

## Karakteristik *Biodegradable Film Refined Carrageenan* dari *Kappaphycus alvarezii* dengan Pemplastis Gliserol

Zalsabila Sulistiana, Ali Ridlo\*, Sri Sedjati

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia  
\*Corresponding author, e-mail: aliridlo26@gmail.com

**ABSTRAK:** *Kappaphycus alvarezii* merupakan spesies rumput laut merah yang mengandung senyawa hidrokoloid karaginan dan dapat diekstraksi menjadi *semi refined carrageenan* (SRC) dan *refined carrageenan* (RC). *Refined carrageenan* merupakan karaginan yang didapat melalui ekstraksi dan filtrasi. Sifatnya dapat membentuk lembaran *film* dan mudah larut dalam air. *Biodegradable film* dari RC berpotensi sebagai pengganti kemasan plastik. Konsentrasi RC yang tepat diperlukan untuk mendapatkan karakteristik *biodegradable film* RC dapat terurai secara alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi RC terhadap karakteristik *biodegradable film* RC dengan pemplastis gliserol. Metode penelitian yang digunakan yaitu *experimental laboratories*. Tahapan penelitian terdiri dari ekstraksi RC, karakterisasi RC, pembuatan *biodegradable film*, dan karakterisasi *biodegradable film*. *Biodegradable film* dibuat dengan variasi RC (2%, 3%, 4%), gliserol 15 ml dan akuades hingga total volume 150 ml, lalu dipanaskan dan dihomogenkan dengan *hot plate* dan *magnetic stirrer* pada suhu 70-80°C selama 45 menit, kemudian dicetak dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 12-18 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi RC berpengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap kuat tarik, elongasi, dan ketebalan, tetapi tidak berpengaruh ( $p \geq 0,05$ ) terhadap laju transmisi uap air dan kelarutan air *biodegradable film*. Konsentrasi RC yang tepat untuk *biodegradable film* dengan pemplastis gliserol yaitu 3% karena nilai kelarutan airnya yang tinggi (85,9%) sehingga dapat terurai dengan mudah.

**Kata kunci:** *Kappaphycus alvarezii*; *Biodegradable film*; *Refined Carrageenan*

### *Characteristics of Biodegradable Film Refined Carrageenan from Kappaphycus alvarezii with Glycerol Plasticizer*

**ABSTRACT:** *Kappaphycus alvarezii* is a red seaweed species containing carrageenan hydrocolloid compounds and can be extracted into semi-refined carrageenan (SRC) and refined carrageenan (RC). Refined carrageenan is carrageenan obtained through extraction and filtration. Its properties can form film sheets and dissolve easily in water. Biodegradable films from RC have the potential to replace plastic packaging. Appropriate concentration of RC is needed to obtain biodegradable characteristics of RC films that can decompose naturally. This study aims to determine the effect of RC concentration on the characteristics of biodegradable RC films with glycerol plasticizers. The research method used is experimental laboratories. The research stages consisted of RC extraction, RC characterization, biodegradable film production, and biodegradable film characterization. Biodegradable films were made with RC variations (2%, 3%, 4%), 15 ml glycerol, and distilled water to a total volume of 150 ml, then heated and homogenized with a hot plate and magnetic stirrer at 70-80°C for 45 minutes, then printed. and dried in an oven at 60°C for 12-18 hours. The results showed that RC concentration ( $p < 0.05$ ) affected tensile strength, elongation, and thickness. Still, they had no effect ( $p \geq 0.05$ ) on the water vapor transmission rate and water solubility of biodegradable films. The appropriate RC concentration for biodegradable films with glycerol plasticizers is 3% because of its high water solubility value (85.9%), which means it can decompose easily.

**Keywords:** *Kappaphycus alvarezii*; *Biodegradable film*; *Refined Carrageenan*

## PENDAHULUAN

*Kappaphycus alvarezii* merupakan spesies dari rumput laut merah kelas Florideophyceae. *Kappaphycus alvarezii* merupakan komoditas hasil laut yang bernilai ekonomi tinggi karena dapat menghasilkan metabolisme primer seperti karaginan (Indriyani *et al.*, 2019). Karaginan merupakan bagian penyusun yang besar dari berat kering rumput laut dibandingkan komponen lainnya dan terletak dalam dinding sel rumput laut. Kadar karaginan pada rumput laut merah dapat mencapai 30-75% dari berat keringnya. Berdasarkan kemurniannya, karaginan dapat diekstraksi menjadi *Semi Refined Carrageenan* (SRC) dan *Refined Carrageenan* (RC) (Devi *et al.*, 2020).

