

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma>

KANDUNGAN KARAGENAN *Eucheuma cottonii* YANG DIBUDIDAYAKAN DI PERAIRAN PULAU LEMUKUTAN PROVINSI KALIMANTAN BARAT PADA KEDALAMAN BERBEDA

Evatricia Ica¹⁾, Nora Idiawati^{2) #}, Syarif Irwan Nurdiansyah¹⁾, Sukal Minsas³⁾, Sepridawati Siregar³⁾

¹⁾ Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura Pontianak, Indonesia

²⁾ Jurusan Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta, Indonesia

(Naskah diterima: 05 September 2022; Revisi final: 14 Januari 2023; Disetujui publikasi: 18 Januari 2023)

ABSTRAK

Rumput laut merupakan biota laut yang tumbuh dan hampir tersebar diseluruh perairan Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kandungan karagenan rumput laut *Eucheuma cottonii* yang dibudidayakan pada kedalaman berbeda di perairan Pulau Lemukutan. Penelitian ini dilakukan pada Bulan Februari sampai Juli 2022 di Desa Teluk Cina, Pulau Lemukutan, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Data yang dikumpulkan adalah kandungan karagenan dan parameter kualitas air. Tahapan pertama adalah ekstraksi karagenan, hasil ekstraksi disentrifugasi selanjutnya ditambahkan isopropanol dengan perbandingan (supernatant : isopropanol) adalah 1:3, kemudian didiamkan selama dua jam. Endapan karagenan hasil proses presipitasi dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan karagenan *Eucheuma cottonii*. Rendemen karagenan tertinggi yang dihasilkan dari penelitian ini terdapat pada kedalaman 90 cm yaitu sebesar 58,00 %, sedangkan pada kedalaman 60 dan 30 cm masing-masing yaitu 56,80 % dan 56,60 %. Hasil uji kadar air dan kadar abu pada rendemen tertinggi memperoleh kadar air 10,4 % dan kadar abu 15,57 %.

KATA KUNCI : kandungan karagenan; kedalaman; rumput laut *Eucheuma cottonii*

ABSTRACT : *Carrageenan Content Of Seaweed Eucheuma Cottonii Cultivated In Lemukutan Island Waters At Different Depths*

Seaweed is a marine biota which is a large and superior commodity that grows and spreads throughout Indonesian waters. The purpose of this study was to determine the carrageenan content of *Eucheuma cottonii* seaweed cultivated at various depths on Lemukutan Island. This research was conducted from February to July 2022 in Teluk Cina Village, Lemukutan Island, Bengkayang Regency, West Kalimantan. The data collected is carrageenan content and water quality parameters. The first stage was carrageenan extraction, the results were centrifuged then added isopropanol with a ratio (supernatant: isopropanol) 1:3 and allowed to stand for two hours. The carrageenan precipitate produced from the precipitation process was dried using an oven at a temperature of 60° C. The results of the research that has been done, it can be concluded that the difference in depth has no significant effect on the carrageenan content of *Eucheuma cottonii*. The highest yield of carrageenan produced from this study was at a depth of 90 cm, which was 58.00%, while at a depth of 60 and 30 cm, were 56.80% and 56.60%, respectively. The results of the chemical characteristics test at the highest yield obtained water content 10.4% and ash content of 15.57%.

KEYWORDS: *carrageenan content; depth; Eucheuma cottonii seaweed*

Korespondensi: Nora Idiawati.

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura Pontianak, Indonesia

E-mail: nora.idiawati@fmipa.untan.ac.id

PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan biota laut yang menjadi komoditas unggulan yang banyak tersebar diseluruh perairan Indonesia. Beberapa jenis rumput laut yang tumbuh di perairan Indonesia merupakan jenis yang menghasilkan karagenan. Karagenan merupakan senyawa polisakarida yang diperoleh dari proses ekstraksi rumput laut merah (*Rhodophyceae*). Karagenan banyak digunakan pada sediaan makanan, sediaan farmasi dan kosmetik, sebagai bahan pembuat gel, perenyah, pengental dan penstabil. Alga (rumput laut) membutuhkan cahaya untuk melakukan proses fotosintesis sehingga distribusinya terkait erat pada ketersediaan cahaya. Bertambahnya kedalaman perairan maka akan berkurang untuk mendapatkan cahaya baik secara kuantitatif dan kualitatif. Perbedaan kedalaman perairan menyebabkan intensitas cahaya matahari bervariasi pada setiap zona perairan, sehingga terjadi perbedaan pada pertumbuhan talus.

