



Submitted: 21 July 2026

Accepted: 10 August 2026

Published: 29 September 2026

Perbandingan kadar carrageenan dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

Abstract

Background: The quality of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva carrageenan is highly influenced by post-harvest drying methods; however, the community in Akle Village, Semaui Island, still faces constraints during the drying stage.

Purpose: To compare the carrageenan content and moisture content of green *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva from Akle Village based on oven drying at 60°C and sun drying methods.

Method: An experimental study. Carrageenan was extracted using 8% KOH, precipitated with 96% ethanol, and analyzed using HPLC. Moisture content was determined by the gravimetric method. Data were analyzed using the Independent Sample t-test.

Results: Sun drying produced a carrageenan content of 33.45% and a moisture content of 30.005%, whereas oven drying at 60°C produced a carrageenan content of 28.95% and a moisture content of 35.275%. There was no significant difference between the two methods ($p=0.116$).

Conclusion: The sun drying method produces higher carrageenan content and lower moisture content, and better meets the SNI quality standards.

Keywords: Carrageenan; *Kappaphycus Alvarezii*; Moisture Content.

PENDAHULUAN

Sumber daya kelautan di Indonesia memiliki potensi besar dalam penyediaan bahan alam untuk berbagai industri, terutama pangan, kosmetik, dan farmasi. Salah satu komoditas unggulan adalah rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* (Doty) doty ex silva, yang menjadi sumber utama karagenan, yaitu senyawa hidroloid alami yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengental, penstabil, dan pembentuk gel pada produk makanan maupun kosmetik. Menurut Waldron et al., (2023), Indonesia merupakan produsen utama rumput laut karagenan dunia dan memiliki daya saing tinggi secara global, dengan potensi besar untuk dikembangkan ke arah produk turunan bernilai tambah, termasuk dalam bidang farmasi dan bioteknologi. Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan, Indonesia berperan besar sebagai pemasok rumput laut secara global, terutama *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex silva yang menyumbang sekitar 82% dari total

produksi dunia. Potensi tersebut menjadikan pengelolaan pascapanen rumput laut sebagai aspek penting dalam meningkatkan mutu dan daya saing produk hasil laut nasional (Santhoshkumar et al., 2023). Pemanfaatan rumput laut tidak hanya terbatas pada industri pangan, tetapi juga berperan dalam bidang kosmetik dan farmasi untuk mengentalkan, menstabilkan, dan membentuk gel pada berbagai produk (Nurani et al., 2024).

Salah satu jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah *Kappaphycus alvarezii*, yang dikenal sebagai penghasil utama karagenan bernilai ekonomi tinggi dan banyak dimanfaatkan di berbagai industri (Nurani et al., 2024). Karagenan merupakan polisakarida sulfat alami yang banyak digunakan dalam formulasi farmasi dan biomedis karena kemampuannya membentuk gel yang stabil, biokompatibel, dan aman bagi tubuh (Pacheco-Quito et al., 2020). Selain itu,

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex *Silva* warna hijau

permintaan karagenan terus meningkat di pasar global seiring dengan berkembangnya industri pangan dan farmasi berbasis bahan alam. Suhu, intensitas cahaya, dan nutrisi termasuk di antara parameter lingkungan yang memengaruhi perkembangan *Kappaphycus*, dengan suhu dan cahaya tampak sebagai faktor paling penting yang menentukan produksi karagenan. Pengaruh kondisi suhu air terhadap pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex *silva* dapat dilihat pada penelitian oleh Rupert et al., (2022) yaitu suhu 32, 36 dan 40°C menghasilkan karagenan yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan rumput laut yang diinkubasi pada suhu 28°C. Morfotipe dapat didefinisikan sebagai kelompok spesimen individu yang memiliki bentuk yang sama dan unik, dalam hal ini perbedaan morfotipe pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex *silva* ditunjukkan oleh perbedaan warna seperti merah, coklat, dan hijau. Perbedaan warna *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex *silva* akibat variasi kedalaman juga menyebabkan perubahan fisiologis yang memengaruhi pertumbuhan dan produksi karagenan. Pada kedalaman lebih besar intensitas cahaya menurun sehingga memengaruhi fotosintesis. Berdasarkan penelitian Wenno et al., (2016) menunjukkan bahwa dalam pertumbuhan rumput laut, kadar karagenan meningkat terutama pada morfotipe hijau dengan rendemen tertinggi mencapai 17.12% dibandingkan dengan morfotipe coklat yaitu 14.63%.

Peningkatan mutu karagenan dari *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex *silva* menjadi fokus penting dalam pengembangan produk alami bernilai tinggi. Selain faktor perbedaan morfotipe selama masa pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii*, mutu karagenan dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah proses pengeringan pascapanen yang berperan penting dalam menurunkan kadar air dan menjaga kualitas bahan (Nunes et al., 2024; Santhoshkumar et al., 2023). Kadar air yang tinggi dapat mempercepat proses degradasi serta meningkatkan risiko pertumbuhan mikroorganisme yang menurunkan stabilitas dan viskositas karagenan (Løvdal et al., 2021; Ward et al., 2022). Standar Nasional Indonesia (SNI) menetapkan kadar air maksimum rumput laut kering sebesar 30%, karena kadar yang melebihi batas tersebut dapat menyebabkan penurunan mutu bahan (Purwanti & Nansi, 2024), seperti yang dilaporkan oleh Barraca

(1989) dalam Nunes et al., (2024) bahwa Kadar air yang melebihi 35% pada *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex *silva* dilaporkan dapat memicu terjadinya degradasi selama proses penyimpanan, sedangkan kadar air di atas 40% berpotensi menyebabkan degradasi karagenan secara hampir menyeluruh. Oleh karena itu, pemilihan metode pengeringan yang tepat menjadi salah satu faktor utama dalam menentukan kualitas akhir rumput laut dan produk turunannya (Nunes et al., 2024; Santhoshkumar et al., 2023).

Dua metode pengeringan yang umum digunakan dalam pengolahan rumput laut, yaitu metode pengeringan dengan sinar matahari dan oven. Metode yang paling tradisional adalah pengeringan matahari (*sun-drying*), yaitu teknik pengeringan yang memanfaatkan panas matahari dan aliran udara alami, metode ini banyak dipilih karena sederhana dan tidak membutuhkan energi tambahan, namun hasilnya sangat bergantung pada intensitas sinar matahari, tingkat kelembapan, dan kecepatan angin (Heriyanto et al., 2018). Sedangkan, pengeringan oven memberikan hasil yang lebih konsisten karena suhu dan waktu dapat dikontrol, dan proses penguapan air lebih efisien (Jamaluddin et al., 2022). Walaupun demikian, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi karagenan dan menurunkan kekuatan gelnya (Mingu et al., 2024; Silva et al., 2019). Sehingga pada pengeringan oven ini, dipilih suhu 60°C, yang dimana dapat mengurangi kadar air hingga persentase yang paling rendah dibandingkan rentang suhu seperti 40°C dan 70°C, namun tetap dapat mempertahankan kadar karagenan yang cukup tinggi (Panjaitan et al., 2024; Pratiwi et al., 2022).

