

Pengaruh Gliserol sebagai *Plasticizer* terhadap Karakterisasi *Edible Film* dari Kappa Karaginan

The Effect of Glycerol as *Plasticizer* on the Characterisation of Edible Film from Kappa Carrageenan

Wahyu Adinda Larasati, Yeni Rahmawati, Fadlilatul Taufany, Susianto, Ali Altway, Siti Nurkhamidah*

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

Artikel histori :

Diterima 3 Juni 2024
Diterima dalam revisi 22 Juni 2024
Diterima 24 Juni 2024
Online 6 Agustus 2024

ABSTRAK: Perkembangan industri pengemasan makanan di era mendatang akan beralih ke bahan alami dan ramah lingkungan yang bisa diproduksi dari biopolimer seperti pati dan hidrokoloid lainnya untuk mengurangi paparan polusi dari polimer sintetis. Kappa karaginan memiliki sifat yang rapuh, sehingga dibutuhkan *plasticizer* untuk menghasilkan edible film yang lebih elastis. Jenis *plasticizer* yang digunakan adalah gliserol. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gliserol terhadap karakterisasi edible film dari kappa karaginan. Kappa karaginan dengan konsentrasi 1% (b/v) dilarutkan dengan akuades kemudian ditambahkan gliserol dengan variasi konsentrasi 0,5; 1; 1,5, dan 2% (b/v). Edible film kemudian di karakterisasi berdasarkan sifat mekanik, gugus fungsional, ketebalan, kadar air, kuat tarik, elongasi, warna dan opacity. Hasil analisa menunjukkan bahwa penambahan gliserol sebesar 1% dapat meningkatkan sifat mekaniknya, dan film mempunyai 0,146 mm, kadar air 17,90%, kuat tarik dan elongasi 2,53 MPa dan 14,09% dan sifat optik warna dan opacity masing-masing sebesar 96,96% dan 1,32.

Kata Kunci: edible film; kappa karaginan; gliserol; kemasan

ABSTRACT: The food packaging industry is expected to shift towards natural and environmentally friendly materials produced from biopolymers such as starch and other hydrocolloids to reduce exposure to pollution from synthetic polymers. However, κ -carrageenan has fragile properties, so a *plasticizer* is required to produce an edible film that is more elastic. This study aims to investigate the influence of different glycerol concentrations on the characterization of the edible film of kappa carrageenan. The study uses kappa carrageenan with a concentration of 1% (b/v) dissolved in deionized water, and glycerol is added as a *plasticizer* with concentration variations of 0.5, 1, 1.5, and 2% (w/v). The edible film is then characterized based on its mechanical and optical properties, such as FTIR, thickness, water resistance, traction strength, elongation, color, and opacity. The results show that adding a concentration of 1% glycerol can improve the mechanical properties of the film, including film thickness of 0.146 mm, water content of 17.90%, traction strength and elongation of 2.53 MPa and 14.09%, and optical properties of color and opacity of 96.96% and 1.32, respectively. The study provides valuable information on the effect of glycerol concentration on the properties of the edible film, which can be used to optimize the production process and improve the quality of the edible film.

Keywords: edible film; kappa carrageenan; glycerol; packaging

1. Pendahuluan

Seiring meningkatnya kesadaran terhadap energi berkelanjutan, biopolimer memiliki potensi yang cukup besar untuk menjadi bahan pengganti plastik berbasis petroleum (Rane et al., 2014). Kemasan makanan berbasis petroleum seperti polietilena, polipropilena, dan polistirena

sering digunakan dikarenakan memiliki sifat mekaniknya yang baik, biaya yang terjangkau, dan proses pembuatannya yang mudah (Chen et al., 2022). Namun, karena struktur molekul plastik yang rumit, sulit bagi alam untuk menguraikannya, sehingga apabila plastik menumpuk dapat menghasilkan polusi serta kerusakan lingkungan (Fadilah et al., 2020). Salah satu alternatifnya adalah mensubstitusi

* Corresponding author
Email address: nurkhamidah@its.ac.id

plastik dari berbasis polimer menjadi bioplastik yang terbentuk dari pati, yang terdiri dari protein, pektin, gum, pati, dan lipid (Yusuf et al., 2022). Oleh karena itu, pembuatan edible film dari biopolimer karagenan dapat menjadi alternatif pengganti plastik sintetis yang sulit terurai dan mencemari lingkungan.

