

Optimasi Konsentrasi KOH pada Ekstraksi Karagenan dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*

Muhammad Arham Yunus^{*1}, Fausiah Hasan², Yuyun Natasya Nawir³, Irma Yunita⁴, Nur Madina⁵,
Anggun Pratiwi⁶

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Indonesia

^{2,3,4,5,6}Program Studi D-4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan, Politeknik Negeri Ujung Pandang,
Indonesia

e-mail: arhamyunus21@poliupg.ac.id

Abstrak

Penelitian ini memproduksi karagenan murni dari rumput laut *Eucheuma cottonii* menggunakan ekstraksi konvensional dengan pelarut KOH serta mengevaluasi pengaruh konsentrasi KOH terhadap kualitas produk. Ekstraksi dilakukan pada suhu 90°C selama 3 jam (pH 9) dengan variasi KOH 0,1 M, 0,5 M, dan 1,5 M. Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi KOH 1,5 M dengan rendemen 50%, kadar air 9,5%, kadar abu 36,98%, kadar abu tak larut asam 6,98%, viskositas 3 cP, dan kekuatan gel 5278,45 g/cm². Karakterisasi FTIR menunjukkan jenis kappa karagenan, ditandai oleh puncak 3,6-anhidrogalaktosa pada 923,93 cm⁻¹ dan galaktosa-4-sulfat pada 835,21 cm⁻¹. Konsentrasi KOH terbukti berpengaruh signifikan terhadap mutu karagenan yang dihasilkan.

Kata kunci— *Eucheuma Cottonii*, Karagenan, Ekstraksi Konvensional, KOH, Kappa Karagenan

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan beriklim tropis dengan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, salah satunya adalah sumber daya rumput laut. Rumput laut menjadi komoditas unggulan budidaya perikanan nasional. Pada tahun 2022, produksi rumput laut Indonesia mencapai sekitar 9,6 juta ton atau sekitar 65% dari total produksi budidaya perikanan nasional, dengan melibatkan lebih dari 63 ribu rumah tangga pembudidaya. Produksi ini terus menunjukkan tren peningkatan, dimana pada tahun 2024 tercatat mencapai 10,80 juta ton atau meningkat sekitar 10,82% dibandingkan tahun sebelumnya sebagai bagian dari implementasi program *blue economy* pemerintah (Ministry of Marine Affairs and Fisheries, 2025)

Sulawesi Selatan merupakan salah satu sentra utama produksi rumput laut nasional dengan kontribusi lebih dari sepertiga pasokan rumput laut Indonesia dan sekitar 11% pasokan global, menjadikannya industri rumput laut sebagai sektor strategis baik secara regional, nasional, maupun global (PAIR, 2021). Secara global, Indonesia saat ini menyumbang lebih dari 75% produksi rumput laut tropis dunia, terutama jenis *Eucheuma* dan *Kappaphycus*, dengan karakteristik rantai pasok yang relatif pendek dan didukung oleh unit pengolahan yang semakin berkembang (Rupert et al., 2022). Di Sulawesi Selatan, dua jenis rumput laut yang paling banyak dibudidayakan adalah *Eucheuma cottonii* dan *Gracilaria* sp.

Eucheuma cottonii merupakan salah satu penghasil utama karagenan. Karagenan merupakan hidrokoloid bernilai tinggi yang banyak dimanfaatkan sebagai pengental, penstabil, dan pembentuk gel dalam industri makanan, minuman, farmasi, kosmetik, serta pertanian dan pupuk organik (Ganesan et al., 2019). Indonesia memiliki potensi besar sebagai produsen karagenan mengingat tingginya keanekaragaman rumput laut, dengan sedikitnya 325 spesies teridentifikasi yang terdiri atas 103 Chlorophyceae, 167 Rhodophyceae, dan 55 Phaeophyceae (Yusuf et al., 2024). Seiring dengan meningkatnya permintaan global, kebutuhan karagenan dunia terus mengalami pertumbuhan, namun tidak diimbangi dengan kapasitas produksi karagenan murni yang masih relatif rendah dan belum sebanding dengan ketersediaan bahan baku rumput laut.

