

Pengaruh Preparasi Sampel, Lama Ekstraksi, dan Presipitan terhadap Karakteristik Karaginan yang diekstraksi dari *Kappaphycus alvarezii*

The Effect of Sample Preparation, Extraction Duration, and Precipitant Toward Carrageenan Characteristics which Extracted from *Kappaphycus alvarezii*

Abraham Horisanto^{1✉}, Metusalach², Elmi Nurhaidah Zainuddin², Willy Wijayanti¹, Ilham Wahyu Pamungkas¹, Venny Agustin¹, Syerina Raihatul Jannah¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Politeknik Negeri Sriwijaya Kampus Banyuasin,
Jln. Sekojo No. 21, Kabupaten Banyuasin, 30953

²Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin,
Jln. Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar, 90245

✉correspondent author: abraham.horisanto@polsri.ac.id

Abstrak

Karaginan merupakan produk senyawa polisakarida yang dihasilkan dari ekstraksi rumput laut jenis karaginofit, salah satunya adalah jenis *Kappaphycus alvarezii*. Rendemen dan karakteristik lain yang secara konvensional dihasilkan dari suatu proses ekstraksi dan memiliki hasil yang berbeda-beda. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi dan mengoptimalkan karakteristik karaginan yang dihasilkan dengan memberi perlakuan terhadap persiapan sampel rumput laut yang digunakan, penggunaan dua jenis penjendal dengan konsentrasi tertentu, waktu yang ditetapkan selama proses ekstraksi, dan menguji interaksi dari ketiga perlakuan terhadap karakteristik karaginan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan nilai rendemen, kadar abu tak larut asam (ATA), dan viskositas dipengaruhi oleh metode preparasi, khususnya dengan memotong rumput laut sebelum diekstraksi, selanjutnya, karakteristik kekuatan gel dipengaruhi oleh cara preparasi dengan menghaluskan rumput laut menggunakan blender. Penggunaan presipitan KCl memberikan pengaruh terhadap nilai kadar air, kadar ATA dan viskositas, sedangkan presipitan CaCl_2 mempengaruhi karakteristik dari nilai rendemen dan kekuatan gel. Proses ekstraksi yang berlangsung selama 1 jam berpengaruh terhadap karakteristik karaginan untuk kadar ATA dan kekuatan gel, sedangkan ekstraksi selama 2 jam mempengaruhi nilai rendemen, kadar air dan viskositas. Interaksi pelarut KOH 8% dengan perlakuan sampel yang dipotong-potong, diekstraksi selama 2 jam dan menggunakan larutan penjendal KCl menghasilkan karakteristik karaginan yang baik untuk nilai kadar air, kadar ATA, dan viskositas.

Kata kunci: Karaginan, preparasi sampel, lama ekstraksi, presipitan

Abstract

Carrageenan is a polysaccharide compound product produced from carrageenophyte seaweed extraction, one of which is *Kappaphycus alvarezii*. The yield and other characteristics are conventionally produced from an extraction process and have different results. This study aims to explore and optimize the characteristics of carrageenan produced by treating sample preparation with two types of precipitants at specific concentrations, setting the timing during the extraction process, and examining the interaction of these three treatments on the carrageenan characteristics. The results obtained showed that the yield value, acid-insoluble ash (AIA) content, and viscosity were influenced by the preparation method, specifically by chopping the seaweed before extraction. Additionally, the characteristics of the gel strength were influenced by the preparation method, specifically by blending the seaweed. The use of KCl precipitant affects the water content, AIA content, and viscosity, while the CaCl_2 precipitant affects the yield value and gel strength. 1-hour extraction process affected the characteristics of carrageenan for AIA content and gel strength, while extraction for 2 hours affected the yield value, water content, and viscosity. The interaction of 8% KOH solvent by cutting sample treatment, extracted for 2 hours and using KCl precipitant, produced good carrageenan characteristics for water content, AIA content, and viscosity.

Keywords: Carrageenan, sample preparation, extraction duration, precipitant

Pendahuluan

Kappaphycus alvarezii merupakan salah satu spesies jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*) penghasil karaginan yang berperan sebagai bahan penstabil (*stabilator*), bahan pengental (*thickener*), bahan pengemulsi, pembentuk gel, penggumpal, bahan pengikat, pencegah kristalisasi, dan juga sebagai koloid pelindung yang digunakan dalam berbagai industri, baik makanan, obat-obatan/farmasi, kosmetik, tekstil, cat, pasta gigi dan lainnya. Zakaria *et al.* (2019) bahkan menyimpulkan bahwa strain hijau dari *Kappaphycus alvarezii* lebih sesuai dibudidayakan untuk mendukung industri kappa-karaginan di wilayah Serang. Jenis *Eucheuma cottonii* atau nama lain dari *Kappaphycus alvarezii* adalah penghasil karaginan dengan kadar mencapai 62 sampai 68 % dari berat keringnya (Devi *et al.*, 2020). Karaginan yang merupakan polisakarida pembentuk gel dengan karakteristik kuat (*rigid*) yang diperoleh melalui proses ekstraksi alga merah (*Rhodophyceae*) dengan menggunakan sejumlah konsentrasi alkali (Fathoni & Arisandi, 2020; Asikin *et al.*, 2015; Kaya AOW, 2018). Struktur k-karaginan memungkinkan segmen untuk membentuk heliks ganda yang mengikat molekul rantai, kemudian ion Na^+ , K^+ , dan Ca^{2+} juga berperan menginduksi transisi larutan - gel dari jenis karaginan tersebut (Cunha & Grenha, 2016).

