan oleh keseragaman dalam kondisi pertumbuhan yang mempengaruhi produksi karagenan, meskipun lokasi-lokasi tersebut memiliki substrat yang berbeda.

Substrat dasar perairan yang terdiri dari karang keras dapat mempengaruhi dinamika gelombang dan arus, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi pertumbuhan rumput laut. Mulyani *et al.* (2021) menyatakan bahwa lokasi budidaya dengan substrat karang memberikan viskositas karagenan yang terbaik. Ini menunjukkan bahwa meskipun tidak ada perbedaan signifikan dalam kandungan karagenan di ketiga lokasi, substrat yang berbeda dapat mempengaruhi kualitas karagenan yang dihasilkan.

Variasi substrat dari bebatuan hingga lumpur dapat mempengaruhi instalasi budidaya, pertukaran air, serta penumpukan hasil metabolisme dan kotoran. Substrat yang keras, seperti karang, cenderung memiliki pertukaran air yang lebih baik dibandingkan dengan substrat yang lunak seperti lumpur, yang dapat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan rumput laut. Oleh karena itu, pemilihan lokasi budidaya yang tepat dengan substrat yang sesuai sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil budidaya rumput laut

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Selat Wobawaf memiliki karakteristik parameter lingkungan dengan suhu rata-rata 29,30°C, salinitas 31,21 ppt, pH 8,13, kedalaman 5,45 m, kecepatan arus 0,36 meter/detik, serta konsentrasi nitrat 0,01 mg/L dan fosfat 0,02 mg/L. Pengukuran kandungan karagenan pada rumput laut *Eucheuma cottonii* yang dibudidayakan di beberapa lokasi di Selat Wobawaf menunjukkan nilai rata-rata sebesar 31,31%. Hasil ini mengindikasikan potensi Selat Wobawaf sebagai lokasi yang sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut, khususnya *Eucheuma cottonii*, dengan kandungan karagenan yang memenuhi standar produktivitas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aris, M. (2020). Hubungan kedalaman perairan dengan kandungan kappa-karagenin rumput laut *kappaphycus alvarezii*. *Techno-Fish*, 4(2), 85-94.
- Aris, M. and Tamrin, T. (2021). Analogi karakteristik perairan pada kegiatan pengembangan budidaya *kappaphycus alvarezii* di pulau limbo, taliabu, maluku utara. *Techno-Fish*, 5(1).
- Aslan, L., Supendy, R., Taridala, S., Hafid, H., Sifatu, W., Sailan, Z., ... & Niampe, L. (2018). Income of seaweed farming households: a case study from lemo of indonesia. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 175, 012221.
- Bindu, M. (2010). Empowerment of coastal communities in cultivation and processing of *kappaphycus alvarezii*—a case study at vizhinjam village, kerala, india. *Journal of Applied Phycology*, 23(2), 157-163.
- BSN. (2010). [SNI 7579.2:2010] Standar Nasional Indonesia. (2010). *Produksi Rumput Laut Kotoni (Eucheuma cottonii)-Bagian 2: Metode long- line*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Campo, V., Kawano, D., Silva, D., & Carvalho, I. (2009). Carrageenans: biological properties, chemical modifications and structural analysis – a review. *Carbohydrate Polymers*, 77(2), 167-180.
- Cokrowati, S. and Erwansyah, E. (2021). Pelatihan pembuatan karagenin skala rumah tangga dan produk turunannya di desa pulau kaung kabupaten sumbawa. *Unram Journal of Community Service*, 2(2), 45-48.
- Darise, M. and Bagou, U. (2019). Pengelolaan budidaya rumput laut di desa popalo kecamatan anggrek kabupaten gorontalo utara. *Publik Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia Administrasi Dan Pelayanan Publik*, 6(2), 115-124.
- Effendi, H. (2000). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Erlania, E., Nirmala, K., & Soelistyowati, D. (2013). Penyerapan karbon pada budidaya rumput laut *kappaphycus alvarezii* dan *gracilaria gigas* di perairan teluk gerupuk, lombok tengah, nusa tenggara barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 8(2), 287.
- Harun, M., Montolalu, R., & Suwetja, I. (2013). Karakteristik fisika kimia karagenin rumput laut jenis *kappaphycus alvarezii* pada umur panen yang berbeda di perairan desa tihengo kabupaten gorontalo utara. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 1(1).
- Hasni, H., Mulyani, S., & Budi, S. (2023). Pengaruh Rumput Laut Terhadap Peningkatan Kualitas Air Limbah Tambak Udang Intensif. *Journal of Aquaculture and Environment*, 5(2), 41-44.
- Johnston, K. (2023). Recent advances in seaweed biorefineries and assessment of their potential for carbon capture and storage. *Sustainability*, 15(17), 13193.
- Labenua, R. and Aris, M. (2021). Suitability of *kappaphycus alvarezii* cultivation in obi island, north maluku. *Jurnal Ilmiah Platax*, 9(2), 217.
- Madusari, B. and Wibowo, D. (2018). Potensi dan peluang produk halal berbasis rumput laut. *Indonesia Journal of Halal*, 1(1), 53.