Karagenan merupakan produk olahan rumput laut bernilai ekonomi tinggi dengan harga sekitar 10–20 kali lipat dibandingkan bahan bakunya. Namun, metode ekstraksi konvensional yang umum digunakan,

terutama perlakuan alkali dengan waktu pemanasan yang relatif lama masih menghadapi kendala efisiensi proses dan potensi pembentukan limbah dalam jumlah besar (Bitonga et al., 2024; Hasizah et al., 2018). Selain itu, variasi kondisi ekstraksi, khususnya konsentrasi alkali, diketahui berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia karagenan, namun kajian yang membahas hubungan konsentrasi KOH dengan mutu karagenan *Eucheuma cottonii* secara komprehensif masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memproduksi karagenan murni dari rumput laut *Eucheuma cottonii* menggunakan metode ekstraksi konvensional dengan pelarut KOH serta mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi KOH terhadap kualitas karagenan yang dihasilkan. Parameter mutu yang dikaji meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, kadar abu tidak larut asam, viskositas, kekuatan gel, serta karakteristik gugus fungsi menggunakan analisis FTIR, sehingga diharapkan penelitian ini dapat memberikan dasar ilmiah dalam optimasi proses ekstraksi karagenan yang lebih efisien dan berkualitas.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kertas pH, erlenmeyer, kain saring ukuran 150 mesh, gelas beker, cawan porselin, alu dan mortar, pinggan penguap, termometer, gelas ukur, labu takar, hot plate, dan pipet volume. Analisis karakteristik karagenan dilakukan menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) untuk identifikasi gugus fungsi, Viscometer Brookfield untuk pengukuran viskositas, serta Texture Analyzer untuk pengujian kekuatan gel. Seluruh alat ukur volume (gelas ukur, pipet volume, dan labu takar) merupakan peralatan gelas kelas A dan telah dikalibrasi sebelum digunakan. Viscometer Brookfield dan Texture Analyzer digunakan sesuai prosedur operasi standar (SOP) pabrikan untuk menjamin ketelitian dan keterulangan hasil. FT-IR dikondisikan pada kondisi standar pengukuran dan divalidasi menggunakan background spectrum sebelum analisis sampel. Bahan yang digunakan meliputi rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* umur panen 40 hari, kalium hidroksida (KOH), isopropyl alkohol, aquadest, kaporit, dan larutan HCl 10%. Seluruh bahan kimia yang digunakan memiliki kualitas pro analysis (p.a.) atau setara.

2.2 Prosedur Penelitian

Rumput laut *Eucheuma cottonii* dibersihkan dari kotoran dan benda asing, kemudian dilakukan proses bleaching dengan merendam rumput laut menggunakan larutan kaporit selama 1 jam untuk menghilangkan pigmen dan senyawa pengotor (Hasizah et al., 2018). Setelah itu, rumput laut dicuci menggunakan aquadest hingga bau kaporit hilang, lalu dikeringkan dibawah sinar matahari selama ±5 hari hingga mencapai kondisi kering konstan (Bitonga et al., 2024). Sebanyak 20 gram rumput laut kering direndam menggunakan pelarut KOH dengan rasio 1:40 (b/v) pada pH 9 selama 12 jam pada suhu ruang. Tahap perendaman alkali ini bertujuan untuk meningkatkan pembentukan 3,6-anhidrogalaktosa dan memperbaiki sifat gel karagenan (Campo et al., 2009; Villanueva et al., 2010).

Proses ekstraksi dilakukan secara konvensional dengan pemanasan pada suhu 90°C selama 3 jam pada pH 9 menggunakan variasi konsentrasi KOH yaitu 0,1 M, 0,5 M, dan 1,5 M. Kondisi suhu dan waktu ekstraksi tersebut umum digunakan dalam ekstraksi karagenan dari *Eucheuma* karena mampu meningkatkan rendemen dan mutu fisik karagenan (Campo et al., 2009; Hasizah et al., 2018). Bubur rumput laut hasil ekstraksi disaring menggunakan kain saring ukuran 150 mesh untuk memisahkan filtrat dari residu. Filtrat yang diperoleh kemudian diendapkan dengan penambahan isopropyl alkohol dengan perbandingan 1:2 (v/v) sambil diaduk selama 15 menit hingga terbentuk serat-serat karagenan. Metode pengendapan menggunakan alkohol ini bertujuan untuk memisahkan karagenan dari larutan ekstrak dan meningkatkan kemurnian produk (Villanueva et al., 2010; Bitonga et al., 2024).