Penggunaan air dan alkali mempengaruhi kualitas karaginan yang dihasilkan, selain itu, terdapat faktor suhu selama ekstraksi, jenis pelarut yang digunakan dan proses pasca panen turut mempengaruhi hasil akhir karaginan. Pada saat ekstraksi karaginan digunakan beragam konsentrasi larutan dan ratio termasuk proses pemanasan dengan larutan alkali KOH 3% dalam mikrowave (*The Microwave-Assisted Extraction/MAE*) (Kasim *et al.*, 2023). Beberapa peneliti lainnya mengekstraksi karaginan menggunakan larutan KOH (1, 3, 5 dan 7%) dan KOH 9% (pH 9) (Asikin *et al.*, 2015; Syaharuddin, 2019;). Para peneliti menggunakan larutan alkali jenis KOH dikarenakan ion kalium (K^+) dapat membentuk gel yang kuat. Selain itu, mutu karaginan dipengaruhi oleh konsentrasi KOH, dimana semakin meningkat kadar KOH yang diberikan maka jumlah rendemen yang dihasilkan juga meningkat, serta kadar air dan kadar sulfat menurun (Meiyasa & Tarigan, 2018). Peneliti lainnya menggunakan larutan NaOH 0,1 N (hingga pH mencapai 8-9), NaOH 0,1 N dengan pH larutan diatur pH 8, NaOH (4 dan 8%), NaOH 8%, dan NaOH 9% (Fathoni & Arisandi, 2020; Febrianti *et al.*, 2023; Astuti *et al.*, 2017; Hiariey, SL, Lekahena, VNJ, Safar, I, 2021; Kumayanjati & Dwimayasanti, 2018), sedangkan Djurumundi *et al.* (2022) menggunakan kedua larutan tersebut, yaitu NaOH dan KOH dengan konsentrasi 0,5%, demikian juga Awalludin *et al.* (2021) menggunakan pelarut KOH dan NaOH dengan konsentrasi 1,0 M.

Proses ekstraksi karaginan juga melibatkan beberapa langkah penting lainnya, yaitu persiapan sampel rumput laut, lama proses ekstraksi, juga termasuk penggunaan penjendal. Keseluruhan faktor di atas signifikan mempengaruhi jumlah rendemen, kemurnian dan karakteristik hasil dari produk karaginan. Teknik untuk menyiapkan sampel seperti rumput laut utuh, dipotong berukuran 1 - 2 cm (Fathoni & Arisandi, 2020; Djurumundi *et al.* 2022), digiling, diblender dan perlakuan lainnya sangat penting dalam mengoptimalkan, mengefisiensikan dan menghilangkan kotoran yang mungkin menghambat selama proses ekstraksi, sehingga terbentuk karakteristik karaginan yang kurang sesuai. Penggunaan air panas atau larutan alkali turut mempengaruhi tingkat pelarutan karaginan dan potensi degradasi dari rantai polisakarida rumput laut yang diekstrak. Pemilihan penjendal seperti alkohol juga sangat berperan dalam memisahkan karaginan dengan larutan pelarutnya, termasuk mempengaruhi tingkat kemurnian karaginan yang dihasilkan (Cunha L, Grenha, A, 2016).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dirancang untuk menganalisis pengaruh dari pelarut KOH yang masing-masing diberikan presipitan yang berbeda (KCl dan CaCl_2) dan diekstraksi selama 1 dan 2 jam, terhadap karakteristik produk karaginan yang dihasilkan dari rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*), serta kombinasi terbaik dan efisien dari beberapa faktor, yaitu: perlakuan sampel (utuh, dipotong 1-2 cm, dan diblender), lama ekstraksi (1 dan 2 jam) dan presipitan (KCl dan CaCl_2) yang digunakan.

Bahan dan Metode

Penyiapan Sampel rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*)

Sampel yang digunakan adalah rumput laut usia panen berkisar 45 hari, selanjutnya direndam dalam air tawar sambil dicuci hingga bersih selama beberapa menit, dan ditiriskan. Rumput laut kemudian direndam kembali selama 24 jam dalam larutan kapur, dan setelah itu, dikering-anginkan di bawah sinar matahari hingga kadar airnya berkisar 32%.

Ekstraksi Karaginan dengan Pelarut air dan KOH 8%

Sebanyak 20 gr sampel dimasukkan ke dalam ekstraktor yang diberi pelarut air dan pelarut KOH 8%, selanjutnya dilakukan ekstraksi dengan suhu 90 ± 5 °C selama 1 dan 2 jam. Perbandingan antara bahan baku dan pelarut adalah 1 : 45 (b/v). Hasil ekstrak berupa filtrat yang telah disaring, dituangkan kedalam presipitan KCl dan CaCl_2 1,5% dengan rasio 1 : 1 (b/v) dan sambil dilakukan pengadukan. Setelah selesai terbentuk endapan kemudian

didiamkan selama 15 sampai 20 menit, disaring dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 65 °C, kemudian hasilnya ditimbang.

Analisis Data Karakteristik Karaginan

Tepung karaginan yang dihasilkan selanjutnya diuji karakteristik setiap sampelnya yaitu: rendemen (AOAC, 1990), Kadar Air (AOAC, 1990), Kadar Abu (AOAC, 1990), Kadar Abu Tak Larut Asam (FMC Corp, 1977), Kadar Sulfat (FMC Corp, 1977), Viskositas (FMC Corp, 1977), dan Kekuatan Gel (FMC Corp, 1977). Data karakteristik dari setiap sampel dianalisa dengan 3 kali ulangan ($N = 3$), dan data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varians (*Two Ways ANOVA*) untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari perlakuan yang diberikan. Apabila terdapat pengaruh nyata (signifikan $< 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji Tukey pada tingkat kepercayaan 95% dengan menggunakan program *Statistical Product and Service Solution* (SPSS).