Edible film adalah lapisan tipis yang digunakan untuk membungkus makanan, berfungsi sebagai penghalang perpindahan massa dan/atau sebagai pembawa bahan tambahan (Jaya, 2014). Edible film memiliki potensi besar untuk mengembangkan produksi makanan berkelanjutan dengan mengurangi limbah kemasan, memperpanjang masa simpan produk makanan, dan lebih ramah lingkungan daripada kemasan makanan sintetis. Namun, perlu dicatat bahwa edible film dan coating tidak dapat sepenuhnya menggantikan kemasan sintetis dan harus memiliki sifat mekanik dan penghalang yang sebanding dengan bahan kemasan konvensional sehingga dapat digunakan dalam industri makanan dengan mudah (Summo & De Angelis, 2022). Dari sudut pandang ini, bahan kemasan berbasis bio telah dikembangkan, terutama untuk film yang dapat terurai secara hayati, seperti biopolimer yang berasal dari sumber laut yang berasal dari ganggang merah, khususnya karagenan. Karaginan termasuk dalam kelas senyawa biopolimer kompleks yang dikenal sebagai fitokoloid dan memiliki potensi yang sangat besar untuk masa depan, karena gel karagenan dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pengolahan makanan untuk membuat film yang dapat terurai secara efektif karena kekuatan pembentuk gel dan kemampuan mekanisnya yang baik (Martiny et al., 2020). Karagenan yang diperoleh dari alga merah golongan *Rhodophyceae* merupakan poligalaktan tersulfasi dengan kandungan ester sulfat 15 hingga 40% dan berat molekul rata-rata lebih dari 100 kDa. Rantai polimer terbuat dari bagian lain D-galaktosa dan 3,6-anhydrogalactose bergabung dengan hubungan α -1,3- dan β -1,4-glikosidik (Necas & Bartosikova, 2013).

Struktur linier polisakarida seperti karagenan dapat membentuk lapisan film yang kuat, fleksibel, dan tembus cahaya. Biofilm dari polisakarida dapat menahan lemak namun, karena memiliki sifat hidrofilik ia tidak mampu menahan air dengan baik (Tharanathan, 2003). Selain itu terdapat beberapa hambatan yang membatasi pengembangan biofilm berbahan pati seperti sifat pati yang mudah menjadi kaku dan rapuh dalam jangka waktu penyimpanan yang lama (Huang et al., 2005). Dalam mengatasi masalah tersebut dibutuhkan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitas film, mengurangi kerapuhan dan menghindari penyusutan selama penanganan dan penyimpanan (Vieira et al., 2011).

Gliserol merupakan salah satu jenis *plasticizer* (Istiani et al., 2022) yang merupakan senyawa hidrofilik yang terdiri dari alkohol polihidrat, memiliki kemampuan untuk mengikat air, meningkatkan viskositas larutan, dan mudah larut dalam air, dan mampu mengikat air. Gaya antarmolekul di sepanjang rantai polimer dapat dikurangi dengan gliserol. Adanya gaya antarmolekul yang ada di sepanjang rantai polimer dalam *plasticizer* meningkatkan fleksibilitas film (Susanti et al., 2021). Senyawa hidrofilik yang dimiliki oleh

gliserol biasa digunakan untuk meningkatkan ikatan mekanis dalam pembentukan film (Karbowski et al., 2006).

Beberapa penelitian telah dilakukan sejauh ini untuk memahami pengaruh *plasticizer* sebagai bahan pemlastis terhadap sifat-sifat edible film. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Ardi yang menyelidiki pengaruh penambahan pemlastis gliserol terhadap sifat-sifat edible film yang dimodifikasi dengan tepung kentang (Ardi et al., 2023). Edible film dari kombinasi cornstarch dengan gliserol juga didemonstrasikan oleh (Shanbhag et al., 2023). Berbagai bahan pemlastis (gliserol, polietilen glikol, dan sorbitol) terhadap sifat mekanik, penghalang kelembaban, optik, dan higroskopis film fleksibel berbasis hidroksipropil metilselulosa (HPMC) (Malik et al., 2022). Juliani yang memproduksi biodegradable film dari kappa karaginan (κ -karaginan) menggunakan sorbitol sebagai *plasticizer* (Juliani et al., 2022), kemudian Yahaya biopolimer semi refined carrageenan (SRC) yang dipolimerisasi dengan gliserol (Yahaya et al., 2023). Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan gliserol dapat meningkatkan elastisitas, fleksibilitas, dan kelarutan film yang dapat dimakan serta mempengaruhi sifat fisik dan kimia film tersebut. Pada penelitian ini, kami membahas hasil penelitian sebelumnya dan menganalisis bagaimana pengaruh gliserol sebagai *plasticizer* terhadap sifat-sifat film kappa karaginan.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini alat-alat yang digunakan antara lain beaker glass, gelas ukur, *petridish*, *hotplate stirrer*, *magnetic stirrer*, oven, desikator, timbangan analitik, dan spatula. Bahan yang digunakan adalah rumput laut jenis *Euchema cottonii*, gliserol, polietilen glikol (PEG), Tween 20, Virgin Coconut Oil (VCO), akuades.

2.2 Prosedur Penelitian

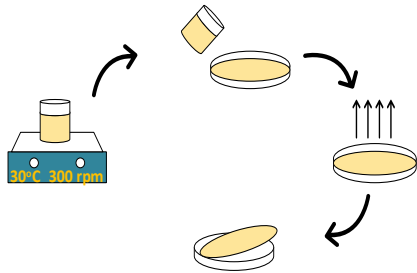
Prosedur pembuatan edible film dari κ -karaginan yaitu dengan melarutkan 1% (b/v) tepung kappa karaginan menggunakan akuades kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* kecepatan 300 rpm selama 2 jam pada suhu ruangan. Selanjutnya menambahkan *plasticizer* berupa gliserol dengan konsentrasi 0,5; 1; 1,5, dan 2% (b/v). dilanjutkan dengan pengadukan selama 2 jam. Setelah larutan film tercampur dengan homogen, larutan *dicasting* dalam *petridish* sebanyak 20 mL kemudian dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 60°C selama 24 jam. Edible film yang terbentuk dilepas dari *petridish* untuk disimpan dan selanjutnya akan dianalisis.