Serat karagenan yang terbentuk direndam kembali dalam isopropyl alkohol selama 30 menit, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 10 jam hingga kadar air stabil. Suhu pengeringan rendah dipilih untuk mencegah degradasi struktur karagenan (Campo et al., 2009). Karagenan kering kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan alu hingga diperoleh tepung karagenan yang siap dianalisis lebih lanjut. Seluruh perlakuan dilakukan secara berulang untuk setiap variasi konsentrasi KOH untuk menjamin keterulangan dan keandalan data.

2.3 Karakterisasi Karagenan

Karakterisasi karagenan meliputi pengujian rendemen, kadar air menggunakan metode AOAC 1984 (*Association of Official Analytical Chemists*), kadar abu menggunakan metode AOAC 2005, kadar abu tak larut asam, viskositas menggunakan *Viscometer Brookfield*, kekuatan gel menggunakan *Texture Analyzer* dan uji gugus fungsional menggunakan spektrofotometer FTIR pada panjang gelombang 400-5000 cm⁻¹.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

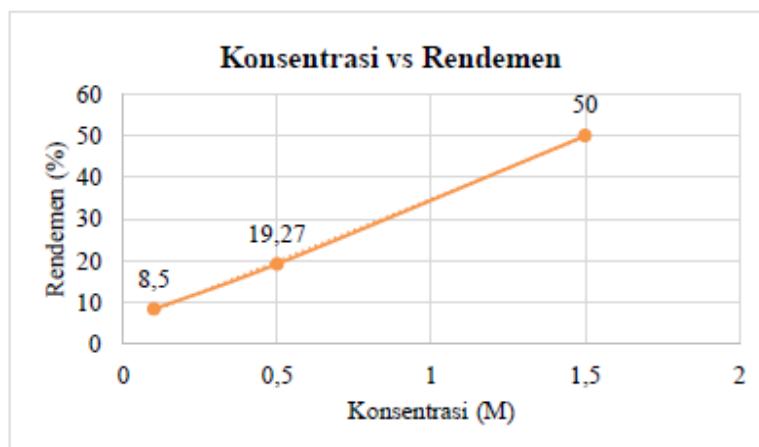
Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi KOH berpengaruh nyata terhadap produk karagenan yang diperoleh, baik dari rendamen, kadar air, kadar abu, kadar abu tak larut asam dan viskositas yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Uji Mutu Karagenan

| Parameter Uji | Standar Pengujian | | | Konsentrasi Larutan Pengekstrak | | |
|-----------------------------------|-------------------|----------|----------|---------------------------------|-------|----------|
| | FCC | EEC | FAO | 0,1 M | 0,5 M | 1,5 M |
| Rendemen (%) | - | - | - | 8,5 | 19,27 | 50 |
| Kadar air (%) | Maks. 12 | Maks. 12 | Maks. 12 | 23,90 | 39,33 | 9,5 |
| Kadar abu (%) | Maks. 35 | 15-40 | 15-40 | 45,88 | 45,46 | 36,98 |
| Kadar abu tak larut asam (%) | Maks. 1 | Maks. 2 | Maks. 1 | 0,83 | 0,85 | 6,98 |
| Viskositas (cP) | Min. 5 | - | Min. 5 | - | 3 | 3 |
| Kekuatan gel (g/cm ²) | - | - | Min. 500 | - | - | 5278,452 |

3.1 Rendemen Karagenan

Rendemen karagenan yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1. Pada konsentrasi KOH 0,1 M, 0,5 M, dan 1,5 M menghasilkan rendamen berturut-turut adalah 8,5%, 19,27%, dan 50%. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi KOH secara signifikan meningkatkan rendemen karagenan. Secara kimia, larutan alkali berperan dalam mengonversi gugus galaktosa-6-sulfat menjadi 3,6-anhidrogalaktosa melalui reaksi eliminasi sulfat, sehingga meningkatkan fraksi polisakarida pembentuk karagenan dan mempermudah pelepasannya dari matriks dinding sel rumput laut. Selain itu, KOH meningkatkan stabilitas struktur polisakarida selama pemanasan dengan menaikkan titik leleh jaringan rumput laut, sehingga degradasi selama ekstraksi dapat diminimalkan (Campo et al., 2009; Villanueva et al., 2010; Das et al., 2016).