Hasil dan Pembahasan

Rendemen

Nilai rendemen yang dihasilkan berkisar dari 44,19 hingga 85,60%. Nilai rendemen tertinggi diperoleh dari perlakuan sampel yang dipotong 1 - 2 cm, diekstrak selama 2 jam dengan penambahan penjendal CaCl_2 pada ulangan pertama. Nilai rendemen terendah dihasilkan dari sampel utuh yang diekstrak selama 1 jam dengan menggunakan penjendal KCl (pada ulangan ketiga).

Tabel 1. Tabel rata-rata (*mean*) rendemen.

Perlakuan	Penjendal	Waktu	Mean $\pm$ STDV
Utuh	KCl	1 Jam	44,19 $\pm$ 0,86
		2 Jam	53,15 $\pm$ 7,40
	CaCl_2	1 Jam	72,79 $\pm$ 1,73
		2 Jam	85,60 $\pm$ 2,44
Potong 1-2 cm	KCl	1 Jam	55,86 $\pm$ 3,59
		2 Jam	62,54 $\pm$ 4,47
	CaCl_2	1 Jam	76,99 $\pm$ 5,91
		2 Jam	82,15 $\pm$ 6,63
Blender	KCl	1 Jam	44,88 $\pm$ 2,31
		2 Jam	50,52 $\pm$ 3,47
	CaCl_2	1 Jam	57,65 $\pm$ 5,77
		2 Jam	82,86 $\pm$ 5,00

Interaksi antara perlakuan dan jenis penjendal, serta penjendal dan waktu pemasakan memberikan perbedaan yang nyata terhadap jumlah hasil rendemen yang diperoleh.

Perlakuan memotong rumput laut 1–2 cm ditambah CaCl_2 menghasilkan rendemen tertinggi (nilai signifikansi = 0,030). Penambahan CaCl_2 pada filtrat lain dan dimasak selama 2 jam juga menghasilkan rendemen tertinggi (nilai signifikansi = 0,025).

Interaksi antara perlakuan dan waktu pemasakan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (nilai signifikansi = 0,057), yang menunjukkan bahwa bentuk rumput laut (utuh, dipotong 1-2 cm, atau diblender) dan waktu pemasakan selama 1 atau 2 jam tidak berpengaruh secara signifikan terhadap rendemen.

Gabungan ketiga faktor yaitu: perlakuan, penjendal, dan waktu pemasakan memberikan pengaruh yang nyata terhadap rendemen (nilai signifikansi = 0,025). Hal ini menandakan kombinasi semua faktor tersebut memang mempengaruhi jumlah rendemen yang dihasilkan. Nilai signifikansi (sig. 0,025) dari perlakuan sampel, penjendal dan waktu ekstraksi berbeda nyata (sig. $\leq 0,05$). Hal tersebut menandakan bahwa dari setiap perlakuan baik utuh, dipotong 1-2 cm, ataupun diblender dengan penambahan penjendal KCl dan CaCl_2 terhadap lama pemasakan 1 maupun 2 jam mempengaruhi jumlah rendemen yang dihasilkan. Berdasarkan *tests of between-Subjects Effects*, interaksi antara berbagai perlakuan terhadap penjendal dan waktu mempengaruhi tingkat rendemen sebesar 91% (nilai *R squared* sebesar 0.910).

Rendemen yang dihasilkan dari penelitian ini dipengaruhi oleh kombinasi dari ketiga faktor, baik cara preparasi, jenis penjendal dan lama waktu ekstraksi.

Kadar Air

Karakteristik karaginan yang dihasilkan memiliki nilai kadar air pada kisaran 2,79 sampai 6,35%. Kadar air dengan persentase 6,35 diperoleh dari perlakuan potong 1-2 cm yang diekstrak selama 1 jam dengan penjendal CaCl_2 pada ulangan pertama, sedangkan tanpa perlakuan (utuh) yang diekstrak selama 2 jam dengan penjendal KCl (ulangan I) menghasilkan kadar air paling rendah yaitu 2,79%. Dibawah ini merupakan tabel rata-rata (*mean*) kadar air terhadap perlakuan sampel, penjendal dan waktu ekstraksi berdasarkan gambaran statistik dan standar deviasi.

Tabel 2. Tabel rata-rata (*mean*) kadar air.

Perlakuan	Penjendal	Waktu	Mean $\pm$ STDV
Utuh	KCl	1 Jam	4,26 $\pm$ 0,66
		2 Jam	2,88 $\pm$ 0,69
	CaCl ₂	1 Jam	5,25 $\pm$ 0,81
		2 Jam	4,26 $\pm$ 1,82
Potong 1-2 cm	KCl	1 Jam	4,58 $\pm$ 1,19
		2 Jam	2,79 $\pm$ 0,42
	CaCl ₂	1 Jam	6,35 $\pm$ 1,34
		2 Jam	6,13 $\pm$ 1,41
Blender	KCl	1 Jam	4,96 $\pm$ 1,82
		2 Jam	4,82 $\pm$ 0,56
	CaCl ₂	1 Jam	5,36 $\pm$ 1,52
		2 Jam	4,18 $\pm$ 1,59

Tabel *tests of between-Subjects Effects* (kadar air) untuk faktor perlakuan memiliki nilai signifikansi 0,263 (sig. $\geq$ 0,05) atau tidak berbeda nyata, sedangkan faktor penjendal dan waktu memiliki nilai signifikansi berturut-turut 0,008 dan 0,032 (sig. $\leq$ 0,05) yang menunjukkan terdapat pengaruh dari jenis penjendal (KCl dan CaCl₂) dan lama waktu pemasakan (1-2 jam) terhadap persentase kadar air yang dihasilkan. Hasil tersebut berbeda dengan faktor perlakuan seperti utuh, potong 1-2 cm dan blender yang tidak berpengaruh terhadap nilai kadar air.

