

Penambahan Glukosa Terhadap Karakteristik Fisik *Edible Film* dari Kappa-Karagenan dengan *Plasticizer* Sorbitol

Effect of Glucose Addition on Physical Characteristics of Edible Film from Kappa-Carrageenan Using Sorbitol Plasticizer

Nadia Gita Bestari¹, Eka Saputra^{2*}, dan Dwi Yuli Pujiastuti³

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

^{2*}Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

Article Info

Received: 2024-05-13

Revised: 2024-06-21

Accepted: 2024-06-22

Online: 2024-09-27

Koresponding:

Eka Saputra, Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

E-mail:

ekasaputra@fpk.unair.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi pangan yang semakin maju menghasilkan berbagai inovasi produk pangan yang baru, salah satu contohnya adalah *edible film*. *Edible film* dapat dibuat dari bahan polisakarida seperti kappa karagenan dengan penambahan *plasticizer* sorbitol dan glukosa untuk memperbaiki karakteristik fisiknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan glukosa terhadap sifat fisik *edible film* dari kappa karagenan dan *plasticizer* sorbitol. Penelitian yang dilakukan adalah eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan terdiri dari konsentrasi glukosa 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5%. Analisis data menggunakan ANOVA, kemudian dilanjutkan dengan uji DMRT. Hasil penelitian membuktikan bahwa glukosa berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap karakteristik fisik *edible film*. Hasil optimal terdapat pada konsentrasi glukosa 0,5%, dengan nilai ketebalan 0,0972 mm, laju transmisi uap air 3,319 g/m²/hari, kuat tarik 3,2648 MPa, dan pemanjangan 22,34%.

Kata kunci: *Edible Film*, Glukosa, Ketebalan, Kuat Tarik

Abstract

The development of increasingly advanced food technology has resulted in various new food product innovations, one example of which is edible film. Edible films can be made from polysaccharides such as kappa carrageenan with the addition of sorbitol and glucose plasticizers to improve their physical characteristics. This research aims to determine the effect of adding glucose on the physical properties of edible film from kappa carrageenan and sorbitol plasticizer. The research carried out was experimental using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and five replications. Treatment consisted of glucose concentrations of 0%, 0.5%, 1%, and 1.5%. Data analysis used ANOVA, then continued with the DMRT test. The research results prove that glucose has a significant effect ($p < 0.05$) on the physical characteristics of edible film. Optimal results were found at a glucose concentration of 0.5%, with a thickness value of 0.0972 mm, water vapor transmission rate of 3.319 g/m²/day, tensile strength of 3.2648 MPa, and elongation of 22.34%.

Keywords: *Edible Film*, Glucose, Thickness, Tensile Strength

1. Pendahuluan

Alternatif kemasan pangan menjadi salah satu contoh perkembangan di bidang teknologi pangan. Kemasan pangan yang bersifat ramah lingkungan dengan bahan dasar hasil produk perikanan merupakan suatu cara yang tepat dalam memaksimalkan pemanfaatan produk perikanan. *Edible film* merupakan salah satu alternatif kemasan pangan yang bersifat ramah lingkungan dan memiliki kemampuan dalam mempertahankan mutu suatu bahan pangan (Diova *et al.*, 2013). *Edible film* merupakan suatu lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dimakan, yang digunakan untuk melapisi permukaan komponen makanan dan memiliki fungsi sebagai penghambat migrasi kelembaban, oksigen, karbondioksida, aroma dan lipid. Umumnya *edible film* terbuat dari bahan yang bersifat hidrokoloid protein, karbohidrat, serta lemak maupun campurannya (Fatma *et al.*, 2014).

Karagenan merupakan suatu polimer larut air yang memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan tipis untuk mengurangi penyusutan, kebocoran dan kerusakan pangan, sehingga dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* (Skurtys *et al.*, 2010). Namun *edible film* yang hanya menggunakan bahan dasar polisakarida memiliki sifat rapuh, kaku dan tidak elastis, sehingga perlu penambahan *plasticizer* yang dapat memperbaiki sifat kaku dan meningkatkan elastisitasnya. Sorbitol memiliki kelarutan terhadap air

yang lebih rendah dari pada gliserol sehingga lebih dapat mengatasi kelemahan film dari polisakarida yang hidrofilik (Fatma *et al.*, 2014). Sorbitol merupakan *plasticizer* yang sering digunakan dalam pembuatan *edible film*, karena penambahannya dapat meningkatkan fleksibilitas dan menurunkan kerapuhan *edible film* yang dihasilkan dengan memperlebar jarak antar molekul penyusun film (Riyanto *et al.*, 2017).