Beberapa penelitian mengenai kadar karagenan menunjukkan hasil yang beragam untuk lokasi yang berbeda. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ikrom dan Aunurohim (2013) di Desa Palasan, Poteran, Madura mengenai kandungan karagenan *E.cottonii* mendapatkan hasil bahwa kedalaman berpengaruh nyata terhadap kandungan karagenan yakni pada kedalaman 20 cm dengan kandungan karagenan 68,43%. Penelitian mengenai produksi dan kualitas rumput laut *E.cottonii* dengan kedalaman berbeda di perairan Bulu Kabupaten Jepara yang dilakukan Fikri *et al.* (2015) memperoleh hasil bahwa pada kedalaman 30 cm menghasilkan karagenan yang paling tinggi yakni 87,70%. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Widowati *et al.* (2015) di perairan Pulau Pasir Kabupaten Brebes yang memperoleh hasil pada kedalaman 30 cm menghasilkan karagenan tertinggi yakni 87,68%. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kandungan karagenan meliputi rendemen, kadar air dan kadar abu dari rumput laut *Eucheuma cottonii* yang dibudidayakan pada kedalaman berbeda di Pulau Lemukutan, Provinsi Kalimantan Barat.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Februari sampai Juli 2022 di perairan Desa Teluk Cina Pulau Lemukutan Kabupaten Bengkayang, Provinsi Kalimantan Barat.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan selama penelitian ini yaitu sampel rumput laut *Eucheuma cottonii* dalam kondisi kering, isopropanol, dan akuades. Sedangkan alat yang digunakan yaitu *autoclave*, gelas *beaker*, labu *erlenmeyer*, *centrifuge*, gelas ukur, oven, saringan dan timbangan analitik.

Preparasi Sampel

Bibit rumput laut *E.cottonii* yang digunakan berasal dari pembudidaya rumput laut. Bibit rumput laut yang digunakan berkualitas cukup baik, mempunyai talus yang banyak serta warna yang cerah. Sampel rumput laut *E.cottonii* dipanen pada masing-masing kedalaman yaitu 30 cm, 60 cm dan 90 cm. Masing-masing sampel diperlakukan sama mulai dari proses panen, pencucian, dan proses ekstraksi serta presipitasi.

Ekstraksi Karagenan

Ekstraksi karagenan dilakukan dengan mengacu pada metode Das *et al.* (2016) dengan modifikasi menggunakan sampel rumput laut kering 1 gram. Rumput laut *E.cottonii* dicuci dengan air tawar untuk menghilangkan garam, pasir, dan kotoran kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Rumput laut kering digunakan sebanyak 1 gram direndam dalam 100 ml akuades selama 10 jam dengan tujuan agar tekstur rumput laut menjadi lunak kemudian hasil rendaman tersebut diekstraksi. Ekstraksi rumput laut *E.cottonii* menggunakan metode panas bertekanan. Rumput laut hasil perendaman dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer dan diekstraksi menggunakan *autoclave* pada suhu 107 °C selama 90 menit. Setelah diekstraksi dengan *autoclave*, rumput laut disaring dan disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 15 menit sehingga didapat supernatan (cairan) dan endapan. Supernatan dipresipitasi menggunakan alkohol (Das *et al.*, 2016).

Presipitasi Dengan Isopropanol

Supernatan yang diperoleh dari hasil sentrifugasi dimasukkan ke dalam gelas beaker dan ditambahkan isopropanol dengan perbandingan (supernatan: isopropanol) 1:3 kemudian diaduk hingga terbentuk serat-serat karagenan dan didiamkan selama dua jam. Setelah itu endapan karagenan yang diperoleh dari hasil proses presipitasi dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60° C (Das *et al.*, 2016).