Salah satu daerah yang memiliki potensi besar dalam produksi rumput laut adalah Desa Akle, Kecamatan Semau, yang sebagian besar penduduknya menggantungkan mata pencaharian pada budidaya rumput laut (Sine & Lukas, 2021). Meskipun memiliki kualitas perairan yang baik dan ketersediaan sumber daya hayati yang melimpah, masyarakat Desa Akle masih menghadapi berbagai kendala, diantaranya adalah penanganan pascapanen, terutama pada tahap pengeringan yang menentukan mutu produk kering (Bunga et al., 2025). Kondisi ini menunjukkan bahwa pemanfaatan potensi rumput laut di NTT, termasuk di Desa Akle, sangat bergantung pada penguatan teknik budidaya dan khususnya dalam metode pengeringan (Muhajirin

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

Dean et al., 2026). Oleh karena itu, penelitian mengenai "Perbandingan Kadar Carageenan dan Kadar Air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex silva Berdasarkan Metode Pengeringan Oven dan Matahari" menjadi penting untuk mendukung peningkatan mutu produk rumput laut, sekaligus memberikan dasar ilmiah bagi optimalisasi penanganan pascapanen rumput laut di daerah potensial di Desa Akle maupun wilayah sekitar Semau. Tujuan umum penelitian adalah mengetahui pengaruh perbedaan metode pengeringan oven suhu 60°C dan pengeringan matahari terhadap mutu rumput laut hijau *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex silva asal Desa Akle berdasarkan kadar karagenan dan kadar air. Sedangkan, tujuan khusus penelitian adalah mengetahui berapa kadar karagenan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex silva yang dihasilkan dengan metode pengeringan oven 60°C, mengetahui berapa kadar karagenan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex silva yang dihasilkan dengan metode pengeringan matahari, mengetahui perbedaan kadar karagenan pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex silva hasil pengeringan oven 60°C dan pengeringan matahari, mengetahui perbedaan kadar air pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex silva yang keringkan menggunakan metode pengeringan oven 60°C dan metode pengeringan sinar matahari, dan menentukan metode pengeringan yang paling efektif dalam menghasilkan mutu rumput laut terbaik berdasarkan kadar karagenan dan kadar air. Selain itu, penelitian diharapkan bermanfaat khususnya bagi masyarakat pesisir Desa Akle dan wilayah sekitarnya sebagai acuan dalam memilih metode pengeringan yang efisien untuk meningkatkan mutu dan nilai jual rumput laut.

METODE

Penelitian eksperimental dengan rancangan *post-test only control group design*. Sampel rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex Silva dibagi menjadi dua kelompok perlakuan berdasarkan metode pengeringan, yaitu pengeringan oven dan pengeringan sinar matahari. Setelah proses pengeringan, dilakukan dua jenis analisis laboratorium: Penentuan kadar air dengan metode gravimetri hingga berat konstan; Penentuan kadar karagenan menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) dengan fase diam C18 dan fase gerak campuran pelarut polar. Penelitian ini

dilakukan di Desa Akle Pulau Semau, dan laboratorium biosains Universitas Nusa Cendana. Penelitian ini dilakukan dengan rentang waktu Januari-Maret 2026.

Populasi penelitian seluruh rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex Silva yang dibudidayakan dan/atau dipanen di Desa Akle, Kabupaten Kupang selama periode pengambilan sampel penelitian. Teknik pengambilan sampel penelitian ini adalah *simple random sampling* dimana pengambilan sampling sesuai dengan area atau wilayah dari populasi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) doty ex Silva berwarna hijau dari Desa Akle. Variabel bebas meliputi pengeringan oven 60°C dan pengeringan sinar matahari. Sedangkan variabel terikat yaitu kadar karagenan (%) - ditentukan menggunakan HPLC dan kadar air (%) - ditentukan menggunakan metode gravimetri. Variabel control meliputi Jenis rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*), asal sampel, konsentrasi pelarut ekstraksi karagenan, suhu perebusan ekstraksi karagenan, dan umur panen.

Alat yang digunakan berupa gunting, alas pengering (metode pengeringan matahari), oven, blender, hot plate, timbangan, beaker glass, gelas ukur, pengaduk, wadah plastik, HPLC (Shimadzu manual injection), water bath. labu ukur 10 mL, syringe filter 0.45 µm. dan menggunakan bahan yaitu rumput laut segar 100 gr untuk tiap metode pengeringan, aquades, air bersih, KOH, etanol 96%, standar karagenan (Sigma aldrich), asam format 0.01%, Water for Injection (WFI), akuades, asetonitril p.a, metanol, dan sampel karagenan hasil ekstraksi.

Metode pengeringan oven yaitu rumput laut dipotong dengan ukuran ±1 cm dan timbang rumput laut sebanyak 100 gram, dikeringkan pada suhu 60°C selama 48 jam (Paknany et al., 2023). Dinginkan sampel dalam desikator dan lakukan penimbangan setiap 10 jam untuk mendapatkan berat konstan.62 Suhu dan durasi pengeringan dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya (Panjaitan et al., 2024; Pratiwi et al., 2022) untuk mencapai penghilangan kadar air yang paling rendah sekaligus meminimalkan degradasi dari karagenan. Metode pengeringan matahari: Sampel di potong-potong dengan ukuran ±1 cm, dikeringkan dibawah sinar matahari dengan perkiraan selama 2-3 hari. Selama pengeringan lakukan penimbangan secara berkala dan dicatat hasilnya (Zank et al., 2023).

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

Pengujian gravimetri dengan oven tidak vakum dilakukan dengan terlebih dahulu mengondisikan oven pada suhu 105 °C hingga suhu stabil. Cawan kosong kemudian dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan selama minimal 2 jam. Setelah itu, cawan dipindahkan ke dalam desikator selama ± 30 menit hingga mencapai suhu ruang, kemudian ditimbang dan dicatat sebagai bobot A. Contoh uji yang telah dipreparasi sebanyak ± 2 gr dimasukkan ke dalam cawan dan dicatat sebagai bobot B. Cawan yang berisi contoh uji selanjutnya dimasukkan ke dalam oven tidak vakum pada suhu 105 °C selama 16-24 jam. Setelah proses pemanasan selesai, cawan dipindahkan menggunakan alat penjepit ke dalam desikator selama ± 30 menit hingga mencapai suhu ruang, kemudian ditimbang kembali dan dicatat sebagai bobot C.

Rumput laut diekstraksi dengan cara dipanaskan diatas waterbath dengan suhu 90-100°C selama 2 jam dalam keadaan basa menggunakan kalium hidroksida (KOH) 8% (48 gr) yang dilarutkan dalam 552ml aquades, disaring, lalu dilakukan presipitasi atau pengendapan menggunakan etanol 95% sebanyak 100ml. Endapan dipisahkan dan disimpan di dalam lemari pendingin dengan suhu 2-8°C, sebelum digunakan kembali untuk analisis HPLC (Zank et al., 2023).

Fase Gerak yang digunakan pada analisis ini terdiri dari campuran air dan asam format (0.01%) dengan perbandingan 91,5:8,5, sementara itu sampel karagenan yang akan dianalisis dilarutkan dalam campuran campuran air, asetonitril, metanol, dan asam format (0.01%) dengan perbandingan 41.5:22.5:22.5:8.5 untuk memperoleh larutan uji. Analisis dilakukan menggunakan sistem HPLC yang dilengkapi dengan kolom C18 yang terhubung dengan detektor UV-Vis. Suhu kolom diatur pada 30°C, dengan laju alir fase gerak sebesar 1.0 mL/menit. Sampel diinjeksi ke dalam sistem dengan

volume injeksi 10 mg, kemudian pemisahan dilakukan selama 5 menit. Deteksi senyawa dilakukan pada panjang gelombang 535 nm untuk mengidentifikasi dan mengukur komponen target dalam sampel. Identifikasi senyawa dilakukan berdasarkan kesesuaian waktu retensi antara puncak kromatogram sampel dan standar yaitu pada menit ke-1.470 (Kravchenko et al., 2023). Kuantifikasi ditentukan berdasarkan perbandingan luas area puncak kromatogram sampel terhadap kurva baku standar. Seluruh tahapan analisis dilakukan dengan replikasi sebanyak tiga kali (Wibowo, 2022).

Data kadar air dan kadar karagenan dari kedua kelompok perlakuan dibandingkan menggunakan uji deskriptif komparatif untuk melihat adanya perbedaan yang ditunjukkan antara metode pengeringan oven suhu 60°C dan metode pengeringan sinar matahari, analisis ini dilakukan dengan cara menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi, untuk menunjukkan tingkat keragaman data. Setelah itu, dibuat kesimpulan mengenai metode pengeringan yang paling efektif dalam mempertahankan kadar karagenan tertinggi dan kadar air terendah pada *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex Silva dari Desa Akle.

Rancangan analisis statistik kuantitatif pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung rata-rata, standar deviasi, uji normalitas (*Shapiro Wilk's Test*), uji homogenitas (*Levene's Test*), uji signifikansi (*Independent T-Test*) dari data kadar karagenan dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex Silva yang diperoleh dari hasil pengujian HPLC. Data statistik yang dihasilkan disajikan dalam bentuk tabel untuk menggambarkan nilai dan kecenderungan masing-masing parameter. Selanjutnya, hasil dari kedua metode pengeringan dibandingkan secara deskriptif berdasarkan perbedaan nilai yang terlihat pada diagram, sehingga diperoleh gambaran kuantitatif mengenai pengaruh metode pengeringan terhadap kadar karagenan dan kadar air.