*Refined carrageenan* (RC) merupakan senyawa hidrokoloid berupa polisakarida. Susunan dan komposisi ikatan yang dimiliki RC yaitu  $\alpha$ -(1,3) D-galaktosa dan  $\beta$ -(1,4) 3,6-anhidrogalaktosa secara bergantian. Gugus ini mengandung 15-40% ester sulfat yang berarti polisakarida anionik (Pacheco-Quito *et al.*, 2020). *Refined carrageenan* diperoleh melalui tahapan ekstraksi dan filtrasi sehingga tidak mengandung selulosa dan komponen tidak larut lainnya (Sason dan Nussinovitch, 2018). Sifatnya hidrofilik, non toksik, biokompabilitas dan membentuk gel. Sifat membentuk gel ini sesuai untuk digunakan pada industri obat-obatan, makanan, tekstil dan lainnya (Feng *et al.*, 2017). *Refined carrageenan* dapat membentuk lembaran *film* yang bersifat *biodegradable* karena mudah larut dalam air (Praseptiangga *et al.*, 2018).

*Biodegradable film* merupakan lapisan tipis yang menyerupai plastik yang dapat diaplikasikan sebagai penghalang kelembaban, oksigen, dan gas, namun lebih mudah untuk terurai (Jeevahan *et al.*, 2020). Komponennya dapat terdiri dari hidrokoloid, lipid, dan komposit lainnya agar dapat membentuk matriks struktural yang cukup terpadu. Hidrokoloid seperti polisakarida dari RC merupakan penghalang dengan tingkat transfer air yang rendah, namun permeabilitasnya terhadap gas lebih rendah dibandingkan *film* plastik (Pirsan dan Hafezi, 2023). *Biodegradable film* RC dapat memberikan *film* yang transparan, karena tidak mengandung selulosa dan berwarna putih (Sason dan Nussinovitch, 2018).

Variasi konsentrasi *bahan* dasar telah banyak dilakukan dalam pembuatan *biodegradable film*. Manuhara *et al.* (2016) merekomendasikan karaginan 2% untuk digunakan sebagai *bahan* dasar *edible film*. Rusli *et al.* (2017) menghasilkan karakteristik *film* terbaik dengan konsentrasi karaginan 3% dan pemlastis gliserol 10%. Alfian *et al.* (2020) melaporkan nilai kuat tarik dan elongasi terbaik dihasilkan dari *film* dengan penambahan karaginan sebanyak 2 gram. Konsentrasi RC yang tepat diperlukan untuk mendapatkan karakteristik *biodegradable film* yang dapat terurai secara alami. Indriani *et al.* (2021), penambahan pemlastis gliserol memperoleh karakteristik terbaik *film* karagenan dibandingkan pemlastis lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi RC terhadap karakteristik *biodegradable film* RC dengan pemlastis gliserol.

## MATERI DAN METODE

Rumput laut *K. alvarezii* diperoleh dari hasil budidaya petani rumput laut di Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, pada bulan Agustus-Desember 2022. Penelitian ini dilakukan dengan metode *experimental laboratories*. Desain penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu variabel bebas yaitu konsentrasi RC (2%, 3%, 4%) dengan 3 kali pengulangan.

### Ekstraksi *Refined Carrageenan*

Rumput laut dicuci dengan air tawar hingga garam, kotoran dan epifit hilang, lalu direndam dalam bak berisi larutan kaporit 0,25% selama 3 jam, lalu dicuci hingga bau kaporit hilang, dan dijemur dengan sinar matahari hingga kering. Rumput laut kemudian dipotong dengan ukuran 2 cm (Bahariawan, 2013). Rumput laut sebanyak 350 gram diekstraksi dengan KOH 6% dengan perbandingan rumput laut dan larutan yaitu 1:25 (w/v, g/mL) selama 2 jam pada suhu 80°C. Hasil

ekstraksi rumput laut dicuci dengan air hingga pH 7. Rumput laut hasil pencucian lalu, dihaluskan dengan blender dan diekstrak dengan akuades dengan perbandingan rumput laut dan akuades 1:40 selama 4 jam pada suhu 80°C, lalu difiltrasi dengan kain belacu hingga dihasilkan filtrat. Filtrat ditambah KCl 2% dengan perbandingan 1:2 (v/v, L/L) atau hingga terbentuk gumpalan. Filtrat kemudian diendapkan dengan *isoprophyl alcohol* (IPA) 0,3% (1:2) (v/v, L/L) selama 24 jam. Endapan karaginan difiltrasi dengan kain belacu lalu, dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 24 jam, lalu diblender dan disaring hingga menjadi serbuk RC dan disimpan dalam botol plastik tertutup (De Faria *et al.*, 2014; Husna *et al.*, 2016; Asikin dan Kusumaningrum, 2019).