Interaksi antara faktor perlakuan dan penjendal memiliki nilai signifikansi 0,048 (berbeda nyata) yang menunjukkan bahwa kadar air dipengaruhi oleh perlakuan utuh, potong 1-2 cm maupun blender terhadap penambahan penjendal KCl ataupun CaCl₂. Interaksi lainnya antara faktor perlakuan dan waktu (sig. 0,874) serta faktor penjendal dan waktu (sig. 0,711), sehingga secara statistik masing-masing interaksi tersebut tidak mempengaruhi nilai kadar air yang dihasilkan.

Gabungan interaksi dari faktor perlakuan, penjendal dan waktu juga tidak berbeda nyata (nilai signifikansi = 0,453), sehingga interaksi perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh terhadap jumlah kadar air yang dihasilkan. Berdasarkan *tests of between-Subjects Effects* diketahui bahwa hasil kadar air memiliki nilai *R squared* sebesar 0.291 yang menunjukkan bahwa interaksi yang terjadi antara berbagai perlakuan, jenis penjendal dan waktu pemasakan mempengaruhi nilai kadar air sebesar 29,1%.

Kadar air dalam penelitian ini hanya dipengaruhi oleh cara preparasi sampel dan jenis presipitan yang digunakan, sedangkan lama proses ekstraksi baik 1 maupun 2 jam tidak memberikan pengaruh yang berarti.

Kadar Abu

Kadar abu yang dihasilkan memiliki kisaran dari 55,13 sampai 69,76%. Nilai kadar abu terendah (55,13%) ditunjukkan oleh perlakuan sampel yang diblender dan diekstrak selama 2 jam dengan penjendal KCl pada ulangan ketiga, sedangkan sampel yang dipotong berukuran 1-2 cm, diekstrak selama 2 jam dan ditambahkan penjendal CaCl_2 (ulangan II) menghasilkan kadar abu tertinggi yaitu 69,76%. Tabel dibawah merupakan nilai rata-rata (*mean*) kadar abu terhadap perlakuan, penjendal dan waktu berdasarkan gambaran statistik (*Descriptive Statistics*) dan standar deviasi.

Tabel 3. Tabel rata-rata (*mean*) kadar abu.

Perlakuan	Penjendal	Waktu	Mean $\pm$ STDV
Utuh	KCl	1 Jam	59,89 $\pm$ 3,19
		2 Jam	61,98 $\pm$ 4,55
	CaCl_2	1 Jam	64,12 $\pm$ 3,75
		2 Jam	67,17 $\pm$ 6,32
Potong 1-2 cm	KCl	1 Jam	62,23 $\pm$ 1,22
		2 Jam	66,29 $\pm$ 6,72
	CaCl_2	1 Jam	64,43 $\pm$ 5,21
		2 Jam	69,76 $\pm$ 3,22
Blender	KCl	1 Jam	58,40 $\pm$ 2,88
		2 Jam	55,13 $\pm$ 2,27
	CaCl_2	1 Jam	61,05 $\pm$ 0,94
		2 Jam	63,29 $\pm$ 5,91

Berdasarkan hasil analisis *tests of between-Subjects Effects* nilai signifikansi dari perlakuan dan penjendal adalah 0,006 atau secara signifikan mempengaruhi kadar abu pada berbagai perlakuan (utuh, potong 1-2 cm dan blender) serta jenis penjendal (KCl dan CaCl_2) terhadap kadar abu yang dihasilkan. Faktor waktu (baik 1 ataupun 2 jam) tidak secara signifikan mempengaruhi nilai kadar abu secara statistik (sig. 0,127).

Hasil analisis varians antara perlakuan*penjendal, perlakuan*waktu dan penjendal*waktu juga menunjukkan nilai yang tidak signifikan (sig $\geq$ 0,05). Interaksi antara ketiga faktor (perlakuan*penjendal*waktu) juga tidak berbeda nyata (sig. 0,769) yang memiliki arti bahwa nilai kadar abu yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh ketiga faktor pada percobaan ini. Berdasarkan *tests of between-Subjects Effects* diketahui bahwa kadar abu memiliki nilai *R squared* sebesar 0.338 yang menunjukkan bahwa sebesar 33,8%

interaksi yang terjadi antara variabilitas perlakuan, penjendal dan waktu mempengaruhi nilai kadar abu.

Jenis perlakuan terhadap sampel dan penggunaan penjendal baik KCl maupun CaCl_2 mempengaruhi kadar abu yang dihasilkan, namun waktu pemasakan dan kombinasi dari ketiga faktor yang ada, sama sekali tidak mempengaruhi.

Kadar Abu Tak Larut Asam

Kadar abu tak larut asam yang dihasilkan dari ekstraksi karaginan memiliki rentang nilai dari 0,05 sampai 0,20%. Nilai persentase 0,05% berasal dari beberapa faktor seperti perlakuan utuh dengan penjendal KCl dengan proses ekstraksi berlangsung selama 1 jam (ulangan kedua) dan 2 jam (ulangan pertama dan ketiga). Persentase 0,20 dihasilkan dari perlakuan dengan cara menghaluskan sampel menggunakan mesin blender dan menambahkan larutan penjendal CaCl_2 dengan waktu pemasakan 2 jam.