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

HASIL

Dalam pengujian metode pengeringan menggunakan oven, sampel ditimbang sebanyak 2.00286 kg, lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 60°C selama 48 jam. Hasil akhir pengeringan didapatkan hasil sebanyak 372.034 gr. Sedangkan jika menggunakan metode pengeringan matahari, sampel ditimbang sebanyak 2.00000 gr, lalu dijemur dibawah matahari mulai dari pukul 08.00 pagi hingga 16.00 sore, selama 2 hari. Hasil akhir pengeringan didapatkan hasil sebanyak 154.000 gr.

Pada ekstraksi alkali-basa, sampel kering dari masing-masing metode pengeringan ditimbang sebanyak 100 gr. Setelah dilakukan ekstraksi, ekstrak kemudian dilanjutkan presipitasi dengan 100ml alkohol selama 1 jam untuk mendapatkan karagenan murni. Pada hasil ekstrak sampel metode pengeringan oven suhu 60°C didapatkan ekstrak dengan berat 2 gr. Sedangkan Pada hasil ekstrak sampel metode pengeringan oven matahari didapatkan ekstrak dengan berat 3 gr.

Analisis kuantitatif kadar karagenan dilakukan menggunakan HPLC dengan kondisi operasional menggunakan fase gerak campuran asam format dan air berbanding 8.5:91.5, kolom C18, laju alir 1 mL/menit, waktu retensi selama 5 menit, serta deteksi pada panjang gelombang 535 nm. Pengukuran diawali dengan pengujian larutan standar menggunakan instrumen HPLC sistem *manual injection*, di mana volume sampel yang dimasukkan sebanyak 20 μ L pada rentang pengukuran panjang gelombang 200-700 nm.

Tabel 1. Data Area Kurva Standar

Konsentrasi	Area	Retention time (Rt)
100 ppm	3780 mAU.s	3.632
200 ppm	4044 mAU.s	3.709
300 ppm	4226 mAU.s	3.363
400 ppm	4447 mAU.s	3.764
500 ppm	4734 mAU.s	3.854

Berdasarkan kurva baku yang diperoleh, terlihat bahwa peningkatan konsentrasi larutan standar dari 100 ppm hingga 500 ppm menghasilkan peningkatan nilai area dari 3780 menjadi 4734, sehingga menunjukkan hubungan yang berbanding lurus antara konsentrasi dan instrumen. Persamaan regresi linear yang diperoleh adalah $y=2.311x + 3552.9$ dengan nilai koefisien.

Tabel 2. Hasil Penetapan Kadar Karagenan pada Ekstrak Rumput Laut

Replikasi	Rt	Area	Kons	Kadar	%kadar	$\bar{x}$	%RSD
Pengeringan oven suhu 60°C							
1	3.317	3722	47.226	0.26226742	26.2267417	28.9%	12.22%
2	3.318	3723	46.326	0.32933795	32.9337949		
3	3.318	3830	47.734	0.27697966	27.6979662		
Pengeringan Matahari							
1	3.464	4294	52.384	0.32068369	32.0683687	33.4%	4.86%
2	3.457	4316	51.759	0.33020338	33.0203375		
3	3.447	3966	52.416	0.35270446	35.2704457		

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau**Tabel 3. Hasil Uji Kadar air Ekstrak Rumput Laut Hasil Pengeringan Oven 60°C dan Matahari**

Sampel	Berat cawan kosong (g)	Berat cawan sampel (g)	2 Jam (g)	4 Jam (g)	6 Jam (g)	8 Jam (g)	10 Jam (g)	12 Jam (g)
Oven	14.8896	16.8901	16.2436	16.1958	16.1945	16.1960	16.1841	16.1841
Total			0.6465	0.0478	0.0013	-0.0015	0.0104	0.0000
Matahari	14.5051	16.5054	15.9072	15.9072	15.9051	15.9050		
Total			0.5093	0.0889	0.0021	0.0001		

Berdasarkan perhitungan selisih berat cawan akhir dan cawan kosong, diperoleh kadar air tersisa pada sampel rumput laut dengan metode pengeringan oven suhu 60°C seberat 0.7055 gr. Dan pada sampel rumput laut dengan metode pengeringan matahari seberat 0.6001 gr. Hasil perhitungan kadar air tersisa yang dinyatakan dalam persentase terhadap berat sampel awal, diperoleh nilai pada sampel rumput laut dengan metode pengeringan oven suhu 60°C seberat 35.275%. Dan pada sampel rumput laut dengan metode pengeringan matahari seberat 30.005%.

Analisis statistik menggunakan ketentuan nilai alpha (α) sebesar 5% dan taraf kepercayaan 95%. Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* pada data kadar metode oven dan matahari, diperoleh nilai signifikansi masing-masing sebesar 0.401 dan 0.561. Nilai signifikansi kedua kelompok lebih besar dari $\alpha=0.05$ sehingga data dinyatakan berdistribusi normal. Berdasarkan hasil uji homogenitas varians menggunakan uji *Levene*, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0.179. Nilai tersebut lebih besar dari $\alpha=0.05$ sehingga dapat dinyatakan bahwa varians data antar kelompok homogen. Berdasarkan hasil uji *Independent Sample t-test*, diperoleh nilai signifikansi (*Sig. 2-tailed*) sebesar 0.116 pada asumsi *equal variances assumed*. Nilai tersebut lebih besar dari $\alpha=0.05$ sehingga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar sampel yang diuji menggunakan metode oven dan metode matahari.

PEMBAHASAN

Pengeringan yang telah dilakukan menggunakan dua metode yaitu dengan oven pada suhu 60°C selama 48 jam dan matahari selama 2 hari, kedua metode ini dipilih berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh. Peneliti lain menggunakan pengeringan oven pada suhu 60°C dan 70°C dalam mengkaji kualitas karagenan *Kappaphycus alvarezii* (Panjaitan et al., 2024), sementara itu peneliti lain nya membandingkan pengeringan sinar matahari dan *cabinet dryer* pada spesies yang sama. Pada skala internasional (Tamaheang et al., 2017), berbagai metode pengeringan termasuk pengeringan matahari dan oven terhadap kandungan karagenan *Kappaphycus* sp. di Malaysia (Mingu et al., 2024).

Perbedaan susut bobot antara metode pengeringan oven pada penelitian ini tidak dapat dilepaskan dari perbedaan mendasar pada jenis energi yang bekerja dalam kedua proses tersebut. Pengeringan oven bekerja murni melalui mekanisme perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi termal dari dinding oven ke permukaan bahan. Panas yang diberikan pada bahan dalam oven dapat melalui radiasi dari dinding oven, konveksi dan sirkulasi udara panas, serta konduksi melalui wadah tempat bahan diletakkan. Mekanisme ini bersifat terkontrol karena suhu dapat diatur secara presisi, sehingga penguapan air berlangsung pada laju yang stabil dan terstandarisasi (Mulita & Tanggasari, 2024). Sebaliknya, pengeringan matahari melibatkan energi yang jauh lebih kompleks karena sinar matahari terdiri dari spektrum elektromagnetik yang luas, meliputi cahaya tampak, inframerah, dan ultraviolet (UV). Pigmen merah pada rumput laut merah rentan terhadap degradasi fotokimia akibat paparan radiasi matahari.

Radiasi UV yang terkandung dalam sinar matahari tidak hanya berperan dalam penguapan air, tetapi juga memicu proses fotodegradasi komponen organik dalam jaringan rumput laut. Fotodegradasi didefinisikan sebagai pemecahan atau disosiasi molekul akibat paparan radiasi matahari, terutama radiasi UV-visible, yang mempengaruhi senyawa organik. Proses ini memecah molekul besar menjadi spesies yang lebih kecil dan

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

bermolekul rendah melalui fotolisis. Pada rumput laut, paparan radiasi UV matahari secara langsung menyebabkan kerusakan pada komponen struktural seperti pigmen, protein, dan polisakarida. Radiasi UV pada rumput laut dapat menyebabkan degradasi pigmen melalui fotooksidasi, kerusakan aparatus fotosintesis, serta fragmentasi dan degradasi protein. Selain itu, UV/radiasi matahari terbukti mampu mendegradasi polisakarida rumput laut secara signifikan dengan menurunkan bobot molekulnya, yang mengindikasikan terjadinya pemutusan rantai polisakarida akibat paparan radiasi. Pemutusan rantai molekul organik besar menjadi fragmen-fragmen yang lebih kecil inilah yang menjadi salah satu faktor penyebab susut bobot yang lebih besar pada pengeringan matahari dibandingkan pengeringan oven, di samping laju penguapan air yang lebih tinggi akibat kombinasi energi termal inframerah dan radiasi UV (Mendes et al., 2024).