Penambahan sejumlah *plasticizer* pada pembuatan *edible film* dapat memperkuat ikatan molekul pada matriks film yang dihasilkan, sehingga dapat memperbaiki sifat fungsional tertentu pada *edible film*. Semakin banyak *plasticizer* yang ditambahkan, maka *edible film* akan memiliki kadar air yang semakin tinggi, sehingga lebih lentur dan nilai persen pemanjangannya lebih besar (Riyanto *et al.*, 2017). Penambahan gula sebagai *plasticizer* pada gel pati dapat menghasilkan *edible film* dengan nilai permeabilitas uap air yang lebih rendah (Zhang and Han, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan glukosa terhadap karakteristik fisik *edible film* berbahan dasar kappa karagenan dengan *plasticizer* sorbitol, berdasarkan nilai ketebalan, laju transmisi uap air, kuat tarik, dan persentase pemanjangan.

2. Material dan Metode

Material

Bahan utama yang digunakan

adalah tepung *kappa*-karagenan dari PT. Kappa Carrageenan Nusantara, Pasuruan, Jawa Timur. Bahan lainnya adalah: glukosa, sorbitol, dan aquades. Alat yang digunakan antara lain: timbangan analitik, *magnetic stirrer*, *hot plate*, Beaker *glass*, spatula, batang pengaduk, kaca arloji, cawan porselain, oven, gelas ukur, termometer, cetakan kaca ukuran 14 cm x 14 cm, mikrometer sekrup, desikator, dan *universal testing machine*.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah penambahan glukosa yang berbeda yaitu: P0 = tanpa penambahan glukosa, P1 = 0,5 % (w/v) glukosa, P2 = 1 % (w/v) glukosa, dan P3 = 1,5 % (w/v) glukosa. Glukosa sesuai perlakuan ditambahkan ke dalam komposisi *edible film* yang terdiri dari 1,5 % (w/v) *kappa* karagenan, 2 % (v/v) sorbitol, dan 100 ml akuades.

Metode

Pembuatan Edible Film

Proses pembuatan *edible film* mengacu pada penelitian Diova *et al.* (2013) dan Pradana *et al.* (2017) dengan modifikasi. Pada tahap pertama, sebanyak 1,5 g tepung *kappa* karagenan ditambahkan aquades 100 ml ke dalam Beaker *glass*, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan dipanaskan di atas *hot plate* hingga mencapai suhu 60°C. Setelah mencapai suhu 60°C, ditambahkan *plasticizer* sorbitol sebanyak 2% (v/v) sambil terus diaduk dan dipanaskan hingga mencapai suhu 70°C yang dipertahankan selama ± 5 menit. Setelah larutan *kappa* karagenan dan *plasticizer* sorbitol homogen, ditambahkan larutan glukosa sesuai perlakuan yaitu: 0,5%; 1% dan 1,5% (w/v), dan masing-masing diaduk menggunakan *magnetic stirrer* di atas *hot plate* dengan suhu 70°C selama ± 10 menit. Selanjutnya, larutan yang telah homogen dituang ke dalam cetakan kaca berukuran 14 cm x 14 cm, kemudian dikeringkan

dalam oven suhu 50°C selama 24 jam hingga didapatkan lapisan film. Lapisan tersebut didinginkan hingga mencapai suhu ruang, kemudian dipisahkan dari cetakan.

Ketebalan

Ketebalan film diukur dengan menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,01 mm pada lima titik berbeda, kemudian nilai ketebalan diukur dari rata-rata ketebalan. Seluruh sampel lapisan film sebelumnya dikondisikan pada suhu 26-27°C.

Laju Transmisi Uap Air

Pengukuran laju transmisi uap air dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Film direkatkan pada cawan porselen yang telah berisi 10 g silica gel. Selanjutnya cawan porselen ditimbang untuk mengetahui berat awal, kemudian diletakkan di dalam desikator selama 24 jam pada RH 50-55% dan suhu 27-28°C. Cawan porselen ditimbang menggunakan timbangan analitik setelah diletakkan dalam desikator selama 24 jam untuk mengetahui berat akhir.

