

Pembuatan Karagenan dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Menggunakan Metode Ekstraksi dengan Variasi Konsentrasi Pelarut KOH

Muhammad Arham Yunus¹, Nurfiansyah², Fadhia Zahra Sahira³, M. Nur Fahresya Ananda S⁴, Nur Iklil Aflah Ansar⁵, Sry Ayu Lestari⁶, Suci Rahmadani⁷

Program Studi D3 Analisis Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang^{1,2}

Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang^{3,4,5,6,7}

arhamyunus21@poliupg.ac.id¹, nurfiansyah@poliupg.ac.id², fadhia.fadhia123@gmail.com³, nurfahresyananda123@gmail.com⁴, nuriklilafiah14@gmail.com⁵, sryayulestari13@gmail.com⁶, sucirahmadani0311@gmail.com⁷

Corresponding Author: Muhammad Arham Yunus, arhamyunus21@poliupg.ac.id

ABSTRACT

Karagenan adalah hidrokoloid yang diekstraksi dari jenis rumput laut merah *Eucheuma cottonii* menggunakan larutan alkali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi KOH (0,6 N, 0,8 N, dan 1 N) terhadap rendemen dan karakteristik fisikokimia karagenan yang dihasilkan melalui metode ekstraksi pada suhu 85°C selama 100 menit. Parameter yang diuji meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, viskositas, dan analisis FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi KOH 0,6 N menghasilkan rendemen tertinggi sebesar 21,82%, kadar air 11,60% (memenuhi standar FAO), kadar abu 22,76% (masih dalam kisaran FAO yaitu 15–40%), serta viskositas 2 cP. Analisis FTIR mengonfirmasi bahwa karagenan yang dihasilkan adalah tipe kappa, ditandai dengan adanya gugus ester sulfat (1234–1283 cm⁻¹), 3,6-anhidrogalaktosa (922–923 cm⁻¹), dan galaktosa-4-sulfat (833–840 cm⁻¹). Oleh karena itu, konsentrasi KOH 0,6 N direkomendasikan sebagai konsentrasi yang tepat untuk memperoleh karagenan dengan kadar air dan kadar abu yang sesuai standar FAO.

KEYWORDS

Extraction, Eucheuma Cottonii, FAO, KOH, Carrageenan

ARTICLE DOI:

<https://doi.org/10.53696/venn.v5i2.410>

A. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor rumput laut terbesar di dunia dengan produksi mencapai 9,28 juta ton pada tahun 2022 yang didominasi oleh jenis *Kappaphycus alvarezii* dengan volume 7,05 juta ton menguasai 82,7% produksi dunia dan jenis *Gracilaria* dengan volume 1,91 juta ton menguasai 32,1% produksi dunia (KKP, 2023). Rumput laut Indonesia diekspor ke berbagai negara seperti Jepang, China, dan Korea untuk memenuhi kebutuhan industri makanan, kosmetik, dan farmasi global. Di Sulawesi Selatan, produksi rumput laut per tahun mencapai 3,79 juta ton, sehingga menjadi daerah penghasil rumput laut terbanyak di Indonesia.

Sebagian besar masyarakat Indonesia hanya mengetahui pembudidayaan rumput laut, namun tidak mengetahui peluang yang ada di dalamnya. Beberapa masyarakat sudah mengetahui manfaatnya namun tidak mengetahui cara pengolahan yang baik dan benar, sehingga rumput laut hanya diekspor dalam bentuk kering yang menyebabkan penurunan nilai tambahnya. Rumput laut perlu diolah menjadi produk setengah jadi seperti agar, alginat, dan karagenan untuk meningkatkan nilai tambahnya (Sanger et al., 2018).

Rumput laut yang mengandung karagenan adalah dari marga *Eucheuma*. *Eucheuma cottonii* adalah salah satu jenis rumput laut merah dan berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena karagenan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa-karagenan. *Eucheuma cottonii* adalah jenis rumput

laut dari kelompok *Rhodophyceae* (alga merah) yang mampu menghasilkan karagenan dengan kadar mencapai 54-73% tergantung pada jenis dan lokasi tempat tumbuhnya ([Agustang et al., 2021](#)).