Perbedaan susut bobot yang lebih besar pada pengeringan matahari dalam penelitian ini dapat dijelaskan melalui dua mekanisme utama yang bekerja secara bersamaan yaitu, penguapan air yang didorong oleh energi termal inframerah dan konveksi udara dan fotodegradasi senyawa organik oleh radiasi UV matahari yang menyebabkan dekomposisi komponen biomassa rumput laut menjadi senyawa volatil dan fragmen molekul kecil yang turut hilang selama proses pengeringan berlangsung.

Proses ekstraksi rumput laut untuk mendapatkan kadar dilakukan dengan suasana basa yaitu menggunakan KOH 8%. Sebanyak 48 gr KOH dilarutkan ke dalam 552ml aquades lalu dimasukkan 100 gr rumput laut, dan dipanaskan diatas waterbath pada suhu 90°C selama 2 jam, untuk mempercepat proses ekstraksi (Pakniy et al., 2023). Perlakuan alkali pada proses ekstraksi karagenan berfungsi untuk menghilangkan berbagai senyawa pengotor seperti garam, gula larut, dan protein larut yang masih terdapat pada rumput laut. Larutan alkali, seperti KOH atau NaOH, bekerja dengan menurunkan kandungan gugus sulfat pada karagenan dan meningkatkan pembentukan 3.6 anhidrogalaktosa.

KOH dapat digunakan sebagai pelarut ekstraksi karagenan dalam sistem berbasis air karena kesesuaian sifat kepolarannya. Karagenan merupakan polisakarida tersulfatasi dengan banyak gugus hidroksil (-OH) dan gugus ester sulfat (-OSO₃⁻) yang bersifat sangat hidrofilik, sehingga

hanya dapat terdispersi dan larut secara optimal dalam pelarut polar seperti air. KOH, sebagai basa kuat, terdisosiasi sempurna dalam air menjadi ion K⁺ dan OH⁻ dan juga berikatan dengan gugus sulfat (-OSO₃⁻) membentuk kalium sulfat (K₂SO₄), sehingga larutannya bersifat sangat polar dan ionik. Kesesuaian kepolaran ini memungkinkan interaksi efektif antara ion hidroksil dari KOH dengan gugus-gugus polar pada rantai karagenan selama proses ekstraksi. Selain berperan sebagai medium polar yang kompatibel, ion OH⁻ dari KOH juga berperan aktif secara kimiawi dengan menyerang posisi C6 pada unit galaktosa prekursor karagenan (mu-/nu-karagenan), menghasilkan pembentukan jembatan 3.6 anhidro yang mengubahnya menjadi bentuk kappa-/iota-karagenan dengan sifat gel yang lebih baik (perlakuan seaweed thalli dengan larutan KOH pada suhu 75-80°C selama 2 jam untuk melarutkan dan menghilangkan senyawa terlarut selain karagenan, di mana gugus hidroksida dalam reagen berinteraksi dengan polimer rumput laut, mengurangi kandungan sulfat pada karagenan sekaligus meningkatkan jumlah 3.6 anhidrogalaktosa (Yang & Yang, 2020).

Kalium hidroksida (KOH) memiliki peran penting dalam proses ekstraksi karagenan karena ion hidroksida (OH⁻) dari KOH mampu masuk ke dalam jaringan rumput laut dan memutus gugus sulfat pada struktur karagenan. Proses ini menyebabkan terjadinya pembentukan 3,6-anhidrogalaktosa yang lebih tinggi pada rantai polisakarida karagenan. Peningkatan kandungan 3.6-anhidrogalaktosa berkontribusi terhadap meningkatnya kemampuan pembentukan gel dan kekuatan gel karagenan. Selain itu, ion kalium (K⁺) dari KOH berinteraksi dengan rantai karagenan membentuk struktur gel yang lebih stabil, sehingga karagenan tidak mudah larut selama proses pemanasan. Mekanisme tersebut menjadikan penggunaan KOH tidak hanya berfungsi sebagai agen alkali, tetapi juga berperan dalam meningkatkan mutu fisik dan fungsional karagenan yang dihasilkan. Dalam penelitian ini digunakan KOH dengan konsentrasi 8%.

Selanjutnya dalam proses ekstraksi ini dilanjutkan dengan presipitasi menggunakan 100ml ethanol 96%. Mekanisme etanol dalam mengendapkan karagenan dapat dijelaskan melalui dua jalur interaksi utama yang bekerja secara bersamaan. Etanol memiliki

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

gugus -OH (hidroksil) dan gugus alkil yang masing-masing memberikan kontribusi berbeda terhadap proses pengendapan karagenan. Gugus -OH pada etanol berperan dalam pembentukan ikatan hidrogen dengan molekul karagenan, dimana interaksi ini bekerja melalui mekanisme *exclusion effect* dan pengikatan langsung (*direct binding*) antara etanol dengan rantai polisakarida karagenan sebagaimana dijelaskan dalam teori *Kirkwood-Buff*. Sementara itu, gugus alkil pada etanol yang bersifat hidrofobik berperan dalam mendorong terjadinya efek hidrofobik yang memperkuat interaksi antar molekul karagenan dan mendorong pembentukan jaringan yang lebih padat dan kaku. Kedua mekanisme ini secara bersama-sama menggeser keseimbangan larutan karagenan ke arah pembentukan agregat atau endapan. Karagenan dapat diendapkan menggunakan larutan etanol pada konsentrasi sekitar 90 ml/100 ml, dimana konsentrasi etanol yang tinggi memfasilitasi pembentukan endapan karagenan melalui efek hidrofobik yang mengatasi hambatan energi sehingga zona-zona persimpangan antar rantai polisakarida menjadi lebih stabil. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi etanol yang digunakan dalam proses presipitasi sangat menentukan kesempurnaan pengendapan karagenan, sehingga volume etanol yang tidak mencukupi akan mengakibatkan proses presipitasi berlangsung tidak optimal dan sebagian fraksi karagenan tidak terendapkan secara sempurna (Yang & Yang, 2020).

Analisis kuantitatif karagenan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) dengan mengadaptasi metode yang dikembangkan oleh Zank dkk. dalam penelitian berjudul "Carrageenan from *Gigartina skottsbergii*: A Novel Molecular Probe to Detect SARS-CoV-2". Beberapa peneliti telah menggunakan HPLC dalam analisis karagenan yang menganalisis gum anionik komersial maupun karagenan dalam produk pangan seperti yogurt, custard, dan liver pâté, keduanya menggunakan metode metanolisis-HPLC dengan depolimerisasi terlebih dahulu sebelum analisis (Roberts & Quemener, 2019; Voragen et al., 2018).

Sebelum analisis dilakukan, terlebih dahulu disiapkan fase gerak dengan mencampurkan asam format 0.01% sebanyak 85 ml dengan Water for Injection (WFI) sebanyak 915 ml hingga homogen. Selanjutnya dilakukan preparasi larutan standar

dengan terlebih dahulu membuat larutan standar induk konsentrasi 1000 ppm dengan cara menimbang 10 mg karagenan standar dan dilarutkan ke dalam labu ukur 10 ml menggunakan pelarut campuran yang terdiri dari air, asetonitril p.a, metanol, dan asam format 0.01% dengan perbandingan 41.5:22.5:22.5:8.5, kemudian dikocok hingga homogen. Dari larutan standar induk 1000 ppm tersebut, selanjutnya dibuat seri larutan baku kerja dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400, dan 500 ppm dengan cara mengambil masing-masing sebanyak 1, 2, 3, 4, dan 5 ml larutan standar induk, kemudian masing-masing dilarutkan ke dalam labu ukur 10 ml menggunakan pelarut campuran dengan komposisi yang sama yakni air, asetonitril p.a, metanol, dan asam format 0.01% dengan perbandingan 41.5:22.5:22.5:8.5, lalu dikocok hingga homogen.