Tabel 4. Tabel rata-rata (*mean*) kadar abu tak larut asam.

Perlakuan	Penjendal	Waktu	<i>Mean</i> ± <i>STDV</i>
Utuh	KCl	1 Jam	0,05 ± 0,01
		2 Jam	0,05 ± 0,01
	CaCl_2	1 Jam	0,11 ± 0,08
		2 Jam	0,18 ± 0,11
Potong 1-2 cm	KCl	1 Jam	0,13 ± 0,06
		2 Jam	0,17 ± 0,06
	CaCl_2	1 Jam	0,09 ± 0,05
		2 Jam	0,13 ± 0,08
Blender	KCl	1 Jam	0,12 ± 0,08
		2 Jam	0,10 ± 0,01
	CaCl_2	1 Jam	0,14 ± 0,09
		2 Jam	0,20 ± 0,03

Nilai signifikansi ketiga faktor (perlakuan, penjendal dan waktu) berdasarkan tabel analisis *tests of between-Subjects Effects* berturut-turut memiliki nilai 0,250, 0,093 dan 0,180, yang menunjukkan bahwa ketiga faktor tersebut secara statistik tidak signifikan berpengaruh terhadap kadar abu tak larut asam yang dihasilkan dalam percobaan ini.

Hasil analisis antara perlakuan dan penjendal memiliki nilai signifikansi $\leq 0,05$, yang berarti faktor perlakuan utuh, potong 1-2 cm dan blender dengan penjendal KCl atau CaCl_2 memberikan pengaruh terhadap nilai kadar abu tak larut asam yang didapatkan. Hal ini berbeda dengan interaksi antara perlakuan dan waktu serta penjendal dan waktu, yang tidak

menunjukkan nilai yang signifikan atau berpengaruh ($\text{sig} \geq 0,05$). Dengan kata lain, faktor perlakuan dan lama waktu tidak memberikan efek terhadap nilai kadar abu tak larut asam yang dihasilkan, demikian juga halnya interaksi antara faktor penjendal dan lama waktu pada percobaan ini. Interaksi gabungan antara faktor perlakuan, penjendal dan waktu juga tidak mempengaruhi nilai kadar abu tak larut asam yang dihasilkan ($\text{sig. } 0,576$). Berdasarkan *tests of between-Subjects Effects* diketahui bahwa kadar abu tak larut asam memiliki nilai *R squared* sebesar 0.159 yang menunjukkan bahwa sebesar 15,9% interaksi antara variabilitas perlakuan, penjendal dan waktu mempengaruhi nilai kadar abu tak larut asam.

Parameter kadar ATA hanya dipengaruhi oleh perpaduan dari faktor perlakuan dan jenis penjendal, sedangkan lama ekstraksi tidak memberikan pengaruh signifikan, baik secara tunggal ataupun kombinasi dengan faktor lainnya, maupun semua interaksi lainnya.

Kadar Sulfat

Kadar sulfat yang dihasilkan memiliki rentang nilai dari 2,09 sampai 3,10%. Nilai kadar sulfat terendah (2,09%) ditunjukkan oleh perlakuan blender yang dimasak 2 jam dengan penjendal CaCl_2 (ulangan I) dan perlakuan potong 1-2 cm yang dimasak selama 1 jam dengan penjendal CaCl_2 (ulangan I), sedangkan perlakuan potong 1-2 cm yang dimasak selama 2 jam dengan penjendal CaCl_2 (ulangan II) menghasilkan kadar sulfat tertinggi sebesar 3,10%. Tabel dibawah menjelaskan nilai rata-rata (*mean*) kadar sulfat terhadap perlakuan yang diberikan, penjendal dan waktu berdasarkan gambaran statistik (*Descriptive Statistics*) dan standar deviasi.

Tabel 5. Tabel rata-rata (*mean*) kadar sulfat.

Perlakuan	Penjendal	Waktu	Mean $\pm$ STDV
Utuh	KCl	1 Jam	2,71 $\pm$ 0,42
		2 Jam	2,55 $\pm$ 0,46
	CaCl_2	1 Jam	2,12 $\pm$ 0,40
		2 Jam	2,25 $\pm$ 0,28
Potong 1-2 cm	KCl	1 Jam	2,74 $\pm$ 0,15
		2 Jam	2,33 $\pm$ 0,84
	CaCl_2	1 Jam	2,09 $\pm$ 0,13
		2 Jam	3,10 $\pm$ 1,06
	KCl	1 Jam	2,61 $\pm$ 0,73
		2 Jam	2,72 $\pm$ 0,42
Blender	CaCl_2	1 Jam	2,18 $\pm$ 0,11
		2 Jam	2,09 $\pm$ 0,62

Berdasarkan hasil analisis *tests of between-Subjects Effects* nilai signifikansi dari variabel perlakuan, penjendal dan waktu berturut-turut memiliki nilai 0,71, 0,105 dan 0,597.

Ketiga variabel tersebut secara statistik tidak berbeda nyata atau tidak signifikan ($\text{sig.} \geq 0,05$) terhadap kadar sulfat yang dihasilkan dari produksi tepung karaginan.