Karagenan merupakan polisakarida yang diekstraksi dari rumput laut merah kelas *Rhodophyceae*. Karagenan memiliki tiga tipe utama yaitu kappa (κ), iota (ι), dan lambda (λ) yang dibedakan berdasarkan jumlah gugus sulfat. Kappa karagenan membentuk gel yang kuat dan kaku (firm and brittle), iota karagenan membentuk gel yang elastis dan fleksibel (elastic and flexible), sedangkan lambda karagenan tidak dapat membentuk gel tetapi berfungsi sebagai pengental dengan viskositas tinggi ([Song et al., 2023](#)). Karagenan banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri sebagai stabilizer, thickener, pembentuk gel, pengemulsi, dan lain-lain. Dalam industri pangan, karagenan digunakan pada produk seperti es krim, jelly, dan permen. Pada industri farmasi digunakan untuk cangkang kapsul dan pengikat tablet, sedangkan pada industri kosmetik digunakan dalam produk sabun, lotion, dan pasta gigi ([Aris et al., 2020](#)).

Pada pembuatan karagenan yang harus diperhatikan adalah proses ekstraksi yang meliputi cara ekstraksi, pH, lama ekstraksi, dan suhu. Menurut [Samodra et al., \(2024\)](#), proses pengolahan karagenan dimulai dengan ekstraksi menggunakan pelarut basa (alkali) yang kemudian dilanjutkan dengan penyaringan, pengendapan, dan penggilingan hingga menjadi tepung. Penggunaan alkali memiliki dua fungsi yaitu membantu ekstraksi polisakarida menjadi lebih sempurna dan mempercepat terbentuknya ikatan 3,6-anhidroglaktosa sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel dan reaktivitas produk terhadap protein ([Andriyono et al., 2022](#)). Sejalan dengan penelitian [Yunus, et al., \(2026\)](#) melaporkan bahwa penggunaan pelarut alkali berupa KOH mampu menghasilkan karagenan dengan rendemen sekitar 50% .

Penelitian ini difokuskan untuk memperoleh karagenan dari rumput laut *Eucheuma cottoni* dengan metode ekstraksi menggunakan pelarut alkali yaitu KOH dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu 0,6 N, 0,8 N, dan 1 N pada suhu 85 °C selama 100 menit untuk membandingkan produk hasil karagenan yang diperoleh tiap variasi konsentrasi KOH berdasarkan parameter uji seperti rendemen, kadar air, kadar abu, viskositas, dan uji FTIR. Hasil penelitian ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan karagenan sebagai bahan tambahan pangan (gelling agent, thickener, stabilizer) dan aplikasi non-pangan, serta memberikan kontribusi pada peningkatan produktivitas industri pengolahan rumput laut di Indonesia.

B. Metodologi

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain erlenmeyer (Pyrex), gelas kimia (Pyrex), spatula, cawan petri, cawan krus, corong, batang pengaduk, furnace (Thermo Scintific), timbangan analitik (Ohaus), talang, oven (Thermo Scintific), desikator, labu ukur (Pyrex), hot plate, viscometer Brookfield (AMETEK), dan seperangkat alat FTIR (Shimadzu). Bahan yang digunakan meliputi rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* berasal dari Kabupaten Takalar berumur 48 hari, KOH dengan konsentrasi 0,6N, 0,8N, dan 1N, aquadest, etanol 70%, sodium hipoklorit (NaOCl), KBr, dan kertas saring.

2. Prosedur Kerja

Rumput laut dicuci dari kotoran kemudian direndam dalam air dengan sodium hipoklorit selama 30 menit lalu ditiriskan. Rumput laut dijemur di bawah sinar matahari selama $\pm$ 5 hari. Rumput laut yang sudah kering dihaluskan dengan crusher. Rumput laut *Eucheuma cottonii* ditimbang sebanyak

20 gram, lalu diekstraksi menggunakan KOH konsentrasi 0,6 N pada suhu 85°C selama 100 menit. Campuran hasil ekstraksi disaring untuk memisahkan filtrat dari ampas rumput laut. Ditambahkan etanol pada filtrat hasil penyaringan untuk mengendapkan karagenan. Pengendapan berlangsung sekitar 30 menit. Setelah mengendap, serat karagenan yang terbentuk disaring kemudian dikeringkan di oven pada suhu 60°C. Karagenan yang diperoleh digerus untuk memperoleh tepung karagenan. Prosedur yang sama diulangi untuk konsentrasi KOH 0,8N dan 1N.

