

Pengaruh Penambahan Bubuk Selulosa Bakterial Terhadap Sifat Fisik Edible Film Gelatin

Effect of Bacterial Cellulose Powder Addition on Physical Properties of Gelatin Edible Film

Nabilah Faza Dinillah¹, Yunan Kholifatuddin Sya'di², Nurhidajah³

¹⁻³ Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

Corresponding author: nabilaj7prime@gmail.com

Abstrak

Edible film berbasis gelatin merupakan alternatif pelapis pangan ramah lingkungan yang aman dikonsumsi manusia untuk melindungi pangan dari kerusakan. Sifat mekanik dan daya tahan edible film gelatin pada kemampuan permeabilitas uap air (WVP) perlu ditingkatkan karena film tersebut mudah menyerap air, getas, dan rapuh. Selulosa bakterial memiliki keunggulan dalam meningkatkan kemampuan film seperti kekuatan mekanik serta menurunkan kemampuan penyerapan air. Penambahan bubuk selulosa bakterial diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik edible film gelatin, terutama dalam meningkatkan kekuatan mekanik dan menghambat penyerapan air, sehingga efektif untuk aplikasi sebagai pelapis pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk selulosa bakterial terhadap sifat fisik edible film gelatin. Metode penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) monofaktor dengan variasi bubuk selulosa bakterial 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Hasil menunjukkan penambahan selulosa bakterial berpengaruh sangat signifikan pada WVP dengan nilai antara $1,03 \times 10^{-14}$ - $1,80 \times 10^{-14}$ g/s.m.Pa, ketebalan dengan nilai antara 0,09 - 0,15 mm, kuat tarik dengan nilai antara 29,568 - 9,023 MPa, elongasi 5,778 - 3,889 %, dan warna 87,41 hingga 83,22. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan bubuk selulosa bakterial dapat meningkatkan WVP, ketebalan, kuat tarik dan elongasi film, tetapi menurunkan nilai warna film.

Kata Kunci: *Edible film*, gelatin, selulosa bakterial, sifat fisik.

Abstract

Gelatin-based edible films are an environmentally friendly food coating alternative that is safe for human consumption and protects food from spoilage. The mechanical properties and durability of gelatin edible films in terms of water vapor permeability (WVP) need to be improved because these films easily absorb water and are brittle and fragile. Bacterial cellulose has the advantage of improving film properties such as mechanical strength and reducing water absorption. The addition of bacterial cellulose powder is expected to improve the physical properties of edible gelatin films, particularly in increasing mechanical strength and inhibiting water absorption, making them effective for use as food coatings. This study aims to determine the effect of adding bacterial cellulose powder on the physical properties of edible gelatin films. The research method used a complete randomized design (CRD) with a single factor, varying the bacterial cellulose powder content at 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, and 5%. The results showed that the addition of bacterial cellulose had a very significant effect on WVP with values between 1.03×10^{-14} - 1.80×10^{-14} g/s.m. Pa, thickness with values between 0.09 and 0.15 mm, tensile strength with values between 29.568 and 9.023 MPa, elongation of 5.778 to 3.889%, and color of 87.41 to 83.22. This study shows that the addition of bacterial cellulose powder can increase the WVP, thickness, tensile strength, and elongation of the film, but reduces the color value of the film.

Keywords: *Edible film, gelatin, bacterial cellulose, physical characteristic.*

PENDAHULUAN

Plastik sering digunakan sebagai media pelindung makanan, salah satunya sebagai pelapis, yang berfungsi menjaga kualitas dan mencegah kerusakan pangan akibat kontak dengan udara, debu, bakteri, dan faktor eksternal lainnya, namun, penggunaan plastik sebagai pelapis dalam jangka panjang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, baik di tanah maupun air, karena waktu penguraianya yang lama, selain itu, residu degradasi polimer dan migrasi senyawa kimia dari plastik kedalam bahan pangan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia. Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan, seperti penggunaan edible film sebagai bahan pelapis primer yang dapat terurai dan aman untuk dikonsumsi.

Edible film merupakan pengemas atau pelapis makanan dengan bentuk berupa lapisan tipis yang dapat dikonsumsi langsung dengan produk yang dikemas dengan ketebalan kurang dari 0,25 mm (Saputro, et al., 2018). Pemanfaatan edible film pada makanan digunakan untuk produk seperti permen, sushi, dan lain sebagainya, yang mana penggunaan edible film ini, akan mengelilingi produk (makanan). Selain itu, terdapat keunggulan yang dimilikinya yaitu dapat langsung dimakan bersama dengan produk yang dikemas, tidak mencemari lingkungan, dapat juga sebagai pembawa flavor atau warna, serta berperan sebagai zat antimikroba dan antioksidan, dibandingkan dengan pengemas berbahan polimer.