2.3 Uji Karakterisasi untuk Edible Film

Pengujian karakteristik edible film dilakukan meliputi FTIR, ketebalan, kadar air, kuat tarik dan elongasi. Selain itu juga dianalisa warna dan *opacity*.

2.3.1 Uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer FTIR (Agilent Cary 630, Amerika Serikat). Sampel serbuk dianalisis pada suhu kamar pada 500 - 4000 cm^{-1} (Medeiros Silva et al., 2020), kemudian data diolah dengan menggunakan *Origin Software 2023b*.



Gambar 1. Skema proses pembuatan *edible film*

2.3.2 Uji Ketebalan

Pengujian ketebalan dilakukan menggunakan mikrometer dengan tingkat ketelitian 0,001 mm. Sampel diletakkan di antara permukaan *spindle* dan *anvil* mikrometer hingga sampel terhimpit di antaranya untuk mengetahui hasil pengukurannya.

2.3.3 Uji Kadar Air

Kadar air *edible film* dianalisa dengan menggunakan metode gravimetri. Dengan cara menimbang sampel sebagai berat awal (W_0), kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C dan ditimbang hingga berat akhirnya konstan (W_1) (Horwitz, 2006). Perhitungan kadar air menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$X = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana X adalah *moisture content* (kadar air)

2.3.4 Uji Kuat Tarik dan Elongasi

Kekuatan tarik (TS) dan elongasi (EAB) film diuji dengan menggunakan alat Dynamic Mechanical Analyzer (DMA) DMA/SDTA 861^e. Film dipotong menjadi strip film 10 mm × 50 mm dan dijepit di antara pegangan, meninggalkan panjang awal 30 mm di antara pegangan. Kecepatan uji adalah 60 mm/min (Xiao et al., 2022). *Tensile strength* (TS) (MPa) dan *Elongation at Break* (EAB) (%) dihitung dengan persamaan di bawah:

$$TS = \frac{F}{T \times W} \quad (2)$$

$$EAB = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (3)$$

dimana:

F : Gaya maksimum (N) selama pengujian,

T: Ketebalan Film (mm)

W: Lebar Film (mm)

Lo: Panjang awal strip film (30 mm) antara pegangan

L: Panjang akhir pada titik kerusakan strip film

2.3.5 Warna

Untuk mengetahui bagaimana penambahan gliserol berpengaruh pada sifat warna *edible film*, uji warna dilakukan dengan menggunakan alat *colorimetry* FRU WR-10 QC (Shenzhen Wave Optoelectronics Technology Co., Ltd).

2.3.6 Opacity

Evaluasi opasitas (keburaman) menggunakan metode yang telah dilakukan oleh (Medeiros Silva et al., 2020). Sampel film dipotong menjadi persegi panjang dan ditempatkan pada sisi internal sel uji spektrofotometer. Sel uji kosong digunakan sebagai referensi. Pengujian diukur pada absorbansi 600 nm menggunakan spektrofotometri UV/VIS. Opasitas dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Opacity = \frac{Absorbansi(600)}{X} \quad (4)$$

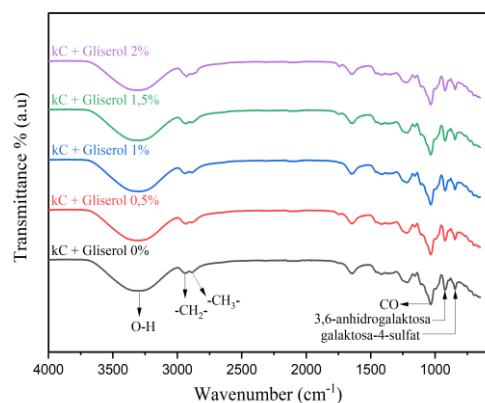
Dimana X adalah ketebalan film.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini *edible film* κ -karaginan dikategorikan menjadi lima macam dengan variasi konsentrasi dari 0; 0,5; 1; 1,5; dan 2% gliserol dengan label kC menerangkan *edible film* dari κ -karaginan yang dihasilkan.

3.1 FTIR

Pertama, *edible film* yang diproduksi diidentifikasi gugus fungsionalnya melalui pengujian FTIR (Fourier Transform Infrared). Spektrum inframerah diperoleh untuk mengonfirmasi interaksi antara struktur film yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil FTIR κ -Karaginan dengan Gliserol sebagai *plasticizer*

Puncak yang terlihat pada panjang gelombang 2800-2900 dan 3250-3500 cm^{-1} mengidentifikasi adanya C-H

alkil grup dan gugus O-H (Warren et al., 2016). Puncak serapan yang terjadi pada panjang gelombang 800-1300 simetris dengan -SO₄ dan C₄-O-S yang melekat pada ikatan glikosidik, 3,6- anhidro-d-galaktosa dan D-galaktosa-4-sulfat secara berurutan yang merupakan struktur yang dimiliki oleh κ-Karaginan mengindikasikan adanya ester sulfat, (Rajeswari et al., 2020).