### Pembuatan *Biodegradable Film* dari *Refined Carrageenan*

Pembuatan larutan *biodegradable film* RC merujuk pada metode penelitian Juliani *et al.* (2020), yang dimodifikasi pada suhu dan waktu pengeringan *biodegradable film*. Serbuk RC ditimbang sesuai formulasi perlakuan dan ditambahkan akuades, lalu dipanaskan dan dihomogenkan dengan *hot plate magnetic stirrer* pada suhu 70°C selama 30 menit. Gliserol ditambahkan hingga total volume 150 ml, lalu dihomogenkan pada suhu 80°C selama 15 menit hingga tercampur rata. Larutan *biodegradable film* dituangkan pada cetakan plastik polietilen ukuran 23 x 18 x 4 cm lalu, dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 12-18 jam. Lembaran *biodegradable film* dilepaskan dari cetakan plastik lalu, dilakukan karakterisasi.

### Karakterisasi *Refined Carrageenan*

Rendemen RC dihitung dengan membagi berat kering RC dengan berat rumput laut kering yang digunakan. Perhitungan rendemen dilakukan sebagai berikut (Husna *et al.*, 2016):

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat kering RC (g)}}{\text{berat kering rumput laut (g)}} \times 100$$

Kadar air RC dilakukan dengan metode termogravimetri. *Refined carrageenan* ditimbang sebanyak 2 gram dengan cawan porselin yang telah dikeringkan selama 1 jam pada suhu 105°C. Cawan berisi RC dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam. Sampel disimpan dalam desikator selama 30 menit, lalu ditimbang. Kadar air dihitung sebagai berikut (Husna *et al.*, 2016):

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{berat awal RC (g)} - \text{berat akhir RC (g)}}{\text{berat awal RC (g)}} \times 100$$

Kadar abu RC dilakukan dengan metode termogravimetri. *Refined carrageenan* ditimbang sebanyak 2 gram dengan cawan porselin yang telah diketahui berat keringnya. Cawan berisi RC dilakukan pembakaran dengan tanur pada suhu 550°C hingga bebas dari arang. Sampel disimpan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang. Kadar abu dihitung sebagai berikut (Husna *et al.*, 2016):

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{berat awal RC (g)} - \text{berat akhir RC (g)}}{\text{berat awal RC (g)}} \times 100$$

**Tabel 1.** Formulasi pembuatan *biodegradable film*

Formula perlakuan	RC 2%	RC 3%	RC 4%
<i>Refined carrageenan</i> (g)	3	4,5	6
Gliserol (mL)	15	15	15
Akuades (mL)	132	130,5	129
Total (mL)	150	150	150

Sampel RC sebanyak 3 gram ditambahkan dengan 200 ml akuades dan dihomogenkan pada suhu 80°C selama 30 menit. Larutan dituang dalam gelas *beaker* dan didiamkan selama 30 menit sebelum ditutup. *Gel strength* diukur dengan alat *Text Analyzer Brookfield* (Heriyanto et al., 2018). Sampel RC sebanyak 7,5 gram ditambahkan dengan 492,5 ml akuades dan dihomogenkan pada suhu 80°C selama 30 menit. Suhu larutan diturunkan hingga 75°C dan diukur viskositasnya dengan *viscometer* menggunakan spindle no. 2 dengan kecepatan 30 rpm (Heriyanto et al., 2018).

### Karakterisasi *Biodegradable Film*

Uji Kuat Tarik dan elongasi dilakukan berdasarkan pada Ngo et al. (2020). *Biodegradable film* dipotong dengan ukuran sesuai standar ASTM D882-10 dan diuji dengan alat *Universal Testing Machine*. Kuat tarik *biodegradable film* dihitung dari membagi gaya maksimum untuk merobek *film* (F) dengan luas penampang (A) dengan perhitungan:

$$\text{Kuat Tarik (MPa)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (m}^2\text{)}}$$

Keterangan: F = gaya maksimum (N); A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

Elongasi dihitung dari pembagian pertambahan panjang ketika *film* putus (b) dan panjang awal *film* sebelum ditarik (a) dengan rumus:

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{b-a}{a} \times 100$$

Keterangan: a = panjang awal *film* (mm); b = panjang film setelah putus (mm)

Ketebalan *film* diukur dengan jangka sorong. *Film* diukur pada 6 bagian berbeda lalu, seluruh hasil pengukuran dirata-rata (Zhang et al., 2020). Laju transmisi uap air diukur dengan metode ASTM 96 yang dimodifikasi pada cawan dan waktu yang digunakan. *Biodegradable film* dipotong dengan ukuran diameter 3,25 cm. *Biodegradable film* diletakan di atas mulut botol yang telah diisi 15 ml akuades dan diikat dengan tali hingga erat. Botol kemudian diletakan pada desikator yang berisi silika gel yang telah dipanaskan pada suhu 180°C selama 1,5 jam. Sampel dalam desikator disimpan selama 3 hari pada suhu ruang dan ditimbang setiap 24 jamnya. Laju transmisi uap air dihitung dengan rumus (Singh et al., 2014):

$$\text{Laju Transmisi Uap Air (g/24 jam/m}^2\text{)} = \frac{\Delta W}{(t \times A)}$$