Pengukuran Parameter Fisika Kimia Perairan

Data suhu, salinitas, dan pH menggunakan Metode Winanda *et al.* (2022) Suhu perairan diukur menggunakan alat yaitu *Water Quality Checker* (WQC). Sebelum menggunakan alat, semua kabel dihubungkan dan tombol on ditekan untuk menghidupkannya. Sebelum digunakan alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara masing-masing sensor dicelupkan pada wadah yang berisi akuades. Sampel air laut dituangkan pada wadah berupa gelas plastik untuk dilakukan pengukuran (Winanda *et al.*, 2022), selanjutnya sensor dicelupkan kedalam wadah berisi air laut. Nilai yang terukur pada monitor alat dicatat. Pengukuran dilakukan saat panen dengan tiga kali pengulangan.

Arus

Kecepatan arus diukur menggunakan alat layang-layang arus dan *stopwatch*, yakni dengan menghitung selang waktu yang dibutuhkan untuk membuat tali menjadi kencang sesuai dengan panjang tali yang ditentukan (Bibin *et al.*, 2017). Kecepatan arus dihitung menggunakan persamaan :

$$v = \frac{S}{t} \quad (1)$$

V= Kecepatan arus

S = Jarak (m)

t = Waktu (s)

Kecerahan

Pengukuran kecerahan dilakukan dengan menggunakan *Secchi disk* yang diikat tali kemudian diturunkan secara perlahan didalam perairan hingga batas tak tampak, yakni warna hitam dan putih pada *Secchi disk* tidak terlihat (D1). Kemudian diukur panjangnya dengan meteran. Setelah itu, secara perlahan tarik *sechhi disk* ke atas hingga warna hitam dan putih pada *secchi disk* tersebut kembali tampak (D2) lalu diukur panjangnya, ini adalah batas tampak. Setelah diperoleh nilai tidak tampak dan batas tampak, kedua nilai dijumlahkan dibagi kemudian dikalikan 100% (Bibin *et al.*, 2017). Kecerahan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kecerahan} = \frac{D1 + D2}{2} \quad (2)$$

keterangan :

D1: kedalaman *Secchi disk* saat tidak terlihat

D2: kedalaman *Secchi disk* saat mulai tampak kembali

Nitrat

Analisis nitrat menggunakan sampel air sebanyak 10 ml dengan cara dipipet lalu dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 50 ml, kemudian ditambahkan 10 ml NaCl 30% dan ditambahkan larutan Brusin Sulfat sebanyak 0,5 ml, diaduk hingga homogen, selanjutnya ditambahkan asam sulfat pekat sebanyak 10 ml. Kemudian diaduk hingga homogen dan didiamkan hingga dingin, setelah itu larutan diukur menggunakan alat spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang 410 nm (Hutagalung dan Rozak, 1997).

Fosfat

Larutan standar fosfat dengan berbagai macam konsentrasi yaitu 10, 30, 60, 90, 150, dan 180 mg/L, masing-masing dipipet sebanyak 25 ml menggunakan pipet volume 25 ml dan dimasukkan kedalam tabung erlenmeyer. Kemudian dilakukan penambahan sebanyak 0,25 ml larutan ammonium molibdat dan SnCl₂. Tahap selanjutnya larutan diaduk dan dibiarkan bereaksi selama 7 menit. Kemudian diukur larutannya

dengan alat spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang 650 nm (Indriani dan Sumiarsih, 1991).

Analisis Data

Uji analisa rendemen karagenan dilakukan pada Laboratorium Ilmu Kelautan Universitas Tanjungpura Pontianak. Kadar air dan kadar abu di uji pada laboratorium Pengujian Terpadu Pusat Unggulan Teknologi Politeknik Negeri Pontianak.

