

PENGARUH KARAGENAN PADA SIFAT MEKANIK DAN GUGUS FUNGSI FORMULASI *EDIBLE FILM* PATI JAGUNG

Effect of Carrageenan on Mechanical Properties and Functional Groups of Corn Starch Edible Film Formulation

Hartoyo Notonegoro^{1*}, Denny Syaputra¹, Heder Djamaludin²

¹Program Studi Perikanan Tangkap, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Kelautan, Universitas Bangka Belitung
²Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang
*Penulis korespondensi: hartoyonotonegoro@ubb.ac.id
(Diterima 10-07-2024; Direvisi 16-09-2024; Dipublikasi 07-10-2024)

ABSTRACT

Edible film is packaging that can replace plastic and is a thin layer to cover food. Edible Film making ingredients such as hydrocolloids, lipids, or other mixtures include carrageenan which is extracted from seaweed. The quality of edible film is influenced by the base material used. Different carrageenan compositions have the potential to influence the mechanical properties and functional groups of edible films. This research aims to determine the effect of different concentrations of carrageenan in Edible Film on the mechanical properties and identification of functional groups. The concentration of carrageenan used is 2; 2.5; and 3 grams. Testing of mechanical properties includes tensile strength, elongation at break, thickness, solubility and functional groups using FTIR. The results showed strong tensile strength, elongation at break and solubility with the best treatment at a carrageenan concentration of 3 g. Tensile strength and elongation at break were obtained from the 3 g carrageenan treatment of 5.16 MPa and 11.11%. The best thickness and solubility values were obtained from the 3 g carrageenan treatment of 0.21 mm and 38.44%. The selected carrageenan was the 3 g carrageenan concentration treatment because it produced the best mechanical properties. Identification of functional groups in the 3 g Edible Film treatment showed the presence of O-H, C-H and C-O groups owned by the mixture of the two carrageenan and corn starch materials.

Kata kunci: *carrageenan, FTIR, hydrocolloid, solubility, plastic*

Edible film adalah kemasan yang dapat menggantikan plastik dan merupakan lapisan tipis sebagai penutup makanan. Bahan pembuatan *edible film* seperti hidrokoloid, lipid, atau campuran lain termasuk karagenan yang diekstrak dari rumput laut. Kualitas *edible film* dipengaruhi oleh bahan dasar yang digunakan. Komposisi karagenan yang berbeda berpotensi berpengaruh terhadap sifat mekanik dan gugus fungsi *edible film*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh konsentrasi karagenan yang berbeda pada *edible film* terhadap karakteristik sifat mekanis serta identifikasi gugus fungsinya. Konsentrasi karagenan yang digunakan, yaitu 2; 2,5; dan 3 g. Pengujian sifat mekanis meliputi kekuatan tarik, perpanjangan putus, ketebalan, kelarutan serta gugus fungsi dengan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tarik, pemanjangan putus dan kelarutan dengan perlakuan terbaik pada konsentrasi karagenan 3 g. Kuat tarik dan pemanjangan putus diperoleh dari perlakuan karagenan 3 g sebesar 5,16 MPa dan 11,11%. Nilai ketebalan dan kelarutan terbaik diperoleh pada perlakuan 3 g karagenan sebesar 0,21 mm dan 38,44%. Karagenan terpilih adalah perlakuan konsentrasi 3 g karagenan karena menghasilkan sifat mekanik terbaik. Identifikasi gugus fungsional pada *edible film* perlakuan 3 g menunjukkan adanya gugus O-H, C-H dan C-O yang dipunyai oleh campuran kedua bahan karagenan dan pati jagung.

Kata kunci: *FTIR, hidrokoloid, karagenan, kelarutan, plastik*

PENDAHULUAN

Pengemasan makanan, buah-buahan, sayuran, dan produk lainnya menggunakan plastik yaitu suatu polimer petrokimia. Penggunaan plastik untuk kemasan makanan memiliki beberapa keuntungan diantaranya kekuatan, fleksibilitas, dan kemampuannya secara efektif mencegah terjadinya perpindahan oksigen, karbon dioksida, dan uap air (Nairfana & Ramdhani, 2021). Di luar manfaat ini, kelemahan plastik yaitu tidak dapat terurai secara hayati atau tidak mudah terurai di lingkungan karena mikroba tidak dapat menghasilkan enzim yang digunakan untuk memecah polimer petrokimia (Sinaga *et al.*, 2013). Penggunaan kemasan pangan berbahan *biodegradable* menjadi salah satu solusi permasalahan tersebut.

Seiring dengan kemajuan teknologi, sudah banyak dilakukan pengembangan kemasan pangan yang berasal dari sumber daya organik khususnya pati yaitu pembuatan *film* yang dapat dimakan (*edible film*) yang terbuat dari plastik *biodegradable*. Pemilihan pati jagung sebagai bahan utama pembentuk film disebabkan oleh sifat higroskopisnya yang lebih rendah pada tingkat kelembaban relatif (RH) 50% yaitu sekitar 11% dibandingkan dengan pati singkong (13%), pati beras (14%), dan pati kentang (18%). Pati

jagung juga memiliki lebih banyak amilosa sekitar 27%, sementara pati kentang hanya sekitar 22% dan pati singkong hanya sekitar 17%. Kandungan amilosa memainkan peran penting dalam membuat film yang dapat dimakan menjadi lebih lentur dan kuat (Amaliya & Widya, 2014). Penggunaan pati dalam pembuatan *edible film* masih memiliki kekuatan mekanik yang rendah karena cenderung menjadi rapuh dan kaku sehingga diperlukan penambahan bahan lain agar *edible film* tersebut bisa lebih elastis. Salah satu hidrokoloid dari *marine biota* yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku produksi *edible film* yaitu karagenan.