Spektrum FTIR dari seluruh film yang ditunjukkan memiliki posisi puncak serapan yang serupa, hal ini mengindikasikan tidak adanya ikatan kimia baru terbentuk antar komponen (Xiao et al., 2022).

3.2 Ketebalan

Ketebalan dari edible film memiliki parameter penting untuk mengevaluasi sifat mekanik yang menentukan kelayakan edible film. Nilai standar internasional menurut Japan International Standard (JIS) untuk ketebalan edible film <0,25 mm. Hasil dari pengukuran ketebalan edible film ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran ketebalan edible film dari κ-Karaginan dengan variasi konsentrasi gliserol

Variabel	Ketebalan (mm)
kC+ 0% Gliserol	0,082
kC + 0,5 % Gliserol	0,084
kC + 1% Gliserol	0,146
kC + 1,5% Gliserol	0,168
kC + 2% Gliserol	0,192

Dalam penelitian ini, nilai ketebalan yang dihasilkan berkisar 0,92 hingga 0,19 mm sehingga memenuhi standar edible film JIS. Ketebalan yang dihasilkan dari perlakuan tanpa penambahan *plasticizer* dengan penambahan konsentrasi *plasticizer* menunjukkan kenaikan yang signifikan hingga pada konsentrasi 1% gliserol dan cenderung meningkat seiring meningkatnya konsentrasi gliserol, hal ini terjadi karena adanya peningkatan jarak di antara rantai biopolimer ketika *plasticizer* ditambahkan (Guidara et al., 2020) sehingga dapat meningkatkan volume bebas yang menyebabkan ketebalan film meningkat (Fahrullah et al., 2020a).

3.3 Kadar Air

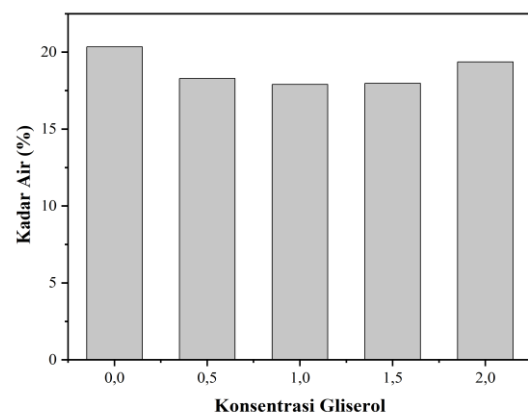
Pengujian kadar air pada edible film bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang terkandung dalam film, karena hal ini dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia suatu film. Kadar air yang terlalu tinggi membuat film semakin rentan terhadap air sehingga menyebabkan film mudah rusak, sedangkan kadar air yang terlalu rendah menjadikan film lebih rapuh dan kaku, dengan demikian perlu dilakukan uji kadar airnya. Seperti data yang disajikan oleh Gambar 2 terlihat perbedaan hasil dengan perbedaan perlakuan, yaitu ketika edible film dibuat tanpa menggunakan gliserol dan

dengan penambahan gliserol dengan variasi konsentrasi gliserol.

Edible film tanpa menggunakan gliserol menunjukkan nilai kadar air yang tinggi sebesar 20,35% namun ketika ditambahkan gliserol sebanyak 0,5; 1; dan 1,5 menurun, kemudian setelah ditambahkan gliserol sebanyak 2% mengalami kenaikan. *Plasticizer* memang memiliki sifat hidrofilik, ketika ditambahkan ke dalam larutan film *plasticizer* dapat berinteraksi dengan matriks film yang dapat membantu untuk mengikat molekul air, sehingga kadar air film dapat menjadi lebih kecil dari film tanpa penambahan gliserol (Wittaya, 2013).

Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dapat mempengaruhi kadar air edible film. Kadar air film meningkat secara linier dengan peningkatan konsentrasi *plasticizer*, bahwa *plasticizer* dapat membantu menahan air dalam matriks polisakarida (Dong et al., 2023).

Namun, selain berperan sebagai pemlastis penambahan gliserol yang tidak optimal dapat menambah ruang kosong pada film, sehingga air semakin mudah terikat (Syamsyyah et al., 2023).



Gambar 2. Hasil pengujian kadar air edible film dari κ-Karaginan dengan variasi konsentrasi gliserol

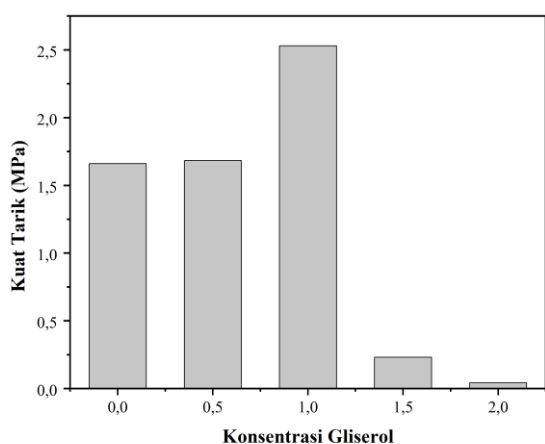
Edible film dengan penambahan gliserol lebih sensitif terhadap kelembaban relatif dan bersifat hidrofilik sehingga gliserol dapat meningkatkan penyerapan air pada film (Karbowski et al., 2006). Selain itu, dengan meningkatnya konsentrasi gliserol telah dikaitkan dengan peningkatan kadar air dalam film bersama dengan peningkatan kelarutan dalam air dan permeabilitas uap air (Farhan & Hani, 2017).