3. Metode Analisis

Metode analisis karagenan meliputi pengujian rendemen, kadar air menggunakan metode AOAC 1984 (*Association of Official Analytical Chemists*), kadar abu menggunakan metode AOAC 2005, viskositas menggunakan *Viscometer Brookfield* dan uji gugus fungsional menggunakan spektrofotometer FTIR pada panjang gelombang 400-5000 cm^{-1} .

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan rumput laut yang berasal dari Takalar dan berumur $\pm$ 48 hari. Ekstraksi karagenan dilakukan dengan menggunakan larutan alkali panas. Suasana alkalis dapat diperoleh dengan menambahkan larutan basa yakni KOH sehingga pH larutan mencapai 8-10. Penggunaan alkali mempunyai dua fungsi, yaitu membantu ekstraksi polisakarida menjadi lebih sempurna dan mempercepat eliminasi 6-sulfat dari unit monomer menjadi 3,6-*anhidro-D-galaktosa* sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel dan reaktivitas produk terhadap protein ([Andriyono et al., 2022](#)). Parameter uji pada penelitian ini adalah pengujian kadar air, kadar abu, viskositas, dan analisa gugus fungsi dengan FTIR.

1. Rendemen

Rendemen karagenan merupakan parameter penting dalam proses ekstraksi, karena menunjukkan efisiensi pengambilan karagenan dari bahan baku rumput laut. Berdasarkan hasil pengamatan, nilai rendemen dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya jenis rumput laut yang digunakan, metode ekstraksi, konsentrasi larutan alkali, suhu, dan waktu ekstraksi. Hasil rendemen karagenan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen Karagenan	
Konsentrasi KOH (N)	Rendemen (%)
0,6	21,82
0,8	18,21
1	18,32

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh bahwa variasi konsentrasi KOH berpengaruh terhadap rendemen karagenan yang dihasilkan dengan konsentrasi KOH 0,6 N yang menghasilkan rendemen tertinggi. Pada konsentrasi KOH 0,6 N, rendemen lebih tinggi (21,82%) dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 0,8 N (18,21%) dan 1 N (18,32%). Hal ini disebabkan oleh kemampuan larutan alkali dalam memecah dinding sel rumput laut untuk melepaskan karagenan. Pada konsentrasi alkali yang terlalu tinggi, terjadi degradasi karagenan akibat lingkungan alkali yang kuat, sehingga mengurangi jumlah karagenan yang dapat diekstraksi.

Hasil penelitian ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa proses ekstraksi alkali menghasilkan karagenan dengan rendemen optimal pada kondisi tertentu. Rendemen karagenan optimal diperoleh ketika dinding sel rumput laut dapat pecah sepenuhnya tetapi struktur karagenan

tetap terjaga tanpa degradasi. [Panggabean et al. \(2018\)](#) melaporkan bahwa konsentrasi KOH yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi polisakarida karagenan sehingga menurunkan rendemen.

2. Kadar Air

Hasil analisis kadar air pada karagenan merupakan aspek penting yang mempengaruhi kualitas dan stabilitas produk. Hasil pengujian kadar air disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Air	
Konsentrasi KOH (N)	Kadar Air (%)
0,6	11,60
0,8	10,43
1	16,64

Berdasarkan Tabel 2, nilai kadar air terendah terdapat pada sampel konsentrasi 0,8 N yaitu sebesar 10,43% dan kadar air tertinggi terdapat pada sampel konsentrasi 1 N yaitu sebesar 16,64%. Nilai kadar air untuk sampel 0,6 N (11,60%) dan 0,8 N (10,43%) telah memenuhi standar mutu FAO di mana standar kadar air untuk karagenan adalah maksimal 12%. Sampel dengan konsentrasi 1 N melebihi standar yang ditentukan.