Karagenan adalah getah rumput laut atau senyawa hidrokoloid yang diekstrak menggunakan air atau alkali (Meiyasa *et al.*, 2022). Karagenan memiliki manfaat signifikan dalam industri pangan, yaitu sebagai tambahan yang mampu meningkatkan stabilitas, tekstur, dan kualitas produk pangan. Karagenan berfungsi sebagai *gelling agent* dan *thickener* yang efektif, yang membantu menghasilkan tekstur makanan yang lebih stabil dan kohesif (Prihastuti & Abdassahm, 2019). Karagenan juga dapat membentuk lapisan pelindung di permukaan makanan, menjaga kualitas dan kesegaran produk dengan menghambat oksidasi dan degradasi (Hotchkiss *et al.*, 2016). Sifat hidrokoloid pada karagenan dapat membuatnya menjadi bahan dasar yang menjanjikan untuk pembuatan *edible film*.

Penelitian tentang pengaruh karagenan pada *edible film* berbahan dasar pati jagung sudah pernah dilaporkan. Hasil penelitian Saragih *et al.* (2016) melaporkan bahwa penambahan konsentrasi 0,8 g karagenan pada formulasi *edible film* pati jagung memberikan hasil terbaik pada ketebalan sebesar 0,144 mm dan laju perpindahan air 0,055 g/jam. Ismawanti *et al.* (2020) juga melaporkan formulasi *edible film* dengan konsentrasi pati jagung 2,5 %, karagenan 1% dan bekatul padi 0,25% menghasilkan nilai terbaik sesuai karakteristik viskositas sebesar $165,1 \pm 5,3$ cP, kadar air sebesar $14,65 \pm 0,05\%$, dan nilai WVTR sebesar $60,13 \pm 0,05$ g/m²/jam. Penelitian terdahulu pada *edible film* pati jagung yang melibatkan penggunaan karagenan belum mencakup pengujian sifat mekanis dan analisis gugus fungsi *edible film*, sehingga berdasarkan hal tersebut perlu dikaji pengaruh karagenan yang berbeda pada *edible film* pati jagung terhadap sifat mekanis dan analisis gugus fungsinya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi karagenan terbaik untuk menghasilkan *edible film* berdasarkan karakteristik sifat mekanis serta identifikasi gugus fungsinya.

METODE PENELITIAN

Pembuatan *Edible Film* (Modifikasi Saragih *et al.*, 2016)

Karagenan yang digunakan berasal dari rumput laut jenis *Eucheuma cottoni* dan modifikasi metode pembuatannya diadaptasi dari Saragih *et al.* (2016). Pembuatan *edible film* diawali dengan tepung pati dan karagenan divariasikan dengan perbandingan 3:1, 4:1 dan 5:1. Variasi konsentrasi karagenan 2, 2.5 dan 3 g dipilih untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap sifat mekanis dan fisik *edible film*. Peningkatan konsentrasi karagenan diharapkan meningkatkan sifat mekanis *edible film* melalui pembentukan matriks yang lebih kuat. Akuades diencerkan hingga 100 mL pada campuran karagenan dan tepung pati lalu ditambahkan sorbitol 5 mL dan cuka 5 mL. Rancangan formulasi *edible film* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula *edible film*

Bahan	Konsentrasi karagenan		
	2 g	2.5 g	3 g
Pati jagung (g)	10	10	10
Sorbitol (mL)	5	5	5
Asam cuka (mL)	5	5	5
Aquades (mL)	100	100	100

Komposisi bahan pati jagung dipilih karena memiliki lebih banyak amilosa yang memberikan kekuatan pada film sedangkan sorbitol digunakan sebagai plasticizer untuk meningkatkan elastisitas film (Amaliya & Widya, 2014). Penambahan asam cuka untuk menurunkan pH yang mendukung gelasi karagenan (Ganesan *et al.*, 2019). Larutan *edible film* lalu dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga suhunya mencapai 50 °C sambil diaduk menggunakan *stirrer*. Larutan *edible film* yang terbentuk dituangkan dalam cawan petri dan dikeringkan pada suhu ruang selama 3 hari sehingga didapatkan *edible film*. Film yang telah kering, selanjutnya dilepaskan untuk disimpan. *Edible film* yang dihasilkan siap untuk dilakukan proses pengujian

Analisis Kekuatan Tarik (Setiani *et al.*, 2013)

Proses pengujian kekuatan tarik dilakukan menggunakan alat *Mesdan Lab Strength* tipe *Tensolab 5000*. Pengujian dilakukan dengan cara ujung sampel dijepit mesin penguji *tensile* lalu dilakukan pencatatan ketebalan dan panjang awal sampel. Tombol *start* pada 1650 computer ditekan kemudian alat akan menarik sampel dengan kecepatan 100 mm/menit sampai sampel putus. Nilai kekuatan tarik didapatkan dari hasil pembagian tegangan maksimum dengan luas penampang melintang. Luas penampang melintang didapatkan dari hasil perkalian panjang awal sampel dengan ketebalan awal sampel. Uji kekuatan tarik dilakukan pada tiga sampel *edible film* yang kemudian dihitung rata-ratanya. Kekuatan tarik *edible film* dihitung dengan persamaan berikut:

$$\tau = \frac{F \max}{A}$$

Keterangan:

- τ = kekuatan Tarik (Mpa)
F max = tegangan maksimum
A = luas penampang melintang (mm²)

Analisis Perpanjangan Putus (Setiani *et al.*, 2013)

Pengukuran perpanjangan putus dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian kuat tarik. Perpanjangan dinyatakan dalam persentase, dihitung dengan cara:

$$\text{Perpanjangan putus (\%)} = \frac{\text{regangan saat putus (mm)}}{\text{panjang awal (mm)}} \times 100$$

Analisis Ketebalan (Taufik, 2011)

Edible film yang dihasilkan diukur ketebalannya menggunakan mikrometer dengan ketelitian alat 0,0001 mm. Pengukuran dilakukan pada lima tempat yang berbeda untuk mendapatkan ketebalan rata-rata yang mewakili contoh. Lima tempat berbeda tersebut, yaitu pada sisi atas, sisi bawah, sisi kiri, sisi kanan dan titik tengah *edible film*.

Analisis Kelarutan (Indarti *et al.*, 2022)

Pengujian kadar air dilakukan dengan cara *edible film* (15 x 40 mm) dipotong dan ditimbang (W0) pada cawan porselen. Selanjutnya, potongan dikeringkan pada suhu 105 °C selama 24 jam dan ditimbang kembali (W1). *Film* kering ditempatkan dalam botol kaca yang mengandung 50 mL air suling lalu disimpan selama 24 jam pada suhu kamar (25 °C). Setelah itu, film ditimbang kembali dan merupakan bobot terakhir yang dicatat. Perhitungan kelarutan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

Keterangan:

- W0 = Berat *edible film* basah
W1 = Berat *edible film* kering

Analisis Gugus Fungsi dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) (Barizao *et al.*, 2022)

Analisis gugus fungsi dengan FTIR bertujuan untuk mengetahui proses yang terjadi pada pencampuran apakah secara fisik atau kimia karena itu sampel pada tiap proses pembuatan *edible film* dianalisis dengan FTIR. Sampel ditempatkan ke dalam set holder, kemudian dicari spektrum yang sesuai. Hasilnya akan didapatkan difraktogram hubungan antara bilangan gelombang dengan intensitas. Spektrum FTIR direkam menggunakan spektrofotometer pada suhu ruang.

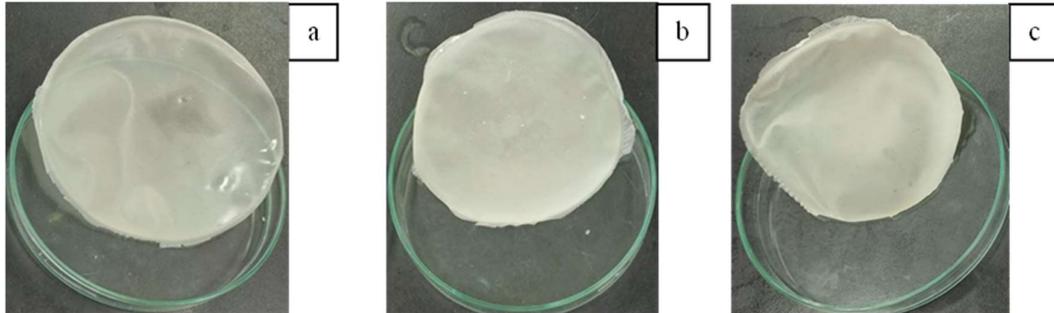
Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan, yaitu rancangan acak lengkap (RAL) yang mengacu pada Hanafiah (2004). Data yang diperoleh diuji normalitas dan homogenitasnya sebelum dilakukan analisis ANOVA. Analisis data dilakukan dengan *Analysis of Variant* (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% ($\alpha = 0.05$). Perlakuan yang berpengaruh terhadap respon, selanjutnya diuji lanjut Tukey. Perhitungan dilakukan menggunakan bantuan SPSS (*Statistical Product and Service Solution*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kenampakan *Edible Film*

Pengujian transparansi film secara visual dapat dilihat dengan cara difoto menggunakan kamera dan ditampilkan gambar dibelakang *edible film* tersebut. Kenampakan *edible film* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kenampakan *edible film* (a) karagenan 2 g; (b) karagenan 2,5 g; (c) karagenan 3 g