3.4 Kuat Tarik dan Elongasi

Pengujian kekuatan tarik dan elongasi pada edible film dari karagenan bertujuan untuk mengevaluasi sifat mekanik film. Distribusi dan densitas interaksi intramolekuler dan antarmolekuler dalam jaringan bertanggung jawab atas sifat mekanis suatu film (Chambi & Grosso, 2006). Dengan kedua uji ini dapat memberikan informasi mengenai kekuatan dan elastisitas film untuk menilai kualitas dan kelayakan film yang dimana pengaplikasiannya sebagai bahan kemasan pangan. Gambar 3 dan 4 menunjukkan data

hasil uji kuat tarik dan elongasi dengan dan tanpa penambahan gliserol.

Menurut JIS nilai standar internasional untuk kekuatan tarik edible film adalah $>0,392$ MPa. Pada penelitian ini, didapatkan nilai kekuatan tarik berkisar dari 0,04 hingga 2,5 MPa dimana pada edible film dengan konsisi konsentrasi 0-1% gliserol telah memenuhi standar, sedangkan yang lain belum memenuhi standar karena $<0,392$ Mpa. Gambar 3 menunjukkan penambahan gliserol dari konsentrasi 0,5 dan 1% dapat meningkatkan nilai kuat tarik film dan menurunkan nilai elongasi, namun ketika konsentrasi gliserol ditambah 1,5 dan 2% menunjukkan penurunan nilai kuat tarik dan meningkatnya elongasi yang cukup signifikan. Parameter elongasi menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kuat tarik film maka nilai elongasi yang didapatkan semakin kecil, hal ini sesuai dengan pendapat (Rahmawati et al., 2019). Konsentrasi penambahan gliserol berpengaruh pada kekuatan tarik dan elongasi film hal ini disebabkan karena penambahan gliserol dapat mengurangi tegangan molekul yang terjadi antara matriks dan film.

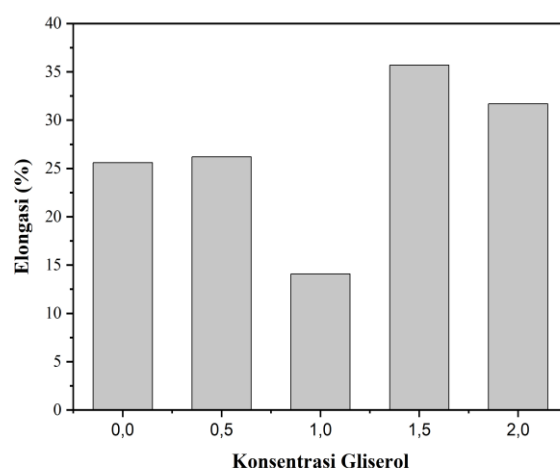


Gambar 3. Hasil pengujian kuat tarik edible film dari κ -Karaginan dengan variasi konsentrasi gliserol

Selain itu, pengaruh penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dapat mengurangi ikatan antara molekul pati sehingga edible film yang dihasilkan lebih elastis (Fahrullah et al., 2020). Namun, pada penambahan konsentrasi gliserol dibutuhkan jumlah yang optimal, karena apabila terlalu banyak gliserol yang ditambahkan dapat menyebabkan penurunan kuat tarik dan elongasi, seperti data yang disajikan pada tabel ketika penambahan gliserol 1,5 dan 2%. Hal ini disebabkan karena gliserol memiliki gugus OH (Mallamace et al., 2021) yang meningkatkan sifat hidrofilik sehingga meningkatkan kadar air dan berpengaruh pada kekuatan tarik edible film akibat terganggunya gaya antarmolekul (Fatnasari et al., 2018).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Venugopal, 2016) menunjukkan bahwa konsentrasi *plasticizer* dapat mempengaruhi kelembaban film yang sifatnya higroskopis sehingga dapat mengurangi ikatan

makromolekul pada edible film. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada parameter kuat tarik dan elongasi hasil terbaik ditunjukkan oleh variabel penambahan gliserol sebanyak 1%. JIS mengungkapkan bahwa standar elongasi untuk edible film dikategorikan dalam tiga jenis yaitu buruk, baik, dan sangat baik jika nilai elongasinya $<10\%$, $10-50\%$, dan $>50\%$ berturut-turut. Sehingga dapat dikatakan bahwa bahwa nilai elongasi dari penelitian ini masuk pada kategori edible film dengan elongasi yang baik karena masuk dalam range 10-50%.



Gambar 4. Hasil uji elongasi edible film dari κ -Karaginan dengan variasi konsentrasi gliserol

3.5 Warna

Tujuan dilakukannya uji warna yaitu untuk mengevaluasi sifat fisik dari suatu film. Dimana pada uji warna untuk mengukur seberapa terang atau gelap warna dari film. Hasil uji warna edible film disajikan pada Tabel 4. Tiga parameter yang digunakan untuk mengukur suatu warna pada film, diantaranya adalah nilai L^* mengindikasikan tingkat kecerahan warna dari 0-100, di mana nilai 0 menunjukkan warna semakin hitam hingga nilai 100 menunjukkan warna semakin putih. Nilai a^* menunjukkan koordinasi antara warna merah dan hijau, di mana nilai positif menunjukkan warna semakin merah. Sedangkan nilai b^* menggambarkan koordinasi antara warna kuning dan biru, di mana nilai positif menunjukkan warna semakin kuning (Martiny et al., 2020).