Seluruh larutan baku kerja kemudian disaring menggunakan syringe filter berukuran 0.45 µm sebelum diinjeksikan ke dalam sistem HPLC. Preparasi larutan sampel dilakukan dengan cara yang sama, yakni menimbang 10 mg sampel karagenan hasil ekstraksi dan dilarutkan ke dalam labu ukur 10 ml menggunakan pelarut campuran air, asetonitril p.a, metanol, dan asam format 0.01% dengan perbandingan 41.5:22.5:22.5:8.5, dikocok hingga homogen, dan selanjutnya disaring menggunakan syringe filter 0.45 µm sebelum dilakukan analisis. Seluruh parameter prosedur lainnya meliputi komposisi fase gerak, suhu analisis, volume injeksi, laju alir, panjang gelombang deteksi, serta jenis kolom diterapkan sesuai dengan metode yang ditetapkan oleh Zank dkk tanpa modifikasi.

HPLC dan UHPLC bekerja berdasarkan prinsip kromatografi yang sama, dengan perbedaan utama terletak pada tekanan operasional dan ukuran partikel fase diam. HPLC konvensional beroperasi pada tekanan 4.000-6.000 psi dengan ukuran partikel 3-5 µm, sedangkan UHPLC beroperasi pada tekanan yang jauh lebih tinggi, sering melebihi 15.000 psi, dengan partikel berukuran kurang dari 2 µm menghasilkan efisiensi, resolusi, dan kecepatan analisis yang lebih tinggi (Cielecka-Piontek et al., 2023).

Meskipun metode acuan dari Zank dkk. menggunakan sistem UHPLC, penggunaan HPLC konvensional dalam penelitian ini tetap dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. UHPLC dan HPLC menerapkan mekanisme pemisahan yang

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

sama, sehingga optimasi kondisi pemisahan didasarkan pada prinsip yang identik, dan kedua sistem telah terbukti dapat saling dipertukarkan (Taylor, 2024). Mengingat tujuan analisis dalam penelitian ini bersifat kuantitatif, resolusi yang dihasilkan oleh HPLC konvensional dinilai memadai, dengan seluruh parameter prosedur lainnya komposisi fase gerak, suhu, laju alir, volume injeksi, jenis kolom, dan panjang gelombang deteksi diterapkan sesuai metode penelitian terdahulu yaitu tanpa modifikasi (Zank et al., 2023).

Pada kondisi analisis, Fase gerak yang digunakan adalah campuran isokratik asam format 0,01% dan air dengan perbandingan 8,5:91,5. Asam format digunakan untuk mengatur pH fase gerak menjadi asam ($\text{pH} < 3$), yang bertujuan menekan ionisasi residu gugus sulfat pada rantai karagenan sehingga interaksinya dengan fase diam kolom C18 menjadi lebih terkontrol dan menghasilkan waktu retensi yang konsisten dan reproduktibel. Kondisi isokratik dipilih karena komposisi fase gerak yang sederhana ini sudah cukup untuk memisahkan kompleks karagenan-kromofor dari komponen pengganggu dalam matriks sampel (Sun et al., 2021).

Kolom C18 (fase terbalik) digunakan sebagai fase diam. Kolom ini mengandung rantai karbon oktadesil (C18) yang bersifat nonpolar, sehingga pemisahan berlangsung berdasarkan perbedaan hidrofobisitas komponen dalam sampel. Karagenan yang bersifat polar dan tersulfasi akan terelusi lebih awal dibandingkan komponen yang lebih hidrofobik. Penggunaan kolom C18 pada analisis karagenan telah dilaporkan sebelumnya dan memberikan pemisahan yang memadai untuk keperluan analisis kualitatif maupun kuantitatif (Navikaite et al., 2016).

Laju alir 1 mL/menit merupakan laju alir standar yang umum digunakan pada kolom analitik HPLC dengan diameter 4,6 mm. Laju alir ini memberikan keseimbangan optimal antara efisiensi pemisahan, waktu analisis, dan konsumsi fase gerak, serta berada dalam batas operasional tekanan normal kolom C18 yang digunakan. Analisis ditetapkan selama 5 menit, yang mengindikasikan bahwa kondisi kromatografi yang dipilih terutama komposisi fase gerak isokratik dan laju alir 1 mL/menit telah dioptimasi untuk menghasilkan pemisahan yang cepat. Waktu retensi yang singkat ini sesuai dengan sifat hidrofilik karagenan yang cenderung tidak tertahan lama pada fase diam nonpolar C18

(Navikaite et al., 2016).

Pemilihan panjang gelombang 535 nm pada analisis HPLC dalam penelitian mengacu pada metode yang diadaptasi dari peneliti lain, yang selanjutnya bersumber dari peneliti lain didasarkan pada sifat kimiawi karagenan sebagai polisakarida tersulfasi yang secara alami berinteraksi dengan antosianin selama proses ekstraksi (Ziółkowska et al., 2022). Sifat anionik karagenan akibat muatan negatif gugus sulfatnya menyebabkan makromolekul ini berinteraksi kuat secara elektrostatis dengan poli-ion bermuatan positif dalam larutan, termasuk antosianin yang eksis dalam bentuk kation flavilium bermuatan positif pada kondisi asam. Interaksi antara antosianin dan polisakarida berlangsung melalui mekanisme ikatan non-kovalen maupun kovalen yang mencakup interaksi elektrostatis, ikatan hidrogen, dan interaksi hidrofobik, sehingga selama proses ekstraksi rumput laut, antosianin yang terkandung dalam jaringan rumput laut ikut terekstrak dan membentuk kompleks berwarna bersama karagenan yang terdeteksi pada rentang 490-560 nm (Guideline, 2025). Hal ini sejalan dengan peneliti sebelumnya bahwa kromatogram 535 nm secara luas digunakan untuk pemantauan antosianin dalam produk herbal sesuai standar European Pharmacopeia (Navikaite et al., 2016). Mengingat proses ekstraksi dilakukan secara konsisten pada setiap sampel, panjang gelombang pada 535 nm yang mencerminkan kompleks karagenan-antosianin tersebut berkorelasi secara proporsional dengan kadar karagenan, sehingga analisis kuantitatif tetap dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah sebagai metode deteksi tidak langsung (Ziółkowska et al., 2022).

Pada hasil laporan analisis, Identifikasi karagenan dalam sampel dilakukan dengan membandingkan nilai *Retention time* (Rt) puncak yang muncul pada kromatogram sampel terhadap *Retention time* larutan standar karagenan. Berdasarkan data kromatogram larutan standar karagenan pada berbagai konsentrasi, diperoleh nilai *Retention time* yang berkisar antara 3.363 hingga 3.854 menit, yakni standar 100 ppm pada Rt 3.632 menit, standar 200 ppm pada Rt 3.709 menit, standar 300 ppm pada Rt 3.363 menit, standar 400 ppm pada Rt 3.764 menit, dan standar 500 ppm pada Rt 3.854 menit. Rentang *Retention time* standar tersebut selanjutnya dijadikan acuan untuk mengidentifikasi puncak karagenan

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

pada kromatogram sampel.

Pada sampel hasil pengeringan oven suhu 60°C, ketiga replikasi menunjukkan puncak dengan *Retention time* masing-masing sebesar 3.317 (min) pada replikasi 1; 3.318 (min) replikasi 2; dan 3.318 (min) pada replikasi 3. Sementara itu, pada sampel hasil pengeringan matahari, nilai *Retention time* yang diperoleh adalah 3.464 (min) pada replikasi 1; 3.457 (min) pada replikasi 2; dan 3.447 (min) pada replikasi 3. Apabila dibandingkan dengan rentang *Retention time* standar karagenan yang berkisar antara 3.363-3.854 (min), maka puncak pada sampel hasil pengeringan matahari dengan Rt berkisar 3.447-3.464 (min) menunjukkan kesesuaian yang baik dengan *Retention time* standar karagenan, sehingga puncak tersebut dapat diidentifikasi sebagai karagenan. Adapun puncak pada sampel hasil pengeringan oven dengan Rt berkisar 3.317-3.318 (min) berada sedikit di bawah rentang *Retention time* standar karagenan terendah yakni 3.363 (min), namun demikian perbedaan tersebut masih dalam rentang yang relatif kecil sehingga puncak tersebut masih dapat diidentifikasi sebagai karagenan dengan mempertimbangkan adanya variasi kecil pada kondisi sistem HPLC saat pengukuran berlangsung. Konsistensi nilai *Retention time* yang sangat stabil pada ketiga replikasi di kedua kelompok sampel menunjukkan bahwa preparasi dan analisis sampel telah dilakukan dan memberikan hasil yang menunjukkan tingkat keterulangan hasil analisis yang baik (Neoh YanYing et al., 2016). Perbandingan kadar air dan kadar karagenan antara sampel rumput laut hijau (*Kappaphycus alvarezii*) yang dikeringkan menggunakan metode oven suhu 60°C dan metode pengeringan matahari kemudian diuji secara statistik. Terdapat dua kelompok perlakuan yakni pengeringan dengan metode oven dan metode matahari, maka uji yang digunakan adalah uji *Independent Sample t-test*.