Keterangan:  $\Delta W$  = perubahan berat botol (gram); t = waktu penyimpanan (jam); A = luas permukaan *biodegradable film* (m<sup>2</sup>)

Kelarutan air diuji dengan memotong sampel berukuran 2 cm x 2 cm lalu, dioven dengan suhu 105 °C selama 1,5 jam setelah itu, dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Sampel kemudian ditimbang sebagai berat awal (W1) lalu, dimasukkan ke dalam cawan berisi akuades 25 ml dan direndam selama 24 jam. Sisa sampel yang telah terlarut dalam akuades disaring dengan kertas saring. Sampel kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 1,5 jam setelah itu, disimpan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang sebagai berat akhir (W2). Presentase air yang diserap dihitung dengan rumus (Susmitha et al., 2021):

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{(W1-W2)}{W1} \times 100$$

Keterangan: W1 = berat awal sampel (g); W2 = berat akhir sampel (g)

Data RC dilakukan analisis deskriptif dan dibandingkan dengan standar *Food and Agriculture Organization* (FAO), dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Data *biodegradable film* dilakukan analisis statistik dengan uji ANOVA.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen RC mengindikasikan berat RC yang terdapat dalam rumput laut kering dan dinyatakan dalam persen. Rendemen juga disebut sebagai parameter efisiensi untuk menilai baik atau buruknya suatu metode ekstraksi. Rendemen RC yang dihasilkan dari *K. alvarezii* yaitu 42,7% dan telah memenuhi standar FAO, namun lebih rendah dari hasil penelitian Asikin dan Kusumaningrum (2019) yang memiliki rendemen 46,91%. Faktor yang menentukan rendemen RC yaitu konsentrasi pelarut, lama waktu ekstraksi, suhu ekstraksi, dan ukuran partikel rumput laut (Rizal *et al.*, 2016).

Kadar air berpengaruh terhadap kenampakan dan tekstur produk (Husna *et al.*, 2016). Kadar air RC pada penelitian ini sebesar 21,92%, dan belum memenuhi standar kadar air RC menurut FAO yaitu maksimal 12%. Kadar air RC penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian Asikin dan Kusumaningrum (2019), yaitu 12,21%. Ansar *et al.* (2022) menyatakan tingginya kadar air RC dapat disebabkan oleh ukuran, suhu dan lama waktu pengeringan. Tingginya kadar air RC penelitian ini dikarenakan bentuk RC berupa lembaran yang ketebalannya berbeda sehingga proses pengeringan RC tidak merata.

Kadar abu menunjukkan sisa bahan organik dalam suatu produk pangan setelah pembakaran (Husna *et al.*, 2016). Kadar abu RC pada penelitian ini yaitu 43,24%. Hasil ini lebih tinggi dari batas maksimal yang ditetapkan oleh FAO yaitu 15-40%. Kadar abu RC penelitian ini juga lebih tinggi dibandingkan penelitian Asikin dan Kusumaningrum (2019), yaitu 31,65%. Kadar abu yang tinggi disebabkan oleh kondisi lingkungan perairan budidaya rumput laut yang mengandung mineral dan salinitas yang tinggi. Hal ini dinyatakan oleh Supriyantini *et al.* (2017), bahwa tingginya kadar abu karaginan disebabkan adanya unsur makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, dan mikro besi, tembaga, dan mangan di perairan yang diserap oleh rumput laut. Tingginya kadar abu penelitian ini disebabkan proses pencucian rumput laut yang belum bersih dari ion K<sup>+</sup>.

Viskositas RC pada penelitian ini yaitu 726 cP. Nilai ini relatif sama dengan hasil penelitian Subaryono *et al.* (2021), yaitu 737 cP, dan telah memenuhi standar viskositas RC menurut SNI. Viskositas karaginan yang tinggi berhubungan dengan panjang gugus polimer karaginan. Semakin panjang gugus polimer karaginan, berat molekulnya bertambah sehingga semakin tinggi viskositasnya.

*Gel strength* menjadi parameter fisik utama yang menunjukkan kemampuan karaginan dalam membentuk gel. *Gel strength* RC pada penelitian ini yaitu 1305,5 g/cm<sup>2</sup>. Tingginya *gel strength* dapat disebabkan oleh rendahnya kandungan sulfat karaginan (Siregar *et al.* 2016). Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Arzani (2022), yang kadar sulfat karaginan tertinggi bernilai 18,87% juga menghasilkan *gel strength* tertinggi bernilai 1370,73 g/cm<sup>2</sup>. Hasil *gel strength* RC penelitian ini telah memenuhi standar *gel strength* RC menurut SNI yaitu minimal 700 g/cm<sup>2</sup>.