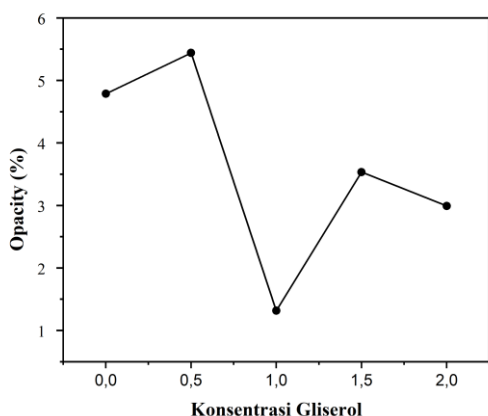
Tabel 4. Hasil uji warna edible film dari κ -Karaginan dengan variasi konsentrasi gliserol

Variabel	Warna		
	L^*	a^*	b^*
kC + 0% Gliserol	95,39	1,57	3,93
kC + 0,5% Gliserol	98,68	0,05	1,37
kC + 1% Gliserol	96,96	1	1,21
kC + 1,5% Gliserol	97,30	0,03	0,16
kC + 2% Gliserol	97,71	0,83	0,16

Penambahan gliserol tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap warna film. Berdasarkan tabel 4 dapat dikonfirmasi untuk edible film dengan variabel penambahan gliserol 0,5% memiliki L^* yang lebih tinggi dibandingkan variabel yang lain dengan menunjukkan warna kuning sedikit kemerahan seperti penelitian yang telah dilakukan oleh (Dick et al., 2015) yang menjelaskan bahwa film yang mengandung konsentrasi gliserol yang lebih tinggi dapat menunjukkan sedikit warna kemerahan dan kekuningan. Pada faktanya, penambahan gliserol tidak menunjukkan perubahan yang signifikan hal ini dikarenakan sifat kimiawi gliserol. Gliserol adalah senyawa hidrofilik yang tidak memiliki kromofor atau molekul penghasil warna.

3.6 Opacity

Opacity dari sebuah edible film dapat diukur dari seberapa banyak cahaya yang dapat ditembus oleh film. Dalam konteks film atau kertas, nilai opacity yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa bahan tersebut kurang transparan, yang berarti, bahwa bahan tersebut memungkinkan lebih sedikit cahaya untuk melewatinya (Thakur et al., 2016). Dari Gambar 5 mempresentasikan hasil uji opacity pada edible film κ -Karaginan dengan konsentrasi gliserol yang berbeda.

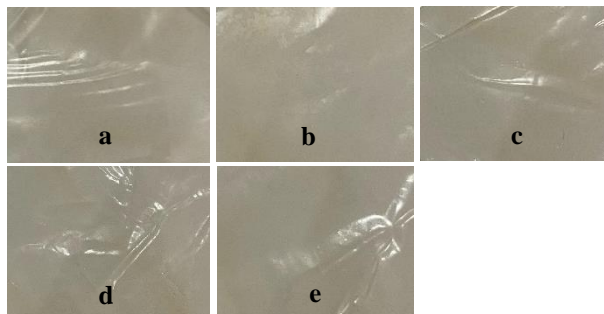


Gambar 5. Grafik opacity edible film dari κ -Karaginan

Edible film yang mengindikasikan sifat yang lebih transparan ditunjukkan oleh edible film dengan variabel penambahan gliserol sebanyak 1%. Secara keseluruhan penambahan gliserol dari 0,5% sampai 2% dapat menurunkan nilai opasitas dari film. Dapat dikonfirmasi dari Gambar 6 yaitu gambar fisik dari edible film dari masing-masing konsentrasi. Terlihat jelas pada konsentrasi gliserol sebanyak 0,5% (Gambar 6b) menunjukkan bahwa edible film tidak tercampur dengan baik sehingga mengakibatkan nilai opacity yang tinggi. Sedangkan Gambar 6d dan 6e menggambarkan keburaman yang lebih rendah dari 6b. Berbeda dengan gambar 6c yang memiliki transparansi yang lebih baik dibandingkan dengan variabel lain.

Serupa dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Asfaw et al., 2023) yang menyampaikan bahwa konsentrasi

gliserol yang lebih tinggi dapat menurunkan opacity dari suatu edible film terjadinya ketidakstabilan nilai yang terjadi pada grafik di atas dapat disebabkan dari homogenitas masing-masing larutan, karena tingkat homogenitas yang lebih tinggi dapat memberikan efek pada nilai opacity lebih rendah (Arik Kibar & Us, 2017).



Gambar 6. Edible Film dari κ -Karaginan dengan variasi konsentrasi gliserol a) 0; b) 0,5%; c) 1%; d) 1,5%; e) 2% b/v

4. Kesimpulan

Penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* dapat mengubah sifat fisik maupun karakteristik dari edible film kappa karaginan. Ketebalan, kekuatan tarik dan elongasi meningkat seiring meningkatnya penambahan konsentrasi gliserol. Hasil karakteristik terbaik ditunjukkan oleh gliserol dengan konsentrasi 1% yaitu diperoleh ketebalan film 0,146 mm, kadar air 17,90%, kuat tarik dan elongasi 2,53 mPa dan 14,09% dan sifat optik warna dan opacity masing-masing sebesar 96,96% dan 1,32.