Sebelum melakukan uji tersebut, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat. Hasil nilai signifikansi dari uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk* adalah 0.401 dan 0.561 (lebih besar dari 0.05), yang menunjukkan bahwa data terdistribusi normal. Selanjutnya, nilai signifikansi dari uji homogenitas menggunakan uji *Levene* adalah 0.179 (lebih besar dari 0.05), yang menunjukkan bahwa data bersifat homogen. Karena kedua persyaratan tersebut telah terpenuhi, yakni data terdistribusi normal dan homogen, maka uji *Independent Sample t-test* dapat

dilakukan.

Berdasarkan hasil uji *Independent Sample t-test*, diperoleh nilai signifikansi (*2-tailed*) sebesar 0.116 yang lebih besar dari nilai $\alpha = 0.05$, sehingga H_0 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar karagenan yang dikeringkan menggunakan metode oven dan metode pengeringan matahari.

Meskipun demikian, apabila ditinjau secara deskriptif, terdapat perbedaan nilai rata-rata kadar yang cukup bermakna secara praktis. Metode pengeringan matahari menghasilkan rata-rata kadar sebesar 33.45%, sedangkan metode oven menghasilkan rata-rata kadar sebesar 28.95%, dengan selisih sebesar 4.50%. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa secara empiris, metode pengeringan matahari cenderung menghasilkan kadar karagenan yang lebih tinggi dibandingkan metode oven. Selain itu, nilai standar deviasi metode matahari (1.644) yang lebih kecil dibandingkan metode oven (3.525) menunjukkan bahwa data yang diperoleh dari metode pengeringan matahari memiliki tingkat konsistensi dan presisi yang lebih baik antar replikasi. Hal ini diperkuat oleh nilai RSD metode matahari sebesar 4.86% yang berada di bawah batas 5%, sedangkan RSD metode oven sebesar 12.22% mengindikasikan variabilitas yang lebih tinggi dan perlu dievaluasi lebih lanjut.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan peneliti terdahulu yang menyatakan bahwa pengeringan pada suhu tinggi menggunakan oven justru menghasilkan rendemen karagenan paling rendah dibandingkan metode pengeringan matahari (Neoh YanYing et al., 2016). Hal ini juga didukung oleh peneliti lain yang melaporkan bahwa rendemen *Semi-Refined Carrageenan* (SRC) dari pengeringan matahari tidak berbeda nyata dengan pengeringan mekanis, bahkan menunjukkan kekuatan gel yang lebih tinggi, menandakan kualitas karagenan yang lebih baik (de Faria et al., 2024).

Pengeringan sinar matahari pada penelitian ini dilakukan pada kisaran suhu 24-31°C, jauh lebih rendah dibandingkan suhu pengeringan oven yang umum digunakan dalam penelitian sejenis, yaitu berkisar 60-90°C. Perbedaan suhu yang cukup besar ini diduga menjadi faktor utama yang menyebabkan kadar karagenan pada sampel yang dikeringkan dengan sinar matahari lebih tinggi dibandingkan sampel yang dikeringkan dengan oven, dengan

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

selisih sebesar 5%. Secara teori, perbedaan ini dapat dijelaskan melalui prinsip kinetika reaksi kimia, di mana laju suatu reaksi termasuk reaksi degradasi termal pada polisakarida meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Karagenan tersusun atas rantai polisakarida yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik serta mengandung gugus ester sulfat dan jembatan 3,6-anhidro. Struktur ini bersifat sensitif terhadap panas berlebih, sehingga paparan suhu tinggi dalam waktu tertentu berpotensi memutus ikatan glikosidik dan menurunkan berat molekul karagenan.

Suhu pengeringan matahari yang jauh lebih rendah (24-31°C) dibandingkan suhu oven yang konstan (60°C) menyebabkan molekul karagenan menerima energi panas yang jauh lebih kecil, sehingga risiko pemutusan ikatan glikosidik dan kerusakan gugus sulfat akibat stres termal menjadi minimal. Sebaliknya, suhu oven yang tinggi memberikan tekanan panas yang jauh lebih besar terhadap struktur molekul karagenan, sehingga meningkatkan potensi degradasi rantai polisakarida secara signifikan (Distantina et al., 2022).

Tidak tercapainya signifikansi statistik pada penelitian ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh keterbatasan jumlah replikasi yang hanya sebanyak tiga kali pada masing-masing kelompok. Jumlah sampel yang kecil menyebabkan rendahnya kekuatan statistik dari uji yang dilakukan, sehingga uji t tidak mampu mendeteksi perbedaan yang sesungguhnya mungkin ada secara nyata. Kondisi ini dikenal dalam statistik sebagai risiko terjadinya kesalahan Tipe II, yaitu kegagalan menolak hipotesis nol padahal perbedaan sejati antar kelompok sebenarnya eksis. Hal tersebut juga tercermin dari rentang confidence interval 95% yang sangat lebar, yakni -10.74 hingga +1.74, yang menggambarkan tingginya ketidakpastian estimasi akibat sedikitnya data.

Hal lain yang turut berkontribusi terhadap tidak adanya perbedaan signifikan adalah parameter pengeringan yang diterapkan pada kedua metode menghasilkan kondisi yang sebanding, sebagaimana telah diuraikan dalam pembahasan kadar air, sehingga kadar air dan karagenan yang dihasilkan pada kedua kelompok memiliki nilai yang hampir sama. Di samping itu, tahap presipitasi atau pengendapan dalam proses ekstraksi juga menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan. Prosedur ekstraksi karagenan dalam penelitian ini diadaptasi dan dimodifikasi dari prosedur penelitian lain, namun

terdapat ketidaksesuaian dalam proses modifikasi yang dilakukan, khususnya pada tahap presipitasi (Pakniy et al., 2023). Pada prosedur asli, ekstraksi dilakukan menggunakan 25 gr sampel dengan pelarut aquades sebanyak 25 ml and KOH 4% sebanyak 3 ml, sehingga total pelarut yang digunakan sekitar 28 ml, dan proses presipitasi dilakukan menggunakan metanol sebanyak 25 ml dengan rasio filtrat terhadap presipitan yang mendekati 1:1.

Jumlah sampel dalam penelitian ini ditingkatkan menjadi 100 gr dengan volume pelarut yang juga diperbesar menjadi 600 ml (552 ml aquades dan 48 gr KOH), namun volume etanol yang digunakan untuk presipitasi hanya sebanyak 100 ml dan tidak disesuaikan secara proporsional. Apabila mengacu pada rasio presipitasi dari prosedur asli yakni 1:1, maka volume etanol yang seharusnya digunakan adalah sekitar 450-500 ml, atau bahkan lebih apabila mengacu pada penelitian lain yang merekomendasikan volume etanol sebesar 3 kali volume filtrate (Distantina et al., 2022). Ketidaksesuaian ini menyebabkan proses presipitasi berlangsung tidak sempurna karena volume etanol yang tersedia jauh tidak mencukupi untuk mengendapkan seluruh fraksi karagenan dalam filtrat, sehingga sebagian besar karagenan kemungkinan masih terlarut dan ikut terbuang pada saat pemisahan endapan.

Meskipun hasil uji statistik belum mampu membuktikan adanya perbedaan signifikan pada taraf kepercayaan 95%, temuan deskriptif dalam penelitian ini tetap memberikan indikasi awal yang relevan bahwa metode pengeringan matahari berpotensi menghasilkan kadar karagenan yang lebih tinggi dengan tingkat keseragaman hasil yang lebih baik. Keterbatasan replikasi dan ketidaksesuaian prosedur presipitasi berpotensi menyebabkan rendemen dan kadar karagenan yang diperoleh tidak mencerminkan kandungan karagenan sesungguhnya dari sampel yang digunakan. Untuk memperoleh kesimpulan yang lebih kuat dan dapat digeneralisasi, diperlukan penelitian lanjutan dengan jumlah replikasi yang lebih besar serta prosedur ekstraksi yang lebih terstandarisasi agar kekuatan uji statistik dapat ditingkatkan secara memadai.