Hasil ini sejalan dengan penelitian [Desiana & Hendrawati \(2015\)](#) yang menunjukkan bahwa konsentrasi KOH berpengaruh terhadap kadar air karagenan yang dihasilkan. Kadar air yang tinggi pada konsentrasi 1 N dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perbedaan suhu lingkungan yang menyebabkan perbedaan hasil penimbangan dan masih terdapat banyak air pada serat karagenan akibat penyaringan yang kurang optimal. Menurut [Hidayah et al. \(2013\)](#), kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan kualitas karagenan karena dapat menjadi media pertumbuhan mikroorganisme dan menurunkan umur simpan produk. Oleh karena itu, pengendalian kadar air sangat penting dalam proses produksi karagenan.

3. Kadar Abu

Kadar abu pada karagenan menunjukkan jumlah mineral dan zat anorganik yang terkandung setelah proses ekstraksi. Hasil pengujian kadar abu disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Abu	
Konsentrasi KOH (N)	Kadar Abu (%)
0,6	22,76
0,8	18,93
1	19,14

Menurut standar FAO, kadar abu untuk karagenan berkisar antara 15% hingga 40%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar abu karagenan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi KOH yang digunakan. Kadar abu tertinggi diperoleh pada sampel 0,6 N yaitu sebesar 22,76% dan kadar abu terendah terdapat pada sampel 0,8 N yaitu sebesar 18,93%. Seluruh sampel memenuhi standar mutu FAO.

Hasil ini sesuai dengan penelitian [Junaidi et al. \(2018\)](#) yang menunjukkan bahwa konsentrasi KOH mempengaruhi kadar abu karagenan. Peningkatan kadar abu biasanya disebabkan oleh adanya ion-ion mineral dan garam yang terlarut dari rumput laut selama proses ekstraksi. Menurut [Siregar et al. \(2016\)](#), kadar abu yang terlalu tinggi mengindikasikan banyaknya mineral yang masih terkandung

dalam karagenan, yang dapat mempengaruhi sifat fungsional karagenan seperti kekuatan gel dan viskositas.

4. Viskositas

Uji viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan larutan karagenan pada suhu dan konsentrasi tertentu. Hasil pengujian viskositas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Viskositas

Konsentrasi KOH (N)	Viskositas (cP)
0,6	2,00
0,8	1,93
1	1,76

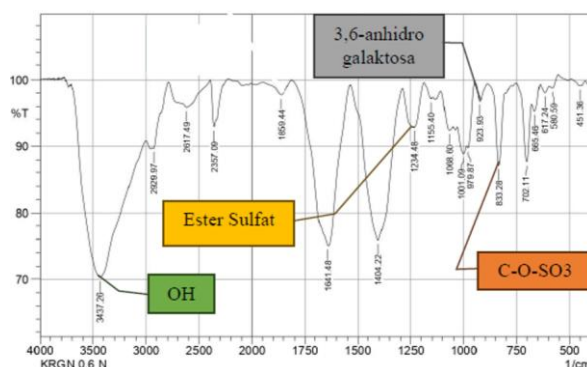
Berdasarkan data hasil pengujian viskositas, terlihat adanya penurunan viskositas seiring dengan meningkatnya konsentrasi KOH. Pada konsentrasi KOH 0,6 N, viskositas karagenan tercatat sebesar 2 cP. Ketika konsentrasi KOH ditingkatkan menjadi 0,8 N, viskositas mengalami penurunan menjadi 1,93 cP. Penurunan lebih lanjut terjadi pada konsentrasi KOH 1 N dengan viskositas 1,76 cP.

Meskipun nilai viskositas tertinggi diperoleh pada konsentrasi 0,6 N, namun seluruh sampel belum memenuhi standar FAO yang menetapkan viskositas minimal 5 cP. Penurunan viskositas dapat dijelaskan oleh sifat karagenan sebagai polielektrolit, di mana peningkatan konsentrasi alkali menyebabkan gaya tolak-menolak antar muatan negatif pada rantai polimer karagenan semakin kuat. Hal ini mengakibatkan rantai molekul karagenan menjadi lebih terpisah dan mengurangi interaksi antar molekul, sehingga menghasilkan larutan yang lebih encer (Wibisono & Hendrawati, 2016).