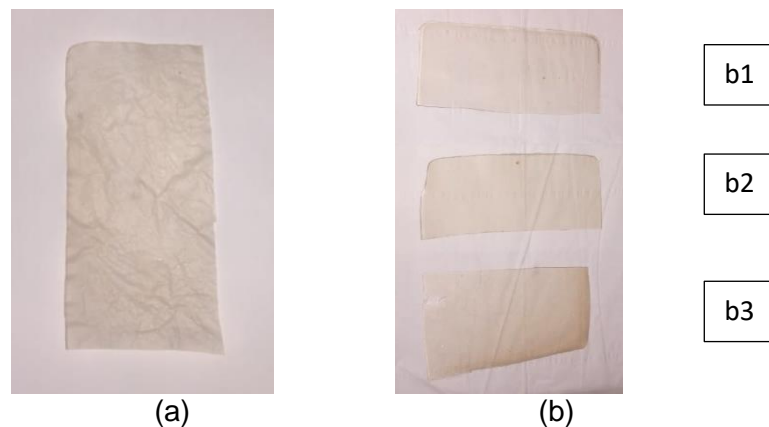
Hasil serbuk RC dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan *biodegradable film* berdasarkan nilai rendemen, viskositas, dan *gel strength*. Nilai kadar air dan kadar abu yang belum memenuhi standar mutu belum dapat menjadikan *biodegradable film* aman untuk digunakan sebagai bahan pengemas khususnya produk pangan.

*Biodegradable film* RC tanpa gliserol yang dihasilkan memiliki tampilan yang tertekuk, tidak halus, dan berwarna putih tulang (Gambar 1a). Sifatnya tidak elastis, dan memiliki sedikit fleksibilitas. *Biodegradable film* RC dengan gliserol menghasilkan tampilan yang rata, halus, dan transparan (Gambar 1b). Sifat *film* menjadi lebih fleksibel dan elastis setelah penambahan gliserol. Keburaman *biodegradable film* bertambah seiring meningkatnya konsentrasi RC. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalannya juga yang semakin bertambah.

**Tabel 2.** Karakteristik *Refined Carrageenan* Hasil Ekstraksi *K. alvarezii*

Karakteristik	Hasil	Standar Mutu
Rendemen (%)	42,7	> 25*
Kadar Air (%)	21,92	Maks. 12**
Kadar Abu (%)	43,24	15-40**
Viskositas (cP)	726	Min.5**
<i>Gel strength</i> (g/cm <sup>2</sup> )	1305,5	Min. 700**

Keterangan : \**Food Agriculture Organization* (FAO) dalam Asikin dan Kusumaningrum (2019); \*\* Standar Nasional Indonesia 8391-1:2017 dalam Iswahyono *et al.* (2022).



**Gambar 1.** *Biodegradable film* RC: tanpa gliserol (a), dengan gliserol (b): (b1) perlakuan RC 2%, (b2) perlakuan RC 3%, (b3) perlakuan RC 4%.

Nilai kuat tarik *biodegradable film* terendah dihasilkan oleh konsentrasi RC 2% yaitu  $1,01 \pm 0,05$  MPa, sedangkan nilai kuat tarik tertinggi pada konsentrasi RC 3% yaitu  $1,39 \pm 0,08$  MPa. Hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan konsentrasi RC berbeda nyata terhadap kuat tarik *biodegradable film* ( $p < 0,05$ ). Nilai kuat tarik *biodegradable film* cenderung mengalami peningkatan pada konsentrasi RC 3%. Peningkatan konsentrasi RC pada larutan pembuatan *biodegradable film* menyebabkan interaksi ikatan antar molekul meningkat sehingga gel yang terbentuk kuat dan *film* yang dihasilkan semakin kompak. Menurut Ariska dan Suyatno (2015), semakin tinggi konsentrasi karaginan maka semakin kuat matriks *film* yang terbentuk sehingga gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan *film* semakin besar. Nilai kuat tarik yang menurun pada konsentrasi RC 4% diduga karena total padatan terlarut yang semakin tinggi sulit untuk membentuk larutan sehingga interaksi ikatan antar molekul tidak menyatu dengan baik sehingga kuat tarik *film* menurun. Nilai kuat tarik *biodegradable film* penelitian ini belum memenuhi standar kuat tarik *Japanese Industrial Standard* (JIS) dalam Ariska dan Suyatno (2015) yaitu  $> 3,92$  MPa.