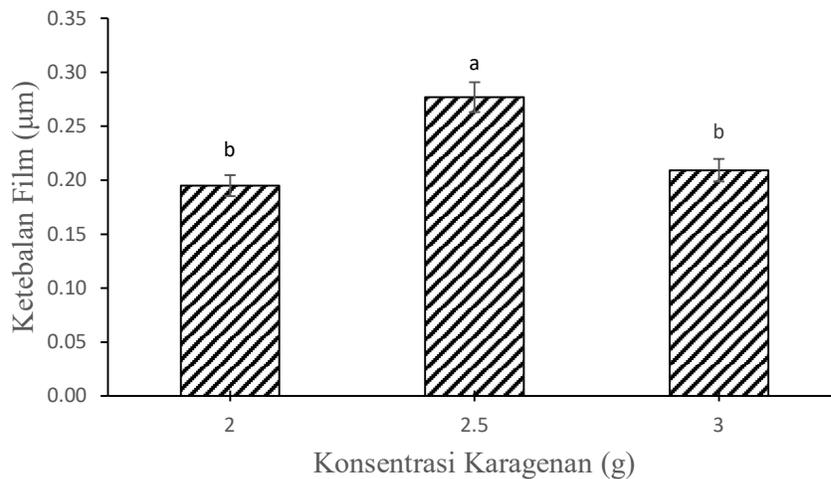
Kenampakan transparansi *edible film* secara visual dalam penelitian ini dapat diidentifikasi dengan melihat bagian cawan petri yang terlihat melalui film tersebut. Gambar 1 menunjukkan bahwa penambahan 2 g karagenan dapat menghasilkan transparansi *edible film* yang lebih tinggi. Peningkatan konsentrasi karagenan yang ditambahkan dalam *edible film* menyebabkan kekeruhan pada warnanya dan akibatnya menurunkan transparansi *edible film*. Hal ini kurang memuaskan karena akan menghasilkan kemasan makanan yang buram (Nguyen *et al.*, 2020). Karagenan dengan konsentrasi tinggi pada larutan film dapat membentuk struktur formasi heliks yang lebih banyak kemudian diikuti agregasi heliks akibat dipicu oleh suhu. Agregasi heliks yang banyak tersebut dapat menyebabkan terjadinya opasitas cahaya sehingga menghasilkan *edible film* yang kurang transparan (Patel *et al.*, 2013). Hal senada juga telah dikemukakan Paula *et al.* (2015) menyatakan bahwa campuran komponen polisakarida seperti karagenan dan alginat dapat membentuk agregat lebih besar pada larutan film sehingga dapat merusak sifat optik dengan menghamburkan cahaya.

Ketebalan Film

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jumlah karagenan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap ketebalan *edible film*. Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan ketebalan *edible film* pada perlakuan 2,5 g karagenan berbeda nyata dengan 2 g dan 3 g karagenan. Kualitas *edible film* sebagai pengemas produk pangan salah satunya adalah ketebalan. *Edible film* yang memiliki ketebalan baik akan memberikan perlindungan terhadap produk pangan yang dikemas. Ketebalan *edible film* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.

Tingginya nilai ketebalan *edible film* pada perlakuan 2,5 g dibandingkan 2 g karagenan diduga karena adanya penambahan konsentrasi karagenan. Rusli *et al.* (2017) menyatakan bahwa penambahan lebih banyak karagenan dalam proses pembuatan *edible film* menyebabkan peningkatan jumlah padatan terlarut dalam larutan pembentuk film tersebut sehingga ketebalan dari *edible film* yang dihasilkan akan semakin meningkat. Pada perlakuan 3g terjadi penurunan ketebalan *edible film*, hal ini diduga karena ikatan antar molekul pati jagung menjadi lemah pada konsentrasi karagenan 3 g dan selebihnya. Hasil yang sama ditunjukkan pada penelitian Giyatmi *et al.* (2017) bahwa *edible film* pati sagu-karagenan pada perlakuan 0% hingga konsentrasi 40% menunjukkan kecenderungan nilai ketebalan film meningkat, namun perlakuan lebih tinggi pada konsentrasi 60% dan 80% nilai ketebalan filmnya berkurang. Perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi karagenan 3 g karena menghasilkan *edible film* dengan ketebalan yang lebih tipis dibandingkan perlakuan 2,5 g namun lebih tebal dibandingkan perlakuan 2 g sehingga memberikan keseimbangan antara ketebalan dan sifat mekanis. *Edible film* yang dihasilkan tidak hanya meningkatkan fleksibilitas dan daya larut namun juga memberikan kekuatan dan ketahanan yang optimal. Perlakuan

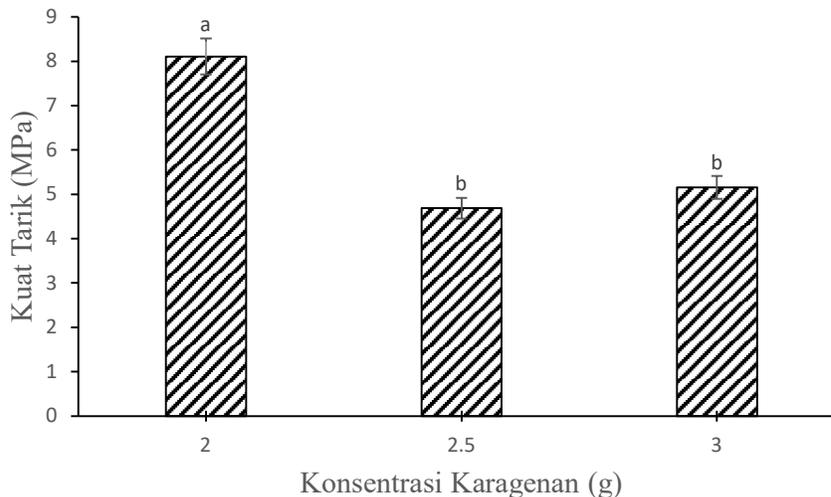
konsentrasi karagenan 2 g dan 3 g sudah sesuai standar ketebalan *edible film* menurut *Japanese Industrial Standard* yaitu maksimum 0,25 mm (Japanese Standards Association, 2019).