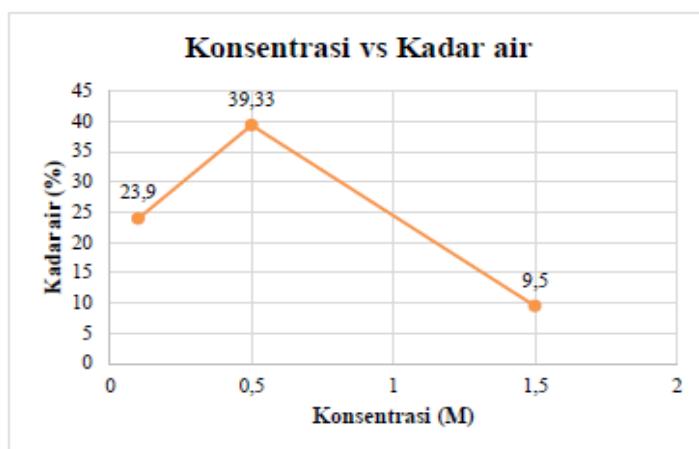
Gambar 1 Grafik Pengaruh Konsentrasi Terhadap Rendemen Karagenan

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa KOH lebih efektif dibandingkan NaOH dalam meningkatkan rendemen karagenan, dimana penggunaan KOH 12% menghasilkan rendemen hingga 46% (Heriyanto et al.,

2025). Optimasi konsentrasi KOH juga menunjukkan bahwa konsentrasi optimal untuk ekstraksi karagenan adalah 0,4M pada suhu 95°C dengan durasi ekstraksi 240 menit menghasilkan rendemen 61,59% (Kasim et al., 2023; Dhewang, 2023). Studi dengan metode ultrasound-assisted extraction (UAE) menunjukkan bahwa penggunaan KOH dapat menghasilkan viskositas yang lebih tinggi (658,7 cP) dibandingkan metode konvensional karena KOH lebih efektif dalam mempertahankan gugus fungsional penting seperti ester sulfat dan ikatan glikosidik (Bitonga et al., 2024). Standar mutu karagenan ini diukur menurut standar FAO (Food Agriculture Organization), EEC (European Economic Community) dan FCC (Food Chemicals Codex).

3.2 Kadar Air

Hasil kadar air karagenan dapat dilihat pada Gambar 2. Pada konsentrasi KOH 0,1 M, 0,5 M, dan 1,5 M masing-masing diperoleh kadar air adalah 23,90%, 39,33%, dan 9,5%. Berdasarkan standar FCC, EEC, dan FAO (maksimal 12%), hanya karagenan hasil ekstraksi dengan KOH 1,5 M yang memenuhi persyaratan mutu. Secara mekanistik, konsentrasi alkali yang lebih tinggi menyebabkan berkurangnya gugus hidrofilik bebas pada rantai polimer akibat pembentukan struktur heliks yang lebih rapat, sehingga kemampuan karagenan untuk mengikat molekul air menurun.

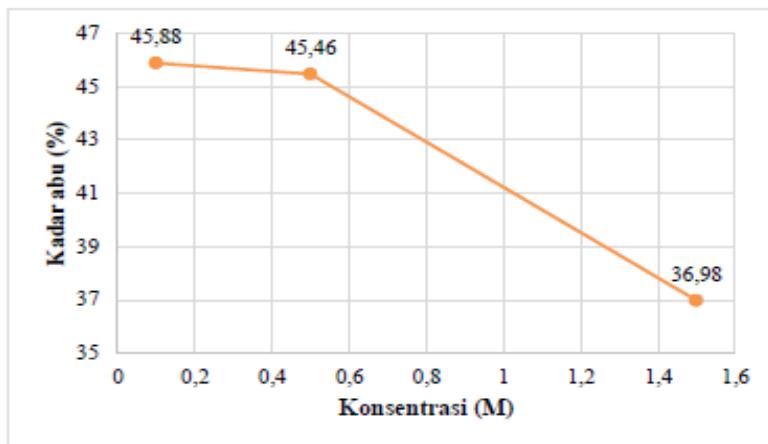


Gambar 2 Grafik Pengaruh Konsentrasi Terhadap Kadar Air Karagenan

Hasil ini konsisten dengan laporan Heriyanto et al. (2025) yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi KOH hingga 12% mampu menurunkan kadar air karagenan hingga 1,5%, terutama ketika dikombinasikan dengan agen anti-caking. Temuan tersebut memperkuat bahwa KOH tidak hanya berperan dalam peningkatan rendemen, tetapi juga berkontribusi pada pengendalian kadar air yang berpengaruh langsung terhadap stabilitas dan umur simpan karagenan.