Penelitian [Bono et al. \(2014\)](#) menunjukkan bahwa viskositas karagenan sangat dipengaruhi oleh kondisi ekstraksi seperti suhu, waktu, dan konsentrasi larutan alkali yang digunakan. Untuk meningkatkan viskositas karagenan agar memenuhi standar, perlu dilakukan optimasi lebih lanjut terhadap parameter ekstraksi seperti waktu ekstraksi yang lebih lama atau penggunaan konsentrasi karagenan yang lebih tinggi saat pengukuran viskositas.

5. Analisis FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

Spektroskopi inframerah (FTIR) digunakan untuk mengetahui gugus fungsional pada ekstrak karagenan yang diperoleh. Berdasarkan pengujian sebelumnya, ekstrak karagenan terbaik diperoleh dari konsentrasi KOH 0,6N, sehingga hasil yang disajikan pada Gambar 1 hanya merupakan hasil FTIR karagenan konsentrasi KOH 0,6N.



Gambar 1. Spektrum FTIR Karagenan 0,6N

Berdasarkan Gambar 1. spektrum FTIR karagenan 0,6 N yang diperoleh teridentifikasi gugus ester sulfat pada bilangan gelombang $1234,48\text{ cm}^{-1}$. Gugus ester sulfat merupakan karakteristik utama dari karagenan yang memberikan sifat hidrofilik dan kemampuan membentuk gel. Pada bilangan gelombang $923,93\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus 3,6-anhidrogalaktosa. Gugus ini sangat penting karena berperan dalam pembentukan struktur heliks ganda yang merupakan dasar dari pembentukan gel karagenan. Bilangan gelombang dengan range $840\text{-}850\text{ cm}^{-1}$ teridentifikasi galaktosa-4-sulfat (C-O-SO₃) yang menandakan bahwa karagenan tersebut termasuk karagenan jenis kappa. Selain itu, pada bilangan gelombang dengan range $3000\text{-}3600\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus fungsi OH. Gugus hidroksil (-OH) berperan penting dalam memberikan sifat hidrofilik pada karagenan, memungkinkan karagenan untuk berinteraksi dengan air dan membentuk gel.

Hasil analisa FTIR pada range $840\text{-}850\text{ cm}^{-1}$ teridentifikasi galaktosa-4-sulfat (C-O-SO₃) ini sesuai dengan penelitian [Sari et al., \(2018\)](#) yang menunjukkan bahwa karagenan jenis kappa memiliki puncak karakteristik pada bilangan gelombang yang sama. Penelitian Yunus et al., (2026) juga mengkonfirmasi bahwa keberadaan gugus 3,6-anhidrogalaktosa dan galaktosa-4-sulfat merupakan penanda spesifik untuk kappa karagenan. Berdasarkan hasil analisis gugus fungsi, karagenan yang diperoleh dari rumput laut *Eucheuma cottonii* melalui metode ekstraksi menggunakan pelarut KOH dapat disimpulkan berjenis kappa karagenan, yang dikenal memiliki kemampuan membentuk gel yang kuat dan kaku, sehingga sangat cocok untuk aplikasi dalam industri pangan dan farmasi.

D. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, variasi konsentrasi KOH berpengaruh terhadap rendemen dan karakteristik fisikokimia karagenan dari *Eucheuma cottonii*, di mana konsentrasi KOH 0,6 N merupakan kondisi optimal karena menghasilkan rendemen tertinggi serta mutu yang memenuhi standar FAO untuk parameter kadar air dan kadar abu sedangkan untuk viskositas masih belum memenuhi. Berdasarkan analisis gugus fungsi menggunakan FTIR terkonfirmasi bahwa karagenan yang dihasilkan berjenis kappa-karagenan, sehingga disarankan dilakukan optimasi lanjutan terhadap parameter ekstraksi lainnya untuk meningkatkan viskositas dan potensi aplikasinya di industri.