Gambar 2. Ketebalan *edible film* dari konsentrasi karagenan yang berbeda; Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan signifikan berbeda ($p < 0,05$)

Kuat Tarik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jumlah karagenan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kuat tarik *edible film*. Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan ketebalan *edible film* pada perlakuan 2 g karagenan berbeda nyata dengan 2,5 g dan 3 g karagenan. Kuat tarik merupakan tegangan regangan maksimal contoh atau sampel hingga terputus. Besarnya nilai kuat tarik akan menunjukkan kemampuan *edible film* dalam melindungi produk pangan yang akan dilapisi agar tidak terjadi kerusakan (Aisyah *et al.*, 2018). Hasil kuat tarik *edible film* dapat dilihat pada Gambar 3.



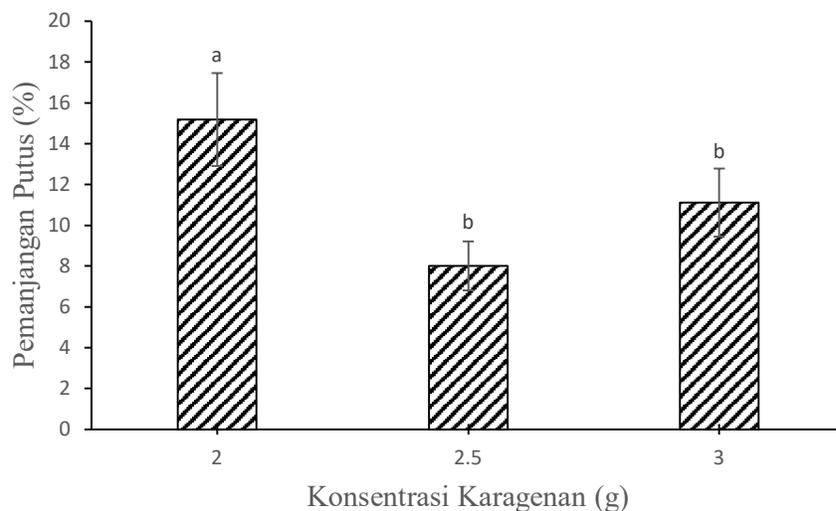
Gambar 3. Kuat tarik *edible film* yang dihasilkan menggunakan konsentrasi karagenan yang berbeda; Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan signifikan berbeda ($p < 0,05$)

Penurunan nilai kuat tarik *edible film* cenderung terjadi seiring dengan meningkatnya konsentrasi karagenan dalam proses pembuatan film. Nilai kuat tarik tertinggi *edible film* dihasilkan pada konsentrasi karagenan terendah, hal ini diduga tingginya jumlah konsentrasi karagenan yang ditambahkan sehingga terjadi kejenuhan pada pembentukan matriks film. Konsentrasi karagenan yang tinggi dapat menyebabkan

pembentukan butiran atau gumpalan dalam matriks film dan mengganggu homogenitas jaringan film matriks film mengakibatkan hilangnya gaya kohesif dalam matriks film sehingga dapat menyebabkan film menjadi lebih rapuh atau kurang kokoh (Wang *et al.*, 2017). Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Makmur *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa kuat tarik *edible film* dengan perlakuan konsentrasi karagenan 1,5% memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 18,54 Mpa dibandingkan perlakuan konsentrasi karagenan 2% yaitu sebesar 6,55 Mpa. Perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi karagenan 3 g karena meskipun tidak memiliki kuat tarik tertinggi konsentrasi tersebut memberikan keseimbangan optimal antara fleksibilitas dan kekuatan mekanis. Kuat tarik yang terlalu tinggi dapat membuat film menjadi terlalu kaku dan kurang fleksibel sehingga sulit diaplikasikan sebagai bahan pengemas makanan yang membutuhkan fleksibilitas tinggi. Secara keseluruhan nilai kuat tarik yang diperoleh dari *edible film* dalam penelitian ini telah mencapai batas standar minimum yang ditetapkan oleh *Japanese Industrial Standard* yakni sebesar 3,92 MPa (Japanese Standards Association, 2019).

Pemanjangan Putus

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jumlah karagenan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pemanjangan putus *edible film*. Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan perpanjangan putus *edible film* pada perlakuan 2 g karagenan berbeda nyata dengan 2,5 g dan 3 g karagenan. Pemanjangan putus adalah ukuran perubahan maksimum dalam panjang suatu film yang terjadi ketika film tersebut diregangkan hingga putus. Pemanjangan putus merupakan fungsi dalam menetapkan berapa persen pertambahan suatu potongan sampel *edible film* ketika ditarik sampai putus. Hasil pemanjangan putus *edible film* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pemanjangan putus *edible film* yang dihasilkan menggunakan konsentrasi karagenan yang berbeda; Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan signifikan berbeda ($p < 0,05$)