3.3 Kadar Abu

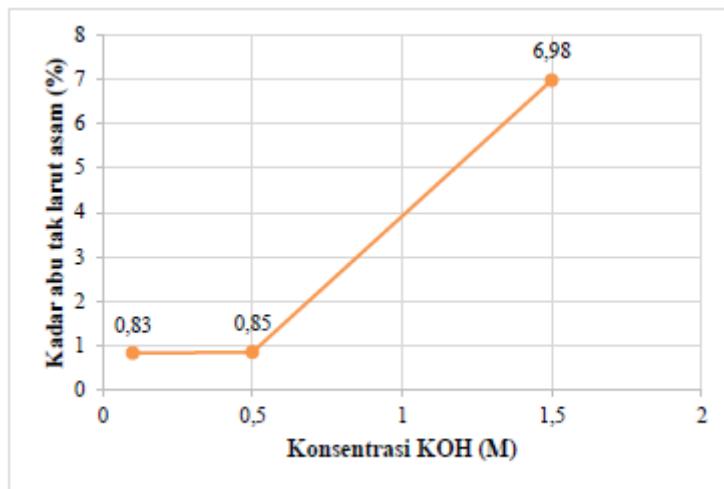
Hasil kadar abu dapat dilihat pada Gambar 3, pada konsentrasi 0,1M, 0,5M dan 1,5M berturut-turut adalah 45,88%, 45,46% dan 36,98%. Standar FCC menetapkan maksimal 35%, sedangkan EEC dan FAO menetapkan 15-40%. Kadar abu cenderung mengalami penurunan seiring peningkatan konsentrasi KOH. Konsentrasi 1,5M menghasilkan kadar abu 36,98% yang memenuhi standar EEC dan FAO namun tidak memenuhi standar FCC. Penurunan kadar abu pada konsentrasi KOH 1,5M berkaitan dengan meningkatnya efisiensi pelarutan dan pencucian ion mineral terlarut selama proses ekstraksi dan pengendapan alkohol. Sedangkan tingginya kadar abu pada konsentrasi rendah disebabkan kandungan garam yang tinggi pada rumput laut karena semakin lama rumput laut berada di perairan maka semakin banyak garam mineral yang diserap.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Konsentrasi Terhadap Kadar Abu Karagenan

3.4 Kadar Abu Tak Larut Asam

Kadar abu tak larut asam dapat dilihat pada Gambar 4. Pada konsentrasi 0,1M, 0,5M dan 1,5M berturut-turut adalah 0,83%, 0,85% dan 6,98%. FCC dan FAO menetapkan maksimal 1% sedangkan EEC maksimal 2%. Konsentrasi 0,1M dan 0,5M telah memenuhi standar dengan nilai rendah yang menunjukkan karagenan tidak banyak terkontaminasi selama proses pengolahan. Konsentrasi 1,5M menghasilkan kadar abu tak larut asam tertinggi 6,98% yang tidak memenuhi standar, mengindikasikan adanya residu mineral atau logam yang tidak larut dalam asam seperti silika. Fenomena serupa juga dilaporkan oleh Villanueva et al. (2010), dimana peningkatan intensitas perlakuan alkali berpotensi meningkatkan kontaminan mineral jika tahap pencucian tidak dilakukan secara optimal.



Gambar 4 Grafik Pengaruh Konsentrasi Terhadap Kadar Abu Tak Larut Asam karagenan

3.5 Viskositas

Viskositas hanya dapat diukur pada konsentrasi 0,5M dan 1,5M dengan nilai 3 cP untuk kedua konsentrasi. Standar mutu FCC dan FAO menetapkan minimal 5 cP sehingga hasil ini tidak memenuhi standar. Rendahnya viskositas diduga dipengaruhi oleh kandungan garam tinggi pada rumput laut dan lama perendaman saat alkalisasi. Kandungan garam tinggi menyebabkan penurunan gaya tolakan antar gugus sulfat sehingga sifat hidrofilik polimer melemah dan viskositas larutan menurun.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa viskositas karagenan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi KOH dan suhu ekstraksi. Konsentrasi KOH yang lebih rendah (0,4M) cenderung menghasilkan viskositas yang lebih tinggi (269-282 mPa.s) dibandingkan konsentrasi tinggi (0,8M) yang menghasilkan 265-272 mPa.s (Sirait et al., 2024). Kondisi optimal untuk viskositas adalah pada suhu 95°C, durasi 240 menit, konsentrasi

KOH 0,4M, dan rasio larutan terhadap rumput laut 45:1, yang menghasilkan viskositas 284,51 mPa.s (Kasim et al., 2023). Studi dengan ultrasound-assisted extraction menunjukkan bahwa metode UAE dengan KOH dapat meningkatkan viskositas hingga 658,7 cP pada konsentrasi 1%, jauh lebih tinggi dibandingkan metode konvensional (Bitonga et al., 2024). Hal ini terjadi karena ekstraksi dengan KOH pada kondisi optimal dapat mempertahankan struktur rantai polimer karagenan dan kandungan sulfat yang lebih tinggi (Amruth et al., 2023).