Nilai elongasi *biodegradable film* terendah pada konsentrasi RC 4% yaitu  $20,08 \pm 1,73\%$ , sedangkan nilai elongasi tertinggi pada konsentrasi RC 3% yaitu  $39,63 \pm 3,63\%$ . Hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan konsentrasi RC berbeda nyata terhadap elongasi *biodegradable film* ( $p < 0,05$ ). Peningkatan konsentrasi RC menghasilkan peningkatan dan penurunan nilai elongasi. Peningkatan elongasi pada konsentrasi RC yang meningkat tidak sesuai dengan pernyataan Rusli *et al.* (2017), bahwa nilai pemanjangan berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik. Hal ini dapat berkaitan dengan ikatan antar molekul yang tidak kompak sehingga *film* menjadi lemah. Nilai elongasi secara keseluruhan tergolong baik karena standar elongasi menurut JIS kurang dari 10% dikategorikan buruk dan lebih dari 50% dikategorikan sangat baik.

Nilai ketebalan *biodegradable film* terendah pada konsentrasi RC 2% yaitu  $0,64 \pm 0,06$  mm, sedangkan nilai ketebalan tertinggi pada konsentrasi RC 4% yaitu  $0,96 \pm 0,15$  mm. Hasil uji ANOVA

**Tabel 3.** Karakteristik *Biodegradable film* RC dengan gliserol

Konsentrasi RC (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)	Ketebalan (mm)	Laju Transmisi Uap Air (g/24 jam/m <sup>2</sup> )	Kelarutan Air (%)
2%	1,01±0,05 <sup>a</sup>	34,32±1,72 <sup>b</sup>	0,64±0,06 <sup>a</sup>	17,10±11,01 <sup>a</sup>	76,4±16,7 <sup>a</sup>
3%	1,39±0,08 <sup>b</sup>	39,63±3,63 <sup>b</sup>	0,75±0,12 <sup>ab</sup>	17,04±3,77 <sup>a</sup>	85,9±7,2 <sup>a</sup>
4%	0,96±0,03 <sup>a</sup>	20,08±1,73 <sup>a</sup>	0,96±0,15 <sup>b</sup>	10,96±5,99 <sup>a</sup>	79,7±3,9 <sup>a</sup>
JIS*	>3,92	10%-50% : baik, >50% : sangat baik	<0,25	10	-

Keterangan: Data pada kolom yang sama dengan superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ); Ariska dan Suyatno (2015)

menunjukkan perbedaan konsentrasi RC berbeda nyata terhadap ketebalan *biodegradable film* ( $p < 0,05$ ). Peningkatan konsentrasi RC berbanding lurus dengan ketebalan *film*. Peningkatan konsentrasi RC ikut meningkatkan ketebalan *biodegradable film* dikarenakan total padatan terlarut yang semakin meningkat. Hal ini diperjelas Uju *et al.* (2019), bahwa karaginan yang bersifat hidrokoloid sehingga mampu berikatan dengan air dan mengental sehingga ketebalan akan meningkat. Nilai ketebalan tersebut tidak memenuhi standar JIS yaitu  $< 0,25$  mm. Menurut Manuhara *et al.* (2016), ketebalan *biodegradable film* dipengaruhi volume larutan, luas cetakan, dan total padatan terlarut.

Nilai laju transmisi uap air *biodegradable film* terendah dihasilkan oleh konsentrasi RC 4% yaitu 10,96 g/24 jam/m<sup>2</sup>. Nilai laju transmisi uap air tertinggi dihasilkan oleh konsentrasi RC 2% yaitu 17,10 g/24 jam/m<sup>2</sup>. Hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan konsentrasi RC tidak berbeda nyata terhadap laju transmisi uap air *biodegradable film* ( $p \geq 0,05$ ). Peningkatan konsentrasi RC berbanding terbalik dengan nilai laju transmisi uap air *biodegradable film* RC. Hal ini berkaitan dengan nilai ketebalan *biodegradable film* yang semakin tinggi. (Jacoeb *et al.*, 2014) menyatakan nilai ketebalan yang semakin tinggi akan membuat *film* semakin keras dan kaku sehingga kemampuan dalam menghambat transfer uap air semakin baik. Berdasarkan standar JIS, hasil laju transmisi uap air *biodegradable film* RC belum memenuhi standar.

Nilai kelarutan air terendah dihasilkan pada konsentrasi RC 3% yaitu 76,4±16,7%. Nilai kelarutan air tertinggi dihasilkan pada konsentrasi RC 3% yaitu 85,9±7,2%. Hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan konsentrasi RC tidak berbeda nyata terhadap kelarutan air *biodegradable film* ( $p \geq 0,05$ ). Peningkatan konsentrasi RC cenderung meningkatkan kelarutan air *film*. Hal ini dikarenakan adanya RC dan gliserol yang bersifat hidrofilik. Ikatan hidroksil pada RC dapat berikatan dengan hidrogen melalui air. Turunnya kelarutan air pada konsentrasi RC 4% diduga karena total padatan terlarut yang semakin tinggi sulit untuk membentuk larutan sehingga interaksi ikatan antar molekul tidak menyatu dengan baik. Hal ini serupa dengan Oko dan Hasyim (2022), yang kelarutan airnya meningkat seiring bertambahnya konsentrasi karaginan dan terdapat penurunan pada konsentrasi karaginan tertinggi. *Biodegradable film* dengan kelarutan air yang tinggi menunjukkan kemudahannya untuk terdegradasi di alam.