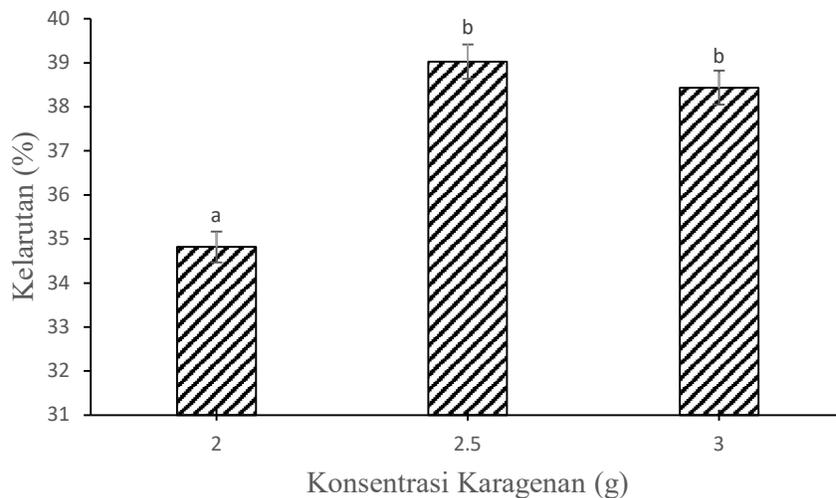
Tingginya nilai pemanjangan putus pada perlakuan 2 g berkaitan dengan nilai kuat tarik yang juga tinggi. Nilai perpanjangan putus berbanding lurus dengan nilai kekuatan tarik. Nilai kuat tarik yang lebih tinggi menunjukkan bahwa diperlukan lebih banyak energi untuk memutuskan *edible film* yang menunjukkan adanya ikatan silang yang lebih banyak dalam bahan tersebut. Keberadaan ikatan silang yang lebih banyak tersebut meningkatkan elastisitas *edible film* sehingga memiliki kemampuan yang lebih baik untuk meregang dan memiliki nilai perpanjangan putus yang lebih tinggi (Harahap & Bukit, 2020). Moga *et al.* (2018) melaporkan bahwa *edible film* dengan konsentrasi karagenan 1,5-3% memiliki nilai perpanjangan putus yang berbanding lurus dengan nilai kuat tarik. Pada konsentrasi 2 g karagenan meskipun memiliki nilai yang lebih tinggi tetapi tidak selalu memiliki hasil yang terbaik. Perlakuan terbaik terdapat pada konsentrasi 3 g karagenan yang menunjukkan keseimbangan yang lebih baik antara elastisitas dan kekuatan tarik. Hal ini sejalan dengan kebutuhan bahan pengemas yang memerlukan film tidak hanya elastis tetapi juga cukup kuat untuk menahan deformasi tanpa mudah sobek. Persentase pemanjangan

dianggap baik jika melebihi 50% sedangkan dianggap rendah jika kurang dari 10% (Krochta & Johnston, 1997).

Kelarutan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jumlah karagenan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kelarutan *edible film*. Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan kelarutan *edible film* pada perlakuan 2 g karagenan berbeda nyata dengan 2,5 g dan 3 g karagenan. Sifat penting dari *edible film* adalah kemampuannya untuk larut karena berkaitan dengan kapasitasnya dalam menahan air. Hasil analisis kelarutan *edible film* dapat dilihat pada Gambar 5.

Nilai kelarutan pada perlakuan konsentrasi karagenan 2 g yang rendah dapat dikarenakan jumlah konsentrasi karagenan yang lebih sedikit dibandingkan perlakuan lainnya sehingga interaksi dengan molekul air menjadi terbatas dan cenderung kurang larut dalam air. Menurut Setyaji *et al.* (2018), semakin banyak konsentrasi karagenan dalam larutan menyebabkan peningkatan kelarutan karena karagenan dan gliserol memiliki sifat hidrofilik. Hasil ini sesuai dengan penelitian Febiyanti *et al.* (2020) yang menyatakan hasil kelarutan tertinggi *edible film* diperoleh pada penggunaan jumlah karagenan terbanyak dengan rasio kitosan-karagenan 0,2:1,8 yaitu sebesar 91%. Kemampuan larut dalam air adalah indikasi karakteristik hidrofilik suatu *edible film* dan karagenan dikenal memiliki sifat hidrofilik. Sifat kelarutan *edible film* adalah kemampuannya untuk larut dalam air sehingga saat dikonsumsi film tersebut dapat dicerna dengan baik dan jika dibuang ke lingkungan, dapat mengalami degradasi alami (Dwimayasanti & Kumayanjati, 2019).

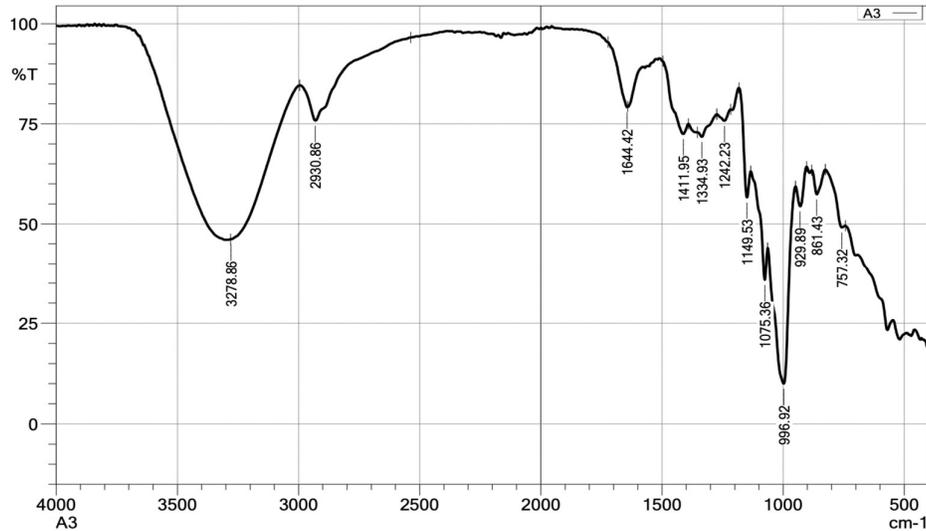


Gambar 5. Kelarutan *edible film* yang dihasilkan menggunakan konsentrasi karagenan yang berbeda; Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan signifikan berbeda ($p < 0,05$)