Daftar Pustaka

- Ardi, A., Hutomo, G. S., & Noviyanty, A. (2023). Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Modifikasi Pati Kentang (*Solannum Tuberosum*) Asetat Anhidrida. *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*, 11(5), 1199–1209. <https://doi.org/10.22487/agrotekbis.v11i5.1876>
- Arik Kibar, E. A., & Us, F. (2017). Starch–Cellulose Ether Films: Microstructure and Water Resistance. *Journal of Food Process Engineering*, 40(2), 1–8. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12382>
- Asfaw, W. A., Tafa, K. D., & Satheesh, N. (2023). Optimization of citron peel pectin and glycerol concentration in the production of edible film using response surface methodology. *Heliyon*, 9(3), e13724. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13724>
- Chambi, H., & Grosso, C. (2006). Edible films produced with gelatin and casein cross-linked with transglutaminase. *Food Research International*, 39(4), 458–466. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.09.009>

- Chen, L., Dai, T., Chen, Y., Han, Y., Copyright, fnut, Cheng, C., Chen, S., Su, J., Zhu, M., Zhou, M., & Chen, T. (2022). Open access edited by Recent advances in carrageenan-based films for food packaging applications.
- Dick, M., Costa, T. M. H., Gomaa, A., Subirade, M., Rios, A. de O., & Flôres, S. H. (2015). Edible film production from chia seed mucilage: Effect of glycerol concentration on its physicochemical and mechanical properties. *Carbohydrate Polymers*, 130, 198–205. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.05.040>
- Dong, Y., Li, Y., Ma, Z., Rao, Z., Zheng, X., Tang, K., & Liu, J. (2023). Effect of polyol plasticizers on properties and microstructure of soluble soybean polysaccharide edible films. *Food Packaging and Shelf Life*, 35, 101023. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.101023>
- Fadilah, Susanti, A. D., Distantina, S., Purnamasari, D. P., & Ahmad, J. F. (2020). Mechanical properties of films from carboxy methyl glucomannan and carrageenan with glycerol as plasticizer. *AIP Conference Proceedings*, 2217. <https://doi.org/10.1063/5.0000842>
- Fahrullah, F., Radiati, L. E., Purwadi, P., & Rosyidi, D. (2020). The Effect of Different Plasticizers on the Characteristics of Whey Composite Edible Film. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak*, 15(1), 31–37. <https://doi.org/10.21776/ub.jitek.2020.015.01.4>
- Farhan, A., & Hani, N. M. (2017). Characterization of edible packaging films based on semi-refined kappa-carrageenan plasticized with glycerol and sorbitol. *Food Hydrocolloids*, 64, 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.10.034>
- Fatnasari, A., Nocianitri, K. A., & Suparthana, I. P. (2018). The Effect of Glycerol Concentration on The Characteristic Edible Film Sweet Potato Starch (*Ipomoea batatas* L.). *Scientific Journal of Food Technology*, 5(1), 27–35.
- Guidara, M., Yaich, H., Benelhadj, S., Adjouman, Y. D., Richel, A., Blecker, C., Sindic, M., Boufi, S., Attia, H., & Garna, H. (2020). Smart ulvan films responsive to stimuli of plasticizer and extraction condition in physico-chemical, optical, barrier and mechanical properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150, 714–726. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.111>
- Horwitz, W. (2006). Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International.
- Huang, M., Yu, J., & Ma, X. (2005). Ethanolamine as a novel plasticiser for thermoplastic starch. *Polymer Degradation and Stability*, 90(3), 501–507. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2005.04.005>
- Istiani, A., Yusuf, Y., Irfandy, F., & Puspitasari, M. (2022). Physical Property Analysis of Biodegradable Film Made from Garut Starch, Glycerol, and Citric Acid. *Eksergi*, 19(3), 150. <https://doi.org/10.31315/e.v19i3.6123>
- Jaya, D. (2014). Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung. *Eksergi*, 10(2), 5. <https://doi.org/10.31315/e.v10i2.333>
- Juliani, D., Edhi Suyatma, N., & Muchammad Taqi, F. (2022). the Effect Of Heating Time, Type And Plasticizer Concentration On Characteristics Of Termoplastic K-Karagenan. *Jurnal Keteknikaan Pertanian*, 10(1), 29–40. <https://doi.org/10.19028/jtep.010.1.29-40>
- Karbowiak, T., Hervet, H., Léger, L., Champion, D., Debeaufort, F., & Voilley, A. (2006). Effect of Plasticizers (Water and Glycerol) on the Diffusion of a Small Molecule in Iota-Carrageenan Biopolymer Films for Edible Coating Application. *Biomacromolecules*, 7(6), 2011–2019. <https://doi.org/10.1021/bm060179r>
- Malik, G. K., Khuntia, A., & Mitra, J. (2022). Comparative Effect of Different Plasticizers on Barrier, Mechanical, Optical, and Sorption Properties of Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC)–Based Edible Film. *Journal of Biosystems Engineering*, 47(2), 93–105. <https://doi.org/10.1007/s42853-022-00132-2>
- Mallamace, F., Mallamace, D., Chen, S.-H., Lanzafame, P., & Papanikolaou, G. (2021). Hydrophilic and Hydrophobic Effects on the Structure and Thermodynamic Properties of Confined Water: Water in Solutions. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(14), 7547. <https://doi.org/10.3390/ijms22147547>
- Martiny, T. R., Raghavan, V., de Moraes, C. C., da Rosa, G. S., & Dotto, G. L. (2020). Bio-based active packaging: Carrageenan film with olive leaf extract for lamb meat preservation. *Foods*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/foods9121759>
- Medeiros Silva, V. D., Coutinho Macedo, M. C., Rodrigues, C. G., Neris dos Santos, A., de Freitas e Loyola, A. C., & Fante, C. A. (2020). Biodegradable edible films of ripe banana peel and starch enriched with extract of *Eriobotrya japonica* leaves. *Food Bioscience*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100750>
- Necas, J., & Bartosikova, L. (2013). Carrageenan: a review. *In Veterinarni Medicina* (Vol. 58, Issue 4).
- Rahmawati, M., Arief, M., & Satyantini, W. H. (2019). The Effect of Sorbitol Addition on the Characteristic of Carrageenan Edible Film. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 236, 012129. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/236/1/012129>
- Rajeswari, A., Christy, E. J. S., Swathi, E., & Pius, A. (2020). Fabrication of improved cellulose acetate-based biodegradable films for food packaging applications. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 2, 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.encco.2020.07.003>
- Rane, L. R., Savadkar, N. R., Kadam, P. G., & Mhaske, S. T. (2014). Preparation and Characterization of K-Carrageenan/Nanosilica Biocomposite Film. *Journal*