## KESIMPULAN

Peningkatan konsentrasi RC berpengaruh terhadap kuat tarik, elongasi, dan ketebalan *biodegradable film*. Semua perlakuan *biodegradable film* RC dengan pemlastis gliserol memiliki kualitas yang baik menurut standar elongasi *biodegradable film Japanese Industrial Standard*. Konsentrasi RC yang tepat untuk *biodegradable film* dengan pemlastis gliserol yaitu 3% karena nilai kelarutan airnya yang tinggi (85,9%) sehingga dapat terurai dengan mudah.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alfian, A., Wahyuningtyas, D., & Sukmawati, P.D., 2020. Pembuatan Edible Film dari Pati Kulit Singkong Menggunakan Plasticizer Sorbitol Dengan Asam Sitrat Sebagai Crosslinking Agent. *Jurnal Inovasi Proses*, 5(2):46–56.
- Ansar, N.M.S., Cahyono, E., Pumpente, O.I., Wodi, S.I.M., Rieuwpassa, F.J., Palawe, J.F.P., & Tanod, W.A., 2022. Karakterisasi Tepung Semi Refined Carrageenan dari Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dengan Berbagai Pelarut Alkali. *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 3(1):8–15. DOI:10.21107/juvenil.v3i1.15013
- Ariska, R.E., & Suyatno., 2015. Pengaruh Konsentrasi Karagenan terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dari Pati Bonggol Pisang dan Karagenan dengan *Plasticizer* Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*.
- Arzani, L.D.P., 2022. Pengaruh Rasio Volume Air Pengekstrak Terhadap Karakteristik Karagenan *Kappaphycus alvarezii*. *Pro Food*, 8(1):62–68. DOI:10.29303/profood.v8i1.248
- Asikin & Kusumanigrum., 2019. Karakteristik Fisikokimia Karagenan Berdasarkan Umur Panen yang Berbeda dari Perairan Bontang, Kalimantan Timur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1):136-142. DOI:10.17844/jphpi.v22i1.25890
- Bahariawan, A., 2016. Metoda Pembentukan Lembaran Tipis Agar-Agar Secara Cepat Sistem Rotary Drum Gelation. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 13(1):84–87. DOI:10.25047/jii.v13i1.73
- De Faria, G.S.M., Hayashi, L., & Monteiro, A.R. 2014. 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. DOI: 10.1007/s10811-013-0172-7
- Febiyanti, M., Ghozali, A. A., Redjeki, S., & Iriani. 2020. *Edible Film* dari Tepung Kappa Karagenan dan Kitosan. *J. Chem. Process Eng.*, 01(01): 16–21.
- Feng, W., Feng, S., Tang, K., He, X., Jing, A., & Liang, G., 2017. A Novel Composite of Collagen-hydroxyapatite/kappa-carrageenan. *Journal of Alloys and Compounds*, 693:482-489. DOI:10.1016/j.jallcom.2016.09.234
- 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*, Yogyakarta, 13-14 September. DOI:10.1051/mateconf/201815401034
- Husna, A., Metusalach., & Fachrul., 2016. Fisika Kimia Karagenan *Kappaphycus alvarezii* Hasil Ekstraksi Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Penjendal Isopropil Alkohol (IPA) dan Etanol. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*, 1(2):132-142.
- Indriani, D.R., Asikin, A.N., & Zuraida, I., 2021. Karakteristik Edible Film dari Kappa Karagenan (*Kappaphycus alvarezii*) dengan Jenis Plasticizes berbeda. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 17(1):1–6.
- Indriyani, S., Mahyuddin, H., & Indrawati, E., 2019. Analisa Faktor Oseanografi dalam Mendukung Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* di Perairan Pulau Sembilan Kabupaten Sinjai. *Journal of Aquaculture and Environment*, 2(1):6–11. DOI:10.35965/jae.v2i1.377
- Iswahyono, I., Djamil, S., Bahariawan, A., & Rizkiana, M.F., 2022. Perbandingan Mutu Tepung Karagenan Hasil Ekstraksi Metode Pemanas Ohmic dan Konvensional. *Journal of Food Engineering*, 1(1):1–7. DOI:10.25047/jofe.v1i1.3070
- Jacob, A.M., Nugraha, R., & Utari, S.P.S.D., 2014. Pembuatan *Edible Film* Dari Pati Buah Lindur dengan Penambahan Gliserol dan Karagenan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1):14-21. DOI:10.17844/jphpi.v17i1.8132
- Jeevahan, J.J., Chandrasekaran, M., Venkatesan, S.P., Sriram, V., Britto Joseph, G., Mageswaran, G., & Durairaj, R.B., 2020. Scaling up difficulties and commercial aspects of edible films for food packaging: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 100:210-222. DOI:10.1016/j.tifs.2020.04.014
- Juliani, D., Suyatma, N.E., & Taqi, F.M., 2022. Pengaruh Waktu Pemanasan, Jenis dan Konsentrasi *Plasticizer* terhadap Karakteristik *Edible Film* K-Karagenan. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 10(1):29–40. DOI:10.19028/jtep.010.1.29-40