Gelatin mempunyai sifat hidrokoloid atau dapat larut dalam air dan mampu membentuk gel pada larutan. Gelatin merupakan salah satu biopolimer yang sering digunakan dalam pembuatan edible film karena memiliki kandungan prolin, glisin dan hydroxyprolin yang membuat gelatin memiliki kemampuan membentuk film yang baik (Wijayani et al., 2021). Kelemahan edible film berbasis gelatin memiliki sifat mekanik yang kurang baik, seperti rapuh, kuat tarik yang rendah serta sensitif terhadap kelembaban, sehingga perlu adanya penambahan polisakarida pada pembuatan edible film yang mampu meningkatkan pembentukan film gelatin. (Kazemi dan Rezaei, 2015). Penambahan polisakarida yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan selulosa bakterial atau selulosa bakteri, karena dengan adanya penambahan selulosa bakterial pada gelatin mampu meningkatkan kemampuan kuat tarik, elongasi dan menurunkan permeabilitas uap air dari film (Thongsrikhem, et al., 2022).

Selulosa bakterial merupakan selulosa tanaman, yang didapatkan dari proses fermentasi dengan bantuan bakteri (mikroorganisme). Biasanya, selulosa dapat diperoleh dari kelapa, yang merupakan biopolimer dengan manfaat sebagai bahan pengisi pada berbagai jenis biokomposit (Khan, et al., 2014). Kelapa memiliki kandungan nutrisi yang tinggi terutama pada airnya, hal ini membantu proses pembentukan selulosa bakterial sehingga Nata De Coco dapat terbentuk karena adanya proses fermentasi air kelapa melalui bantuan bakteri *Komagataeibacter xylinus*, atau yang biasanya dikenal dengan nama selulosa bakterial (Safiah, 2023). Selain itu, selulosa bakterial memiliki kelebihan lain seperti ketersediaannya yang

berkelanjutan sepanjang tahun dan kemampuannya yang dapat terurai alami (biodegradable) (Ismaya, et al., 2021). Salah satu negara yang kaya akan bahan baku bioselulosa (nanas, kelapa, jerami, rumput laut, dan padi) yaitu Indonesia (Esa, et al., 2014).

Berdasarkan penelitian Yekta et al.,(2020), menjelaskan bahwa penambahan selulosa bakterial 5% mampu memberikan keseimbangan terhadap kemampuan fisik film dan menurunkan nilai water vapour permeability (WVP), karena adanya interaksi antar ikatan hidrogen dalam mengurangi jumlah hidroksil yang tersedia untuk mengikat uap air (Liu, et al., 2020), yang sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan Ningwulan (2012). Penelitian Rohaeti dan Rahayu (2014) memperoleh hasil bahwa penambahan selulosa bakterial mampu meningkatkan nilai kuat tarik dan elongasi film sebanyak 0,5%, sehingga perlu dilakukan eksplorasi lebih lanjut terkait konsentrasi penambahan selulosa bakterial (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%) terhadap edible film gelatin serta mengetahui bagaimana pengaruh penambahan selulosa bakterial terhadap karakteristik fisik (water vapour permeability (WVP), ketebalan, warna, kuat tarik dan elongasi).

BAHAN DAN METODE

BAHAN

Bahan yang digunakan pada pembuatan edible film meliputi air kelapa tua yang segar dengan rentang pH 4,5-6 yang diperoleh dari penjual kelapa di pasar pedurungan, gelatin kulit ikan merk Radman yang diperoleh dari online, kitosan yang diperoleh dari online, asam asetat, gliserol, sukrosa, amonium sulfat (ZA) kristal, media starter *Komagataeibacter xylinus*, dan bubuk selulosa bakterial.