Nilai signifikansi antara faktor perlakuan dan penjendal ($p = 0,370$), faktor perlakuan dan waktu ($p = 0,734$) serta faktor penjendal dan waktu ($p = 0,183$) menunjukkan bahwa faktor-faktor tersebut tidak berpengaruh terhadap nilai kadar sulfat dalam percobaan ini. Interaksi antara ketiga variabelnya (perlakuan*penjendal*waktu) pun menunjukkan bahwa antar setiap variabel tidak memberikan pengaruhnya terhadap nilai kadar sulfat yang dihasilkan ($p = 0,203$). Berdasarkan *tests of between-Subjects Effects* diketahui bahwa kadar sulfat memiliki nilai *R squared* sebesar 0.23 yang menunjukkan bahwa hanya 23% interaksi antara variabel dari cara preparasi, jenis penjendal dan waktu ekstraksi yang mempengaruhi nilai kadar sulfat.

Hasil statistik yang diperoleh memperlihatkan bahwa baik faktor tunggal maupun gabungan faktor yang ada, tidak secara signifikan mempengaruhi kadar sulfat dari produksi karaginan pada penelitian ini.

Viskositas

Nilai viskositas yang dihasilkan berkisar dari 26 sampai 512,68 cP. Perlakuan blender yang dimasak selama 1 jam dan diberikan penjendal CaCl_2 (ulangan II) menghasilkan nilai viskositas terendah yaitu 26 cP, sedangkan ulangan kedua dari perlakuan potong 1-2 cm yang dimasak selama 2 jam, kemudian ditambahkan penjendal KCl menghasilkan nilai viskositas tertinggi yaitu 512,68 cP. Tabel dibawah menjelaskan nilai rata-rata (*mean*) viskositas terhadap perlakuan, penjendal dan waktu berdasarkan gambaran statistik (*Descriptive Statistics*) dan standar deviasi.

Tabel 6. Tabel rata-rata (*mean*) viskositas

Perlakuan	Penjendal	Waktu	Mean $\pm$ STDV
Utuh	KCl	1 Jam	272 $\pm$ 132,28
		2 Jam	255,33 $\pm$ 234,93
	CaCl_2	1 Jam	61,77 $\pm$ 10,17
		2 Jam	112,17 $\pm$ 82,30
Potong 1-2 cm	KCl	1 Jam	249,33 $\pm$ 112,25
		2 Jam	512,68 $\pm$ 230,91
	CaCl_2	1 Jam	67,75 $\pm$ 35,93
		2 Jam	94,42 $\pm$ 58,50
Blender	KCl	1 Jam	220,62 $\pm$ 195,46
		2 Jam	132,53 $\pm$ 62
	CaCl_2	1 Jam	26,00 $\pm$ 8,05
		2 Jam	70,53 $\pm$ 22,41

Hasil analisis statistik tabel *tests of between-Subjects Effects* terhadap nilai viskositas menunjukkan nilai signifikansi dari penjendal saja yang berbeda nyata atau memberi pengaruh ($\text{sig.} \leq 0,05$). Faktor perlakuan dan waktu menunjukkan nilai yang tidak signifikan atau tidak memberikan pengaruh ($\text{sig.} \geq 0,05$). Hal ini menandakan bahwa jenis penjendal yaitu KCl dan CaCl_2 yang memberikan kontribusi terhadap nilai viskositas yang dihasilkan.

Hasil analisis interaksi antara faktor perlakuan dan penjendal, faktor perlakuan dan waktu serta faktor penjendal dan waktu menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata atau signifikan ($\text{sig.} \geq 0,05$) terhadap viskositas yang dihasilkan. Masing-masing interaksi di atas memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap kadar viskositas yang dihasilkan. Demikian halnya juga terhadap interaksi dari ketiga faktor tersebut yaitu perlakuan, penjendal, dan waktu juga tidak berpengaruh nyata ($\text{sig.} 0,185$). Hal ini menjelaskan bahwa interaksi dari masing-masing perlakuan yaitu utuh, potong 1-2 cm dan blender yang diekstraksi selama 1 dan 2 jam dengan penambahan penjendal KCl dan CaCl_2 menghasilkan nilai viskositas yang berbeda-beda antar perlakuannya secara statistik. Berdasarkan *tests of between-Subjects Effects* diketahui bahwa viskositas yang diperoleh memiliki nilai *R squared* sebesar 0.442 yang menunjukkan bahwa interaksi antara variabilitas perlakuan, penjendal dan waktu mempengaruhi viskositas yang diperoleh sebesar 44,2%.

Jenis penjendal yang diberikan mempengaruhi nilai viskositas dari penelitian ini, sementara faktor lainnya tidak berpengaruh. Gabungan antar faktor pun tidak memberikan pengaruh signifikan.

Kekuatan Gel

Nilai kekuatan gel yang dihasilkan memiliki nilai antara 54,76 sampai 77,97 (g/cm^2 atau *Bloom*). Nilai kekuatan gel terendah dihasilkan oleh ulangan kedua dari perlakuan utuh yang diekstrak selama 2 jam dengan penambahan KCl, sedangkan ulangan ketiga dari perlakuan blender yang diekstrak selama 2 jam dengan penambahan CaCl_2 menghasilkan nilai kekuatan gel tertinggi pada percobaan ini. Berikut disajikan tabel 7 yang menjelaskan nilai rata-rata (*mean*) kekuatan gel terhadap perlakuan, penjendal dan waktu ekstraksi berdasarkan gambaran statistik (*Descriptive Statistics*) dan standar deviasi.