- Mamang, N. (2008). Laju pertumbuhan bibit rumput laut *Eucheuma Cottonii* dengan perlakuan asal thallus terhadap bobot bibit di Perairan Lakeba, Kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan: Institut Pertanian Bogor.
- Mulyani, S., Tuwo, A., Syamsuddin, R., Jompa, J., & Cahyono, I. (2021). Relationship of the viscosity of carrageenan extracted from *Kappaphycus alvarezii* with seawater physical and chemical properties at different planting distances and depth. *AAFL Biofluc*, Vol. 14 Issue 1.
- Mambai, R. Y., Salam, S., & Indrawati, E. (2020). Analisis Pengembangan Budidaya Rumput Laut (*Euchemum cottonii*) di Perairan Kosiwo Kabupaten Yapen. *Urban and Regional Studies Journal*, 2(2), 66-70.
- Nafisah, Z., Baktir, A., & Pereiz, Z. (2023). Konstruksi pustaka metagenom prokariot dari permukaan *eucheuma cottonii* untuk mencari gen penyandi κ -karaginase. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 4(4), 497-507.
- Numberi, Y., Budi, S., & Salam, S. (2020). Analisis Oseanografi Dalam Mendukung Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Di Teluk Sarawandori Distrik Kosiwo Yapen-Papua. *Urban and Regional Studies Journal*, 2(2), 71-75.
- Padawan, F., Indrawati, E., & Mulyani, S. (2020). Analisis Lokasi Budidaya Terhadap Kandungan Karagenan Rumput Laut (*Kappaphycus Alvarezii*) Di Perairan Teluk Kosiwo Yapen-Papua. *Journal of Aquaculture and Environment*, 3(1), 11-14.
- Parentrengi, A., Syah R, Suryati E. 2010. Budidaya Rumput Laut Penghasil Keraginan (Karaginofit). Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. 2(2): 1-11.
- Podungge, A., Damongilala, L., & Mewengkang, H. (2017). Kandungan antioksidan pada rumput laut *eucheuma spinosum* yang diekstrak dengan metanol dan etanol. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 6(1), 1.
- Prasetyo, D., Jatmiko, T., & Poeloengasih, C. (2018). Karakteristik pengeringan rumput laut *ulva sp.* dan *sargassum sp.* *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 13(1), 1.
- Prihastuti, D. and Abdassah, M. (2019). Karagenan dan aplikasinya di bidang farmasetika. *Farmasetika Com (Online)*, 4(5).
- Priono, B. (2016). Budidaya rumput laut dalam upaya peningkatan industrialisasi perikanan. *Media Akuakultur*, 8(1), 1.
- Radiarta, I. and Erlania, E. (2015). Indeks kualitas air dan sebaran nutrisi sekitar budidaya laut terintegrasi di perairan teluk ekas, nusa tenggara barat: aspek penting budidaya rumput laut. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(1), 141.
- Radiarta, I., Erlania, E., & Sugama, K. (2014). Budidaya rumput laut, *kappaphycus alvarezii* secara terintegrasi dengan ikan kerapu di teluk gerupuk kabupaten lombok tengah, nusa tenggara barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(1), 125.
- Rahmawati, I., Liviawaty, E., & Pratama, R. (2023). Carrageenan in seaweed (*eucheuma sp.*) and use of carrageenan in fishery food products: a review. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 23(6), 1-10.
- Risa, N. (2018). Manajemen usaha budidaya rumput laut (*eucheuma cottonii*) di desa salemba, kecamatan ujung loe, kabupaten bulukumba. *Agrominansia*, 4(1), 181-192.
- Safia, W. (2020). Kandungan nutrisi dan bioaktif rumput laut (*euchemum cottonii*) dengan metode rakit gantung pada kedalaman berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(2), 261-271.
- Saraswati, A. and Patimang, A. (2019). Seaweed farm development strategy (*eucheuma cottonii*) in the district of kokas fakfak regency. *Jurnal Bisnis Dan Kewirausahaan*, 15(3), 160-167.
- Setiawan, D. (2008). Struktur Komunitas Makrozoobenthos sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi. MSi Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Sormin, R., Soukotta, D., Risambessy, A., & Ferdinandus, S. (2018). Sifat fisiko-kimia semi refined carrageenan dari kota ambon dan kabupaten maluku tenggara barat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 92.
- Srihidayati, G., Baharuddin, M., & Masni, E. (2018). Pemberdayaan kelompok tani melalui peningkatan nilai guna rumput laut *gracilaria sp.* di kecamatan wara timur kota palopo. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 154.
- Sulma, S., & Manoppo, A. (2008). Kesesuaian fisik perairan untuk budidaya rumput laut di perairan Bali menggunakan data penginderaan jauh. Bandung: Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh LAPAN. PIT MAPIN XVII, 10 hlm.
- Tuiyo, R. (2023). Kandungan karagenan dan kekuatan gel (*kappaphycus alvarezii*) hasil budidaya teknologi kultur jaringan secara massal basmingro. *Jambura Fish Processing Journal*, 5(1), 27-35.
- Wenno, M., Thenu, J., & Lopulalan, C. (2012). Karakteristik kappa karaginan dari *kappaphycus alvarezii* pada berbagai umur panen. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 7(1), 61.
- Yusuf, S. and Arsyad, M. (2015). Increasing farmer's income with production of seaweed *eucheuma cottonii sp.* *Advances in Economics and Business*, 3(3), 83-92.
- Z, M., Wijaya, M., & Kadirman, K. (2018). Pengaruh jarak tanam pada budidaya rumput laut (*eucheuma cottonii*) terhadap spesifikasi mutu karaginan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4, 242.