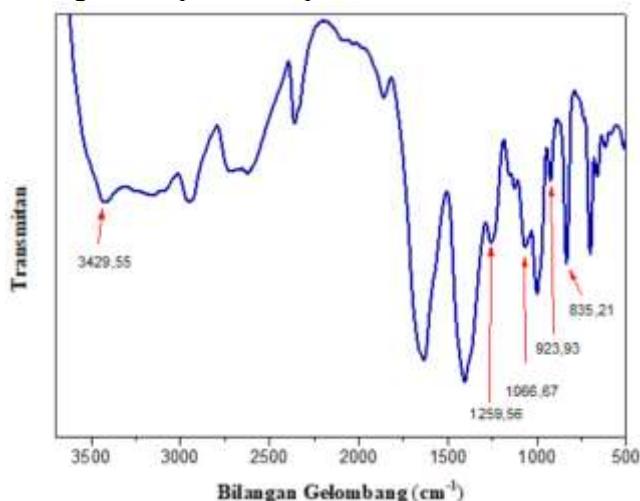
3.6 Kekuatan Gel

Kekuatan gel hanya dapat diukur pada konsentrasi 1,5M dengan nilai 5278,452 g/cm² yang memenuhi standar FAO minimal 500 g/cm². Konsentrasi KOH tinggi mampu meningkatkan kekuatan gel karena dapat meningkatkan kekuatan ionik rantai polimer. Penggunaan KOH meningkatkan kekuatan gel kappa karagenan karena sensitif terhadap ion K⁺ yang meningkatkan kekuatan ionik rantai polimer karagenan. Pada konsentrasi 0,1M dan 0,5M karagenan menjadi encer sehingga kekuatan gel tidak dapat diukur.

Hasil ini konsisten dengan penelitian terkini yang menunjukkan bahwa KOH lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan gel dibandingkan NaOH karena ion K⁺ dapat masuk ke dalam struktur helix karagenan dan menstabilkan struktur melalui interaksi antara ion bermuatan positif dengan gugus sulfat yang bermuatan negatif (Hilliou et al., 2006; Chen et al., 2024). Pada kondisi optimal (95°C, 240 menit, KOH 0,4M, rasio 45:1), kekuatan gel dapat mencapai 53,48 g/cm² (Kasim et al., 2023).

3.7 Analisis FTIR

Hasil analisis FTIR Karagenan dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 5 Spektrum FTIR Karagenan 1,5 M

Tabel 2 Hasil FTIR Karagenan Konsentrasi 1,5 M

| Gugus Fungsi | Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) |
|-----------------------|--|
| OH | 3429,55 |
| Ester Sulfat Asimetri | 1259,56 |
| Ikatan Glikosidik | 1066,67 |
| 3,6-anhidrogalaktosa | 923,93 |
| Galaktosa-4-sulfat | 835,21 |

Berdasarkan hasil pengujian FTIR dapat dilihat pada Tabel 2, adanya ikatan CO gugus 3,6 anhidrogalaktosa pada spektrum 923,93 cm⁻¹ menunjukkan ciri khas kappa karagenan. Hal ini mengkonfirmasi bahwa karagenan hasil ekstraksi dari rumput laut *Eucheuma cottonii* pada penelitian ini adalah jenis kappa karagenan.

Analisis FTIR terbaru mengkonfirmasi bahwa perlakuan alkali dengan KOH berperan dalam mengurangi gugus sulfat pada posisi C-6 dan meningkatkan pembentukan 3,6-anhidrogalaktosa, sebagaimana

dilaporkan oleh Das et al. (2016). Temuan ini konsisten dengan studi Bitonga et al. (2024) dan Rismawati et al. (2024) yang menunjukkan bahwa KOH mampu mempertahankan gugus fungsional utama karagenan yang menentukan klasifikasi dan sifat fungsionalnya.