Gugus Fungsi *Edible Film*

Analisis gugus fungsi *edible film* dilakukan pada sampel *edible film* terpilih yaitu konsentrasi 3 g menggunakan instrumen FTIR dengan menganalisis spektrum inframerah pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel *edible film* memiliki gugus O-H pada rentang bilangan gelombang 3000-3600 cm^{-1} , ikatan C-H pada rentang bilangan gelombang 2700-3000 cm^{-1} , serta ikatan C-O pada rentang bilangan gelombang 700-1300 cm^{-1} . Hasil uji FTIR *edible film* dari perlakuan karagenan 3 g dapat dilihat pada Gambar 6.

Makmur *et al.* (2021) melaporkan bahwa *edible film* dari pati dengan penambahan karagenan terdapat ikatan O-H pada bilangan gelombang 3696-3004 cm^{-1} , C-H pada bilangan gelombang 3000-2818 cm^{-1} , dan C-O pada bilangan gelombang 1124-884 cm^{-1} . Hasil penelitian serupa juga dilaporkan oleh Setijawati *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa *edible film* dengan bahan penyusun karagenan terdapat gugus fungsional yang menunjukkan adanya gugus C-H dan obligasi O-H tunggal, dan ikatan rangkap seperti C=O.



Gambar 6. Spektrum FTIR edible film konsentrasi 3 g karagenan

KESIMPULAN

Perbedaan konsentrasi karagenan berpengaruh terhadap nilai ketebalan, kuat tarik, pemanjangan putus dan kelarutan dengan perlakuan terbaik pada konsentrasi karagenan 3 g berdasarkan sifat mekanisnya. Ketebalan pada perlakuan 3 g karagenan sebesar 0,21 mm. Kuat tarik dan pemanjangan putus pada perlakuan 3 g karagenan sebesar 5,16 MPa dan 11,11%. Kelarutan pada perlakuan 3 g karagenan sebesar 38,44%. Hasil analisis FTIR pada perlakuan 3 g karagenan terbukti telah terbentuk ikatan silang antara pati jagung dengan karagenan dengan adanya gugus O-H, C-H dan C-O.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulisan sampaikan kepada LPPM Universitas Bangka Belitung melalui DIP A Universitas Bangka Belitung Tahun 2023 melalui pendanaan peneliti muda dengan nomor DIP A 023.17.2.677533/2023 dan kontrak nomor 322.AE/UN50/L/PP/2023, yang telah memberikan dukungan dana dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Y., Irwanda, L. P., Haryani, S., and Safriani, N. (2018). Characterization of corn starch-based edible film incorporated with nutmeg oil nanoemulsion. The 7th AIC-ICMR on Sciences and Engineering 2017, Banda Aceh, Indonesia. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/352/1/012050>
- Amaliya, R., dan Widya. (2014). Karakterisasi edible film dari pati jagung dengan penambahan filtrat kunyit putih sebagai antibakteri. *Jurnal Agroindustri*, 2(3), 43-53.
- Barizao, C.L., Crepaldi, M.I., Junior, O.O.S., Oliveira, A.C., Martins, A.F., Garcia, P.S., dan Bonafe, E.G. (2020). Biodegradable films based on commercial κ-carrageenan and cassava starch to achieve low production costs. *International Journal of Biological Macromolecules*, 165, 582-590.
- Dwimayasanti, R dan Kumayajanti, B. (2019). Karakterisasi edible film dari karagenan dan kitosan dengan metode layer by layer. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 14(2), 141-150. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v14i2.603>
- Febiyanti, M., Ghozali, A. A., Redjeki, S, dan Iriani. (2020). Edible film dari tepung kappa karagenan dan kitosan cangkang rajungan dengan gliserol. *Journal of Chemical and Process Engineering*, 1(1), 16-21. DOI:[10.33005/chempro.v1i01.28](https://doi.org/10.33005/chempro.v1i01.28)
- Ganesa, A.R., Shanmugam, M., Ilansuriyan, P., Anandhakumar, R., dan Balasubramanian, B. (2019). Composite film for edible oil packaging from carrageenan derivative and konjac glucomannan: Application and quality evaluation. *Polymer Testing*, 78, 105936. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.105936>
- Giyatmi, Melanie, S., Fransiska, D., Darmawan, M., dan Irianto, H.E. (2017). Barrier and physical properties of arrowroot starch-carrageenan based biofilms. *J. Bio-Sci*, 25, 45-56. <http://www.banglajol.info/index.php/JBS/index>.
- Hanafiah, K.A. (2004). Rancangan Percobaan. Depok: PT Raja Grafindo Persada.
- Harahap, L.R., dan Bukit, N. (2020). Pengaruh campuran abu boiler kelapa sawit (abks) dan carbon black terhadap sifat mekanik kompon karet. *Jurnal Einstein*, 8(1), 14-20. <https://doi.org/10.24114/einstein.v7i3.15166>
- Hotchkiss, S., Brooks, M., Campbell, R., Philp, K., and Trius, A. (2016). The Use Of Carrageenan In Food. Hauppauge: Nova Science Publishers, Inc.