Tabel 7. Tabel rata-rata (*mean*) kekuatan gel

Perlakuan	Penjendal	Waktu	Mean $\pm$ STDV
Utuh	KCl	1 Jam	56,44 $\pm$ 6,85
		2 Jam	54,76 $\pm$ 14,11
	CaCl ₂	1 Jam	63,67 $\pm$ 20,68
		2 Jam	62,64 $\pm$ 7,63
Potong 1-2 cm	KCl	1 Jam	68,66 $\pm$ 6,11
		2 Jam	55,73 $\pm$ 10,78
	CaCl ₂	1 Jam	72,64 $\pm$ 9,80
		2 Jam	55,16 $\pm$ 9,28
Blender	KCl	1 Jam	57,71 $\pm$ 14,08
		2 Jam	71,14 $\pm$ 10,76
	CaCl ₂	1 Jam	66,28 $\pm$ 12,78
		2 Jam	77,97 $\pm$ 2,14

Hasil analisis varians pada tabel *tests of between-Subjects Effects* menunjukkan nilai signifikansi dari masing-masing faktor seperti: perlakuan, penjendal maupun waktu adalah tidak berbeda nyata ($\text{sig.} \geq 0,05$). Hal ini menandakan bahwa semua faktor tunggal yang diberikan, baik perlakuan, penjendal ataupun waktu tidak memberikan pengaruh terhadap nilai kekuatan gel yang dihasilkan.

Hasil analisis interaksi antara faktor perlakuan dan penjendal, serta faktor penjendal dan waktu menunjukkan tidak berbeda nyata atau tidak berpengaruh ($p \geq 0,05$), sedangkan pada interaksi faktor perlakuan dan waktu justru menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata ($p = 0,022$) yang berarti terdapat pengaruh dari masing-masing perlakuan (utuh, potong 1-2 cm dan blender) dan lama waktu ekstraksi (1 dan 2 jam) terhadap kekuatan gel yang dihasilkan. Kombinasi antara ketiga faktor yaitu perlakuan, penjendal dan waktu juga tidak berpengaruh nyata ($p = 0,961$), yang menjelaskan bahwa interaksi dari masing-masing perlakuan pada percobaan ini yaitu utuh, potong 1-2 cm dan blender yang dimasak selama 1 dan 2 jam dengan penambahan penjendal KCl dan CaCl₂ menghasilkan nilai kekuatan gel yang berbeda-beda antar perlakuannya secara statistik. Berdasarkan *tests of between-Subjects Effects* diketahui bahwa kekuatan gel yang diperoleh dari hasil ekstraksi memiliki nilai *R squared* sebesar 0.118 menunjukkan bahwa interaksi antara variabilitas perlakuan, penjendal dan waktu mempengaruhi nilai kekuatan gel sebesar 11,8%.

Kekuatan gel hanya dipengaruhi oleh interaksi antara preparasi sampel dan waktu ekstraksi, sedangkan faktor lainnya maupun gabungan dari faktor-faktor yang ada tidak memberikan pengaruh yang signifikan.

Berdasarkan data yang diperoleh, maka nilai rendemen tertinggi yang dihasilkan adalah 85,60%, kadar air terendah adalah 2,79%, kadar abu terendah adalah 55,13, kadar ATA terendah 0,05, kadar sulfat terendah adalah 2,09, viskositas tertinggi adalah 512,68 cP, dan kekuatan gel tertinggi adalah 77,97. Karakteristik karaginan yang dihasilkan memiliki variasi nilai yang berbeda-beda berdasarkan perlakuan yang diberikan.

Karakteristik karaginan yang dihasilkan dari penelitian ini melalui metode ekstraksi-desulfatasi-presipitasi menghasilkan nilai kadar air, kadar ATA, dan viskositas yang memenuhi nilai standar FAO. Berikut disajikan pada tabel di bawah.

Tabel 8. Perbandingan karakteristik karaginan yang dihasilkan dengan standar FAO

No.	Karakteristik Karaginan yang dihasilkan	Standar FAO (2007)	Hasil Terbaik
1.	Rendemen	Tidak Tercantum	85,60%
2.	Kadar Air	$\leq 12\%$	2,79%
3.	Kadar Abu	15 - 40%	55,13%*
4.	Kadar Abu Tak Larut Asam (ATA)	$\leq 1\%$	0,05%
5.	Kadar Sulfat	15 - 40%	2,09%*
6.	Viskositas	≥ 5 cP	512,68 cP
7.	Kekuatan Gel	Tidak Tercantum	77,97 g/cm ²

Sumber: FAO (2007)

Ket*: Tidak memenuhi standar FAO

Simpulan

Penelitian ini memproduksi karaginan yang menghasilkan karakteristik terbaik sebagai berikut:

1. Nilai rendemen tertinggi yaitu 85,60% dihasilkan dari perlakuan sampel utuh yang diekstrak selama 2 jam dan menggunakan penjendal jenis CaCl₂.
2. Nilai kadar air terendah yaitu 2,79% dihasilkan dari perlakuan sampel yang dipotong-potong berukuran 1-2 cm, diekstrak selama 2 jam dan menggunakan penjendal jenis KCl.
3. Nilai kadar abu terendah yaitu 55,13% dihasilkan dari perlakuan sampel yang diblender, diekstrak selama 2 jam dan menggunakan larutan penjendal KCl.
4. Nilai kadar abu tak larut asam (ATA) terendah yaitu 0,05% dihasilkan dari perlakuan sampel utuh yang diekstrak selama 1 dan 2 jam dengan menggunakan penjendal jenis KCl.
5. Nilai kadar sulfat terendah yaitu 2,09% dihasilkan dari perlakuan sampel yang dipotong-potong 1-2 cm, diekstrak selama 1 jam dan menggunakan penjendal jenis CaCl₂, serta perlakuan sampel yang diblender, diekstrak selama 2 jam dengan penjendal jenis CaCl₂.