HASIL DAN BAHASAN

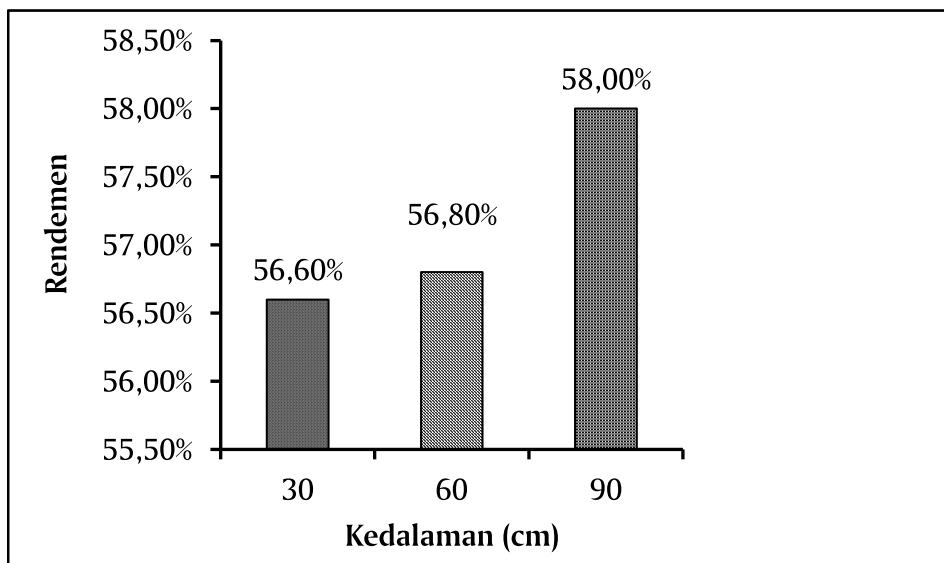
Rendemen Karagenan

Hasil analisis rendemen karagenan rimpot laut *Eucheuma cottonii* pada studi ini tersaji pada Gambar 1. Rendemen tertinggi yang dihasilkan dari penelitian ini diperoleh pada kedalaman 90 cm yaitu sebesar 58,00 %, sedangkan pada kedalaman 60 dan 30 cm masing-masing yaitu 56,80 % dan 56,60 % (Gambar 1). Hal ini disebabkan rumput laut *Eucheuma cottonii* pada kedalaman 90 cm terlindung dari paparan sinar matahari yaitu radiasi ultraviolet yang berdampak negatif terhadap kandungan karagenan rumput laut serta tingginya kandungan fosfat pada kedalaman 90 cm sehingga meningkatnya kandungan karagenan. Chopin *et al.* (1990) menyatakan fosfat memiliki efek yang lebih cepat karena terlibat langsung dalam jalur metabolisme seperti fotosintesis, energi senyawa dan struktur membran. Menurut Hayashi *et al.* (2007) kuantitas dan kualitas karagenan yang dihasilkan dari budidaya rumput laut bervariasi karena intensitas sinar matahari. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Fikri *et al.* (2015) di perairan Bulu Kabupaten Jepara yang mendapatkan hasil karagenan pada kedalaman 90 cm sebesar 70,01%. Menurut Aslan (1998), bahwa intensitas cahaya yang tinggi dapat menghambat persporaan *Eucheuma*. Dilaporkan lebih lanjut oleh Pong-Masak dan Sarira (2020), bahwa kandungan karagenan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kedalaman. Rata-rata rendemen karagenan pada penelitian ini masih memenuhi standar mutu karagenan yang ditetapkan *Food and Agriculture Organization* (FAO) yaitu >25 %.

Kadar Air

Kadar air pada karagenan merupakan komponen penting yang dapat memicu aktivitas mikrobiologi dan mempengaruhi lama penyimpanan karagenan tersebut (Saputra *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa rata-rata kadar air pada karagenan sebesar 10,4 %. Nilai tersebut sesuai dengan standar mutu karagenan yang dikeluarkan oleh FAO yakni nilai air karagenan maksimal adalah 12%.

Nilai kadar air dapat dipengaruhi oleh kondisi



Gambar 1. Rata-rata Rendemen Karagenan rumput laut *E.cottonii* pada tiga kedalaman berbeda di perairan Pulau Lemukutan

Figure 1. The average yield of *E.cottonii* carrageenan at three different depths in Lemukutan island waters

pengeringan (Husna *et al.*, 2016) dan umur panen rumput laut (Saputra *et al.*, 2021). Pengeringan karagenan hasil penelitian ini dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam. Selain itu umur rumput laut yang digunakan yakni 20 hari. Wenno *et al.* (2012) menyatakan bahwa peningkatan kadar air pada karagenan rumput laut disebabkan oleh bertambahnya umur panen dikarenakan sifat hidrofilik. Semakin tua umur panen jumlah air yang diserap rumput laut semakin banyak. Asikin dan Kusumaningrum (2019) menambahkan bahwa tingginya kadar air berbanding lurus terhadap pertambahan umur panen dari rumput laut.