Pengujian kadar air merupakan parameter penting dalam menilai kualitas rumput laut kering sebelum proses ekstraksi karagenan. Dalam penelitian ini, kadar air tersisa diukur berdasarkan metode

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

gravimetri, dengan hasil sebagai berikut: sampel yang dikeringkan menggunakan oven suhu 60°C menghasilkan kadar air tersisa sebesar 0.7055 gr dengan persentase 35.275%, sedangkan sampel yang dikeringkan menggunakan sinar matahari menghasilkan kadar air tersisa sebesar 0.6001 gr dengan persentase 30.005%. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia, persyaratan kadar air untuk rumput laut kering jenis *Eucheuma cottonii* (*Kappaphycus alvarezii*) ditetapkan maksimum 30.0%, yang merupakan batas standar mutu yang harus dipenuhi sebelum rumput laut kering dapat diproses lebih lanjut. Merujuk pada standar tersebut, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sampel dengan metode pengeringan matahari (30.005%) berada tepat pada batas maksimum yang dipersyaratkan SNI, sementara sampel dengan pengeringan oven 60°C (35.275%) melebihi batas maksimum yang ditetapkan. Tingginya kadar air pada sampel hasil pengeringan oven tidak hanya berkaitan dengan tingkat stres termal yang telah dipaparkan sebelumnya, tetapi juga mengindikasikan kurang optimalnya efektivitas proses pengeringan itu sendiri. Kondisi ini menunjukkan bahwa suhu tinggi yang diberikan oven tidak serta-merta menjamin tercapainya kadar air yang dipersyaratkan, berbeda dengan pengeringan sinar matahari yang, meskipun berlangsung pada suhu lebih rendah, memungkinkan penguapan air berlangsung lebih merata melalui sirkulasi udara terbuka. Oleh karena itu, perlu ditelusuri lebih lanjut karakteristik teknis alat pengering yang digunakan, khususnya terkait sistem sirkulasi udara dan kapasitas pembuangan uap air selama proses berlangsung (Distantina et al., 2022; Tamaheang et al., 2017).

Pada oven yang digunakan dalam metode ini yaitu *BINDER ED* yaitu oven non-vakum. *Binder Classic Line* ini memiliki kapasitas ruang 53 hingga 115 Liter dengan kisaran suhu hingga 300 °C, yang bekerja menggunakan prinsip konveksi udara panas homogen untuk menguapkan kandungan air sampel secara merata melalui cerobong pembuangan berdiameter 50 mm. Dengan sistem *gravity convection*, transfer uap air dari sampel ke udara berlangsung lebih lambat dibandingkan konveksi paksa, karena kelembaban di dalam sampel padat harus berdifusi terlebih dahulu ke permukaan sebelum dapat teruapkan. Kondisi ini menjadi sangat tidak efektif ketika digunakan untuk mengeringkan 2

kg rumput laut basah yang mengandung kadar air 85-90%, karena uap air yang dihasilkan dalam jumlah besar tidak dapat dibuang secara cepat melalui exhaust duct berdiameter hanya 50mm, sehingga kelembaban terakumulasi di dalam ruang oven dan menghambat laju pengeringan. Oven gravitasi juga berpotensi menghasilkan zona mati di dalam ruang akibat sirkulasi udara yang tidak merata, yang semakin diperparah oleh tumpukan rumput laut tebal yang memblokir jalur sirkulasi udara alami, sehingga bagian dalam tumpukan tidak mengering secara optimal meskipun durasi pengeringan sudah mencapai 48 jam. Dari hal ini ditemukan bahwa kadar air yang tinggi mencapai 35.275% tersebut disebabkan oleh prosedur pengeringan yang kurang efektif seperti ukuran sampel dan kondisinya yang tertumpuk serta jumlah sampel yang terlalu banyak sehingga berpengaruh terhadap spesifikasi dari oven tersebut.

Hasil kadar air pengeringan matahari dalam penelitian ini yang mencapai 30.005% menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan laporan penelitian terdahulu. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa kadar air terendah pada pengeringan sinar matahari selama 40 jam pada *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex Silva yaitu 10.75%³⁹ (Tamaheang et al., 2017). Demikian pula, penelitian lain melaporkan kadar air sebesar 11.5% pada pengeringan di bawah sinar matahari selama 40 jam (Purwanti & Nansi, 2024), dengan keterangan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka kadar air rumput laut semakin berkurang. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa durasi pengeringan matahari pada penelitian ini kemungkinan belum cukup optimal dibandingkan literatur yang menggunakan 40 jam, sehingga kadar air yang dihasilkan baru mencapai batas maksimum SNI namun belum optimal secara teknis.

SIMPULAN

Metode pengeringan matahari terbukti memberikan efektivitas yang lebih unggul dibandingkan dengan metode oven dalam mempertahankan mutu rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Secara deskriptif, metode pengeringan matahari menghasilkan rata-rata kadar karagenan yang lebih tinggi dibandingkan metode oven, meskipun secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan di antara kedua metode tersebut. Selain itu, terdapat perbedaan nyata pada kadar air

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar *carrageenan* dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

tersisa, di mana metode pengeringan matahari lebih efektif dalam menurunkan kandungan air sehingga berhasil memenuhi persyaratan standar mutu SNI. Sebaliknya, metode pengeringan oven menghasilkan kadar air sisa yang lebih tinggi dan melebihi batas maksimum standar mutu yang dipersyaratkan akibat kurang optimalnya proses penguapan di dalam ruang oven.

Temuan ini memberikan kontribusi keilmuan baru yang penting bagi perkembangan teknologi pascapanen bahan alam dan ilmu kesehatan. Karakteristik pengeringan alami di ruang terbuka terbukti lebih efektif dalam membuang kelembaban dan meminimalkan stres termal pada struktur polimer rumput laut dibandingkan pengeringan mekanis berbasis konveksi gravitasi. Implikasi klinis dan farmasetis dari temuan ini menegaskan bahwa ketepatan pemilihan metode pengeringan pascapanen sangat krusial untuk mencegah degradasi rantai polisakarida dan menjamin tingkat kadar air yang aman, sehingga stabilitas serta mutu fungsional karagenan tetap terjaga secara optimal saat diaplikasikan sebagai bahan baku sediaan kapsul maupun penghantar obat di bidang kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bunga, W., Cakswindryandani, N. L. P. R., Elvani, S., Fransira, I., & Nalle, R. P. I. (2025). Peningkatan kecakapan masyarakat Desa Letbaun, Semau, Nusa Tenggara Timur melalui budidaya, pengolahan, dan pemasaran rumput laut untuk meningkatkan perekonomian. *Panrita Abdi - Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 9(4), 869-878.
- Cielecka-Piontek, J., Zalewski, P., Jelińska, A., & Garbacki, P. (2023). UHPLC: The greening face of liquid chromatography. *Chromatographia*, 76(21), 1429-1437.
- de Faria, G. S. M., Hayashi, L., & Monteiro, A. R. (2024). Effect of drying temperature on carrageenan yield and quality of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) cultivated in Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 917-922.
- Distantina, S., Rochmadi, R., Wiratni, W., & Fahrurrozi, M. (2022). Mekanisme proses tahap ekstraksi karagenan dari *Eucheuma cottonii* menggunakan pelarut alkali [The mechanism of carrageenan extraction from *Eucheuma cottonii* using alkaline solvent]. *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*, 32(4), 390-397.
- Heriyanto, H., Kustiningsih, I., & Sari, D. K. (2018). The effect of temperature and time of extraction on the quality of Semi Refined Carrageenan (SRC). *MATEC Web of Conferences*, 154.
- ICH Expert Working Group. (2025). *Validation of analytical procedures: Text and methodology Q2(R1)*. International Council for Harmonisation.
- Jamaluddin, Yahya, M., Rauf, R. F., & Rivai, A. A. (2022). Drying kinetics and quality characteristics of *Eucheuma cottonii* seaweed in various drying methods. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(2).
- Kravchenko, A. O., Menchinskaya, E. S., Isakov, V. V., Glazunov, V. P., & Yermak, I. M. (2023). Carrageenans and their oligosaccharides from red seaweeds *Ahnfeltiopsis flabelliformis* and *Mastocarpus pacificus* (Phyllophoraceae) and their antiproliferative activity. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(8).
- Løvdal, T., Lunestad, B. T., Myrmel, M., Rosnes, J. T., & Skipnes, D. (2021). Microbiological food safety of seaweeds. *Foods*, 10(11).
- Mendes, M., Cotas, J., Gutiérrez, I. B., Gonçalves, A. M. M., Critchley, A. T., Hinaloc, L. A. R., Roleda, M. Y., & Pereira, L. (2024). Advanced extraction techniques and physicochemical properties of carrageenan from a novel *Kappaphycus alvarezii* cultivar. *Marine Drugs*, 22(11).
- Mingu, N., Saad, K. M., Mamat, H., Siddique, M. S., Majid, M. D., & Sarjadi, M. S. (2024). Comparative study of drying methods on seaweeds (*Kappaphycus* sp. and *Padina* sp.) based on their phytochemical and polysaccharide content located in Sabah. *Borneo Journal of Resource Science and Technology*, 14(1), 112-122.