- of Materials, 2014, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2014/736271>
- Shanbhag, C., Shenoy, R., Shetty, P., Srinivasulu, M., & Nayak, R. (2023). Formulation and characterization of starch-based novel biodegradable edible films for food packaging. *Journal of Food Science and Technology*, 60(11), 2858–2867. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05803-2>
- Summo, C., & De Angelis, D. (2022). The Importance of Edible Films and Coatings for Sustainable Food Development. <https://doi.org/10.3390/foods>
- Susanti, A., Septya Kusuma, H., Kana Zafira, D., Bustanul Ilmi, A., Eka Agustina, ul, & Listia Baqih Arie Prayoga, dan. (2021). Pembuatan dan Karakterisasi Biodegradable Plastic Berbasis Campuran Pati dan Selulosa dari Limbah Jagung. In *Lingkar Utara) Condongcatur* (Vol. 18, Issue 2). DOI: 10.31315/e.v18i2.5341
- Syamsyyah, M. A., Sari, M. W., Cengristitama, C., & Nurdini, L. (2023). Pengaruh Suhu dan Waktu Pengerinan Pada Bioplastik dari Pati Jagung Terhadap Waktu Biodegradasi. *Eksergi*, 20(2), 76–81. <https://doi.org/10.31315/e.v20i2.9727>
- Thakur, R., Saberi, B., Pristijono, P., Golding, J., Stathopoulos, C., Scarlett, C., Bowyer, M., & Vuong, Q. (2016). Characterization of rice starch- κ -carrageenan biodegradable edible film. Effect of stearic acid on the film properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, 952–960. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.09.053>
- Tharanathan, R. N. (2003). Biodegradable films and composite coatings: Past, present and future. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 14, Issue 3, pp. 71–78). Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00280-7](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00280-7)
- Venugopal, V. (2016). *Marine Polysaccharides*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10516>
- Vieira, M. G. A., da Silva, M. A., dos Santos, L. O., & Beppu, M. M. (2011). Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. *European Polymer Journal*, 47(3), 254–263. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2010.12.011>
- Warren, F. J., Gidley, M. J., & Flanagan, B. M. (2016). Infrared spectroscopy as a tool to characterise starch ordered structure—a joint FTIR–ATR, NMR, XRD and DSC study. *Carbohydrate Polymers*, 139, 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.11.066>
- Wittaya, T. (2013). Influence of Type and Concentration of Plasticizers on the Properties of Edible Film From Mung Bean Proteins. In *KMITL science and technology journal* (Vol. 13, Issue 1).
- Xiao, M., Luo, L., Tang, B., Qin, J., Wu, K., & Jiang, F. (2022). Physical, structural, and water barrier properties of emulsified blend film based on konjac glucomannan/agar/gum Arabic incorporating virgin coconut oil. *LWT*, 154, 112683. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112683>
- Yahaya, W. A. W., Chik, S. M. S. T., Azman, N. A. M., Nor, A. M., Abd. Hamid, K. H., & Ajit, A. (2023). Mechanical properties and antioxidant activity of carrageenan-cellulose nanofiber incorporated butylated hydroxyanisole as active food packaging. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.180>
- Yusuf, Y., Irfandy, F., & Istiani, A. (2022). Mathematical Model of Water Absorption in Arrowroot Starch-Chitosan Based Bioplastic. *Eksergi*, 19(1), 35. <https://doi.org/10.31315/e.v19i1.6310>