Kadar Abu

Kadar abu berhubungan dengan mineral suatu bahan. Menurut Saputra *et al.* (2021) abu merupakan zat anorganik yang berasal dari sisa hasil pembakaran suatu bahan organik dan berhubungan dengan mineral suatu bahan. Rata-rata kadar abu pada penelitian ini yaitu 15,57 %.

Kadar abu karagenan hasil ekstraksi masih sesuai standar yang ditetapkan oleh FAO dan FCC yaitu sekitar 15- 40%. Saputra *et al.* (2021) menyatakan mineral yang terdapat dalam karagenan yaitu kalium (K), natrium (Na), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg).

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamanti dalam penelitian meliputi parameter suhu, salinitas, pH, kecerahan, kecepatan arus, nitrat, fosfat. Data kualitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

Suhu perairan merupakan salah satu faktor yang penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme akuatik di perairan. Suhu perairan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi dan fotosintesis dari rumput laut (Gultom *et al.*, 2016). Selain itu, suhu yang ekstrim dapat menyebabkan terjadinya serangan penyakit ice-ice pada rumput laut (Msuya dan Porter, 2014). Parameter suhu yang diperoleh selama penelitian berkisar 28,2 – 28,5 °C, kisaran tersebut memenuhi syarat untuk budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii*. Menurut Aslan (1998) suhu yang optimal untuk rumput laut *Eucheuma cottonii* adalah 27 – 30 °C.

Salinitas berkaitan erat dengan tekanan osmotik biota perairan. Fluktuasi salinitas menyebabkan pertumbuhan rumput laut menjadi lambat (Msuya dan Porter, 2014). Salinitas juga dapat meningkatkan kandungan karagenan pada rumput laut (Arisandi *et al.*, 2011). Salinitas yang terukur selama penelitian menunjukkan kisaran antara 31,0 – 31,5 ppt, kisaran nilai ini dianggap sesuai untuk mendukung pertumbuhan rumput laut *Eucheuma cottonii*. Menurut Aslan (1998) bahwa kisaran salinitas yang sesuai untuk pertumbuhan rumput laut *E. cottonii* adalah 30 – 37 ppt.

Pengukuran derajat keasaman (pH) selama penelitian yaitu berkisar antara 8,25 – 8,33, kisaran tersebut memenuhi syarat untuk mendukung pertumbuhan rumput laut. Menurut Sapardi (2013) rumput laut *E. cottonii* dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH 7 - 9. Nilai kecerahan dilokasi budidaya rumput laut yang terukur selama penelitian yaitu 2, 90 meter. Nilai ini masih layak bagi kehidupan rumput

Tabel 1. Hasil Pengamatan Parameter Lingkungan Perairan Pulau Lemukutan

Table 1. Results of aquatic environmental parameters of Lemukutan island waters

No.	Parameter	Nilai Rata-rata Average Value			Nilai Optimum Optimum Value
		30	60	90	
1	Suhu (Temperature) (°C)	28,5	28,2	28,3	27- 30 (Aslan, 1998)
2	Salinitas (Salinity) (ppt)	31,1	31,5	31,0	30- 37 (Aslan, 1998)
3	pH (pH)	8,25	8,29	8,33	7- 9 (Sapardi, 2011)
4	Kecerahan (Brightness) (m)	2,90	2,90	2,90	2-5 m (Parenrengi <i>et al.</i> , 2012)
5	Kecepatan arus (Current speeds) (m/s)	0,07	0,07	0,07	0,2- 0,4 (Sapardi, 2011)
6	Nitrat (Nitrate) (mg/L)	3,18	2,72	2,74	1-5 (Mustofa, 2015)
7	Fosfat (Phosphate) (mg/L)	3,72	3,81	4,8	1-6 (Yusuf, 2005)

laut untuk proses fotosintesis. Dilaporkan Parenrengi *et al.* (2012) bahwa nilai kecerahan yang baik untuk budidaya rumput laut antara 2 - 5 m. Nilai kecerahan berhubungan dengan daya tembus sinar matahari yang berperan penting bagi kehidupan dan pertumbuhan serta produksi rumput laut.