Kuat Tarik

Kuat tarik dapat diukur menggunakan *universal testing machine*. Sampel film dipotong dengan ukuran 10 cm x 2,5 cm. Pengujian dilakukan dengan menjepit ujung film pada mesin penguji kemudian alat akan menarik sampel hingga sampel terputus. Nilai gaya maksimum untuk memutus sampel yang diukur terbaca pada layar mesin. Kekuatan tarik (MPa), F_{max} = gaya tarik (N) dan A = luas penampang melintang (m²)

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

Persentase Pemanjangan

Pengukuran persentase pemanjangan sama dengan pengukuran kuat tarik. Pemanjangan dinyatakan dalam bentuk persen (%), dihitung dengan menggunakan rumus. Dimana L = panjang regangan saat putus (mm) dan L₀ = panjang awal (mm).

$$\text{Persentase Pemanjangan (\%)} = \frac{L}{L_0} \times 100\%$$

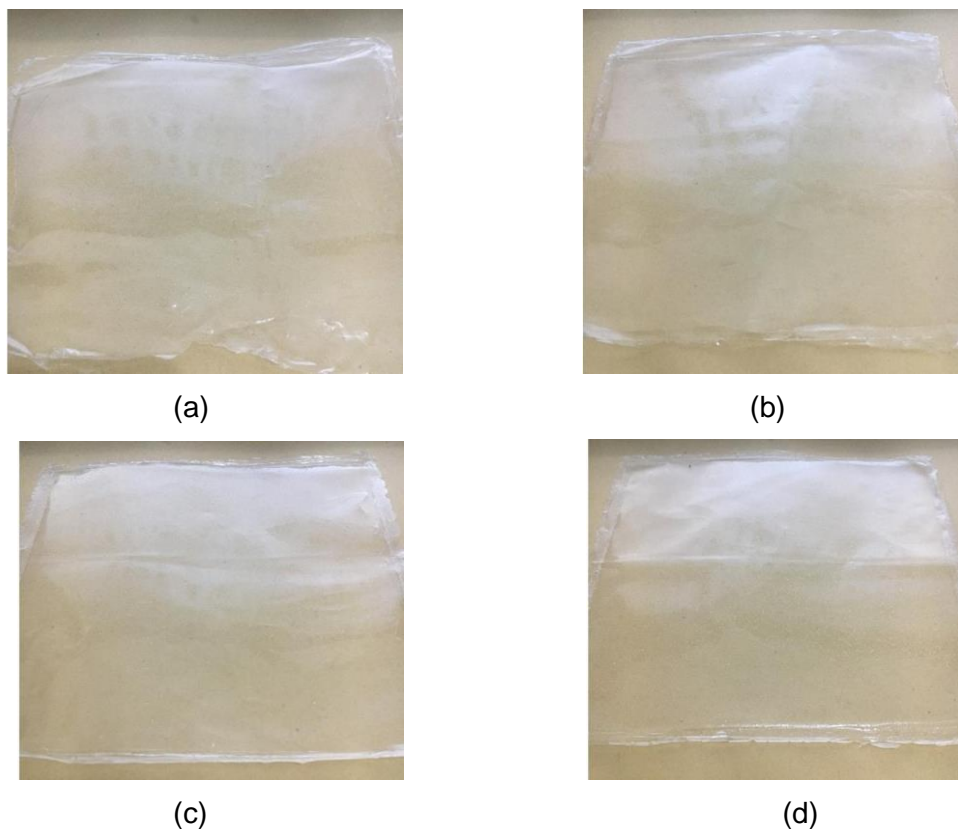
Analisis Data

Data nilai ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, dan laju transmisi uap air dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan aplikasi SPSS untuk mengetahui pengaruh perlakuan penambahan glukosa terhadap parameter pengamatan. Apabila perlakuan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap karakteristik fisik *edible film*,

maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan nyata diantara perlakuan (Kusriningrum, 2015).

3. Hasil dan Pembahasan

Penambahan glukosa dengan konsentrasi yang berbeda terlihat memengaruhi kepadatan struktur permukaan *edible film*, namun tidak memengaruhi warna atau transparansinya secara signifikan (Gambar 1).



Gambar 1. *Edible film* kappa karagenan dengan penambahan glukosa

Keterangan : a. tanpa penambahan glukosa (P0); b. glukosa 0,5% (P1); c. glukosa 1% (P2); d. glukosa 1,5% (P3).