- Manuhara, G.J., Praseptianga, D., Muhammad, D.R.A., & Maimuni, B.H., 2016. Preparation and Characterization of Semi-refined kappa carrageenan-based Edible Film for Nano Coating Application on Minimally Processed Food. *AIP Conference Proceedings*, 1710(1). DOI: 10.1063/1.4941509
- Ngo, T.M.P., Nguyen, T.H., Dang, T.M.Q., Tran, T.X., & Rachtanapun, P., 2020. Characteristics and antimicrobial properties of active edible films based on pectin and nanochitosan. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(6):2224. DOI:10.3390/ijms21062224
- Oko, S., & Hasyim, M., 2022. Pembuatan Edible Film dari Gelatin Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Karagenan 1,2., *Prosiding 6th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, Makassar, 5-6.
- Pacheco-Quito, E.M., Ruiz-Caro, R., & Veiga, M.D., 2020. Carrageenan: Drug delivery systems and other biomedical applications. *Marine Drugs*, 18(11):583. DOI:10.3390/md18110583
- Pirsa, S., & Hafezi, K., 2023. Hydrocolloids: Structure, Preparation Method, and Application in Food Industry. *Food Chemistry*, 399:133967. DOI:10.1016/j.foodchem.2022.133967
- Praseptianga, D., Giovani, S., Aji Muhammad, D.R., & Manuhara, G.J. 2018. Development Of Edible Film From Semirefined Iota Carrageenan For Sustainable Food Packaging. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(22): 8907–8918.
- Rizal, M., Mappiratu, M., & Razak, A.R., 2016. Optimalisasi Produksi Semi Refined Caraginan (Src) dari Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*). *Jurnal Riset Kimia*, 2(1):33–38. DOI:10.22487/j24775398.2016.v2.i1.6043
- Rusli, A., Metusalach., Salengke., & Tahir, M.M., 2017. Karakterisasi Edible Film Karagenan Dengan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2):219–229. DOI: 10.17844/jphpi.v20i2.17499
- Sason, G., & Nussinovitch, A., 2018. Characterization of κ-carrageenan Gels Immersed in Ethanol Solutions. *Food Hydrocolloids*, 79:136-144. DOI:10.1016/j.foodhyd.2017.12.025
- Singh, T.P., Chatli, M.K., & Sahoo, J. 2015. Development of chitosan based edible films: process optimization using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 52(5): 2530-2543. DOI: 10.1007/s13197-014-1318-6
- Siregar, R. F., Santoso, J., & Uju., 2016. Karakteristik Fisiko Kimia Kappa Karaginan Hasil Degradasi Menggunakan Hidrogen Peroksida. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3):256–266. DOI:10.17844/jphpi.v19i3.14532
- Subaryono, Utomo, B.S.B., & Basmal, J. 2021. Quality of carrageenan extracted from *Euचेuma cottonii* cultivated at three different locations in Lampung. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 919(1). DOI: 10.1088/1755-1315/919/1/012047
- Susmitha, A., Sasikumar, K., Rajan, D., Padmakumar M, A., & Nampoothiri, K. M. 2021. Development and characterization of corn starch-gelatin based edible films incorporated with mango and pineapple for active packaging. *Food Bioscience*, 41(March), 100977. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100977>
- Uju, Prasetyaningsih, E., Santoso, J., Kamiya, N., & Oshima, T., 2019. Preparation and Characterization of Semi-refined Carrageenan From *Kappaphycus alvarezii* Seaweed Bleached by Peracetic Acid. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 78(1):012077. DOI:10.1088/1755-1315/278/1/012077
- Zhang, X., Zhao, Y., Li, Y., Zhu, L., Fang, Z., & Shi, Q., 2020. Physicochemical, Mechanical and Structural Properties of Composite Edible Films Based on Whey Protein Isolate/Psyllium Seed Gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, 153:892-901. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2020.03.018