Daftar Pustaka

- Agustang, Mulyani, S., & Indrawati, E. (2021). Budidaya Rumput Laut Potensi Perairan Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. Pustaka Almaida.
- Andriyono, S., Arief, M., Ulfah, M. 2022. Karakteristik Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Hasil Ekstraksi dengan Kalium Hidroksida (KOH). *Jurnal Perikanan*, 12(2): 128-137.
- Aris, S. E., Jumiono, A., & Akil, S. (2020). Identifikasi Titik Kritis Kehalalan Gelatin. *Jurnal Pangan Halal*, 2(1), 17-22.
- Bono, Awang, Anisuzzaman, S. M., & Ding, Ong Wan. (2014). Effect of process conditions on the gel viscosity and gel strength of semi-refined carrageenan (SRC) produced from seaweed (*Kappaphycus alvarezii*). *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 26(1), 3-9
- Desiana, E., & Hendrawati, T. Y. (2015). Pembuatan Karagenan dari *Eucheuma cottonii* dengan Ekstraksi KOH Menggunakan Variabel Waktu Ekstraksi. Prosiding Semnastek.

- Hidayah, R., Harlia, G., & Safar, A. (2013). Optimasi Konsentrasi Kalium Hidroksida pada Ekstraksi Karagenan dari Alga Merah *Kappaphycus alvarezii* Asal Pulau Lemukutan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2(2), 75-82.
- Junaidi, L., Hutajulu, T. F., Sudibyo, A., Lestari, N., & Aviana, T. (2018). Pengaruh Konsentrasi KOH dan Waktu Alkalisasi Serta Umur Panen *Kappaphycus alvarezii* Terhadap Karakteristik Mutu Karagenan Murni. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 35(1), 20-28.
- KKP. (2023). Profil Pasar Rumput Laut Indonesia. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Nosa, S. P., Karnila, R., & Diharmi, A. (2020). Potensi kappa karagenan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) sebagai antioksidan dan inhibitor enzim α -glukosidase. *Berkala Perikanan Terubuk*, 48(2), 112-118.
- Panggabean, J. E., Dotulong, V., Montolalu, R. I., Damongilala, L. J., Harikedua, S. D., & Makapedua, D. M. (2018). Ekstraksi Karagenan Rumput Laut Merah *Kappaphycus alvarezii* dengan Perlakuan Perendaman dalam Larutan Basa. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 6(3), 65-70.
- Samodra, A.B., Montolalu, R.I., Mentang, F. 2024. Korelasi Konsentrasi Alkali, Waktu Perendaman, Waktu Ekstraksi dan Suhu Ekstraksi dengan Kekuatan Gel dan Kemurnian Karagenan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 12(2): 145-153.
- Sanger, G., Kaseger, B. E., Rarung, L. K., & Damongilala, L. (2018). Potensi beberapa Jenis Rumput Laut sebagai Bahan Pangan Fungsional, Sumber Pigmen dan Antioksidan Alami. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 208-217.
- Sari, N. W., Fajri, M. Y., & Wilapangga, A. (2018). Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(1), 15-22.
- Siregar, R. F., Santoso, J., & Uju. (2016). Karakteristik Fisiko Kimia Kappa Karagenan Hasil Degradasi Menggunakan Hidrogen Peroksida. *JPHPI*, 19(3), 256-257.
- Song, C., You, Y., Wen, C., Fu, Y., Yang, J., Zhao, J., Song, S. 2023. Characterization and Gel Properties of Low-Molecular-Weight Carrageenans Prepared by Photocatalytic Degradation. *Polymers*, 15(3): 602.
- Towle, G. A. (1973). *Carrageenan in Handbook of Water-Soluble Gums and Resins*. McGraw-Hill.
- Yunus, M. A., Hasan, F., Nawir, Y. N., Yunita, I., Madina, N., & Pratiwi, A. (2026). Optimasi Konsentrasi KOH pada Ekstraksi Karagenan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Saintifik: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 12(1), 50-57.