Kecepatan arus yang diperoleh selama penelitian yaitu 0,07 m/s. Nilai tersebut apabila ditinjau dari segi aspek kriteria untuk budidaya rumput laut masih kurang ideal. Menurut Sapardi (2011), bahwa kecepatan arus yang ideal untuk budidaya *E. cottonii* yaitu 0,2-0,4 m/s. Arus yang ideal dapat membersihkan kotoran yang menempel pada *thallus* rumput laut. Asni (2015), menyatakan arus yang terlalu lemah pada perairan mengakibatkan sedimen atau kotoran mudah menempel pada rumput laut sehingga mengganggu fotosintesis.

Nitrat di perairan adalah bentuk nitrogen utama yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan rumput laut (Asni, 2015). Menurut Aslan (1998), kadar nitrat mempengaruhi reproduksi pada alga bila zat hara tersebut melimpah di perairan. Kandungan nitrat yang diperoleh dalam penelitian ini berada pada kisaran 2,72- 3,18 mg/L, nilai ini masih berada dalam batas optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan rumput laut. Mustofa (2015) menyatakan bahwa kisaran optimal nitrat untuk pertumbuhan dan perkembangan rumput laut adalah 1-5 mg/L. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat berkisar 0 - 1 mg/L, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat berkisar antara 1- 5 mg/L, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat berkisar antara 5- 50 mg/L (Mustofa, 2015).

Dengan demikian perairan di Pulau Lemukutan ini tergolong dalam perairan mesotrofik.

Fosfat dibutuhkan rumput laut dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangannya (Asni, 2015). Fosfat termasuk nutrien atau unsur hara makro dalam perairan (Fikri *et al.*, 2015). Sumber alami fosfat di perairan adalah pelapukan batuan mineral, dekomposisi bahan-bahan organik, limbah domestik dan limbah pertanian. Tingkat kandungan fosfat yang terukur selama penelitian ini berkisar 3,72 - 4,8 mg/L. Nilai ini tergolong optimal kandungan fosfat air dilokasi penelitian karena dekat dengan pemukiman. Yusuf (2005), menyatakan kisaran fosfat yang optimum untuk pertumbuhan rumput laut yaitu 1- 6 mg/L

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan rendemen yang diperoleh berkisar 56,60- 58%. Hasil uji karakteristik kimia pada rendemen tertinggi memperoleh kadar air 10,4 % dan kadar abu 15,57 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada rekan-rekan squad Lemukutan yang telah membantu proses penelitian dilapangan.

DAFTAR ACUAN

Arisandi, A., Marsoedi, Nursyam, H., Sartimbul, A., 2011. Pengaruh Salinitas yang Berbeda terhadap Morfologi, Ukuran dan Jumlah Sel, Pertumbuhan serta Rendemen Karaginan *Kappaphycus alvarezii* 16, 143–150.