- Indarti, E., Zara, M.N., Srimarlita, A., Mohd, dan Nur, B. (2022). Karakteristik *edible film* dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan variasi konsentrasi. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 4(1), 34-39.
- Japanese Standards Association. (2019). Japanese Industrial Standard 2 1707. Japan: Japanese Standards Association.
- Krochta, J. M. and Johnston, C. D. M. (1997). Edible an biodegradable films: challenges and opportunities. *Food Technology*, 51, 61-74.
- Makmur, C. L., Dewata, I., Alizar, and Oktavia, B. (2021). Effect of addition of carrageenan on tensile strength and biodegradation of edible film from cassava peel starch. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*, 2(2), 9-17.
- Meiyasa, F., Henggu, K. U., Tarigan, N., Tega, Y. R., and Ndahwali, S. (2022). Potensi dan Bioprospekting serta Diversifikasi Produk Olahan Berbahan Dasar Rumput Laut di Indonesia. Purwodadi: Sarnu Untung.
- Moga, T., Montotolalu, R. I., Berhimpion, S., and Mentang, F. (2018). Karakteristik fisik *edible film* dari karaginan dengan penambahan asap cair. *Journal of Aquatic Science & Management*, 6(1), 15-21. DOI: [10.35800/jasm.6.1.2018.24811](https://doi.org/10.35800/jasm.6.1.2018.24811)
- Nairfana, I., dan Ramdhani, M. (2021). Karakteristik Fisik Edible Film Pati Jagung (*Zea mays* L) Termodifikasi Kitosan dan Gliserol. *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan*, 7(1), 91-102. DOI: <https://doi.org/10.29303/jstl.v7i1.224>
- Nguyen, H.N., Dinh, K.D., and Vu, L.T.K. (2020). Carboxymethyl Cellulose /Aloe Vera Gel Edible Films for Food Preservation. *In Proceedings of the 2020 5th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD)*. [10.1109/GTSD50082.2020.9303129](https://doi.org/10.1109/GTSD50082.2020.9303129)
- Patel, B. K., Campanella, O. H., and Janaswamy, S. (2013). Impact of urea on the three- dimensional structure, viscoelastic and thermal behavior of iota-carrageenan. *Carbohydrate Polymers*, 92, 1873-1879. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.11.026>
- Paula, G.A., Benevides, N.M.B., Cunha, A.P., Oliveira, A.V., Pinto, A.M.B., Morais, J.P.S., and Azeredo, H.M.C. (2015). Development and characterization of edible films from mixtures of k-carrageenan, i-carrageenan, and alginate. *Food Hydrocolloids*, 47, 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.01.004>
- Prihastuti, D., dan Abdassah, M. (2019). Karagenan dan aplikasinya di bidang farmasetik. *Majalah Farmasetika*, 4(5), 146-154. <https://doi.org/10.24198/farmasetika.v4i5.23066>
- Rusli, A., Metusalach, Salengke, dan Tahir, M.M. (2017). Karakterisasi *edible film* karagenan dengan pemlastis gliserol. *JPHPI*, 20(2), 219-229. DOI: <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.17499>
- Saragih, I. A., Restuhadi, F., dan Rossi, E. (2016). Kappa karaginan sebagai bahan dasar pembuatan *edible film* dengan penambahan pati jagung (Maizena). *Jom Faperta*, 3(1), 1-12.
- Setiani, W., Sudiarti, T., dan Rahmidar, L. (2013). Preparasi dan karakterisasi *edible film* dari poliblend pati sukun-kitosan. *Valensi*, 3(2), 100-109.
- Setijawati, D., Rudianto, Mile, L., dan Yahya. (2022). Identifikasi sifat fisik dan gugus fungsional campuran iota caragenan-fpm kulit ikan patin (*Pangasius* sp.)-tepung buah mangrove jenis *Bruguiera gymnoryza* *edible film*. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(3), 743-754.
- Setyaji, A., Wijayanti, I., dan Romadhon. (2018). Pengaruh penambahan karagenan terhadap karakteristik *edible film* gelatin kulit ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 2(2), 134-145. DOI: [10.26877/jiphp.v2i2.3133](https://doi.org/10.26877/jiphp.v2i2.3133)
- Sinaga, L. L., Rejekina, M.S., dan Sinaga, M.S. (2013). Karakteristik *edible film* dari ekstrak kacang kedelai dengan penambahan tepung tapioca dan gliserol sebagai bahan pengemas makanan. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(4),12-16. DOI: <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i4.1485>
- Taufik, M. (2011). Potensi kulit kaki broiler sebagai bahan dasar gelatin dan *edible film*. [Disertasi]. Universitas Gadjah Mada.
- Wang, K., Wang, W., Ye, R., Liu, A., Xiao, J., Liu, Y., and Zhao, Y. (2017). Mechanical properties and solubility in water of corn starch-collagen composite films : Effect of starch type and concentrations. *Food Chem.*, 216, 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.048>