6. Nilai viskositas tertinggi yaitu 512,68 cP dihasilkan dari perlakuan sampel yang dipotong-potong berukuran 1-2 cm, diekstrak selama 2 jam dengan menggunakan penjendal jenis KCl.
7. Nilai kekuatan gel tertinggi yaitu 77,97 g/cm² dihasilkan dari perlakuan sampel yang diblender, proses ekstraksi selama 2 jam dengan menggunakan penjendal jenis CaCl₂.
8. Interaksi pelarut KOH 8% dengan perlakuan sampel yang dipotong-potong berukuran 1-2 cm, diekstraksi selama 2 jam dan menggunakan larutan penjendal KCl menghasilkan karakteristik karaginan yang baik untuk nilai kadar air, kadar ATA, dan viskositas.

Daftar Pustaka

- A.O.A.C. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Asikin AN, Kusumaningrum I, Sutono, D. 2015. Ekstraksi dan Karakterisasi Sifat Fungsional Karaginan *Kappaphycus alvarezii* Asal Pesisir Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1):49-58.
- Astuti KW, Wijayanti NPAD, Putra IGNAD, Laksmiani NPL. 2017. Optimization of Isolation Method of Carrageenan from *Kappaphycus alvarezii* Doty Using Factorial Experimental Design. *Journal of Health Sciences and Medicine* 1(2):4-7.
- Awalludin A, Mingu N, Yaser AZ, Mamat H, Kamaruzaman KA, Jamain Z, Rahman MdL, Majid MHA, Sarjadi MS. 2021. Extraction and Physicochemical Properties of Refined Kappa-Carrageenan from *Kappaphycus alvarezii* Originated from Semporna, Sabah. *Journal of Applied Science and Engineering*, 25(3):511-516.
- Cunha L, Grenha A. 2016. Sulfate Seaweed Polysaccharides as Multifunctional Materials in Drug Delivery Applications. *Marine Drugs* 14(3):42p. <https://doi.org/10.3390/md14030042>
- Devi FP, Riyadi DN, Kurniawansyah F, Roesyadi A. 2020. Produksi Kappa Karaginan dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dengan Metode *Semi-Refined Carrageenan*. *Journals of Fundamentals and Applications of Chemical Engineering*, 1(1):1-4.
- Djorumundi SL, Montolalu RI, Pongoh J, Dotulong V, Lohoo HJ, Makapedua DM. 2022. Mutu Karagenan Dengan Menggunakan Pelarut dan Metode Ekstraksi Berbeda. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 10(2): 80-85. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmthp/index>
- Fathoni, DA, Arisandi A. 2020. Kualitas Karaginan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Pada Lahan yang Berbeda di Kecamatan Bluto Kabupaten Sumenep. *Juvenil*, 1(4):548-557. <https://journal.trunojoyo.ac.id/juvenil>.
- Febrianti AA, Nofreeana A, Armando E. 2023. Pengaruh Karagenan dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* terhadap kesegaran Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). *JPB Kelautan dan Perikanan*, 18(2):161-167.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2007. *Carrageenan. Prepared at the 79th JECFA and published in FAO JECFA Monographs*.

- Food Marine Colloids Corp* (FMC Corp). 1977. *Carrageenan*. Marine Colloid Monograph Number One. Springfield New Jersey. USA : Marine Colloid Division FMC Corporation page. 23-29. New Jersey. USA.
- Hiariey SL, Lekahena VNJ, Safar I. 2021. Characteristic of physicochemical ATC *Kappaphycus alvarezii* from Kolorai Village South Morotai District on different harvesting time. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 797 (2021) 012021. doi:10.1088/1755-1315/797/1/012021.
- Kasim S, Subehan, Alam G, Rifai Y, Ismail, Sarce, Utami RN. 2023. Optimization of carrageenan extraction from *Kappaphycus alvarezii* red algae using microwave assisted extraction method with variation of solvent concentration. Scirea 8(2)115-128. <http://www.scirea.org/journal/Physics>
- Kaya AOW. 2018. Pemanfaatan Karaginan Semi Murni Sebagai Bahan Pembentuk Gel Dalam Pembuatan Gel Pengharum Ruangan. Majalah BIAM 14(01)37-44.
- Kumayanjati B, Dwimayasanti R. 2018. Kualitas Karaginan dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Pada Lokasi Berbeda di Perairan Maluku Tenggara. JPB Kelautan dan Perikanan, 13(1):21-32.
- Meiyasa, F. dan Tarigan, N. 2018. Peranan Kalium Hidroksida (KOH) Terhadap Mutu Karaginan *Eucheuma cottonii* Di Indonesia. Agrisaintifika, Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian 2(2):131-136.
- Syahrudin. 2019. Optimization of extraction and quality assessment based on physicochemical properties of Carrageenan from red algae (*Kappaphycus alvarezii*) origin of South Sulawesi Indonesia. *The 3rd International Conference on Science, Journal of Physics: Conference Series*. doi:10.1088/1742-6596/1341/7/072013.
- Zakaria A, Rahman EN, Rahmani UN, Manurung R, Puad NIM, Abduh MY. 2019. Production of Carrageenan by Different Strains of *Kappaphycus alvarezii* Cultivated in Serang, Indonesia. IIUM Engineering Journal, 20(2):12-21.