- Asikin, A.N., Kusumaningrum, I., 2019. Karakteristik Fisikokimia Karaginan Berdasarkan Umur Panen Yang Berbeda Dari Perairan Bontang, Kalimantan Timur. *Jphpi* 22, 136–142.
- Aslan M, L., 1998. Budidaya Rumput Laut. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Asni, A., 2015. Analisis Poduksi Rumput Laut (*Kappaphycus Alvarezii*) Berdasarkan Musim Dan Jarak Lokasi Budidaya Di Perairan Kabupaten Bantaeng. *J. Akuatika Indones.* (4), 2.
- Bibin, M., Vitner, Y., Imran, Z., 2017. Analisis Kesesuaian dan Daya Dukung Wisata Kawasan Pantai Labombo Kota Palopo. *J. Pariwisata* 4, 94–102.
- Chopin, T.; Hanisak, M.D.; Koehn, F.E.; Mollion, J.; dan Moreau, S., 1990, Studies On Carrageenans And Effects Of Seawater Phosphorus Concentration On Carrageenan Content And Growth Of *Agardhiella Subulata* (*C. Agardh*) Kraft And Wynne (Rhodophyceae, Solieriaceae), *J. Appl. Phycol.*, 2:3–16.
- Das, A.K., Sharma, M., Mondal, D., Prasad, K., 2016. *Deep eutectic solvents as efficient solvent system for the extraction of δ -carrageenan from Kappaphycus alvarezii.* *Carbohydr. Polym.* 136, 930–935.
- Fikri, M., Rejeki, S., Widowati, L.L., 2015. Produksi dan Kualitas Rumput (*Eucheuma cottonii*) dengan Kedalaman Berbeda Di Perairan Bulu Kabupaten Jepara. *J. Aquac. Manag. Technol.* 4, 67–74.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007. *Compendium of Food Additive Specifications.* Electronic Publishing Policy and Support Branch Communication Division FAO, Rome, Italy.
- Gultom, R.C., Dirgayusaa, I.G.N.P., Puspitha, N.L.P.R., 2016. Perbandingan Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Dengan Menggunakan Sistem Budidaya Ko-kultur dan Monokultur di Perairan Pantai Geger, Nusa Dua , Bali. *J. Mar. Res. Technol.* 5, 146–154.
- Hayashi, L., De Paula, E.J., Chow, F., 2007. *Growth rate and carrageenan analyses in four strains of Kappaphycus alvarezii (Rhodophyta, Gigartinales) farmed in the subtropical waters of São Paulo State, Brazil.* *J. Appl. Phycol.* 19, 393–399.
- Husna, A., Metusalach, Fachrul, 2016. Fisika Kimia Karaginan *Kappaphycus alvarezii* Hasil Ekstraksi Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Penjendal Isopropil Alkohol (IPA) dan Etanol. *J. Rumput Laut Indones.* 1, 132–142.
- Hutagalung, H, P., Rozak, A., 1997. Penentuan Kadar Nitrat. Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi, Lipi, Jakarta.
- Ikrom, A.B., Aunurohim, 2013. Kandungan Klorofil-a dan Karaginan Kedalaman Berbeda di Desa Palasa , Pulau Poteran. *Tek. POMITS* 2, 1–6.
- Indriani, H., Sumiarsih, E., 1991. Budidaya, Pengelolaan, dan Pemasaran Rumput Laut. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Msuya, F.E., Porter, M., 2014. *Impact of environmental changes on farmed seaweed and farmers: the case of Songo Songo Island, Tanzania.* *J. Appl. Phycol.* 26, 2135–2141.
- Mustofa, A., 2015. Kandungan Nitrat dan Pospat sebagai Faktor Tingkat Kesuburan Perairan Pantai. *J. DISPROTEK* 6, 13–19.
- Parenrengi, A., Rachmansyah, R., Suyati, E., 2012. Budidaya Rumput Laut Penghasil Karaginan (Karaginanfit), 3rd ed, seri teknologi untuk minapolitan. Balai Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Pong-Masak, P.R., Sarira, N.H., 2020. *Effect of Depth on the Growth and Carrageenan Content of Seaweed Kappaphycus alvarezii Cultivated Using Verticulture Method.* *E3S Web Conf.* 147.
- Sapardi, B., 2013. Pelbagai Potensi Usaha Melalui Budidaya Rumput Laut. PT. Vallis Fortuna, Jakarta.
- Saputra, S.A., Yulian, M., Nisahi, K., 2021. Karakteristik Dan Kualitas Mutu Karaginan Rumput Laut Di Indonesia. *Lantanida J.* 9, 1–92.
- Wenno, M.R., Thenu, J.L., Cristina Lopulalan, C.G., 2012. Karakteristik Kappa Karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* Pada Berbagai Umur Panen. *J. Pascapanen dan Bioteknol. Kelaut. dan Perikan.* 7, 61.
- Widowati, L.L.; Rejeki, S.; Yuniarti, T.; dan Ariyati, R.W., 2015, Efisiensi Produksi Rumput Laut *E. cottonii* Dengan Metode Budidaya Long Line Vertikal Sebagai Alternatif Pemanfaatan Kolom Air, *J. Saintek Perikan.*, 11:47–56.
- Winanda, M., Nora, I., Syarif, I.N., 2022. Kepadatan dan Pola Distribusi Teripang (*Holothuroidea*) di Teluk Cina Pulau Lemukutan. *J. Laut Khatulistiwa* 5, 1–9.
- Yusuf, M., 2005. Laju Pertumbuhan Harian, Produksi dan Kualitas Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) 1988 yang Dibudidayakan dengan Sistem Aliran Air Media dan Tallus Benih yang Berbeda. Universitas Hasanuddin Makassar.