4. KESIMPULAN

Karagenan murni berhasil diproduksi dari rumput laut *Eucheuma cottonii* menggunakan metode ekstraksi konvensional dengan pelarut KOH. Konsentrasi KOH berpengaruh signifikan terhadap kualitas karagenan yang dihasilkan. Konsentrasi terbaik adalah 1,5M dengan rendemen 50%, kadar air 9,5%, kadar abu 36,98%, dan kekuatan gel 5278,452 g/cm² yang sebagian besar memenuhi standar FAO, FCC dan EEC. Karakterisasi FTIR mengidentifikasi produk sebagai kappa karagenan. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mengoptimasi parameter ekstraksi lainnya seperti suhu, durasi, dan rasio pelarut untuk meningkatkan viskositas dan mengurangi kadar abu tak larut asam, serta mengeksplorasi metode ekstraksi alternatif seperti ultrasound-assisted extraction atau ohmic heating untuk meningkatkan efisiensi proses. Secara aplikatif, hasil penelitian ini berpotensi diterapkan pada skala industri kecil dan menengah untuk produksi karagenan berkekuatan gel tinggi, khususnya untuk aplikasi pangan berbasis gel dan bahan penstabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Amruth, P., Paul, P.T., M, R.J., Joy, J.M., Anandan, R., Mathew, S., 2023, Influence of Salt Concentration on Alkaline Extracted Refined Kappa-Carrageenan and Its Characterization, *J. Appl. Life Sci. Int.*, Vol. 26:13–20.
- Arzani, L.D.P., dkk., 2022, Pengaruh Rasio Volume Air Pengekstrak Terhadap Karakteristik Karagenan *Kappaphycus alvarezii*, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, Vol. VIII(1):62-67.
- Asikin, A.N., dkk., 2015, Ekstraksi dan Karakterisasi Sifat Fungsional Karaginan *Kappaphycus Alvarezii* Asal Pesisir Kabupaten Kutai Timur, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. VII(1):49-58.
- Asni, A. dan Najamuddin, 2021, Analysis on carrageenan content of seaweed *Kappaphycus Alvarezii* at different water condition in Bantaeng District, *4th Internasional Symposium on Marine Science and Fisheries*, Makassar, Hasanuddin University.
- Bhernama, B.G., 2019, Analisis Karakteristik Karaginan *Eucheuma Cottonii* Asal Aceh Jaya Menggunakan Pelarut Alkali (KOH Dan NaOH), *Jurnal AMINA*, Vol. I(2):59-65.
- Bitonga, E.S., Vicente, J.M., Castro, I.R., Figueiredo, T.M., Amaral, I.F., Pinheiro, A.C., 2024, Advanced Extraction Techniques and Physicochemical Properties of Carrageenan from a Novel *Kappaphycus alvarezii* Cultivar, *Marine Drugs*, Vol. 22(11):491.
- Bitonga, N. S., Sormin, R. D., & Lembang, F. K. 2024. Pengaruh perlakuan alkali terhadap karakteristik karagenan dari rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 13(1), 45–54.
- BRIN, 2023, *Produksi Rumput Laut Indonesia*, <https://www.brin.go.id>, diakses 25 November 2025.
- Campo, V. L., Kawano, D. F., Silva, D. B., & Carvalho, I. 2009. Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis – A review. *Carbohydrate Polymers*, 77(2), 167–180.
- Chen, J., Hu, Y., Gao, P., Jiang, Q., Yu, P., Yang, F., Pan, M., Zhou, X., Xia, W., 2024, Effect of κ -carrageenan on the physicochemical and structural characteristics of ready-to-eat Antarctic Krill surimi gel, *International Journal of Food Science and Technology*, Vol. 59(6):3711–3722.
- Das, A.K., Sharma, M., Mondal, D., Prasad, K., 2016, Deep eutectic solvents as efficient solvent system for the extraction of κ -carrageenan from *Kappaphycus alvarezii*, *Carbohydrate Polymers*, Vol. 136:930–935.
- Desiana dan Hendrawati, T.Y., 2015, Pembuatan Karagenan dari *Eucheuma cottonii* dengan Ekstraksi KOH menggunakan Variabel Waktu Ekstraksi, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*.
- Dhewang, I.B., 2023, Carrageenan Extraction of *Kappaphycus Alvarezii* Seaweed From Nusa Lembongan Waters Using Different Alkaline Treatments, *J. Kelaut. Trop.*, Vol. 26:238 244.