Ketebalan

Ketebalan merupakan salah satu parameter yang penting karena dapat memengaruhi penggunaan film pada produk yang dikemasnya. Ketebalan dapat memengaruhi nilai laju transmisi uap, gas, senyawa volatil, serta sifat fisik lainnya yang terdapat pada *edible film* seperti kuat tarik dan pemanjangan yang

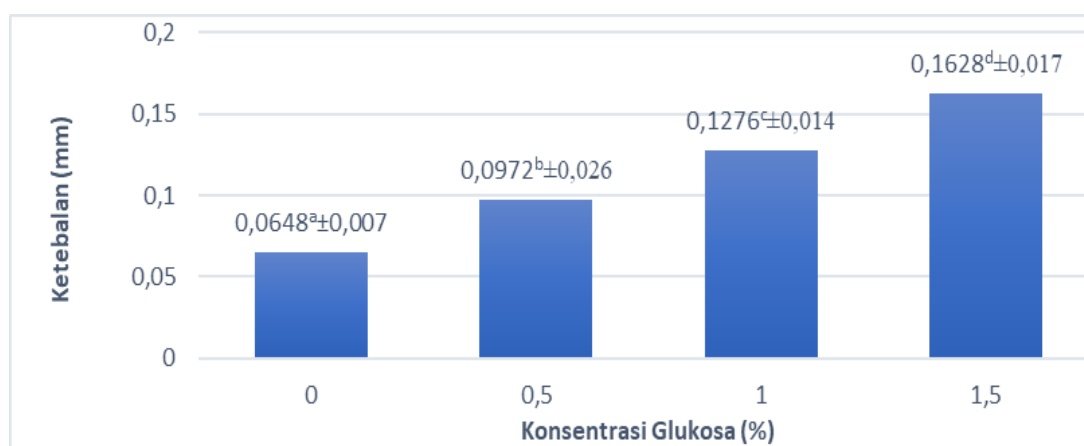
dihasilkan (Rani and Nurbani, 2016). Semakin tinggi nilai ketebalan *edible film* maka semakin kaku dan keras kenampakan fisiknya, serta meningkatkan keamanan produk yang dikemas. Namun *edible film* yang terlalu tebal memiliki beberapa kekurangan, yaitu mengurangi nilai estetika produk yang dikemasnya dan dikhawatirkan dapat mengganggu tekstur

produk (Jacob *et al.*, 2014).

Nilai ketebalan *edible film* dengan konsentrasi glukosa 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% berturut-turut yaitu $0,0648 \pm 0,007$ mm, $0,0972 \pm 0,026$ mm, $0,1276 \pm 0,014$ mm, dan $0,1628 \pm 0,017$ mm (Gambar 2). Nilai ketebalan *edible film* tersebut berbeda nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan konsentrasi glukosa. Menurut *Japanese Industrial Standard* (JIS), ketebalan maksimal *edible film* untuk kemasan makanan adalah 0,25 mm (Sofia *et al.*, 2016). Berdasarkan hal tersebut, maka *edible film* berbahan kappa karagenan dan *plasticizer* sorbitol dengan penambahan glukosa memiliki nilai yang sesuai dengan standard JIS.

Peningkatan nilai ketebalan *edible film* tersebut sesuai dengan penelitian Afifah *et al.* (2018) yang membuktikan

bahwa penambahan glukosa pada *edible film* berbahan kappa karagenan dan lilin lebah (*beeswax*) semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi glukosa yang ditambahkan. Menurut Rani and Nurbani (2016), peningkatan ketebalan *edible film* disebabkan adanya peningkatan jumlah padatan yang terlarut dalam larutan film. Sudaryanti *et al.* (2010) berpendapat bahwa peningkatan ketebalan *edible film* juga dipengaruhi konsentrasi *plasticizer* yang ditambahkan, karena molekul *plasticizer* menempati rongga yang terdapat dalam matriks *edible film* dan berinteraksi dengan molekul karagenan sehingga membentuk polimer yang menyebabkan peningkatan jarak antar polimer molekul karagenan sehingga terjadi peningkatan ketebalan *edible film*.

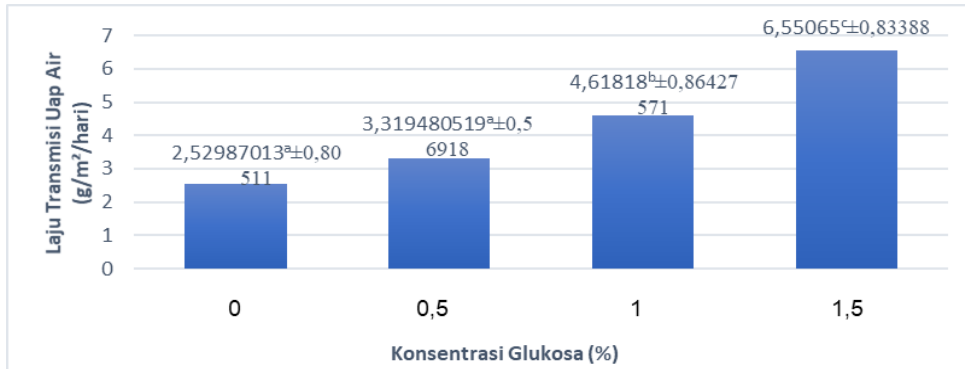


Gambar 2. Grafik nilai ketebalan *edible film* pada konsentrasi glukosa yang berbeda

Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air adalah salah satu parameter yang menunjukkan kemampuan suatu lapisan *film* untuk menahan atau meminimalkan terjadinya transfer air, udara dan gas antara produk yang dikemas dengan lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, laju transmisi uap air suatu bahan kemasan harus

memiliki nilai serendah mungkin (Afifah *et al.*, 2018). Kemampuan menahan transfer uap air sangatlah penting untuk melihat kualitas dari *edible film*. *Edible film* harus mampu menghalangi transfer uap air dari lingkungan yang kemungkinan terjadi saat kondisi kelembaban udara tinggi dan mampu mencegah hilangnya kandungan air pada produk yang dikemasnya (Mughtar *et al.*, 2011).



Gambar 3. Grafik nilai laju transmisi uap air *edible film* pada konsentrasi glukosa berbeda

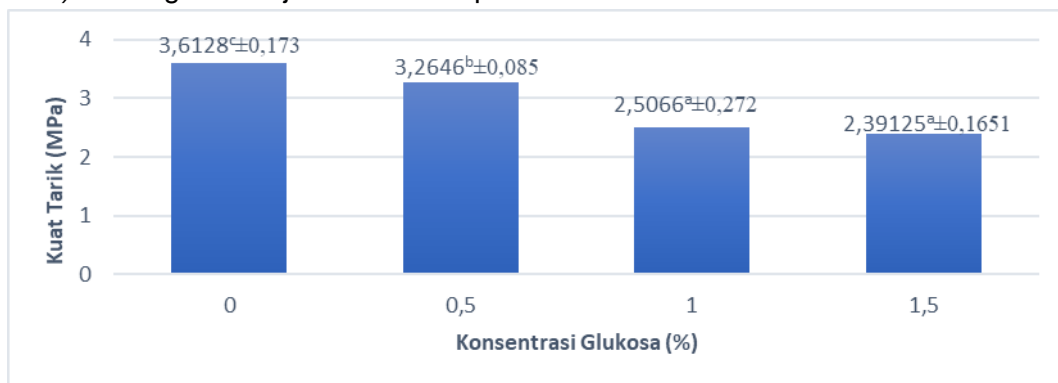
Nilai laju transmisi uap air *edible film* yang dihasilkan pada konsentrasi glukosa sebanyak 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% berturut-turut yaitu: 2,529±0,805 g/m²/hari, 3,319±0,569 g/m²/hari, 4,618±0,864 g/m²/hari, dan 6,55±0,833 g/m²/ hari (Gambar 3). *Edible film* tanpa penambahan glukosa memiliki nilai laju transmisi uap air terendah dan tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan perlakuan konsentrasi glukosa 0,5%, tetapi berbeda nyata ($p<0,05$) dengan perlakuan konsentrasi glukosa 1% dan 1,5%. Menurut *Japanese Industrial Standard* (JIS), nilai maksimal laju transmisi uap air *edible film* adalah 7 g/m²/hari (Yulistiani *et al.*, 2020; Saputra *et al.*, 2015). Berdasarkan hasil tersebut, *edible film* berbahan kappa karagenan dan *plasticizer* sorbitol dengan penambahan glukosa sesuai dengan standard JIS.

Afifah *et al.* (2018) membuktikan ada peningkatan nilai laju transmisi uap air akibat penambahan konsentrasi glukosa yang ditambahkan pada *edible film* kappa karagenan dan lilin lebah (*beeswax*). Peningkatan laju transmisi uap

air juga dipengaruhi oleh sifat hidrofilik dari *plasticizer* yang ditambahkan (Khazaei *et al.*, 2014). Penambahan *plasticizer* sorbitol yang memiliki sifat hidrofilik dapat memengaruhi laju transmisi uap air, karena sorbitol mempermudah uap air untuk menembus *film* sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan laju transmisi uap air (Hidayati *et al.*, 2019)

Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *edible film* tetap bertahan sebelum putus (Setyaningrum *et al.*, 2017). *Edible film* dengan kuat tarik yang tinggi, lebih mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis (Nugroho *et al.*, 2013). Menurut Warkoyo (2014), umumnya nilai kuat tarik yang semakin besar menunjukkan ketahanan suatu *film* terhadap kerusakan akibat terjadinya peregangan dan tekanan yang semakin besar pula, sehingga karakteristik *edible film* yang dihasilkan semakin baik.