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

- Muhajirin Dean, Regaletha, T. A. L., & Muntasir. (2026). Inovasi budidaya terkontrol dan teknis pengeringan presisi untuk meningkatkan kualitas karagenan farmasetis rumput laut di Pulau Semau, NTT. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(4), 2332–2336.
- Mulita, A., & Tanggasari, D. (2024). Variasi suhu pengeringan menggunakan oven terhadap mutu kerupuk rumput laut. *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, 5(1), 18-25.
- Navikaite, V., Simanaviciute, D., Klimaviciute, R., Jakstas, V., & Ivanauskas, L. (2016). Interaction between k- and i-carrageenan and anthocyanins from *Vaccinium myrtillus*. *Carbohydrate Polymers*, 148, 36-44.
- Neoh, Y. Y., Matanjun, P., & Lee, J. S. (2016). Comparative study of drying methods on chemical constituents of Malaysian red seaweed. *Food Research*, 1(1), 12-18.
- Nunes, A., Dutra, F. de S., Brito, S. de N. S., Pereira-Vasques, M. S., Azevedo, G. Z., Schneider, A. R., Oliveira, E. R., Santos, A. A. dos, Maraschin, M., & Vianello, F. (2024). Effect of biomass drying protocols on bioactive compounds and antioxidant and enzymatic activities of red macroalga *Kappaphycus alvarezii*. *Methods and Protocols*, 7(6).
- Nurani, W., Anwar, Y., Batubara, I., Arung, E. T., & Fatriasari, W. (2024). *Kappaphycus alvarezii* as a renewable source of kappa-carrageenan and other cosmetic ingredients. *International Journal of Biological Macromolecules*, 260.
- Pacheco-Quito, E.-M., Ruiz-Caro, R., & Veiga, M.-D. (2020). Carrageenan: Drug delivery systems and other biomedical applications. *Marine Drugs*, 18(11).
- Pakniyany, F., Dahoklory, N., & Turupadang, W. (2023). Analisis rendemen dan jenis karaginan dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii* di Perairan Maluku Barat Daya, Provinsi Maluku. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan (JVIP)*, 3(2), 115-119.
- Panjaitan, K. V., Suryono, S., & Pramesti, R. (2024). Pengaruh perbedaan suhu pengeringan terhadap kualitas kadar air dan kadar abu karagenan rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Marine Research*, 13(2), 195-202.
- Pratiwi, I. I., Tyassena, F. Y. P., & Junianti, F. (2022). Optimasi suhu dan durasi pengeringan terhadap kualitas (rendemen, kadar air, viskositas dan strength gel) karagenan *Eucheuma cottonii*. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI)*, 9(1), 218-221.
- Purwanti, A., & Nansi, M. R. (2024). Evaluasi karakteristik rumput laut kering dengan dua metode pengeringan. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi "SainTek"*, 1(2), 1082-1089.
- Roberts, M. A., & Quemener, B. (2019). Measurement of carrageenans in food: Challenges, progress, and trends in analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 84, 169-181.
- 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*, 13.
- Santhoshkumar, P., Yoha, K. S., & Moses, J. A. (2023). Drying of seaweed: Approaches, challenges and research needs. *Trends in Food Science & Technology*, 138, 153-163.
- Silva, A. F. R., Abreu, H., Silva, A. M. S., & Cardoso, S. M. (2019). Effect of oven-drying on the recovery of valuable compounds from *Ulva rigida*, *Gracilaria* sp. and *Fucus vesiculosus*. *Marine Drugs*, 17(2).
- Sine, K. G., & Lukas, A. Y. H. (2021). Identifikasi jenis dan persentase tutupan lamun pada lokasi budidaya rumput laut di perairan Akle Semau Selatan. *Jurnal Aquatik*, 4(1), 67-71.

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>

Perbandingan kadar carrageenan dan kadar air *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva warna hijau

- Standar Nasional Indonesia. (2004). *Air dan limbah - Bagian 3: Cara uji kadar residu tersuspensi (Total Suspended Solids / TSS) secara gravimetri* (SNI 06-6989.3-2004). Badan Standardisasi Nasional. Diakses dari: <https://sainstkim.teknik.ub.ac.id/wp-content/uploads/2016/12/SNI-06-6989.3-2004-TSS-secara-gravimetri.pdf>
- Sun, Y., Zhu, X., Shen, X., & Wang, W. (2021). Determination of carrageenan in livestock and poultry meat by ultrahigh-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2021(1).
- Tamaheang, T., Makapedua, D. M., & Berhimpon, S. (2017). Kualitas rumput laut merah (*Kappaphycus alvarezii*) dengan metode pengeringan sinar matahari dan cabinet dryer, serta rendemen Semi-Refined Carrageenan (SRC). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 5(2), 58-63.
- Taylor, T. (2014). *Reversed-phase HPLC mobile-phase chemistry-Explained*. NuSep.
- Voragen, A. G. J., Hawer, S., & Pilnik, W. (2018). HPLC analysis of anionic gums. *Acta Alimentaria*, 12(4), 311-323.
- Waldron, S., Langford, Z., Pasaribu, S., Nuryartono, N., Julianto, B., & Siradjuddin, I. (2023). The Indonesian seaweed industry. In *Globalisation and livelihood transformations in the Indonesian seaweed industry*. 51-76.
- Ward, G. M., Kambey, C. S. B., Faisan, J. P., Jr., Tan, P., Daumich, C. C., Matoju, I., Stentiford, G. D., Bass, D., Lim, P., & Brodie, J. (2022). Ice-Ice disease: An environmentally and microbiologically driven syndrome in tropical seaweed aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 14(1), 414-439.
- Wenno, P. A., Syamsuddin, R., & Jamal, E. (2016). Growth and carrageenan from *Kappaphycus alvarezii* (Doty) at different depths and their possible application in other locations. *Aquacultura Indonesiana*, 17(1), 20-25.
- Wibowo, A. (2022). *Analisis statistik dengan R*. Yayasan Prima Agus Teknik bekerja sama dengan Universitas STEKOM.
- Yang, D., & Yang, H. (2020). Effects of ethanol on gelation of iota-carrageenan. *LWT*, 126.
- Zank, P. D., Cerveira, M. M., Santos, V. B. dos, Klein, V. P., Souza, T. T. de, Bueno, D. T., Poletti, T., Leitzke, A. F., Luehring Giongo, J., & Carreño, N. L. V. (2023). Carrageenan from *Gigartina skottsbergii*: A novel molecular probe to detect SARS-CoV-2. *Biosensors*, 13(3).
- Ziółkowska, D., Lamkiewicz, J., & Shyichuk, A. (2022). Structure and flocculation of ion associates of carrageenan and poly (diallyldimethylammonium chloride) depending on the component ratio. *Molecules*, 27(22).

Scorviona Cornelia Billik*, Muntasir, Nurul Fatmawati Pua Upa, Muhajirin Dean

Universitas Nusa Cendana

Korespondensi penulis: Scorviona Cornelia Billik. *Email: vionabillik04@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.56922/pti.v6i5.4013>