- Ganesan, A. R., Shanmugam, M., & Bhat, R. 2019. Producing novel edible films from semi refined carrageenan (SRC) and glycerol: Physicochemical, mechanical and barrier properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 127, 191–199.
- Ganesan, A.R., Tiwari, U., Rajauria, G., 2019, Seaweed nutraceuticals and their therapeutic role in disease prevention, *Food Science and Human Wellness*, Vol. 8(3):252-263.
- Hasizah, H., Lestari, S., & Sari, N. I. 2018. Karakteristik karagenan dari rumput laut Eucheuma cottonii hasil ekstraksi alkali. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 241–249.
- Hasizah, A., Nur, F.M., Nurhaeni, 2018, Extraction of carrageenan from Eucheuma spinosum using ohmic heating: optimization of extraction conditions using response surface methodology, *Food Sci. Technol.*, Vol. 41(1):224-234.
- Heriyanto, Hasanah, N., Aeni, S.N., 2025, Improving Carrageenan Extraction Efficiency and Stability Using KOH, NaOH, and Anti-Caking Agents, *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, Vol. 20(1):68-82.
- Hilliou, L., Larotonda, F.D., Abreu, P., Ramos, A.M., Sereno, A.M., Gonçalves, M.P., 2006, Effect of extraction parameters on the chemical structure and gel properties of κ/ι hybrid carrageenans obtained from Mastocarpus stellatus, *Biomol. Eng.*, Vol. 23:201 208.
- Kasim, S., Subehan, Alam, G., Rifai, Y., Ismail, Sarce, Utami, R.N., 2023, Optimization of carrageenan extraction from Kappaphycus alvarezii red algae using microwave assisted extraction method with variation of solvent concentration, *SCIREA Journal of Physics*, Vol. 8(2):51-67.
- Kumayanjati, B. dan Dwimayasantini, R., 2018, Kualitas Karaginan Dari Rumput Laut Kappaphycus alvarezii pada Lokasi Berbeda di Perairan Maluku Tenggara, *Jurnal Pendidikan Biologi Kelautan dan Perikanan*, Vol. 13(1):21-32.
- Ministry of Marine Affairs and Fisheries (KKP), 2025, Indonesia Prioritizes Seaweed Amidst Surging Global Demand, British Chamber of Commerce in Indonesia, February 10, 2025.
- Murdiningsih, H. dan Hasan, B., 2018, Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut Eucheuma Cottonii, *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, Makassar, Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Nur, F., dkk., 2023, Physicochemical Characteristics of Carrageenan Flour by Immersion Method Using Eucheuma cottonii Seaweed from Takalar waters of South Sulawesi, *The 6th International Conference on Agriculture, Environment and Food Security*, Makassar, Hasanuddin University.
- PAIR, 2021, *Seaweed Industry in South Sulawesi*, Partnership for Australia-Indonesia Research.
- Rismawati, E., Mutmainnah, N., Nurhaeni, 2024, SYNTHESIS OF REFINED CARRAGEENAN FROM EUCHEUMA COTTONII WITH VARIATION OF PRECIPITATING SOLVENT, *ASEAN Engineering Journal*, Vol. 14(3):143-147.
- Rupert, R., Rodrigues, K.F., Thien, V.Y., Yong, W.T.L., 2022, Carrageenan From Kappaphycus alvarezii (Rhodophyta, Solieriaceae): Metabolism, Structure, Production, and Application, *Frontiers in Plant Science*, Vol. 13:859635.
- Sirait, P.A., Pratami, D.K., Destiarti, L., 2024, Effect of different types of base solution on physico-chemical characteristics of carrageenan flour from Eucheuma cottonii, *BIO Web of Conferences*, Vol. 121:02009.
- Tuiyo, R. dan Yunus, Z.A.M., 2023, Kandungan Karagenan dan Kekuatan Gel Kappaphycus alvarezii Hasil Budidaya Teknologi Kultur Jaringan Secara Massal Basmingro, *Jambura Fish Processing Journal*, Vol. 5(1):27-35.
- Villanueva, R. D., Hilliou, L., Sousa-Pinto, I., et al. 2010. Carrageenan production and quality from cultivated tropical red seaweeds. *Journal of Applied Phycology*, 22, 211–220.
- Yusuf, M., Liu, K., Hurtado, A.Q., Mostaert, A.S., 2024, Current biodiversity status, distribution, and prospects of seaweed in Indonesia: A systematic review, *Helijon*, Vol. 10(10):e31073.