Gambar 4. Grafik nilai kuat tarik *edible film* pada konsentrasi glukosa yang berbeda

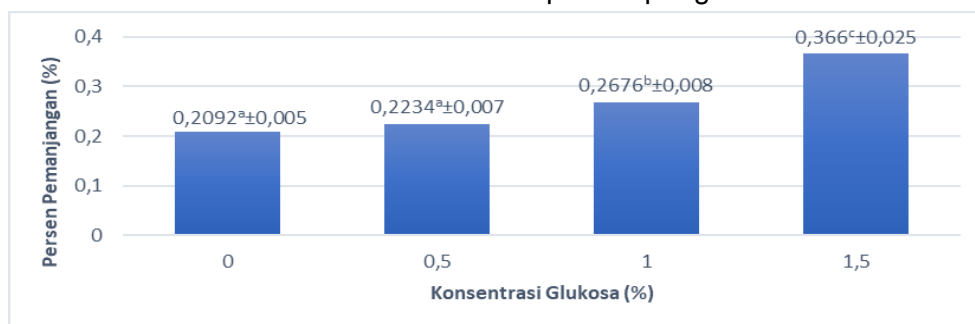
Nilai kuat tarik *edible film* yang dihasilkan pada konsentrasi glukosa 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% berturut-turut yaitu $3,612 \pm 0,173$ MPa, $3,264 \pm 0,085$ MPa, $2,506 \pm 0,272$ MPa, dan $2,391 \pm 0,165$ MPa (Gambar 4). Kuat tarik *edible film* pada perlakuan tanpa glukosa mempunyai nilai tertinggi yang berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan penambahan glukosa. Menurut *Japanese Industrial Standard* (JIS), nilai minimum kuat tarik *edible film* adalah 4 Kg/cm^2 atau senilai $0,392 \text{ Mpa}$ (Yulistiani *et al.*, 2020; Saputra *et al.*, 2015). Berdasarkan hasil penelitian, maka *edible film* kappa karagenan dan *plasticizer* sorbitol dengan penambahan glukosa sesuai dengan standard JIS.

Nilai kuat tarik *edible film* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi glukosa. Hal ini dikarenakan glukosa memiliki peran sebagai *plasticizer*, karena mampu menurunkan gaya intermolekul dan meningkatkan mobilitas molekul bahan. Menurut Putra *et al.* (2017), penambahan *plasticizer* yang semakin meningkat dapat mengurangi energi yang dibutuhkan molekul untuk melakukan pergerakan sehingga nilai kuat tariknya menurun. Sanyang *et al.* (2015 dan Afifah *et al.* (2018) juga membuktikan adanya penurunan nilai kuat tarik dari *edible film* yang berbahan dasar pati. Nilai kuat tarik yang tinggi menandakan karakteristik dari *film* tersebut baik sebagai bahan pengemas, karena kekuatannya dalam menahan tekanan semakin baik. Sebaliknya, nilai kuat tarik yang semakin rendah menandakan kekuatannya dalam menahan tekanan kurang baik (Nuansa *et al.*, 2017).

Persentase Pemanjangan

Persen pemanjangan adalah persen persentase perubahan panjang film pada saat film ditarik sampai putus (Nugroho *et al.*, 2013). Menurut Sanyang *et al.* (2015), parameter ini membantu untuk menentukan fleksibilitas dan kemuluran suatu *film*. Fleksibilitas *film* yang diinginkan tergantung pada tujuan pengaplikasiannya. Semakin besar nilai persen pemanjangan suatu *edible film* menunjukkan bahwa semakin baik *edible film* tersebut, karena lebih elastis dan tidak mudah putus sehingga mampu menahan beban dan gaya tarik yang diberikan (Yulianti and Ginting, 2015).

Nilai persen pemanjangan *edible film* yang dihasilkan pada nilai konsentrasi glukosa 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% secara berturut-turut yaitu $0,209 \pm 0,005\%$, $0,223 \pm 0,007\%$, $0,267 \pm 0,008\%$, dan $0,366 \pm 0,025\%$ (Gambar 5). *Edible film* dengan penambahan gula 1,5% memiliki nilai persen pemanjangan tertinggi yang berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan lainnya. Menurut *Japanese Industrial Standard* (JIS), nilai minimum persen pemanjangan *edible film* adalah 70 % (Yulistiani *et al.*, 2020; Saputra *et al.*, 2015). Berdasarkan standard JIS, *edible film* kappa karagenan dan *plasticizer* sorbitol dengan penambahan glukosa tidak memenuhi standard JIS. Namun apabila dibandingkan dengan standar nilai persen pemanjangan kemasan plastik yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu sebesar 21 – 220 % (Darni and Utami, 2010), maka nilai persen pemanjangan *edible film* hasil penelitian ini sesuai dengan SNI dan memiliki potensi untuk dijadikan kemasan produk pangan.



Gambar 5. Grafik Nilai persentase pemanjangan *edible film* pada konsentrasi glukosa berbeda.

Semakin tinggi konsentrasi glukosa yang ditambahkan, maka nilai persentase pemanjangan *edible film* semakin meningkat. Peningkatan penambahan konsentrasi bahan dapat menyebabkan peningkatan matriks yang terbentuk (Nugroho *et al.*, 2013). Hal tersebut sesuai dengan adanya peningkatan nilai persen pemanjangan *film* yang disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi glukosa yang ditambahkan. Glukosa memiliki sifat fungsi sebagai *plasticizer* apabila ditambahkan pada pembuatan *edible film*. *Plasticizer* mampu mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas *film* dengan cara mengganggu ikatan hidrogen antara molekul polimer yang berdekatan, sehingga kekuatan tarik-menarik intermolekul rantai polimer menjadi berkurang dan menyebabkan bertambahnya daya elastis pada *edible film* yang dihasilkan (Afif *et al.*, 2018).

4. Kesimpulan

Penambahan glukosa pada *edible film* kappa karagenan dengan *plasticizer* sorbitol berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik *edible film* yang meliputi: nilai ketebalan, laju transmisi uap air, kuat tarik, dan pemanjangan *film*. Semakin tinggi konsentrasi glukosa yang ditambahkan menyebabkan nilai ketebalan, laju transmisi uap air, dan persen pemanjangan meningkat, namun nilai kuat tarik semakin menurun. Penambahan glukosa terbaik adalah 0,5% diperoleh *edible film* dengan nilai ketebalan 0,0972 mm, laju transmisi uap air 3,319 g/m² hari, kuat tarik 3,2648 MPa, dan elongasi (pemanjangan) 22,34%.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi berharga dalam penelitian ini, salah satunya PT Kappa Carrageenan Nusantara, Pasuruan, Jawa Timur yang telah memberikan kemudahan untuk mendapatkan bahan bau rumput laut.

Kontribusi Penulis

Semua penulis telah berkontribusi

pada naskah akhir. Kontribusi seluruh penulis: Nadia Gita Bestari, dan Eka Saputra: konseptualisasi, metodologi, analisis format, penyusunan *draft* asli, penulisan *review* dan *editing*. Dwi Yuli Pujiastuti: menulis *review* dan mengedit. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.

Konflik Kepentingan

Penulis tidak memiliki konflik kepentingan terkait penelitian ini.

Pendanaan

Penelitian ini menggunakan dana mandiri.

Daftar Pustaka

- Afif, M., Wijayati, N., & Mursiti, S. (2018). Pembuatan dan karakterisasi bioplastik dari pati biji alpukat-kitosan dengan *plasticizer* sorbitol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2):102-109.
- Afifah, N., Sholichah, E., Indrianti, N., & Darmajana, D. A. (2018). Pengaruh kombinasi *plasticizer* terhadap karakterisasi *edible film* dari karagenan dan lilin lebah. *Biopropal Industri*, 9(1):49-60.
- Darni, Y., & Utami, H. (2010). Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofobitas bioplastik dari pati sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(4):88-93.
- Diova, D. A., Darmanto, Y. S., & Rianingsih, L. (2013). Karakteristik *edible film* komposit *semirefined* karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* dan sorbitol. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 2(3):1-10.
- Fatma, Malaka, R., & Taufik, M. (2014). Pengaruh variasi persentase gliserol sebagai *plasticizer* terhadap sifat mekanik *edible film* dari kombinasi whey dangke dan agar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 4(2):214-219.

- Hidayati, S., Zulferiyenni, N., & Satyajaya, W. (2019). Optimasi pembuatan *biodegradable film* dari selulosa limbah padat rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan penambahan gliserol, kitosan, CMC, dan tapioka. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2):340-354.
- Jacob, A. M., Nugraha, R., & Utari, S. P. S. D. (2014). Pembuatan *edible film* pati buah lindur dengan penambahan gliserol dan karaginan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1):14-21.
- Khazaei, N., Esmaili, M., Djomeh, Z. E., Ghasemlou, M., & Jouki, M. (2014). Characterization of new biodegradable edible film made from basil seed (*Ocimum basilicum* L.) gum. *Carbohydrate Polymers*, 102:199-206.
- Muchtar, H., Kamsina & Anova, I. T. (2011). Pengaruh kondisi penyimpanan terhadap pertumbuhan jamur pada gambir. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 22(1):36-43.
- Nuansa, M. F., Agustini, T. W., & Susanto, E. (2017). Karakteristik dan aktivitas antioksidan *edible film* dari refined karaginan dengan penambahan minyak atsiri. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan Indonesia*, 6(1):54-62.
- Nugroho, A. A., Basito, B., & Anandito, R. B. K. (2013). Kajian pembuatan *edible film* tapioka dengan pengaruh penambahan glukosa beberapa jenis kulit pisang terhadap karakteristik fisik dan mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(1):73-79.
- Pradana, G. W., Jacob, A. M., & Suwandi, R. (2017). Karakteristik tepung pati dan pektin buah pedada serta aplikasinya sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3):609-619.
- Putra, A. D., Johan, V. S., & Efendi, R. (2017). Penambahan sorbitol sebagai *plasticizer* dalam pembuatan edible film pati sukun. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 4(2):1-15.
- Rani, H., & Kalsum, N. (2016, September). Kajian proses pembuatan *edible film* dari rumput laut *Gracillaria* sp. dengan penambahan gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. Politeknik Negeri Lampung*, 219-225.
- Riyanto, D. N., Utomo, A. R., & Setijawati, E. (2017). Pengaruh penambahan sorbitol terhadap karakteristik fisikokimia *edible film* berbahan dasar pati gandum. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 16(1):14-21.
- Sanyang, M. L., Sapuan, S. M., Jawaid, M., Ishak, M. R., & Sahari, J. (2015). Effect of *plasticizer* type and concentration on tensile, thermal and barrier properties of biodegradable films based on sugar palm. *Polymers*, 7(6):1106-1124.
- Saputra, E., Kismiyati, Pramono, H., Abdillah, A. A., & Alamsjah, M. A. (2015). An edible film characteristic of chitosan made from shrimp waste as a plasticizer. *Journal of Natural Sciences Research*, 5(4):118-124.
- Setyaningrum, A., Sumarni, N. K., & Hardi, J. (2017). Sifat fisiko-kimia *edible film* agar-agar rumput laut (*Gracillaria* sp.) tersubstitusi glyserol. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 6(2):136-143.
- Skurtys, O., Acevedo D., Pedreschi F., Enrione J., Osorio F., & Aguilera J. M. (2010). Food hydrocolloid edible films and coatings. Santiago, Chile: Departement of Food Science and Technology, Universidad de Santiago de Chile.

- Sofia, I., Murdiningsih, H., & Yanti, N. (2016). Pembuatan dan kajian sifat – sifat fisikokimia, mekanikal, dan fungsional *edible film* dari kitosan udang windu. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 5(2):54-60.
- Sudaryanti, H. P., Mulyani, T., & Hansyah, E. R. (2010). Sifat fisik dan mekanis edible film dari tepung porang dan karboksimetilselulosa. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(3):196-201.
- Warkoyo, W., Rahardjo, B., Marsemo, D. W., & Karyadi, J. N. W. (2014). Sifat fisik, mekanik dan *barrier edible film* berbasis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang diinkorporasi dengan kalium sorbat. *Agritech*, 34(1):72-81.
- Yuliani, R. & Ginting, E. (2015). Perbedaan karakteristik fisik edible film dari umbi-umbian yang dibuat dengan penambahan plasticizer. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 31(2):131-136.
- Yulistiani, F., Khairunisa, N., & Fitiana, R. (2020). The effect of glycerol concentration and breadfruit flour mass on edible film characteristics. *Journal of Physics: Conference Series*. 1450(012001):1-6.
- Zhang, Y., & Han, J. H. (2006). Mechanical and thermal characteristics of pea starch films plasticized with monosaccharides and polyols. *Journal of Food Science*, 71(2):109-118.