METODE

Pembuatan Bubuk selulosa bakterial (Modifikasi Yunan et al., 2017)

Pembuatan bubuk selulosa bakterial diawali dengan penyaringan. Penyaringan air kelapa, lalu dilanjutkan dengan proses perebusan dengan suhu 100°C. Kemudian penambahan dan pencampuran sukrosa, bertujuan sebagai sumber karbon, dan amonium sulfat (ZA) sebagai sumber nitrogen. Setelah larutan air kelapa dingin, kemudian ditambahkan asam asetat sampai pH 4,5-4,7. Kemudian pindahkan kedalam wadah box plastik yang telah steril, lalu inokulasi menggunakan starter *Komagataeibacter xylinus* dan inkubasi selama 7 hari, maka akan diperoleh selulosa bakterial/bakteri selulosa. Kemudian rebus hingga selama 15 menit, ini bertujuan untuk menghentikan pertumbuhan *Komagataeibacter xylinus*, lalu bilas hingga pH netral. Potong dengan menggunakan pisau, dan masukkan kedalam kabinet dryer ($\pm$ 60°C). Setelah kering, haluskan dengan menggunakan disk mill atau grinder, lalu ayak menggunakan saringan 100 mesh, maka akan memperoleh bubuk selulosa bakterial.

Pembuatan Edible Film (Modifikasi Agustin et al., 2021)

Pembuatan edible film pada penelitian ini dilakukan dengan cara melarutkan gelatin (5% b/v) ke dalam aquades, selanjutnya dilakukan pemanasan di atas magnetic stirrer pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 90 menit hingga larut. Larutan gelatin dicampur dan ditambahkan gliserol 20%. Selanjutnya dilakukan pemanasan di atas hot plate stirrer pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 90 menit hingga larut. Kemudian dicampurkan bubuk selulosa bakterial (0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%) ke dalam larutan campuran tersebut. Tambah bubuk selulosa bakterial dan homogen selama 25 menit. Larutan dituangkan ke cetakan yang luasnya 400 cm². Larutan dikeringkan di suhu ruang. Edible film yang didapatkan diuji sifat fisik.

Uji WVP (Water Vapour Permeability) (Agustin et al., 2021)

Uji Water Vapour Permeability (WVP) pada edible film menggunakan metode ASTM E-96-95 yang telah dimodifikasi. Edible film dipotong berbentuk persegi (4x4cm), rekatkan film dengan bantuan karet gelang pada mulut tabung reaksi yang sebelumnya diisi dengan aquades. Kemudian timbang tabung dan tempatkan dalam ruangan dengan suhu dan kelembaban yang telah ditentukan. Selama 2,5 jam, perubahan berat tabung yang disebabkan oleh berkurangnya uap air di dalam tabung diukur melalui penimbangan setiap 30 menit. Permeabilitas uap air dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$WVTR = \frac{g}{(s.m^2)} = \frac{\Delta W}{\Delta t \times A}$$

Keterangan :

WVTR : Laju transmisi uap air

ΔW : perubahan berat (gram)

Δt : Waktu Pengukuran (menit)

A : luas area yang diuji (m²)

$$\text{Permeance} = \frac{g}{(s.m^2.Pa)} = \frac{WVTR}{\Delta P}$$

Keterangan :

Permeance : kemampuan film dalam menghantarkan uap air

ΔP : selisih tekanan uap air (Pa)

$$WVP = \frac{g}{(s.m.Pa)}$$

Keterangan :

WVP : Permeabilitas Uap Air (g s⁻¹m⁻¹Pa⁻¹)

Uji Ketebalan (Modifikasi Ratnawati & Afifah, 2019)

Larutan edible film sebanyak 50 mL dituangkan ke setiap cetakan untuk pembentukan film. Ketebalan edible film yang telah kering kemudian diukur menggunakan mikrometer sekrup (Mitutoyo, Japan No. 193 101/M810-25) dengan keakuratan 0,001 mm pada 3 bagian yang berbeda, kemudian nilai ketebalan edible

film diperoleh dengan menghitung rata-rata dari hasil pengukuran tersebut, dengan satuan mm (milimeter).

Uji Kuat tarik

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat Texture Analyzer merk Brookfield CT3 4500 dengan nomor seri 8571425. Mulai dari pemasangan attachment uji tarik sesuai untuk edible film, lalu potong- potong film sesuai ukuran (panjang 10 cm, lebar 1 cm). Pilih metode uji yang dibutuhkan (uji tarik/tensile test), dan atur para meter (kecepatan, jarak, batas penarikan), kemudian tekan tombol "start" untuk mulai menguji, lalu alat akan memunculkan hasil pada monitor yang sudah terhubung dengan alat.

Uji Elongasi

Pengujian kemuluran atau elongasi edible film dilakukan menggunakan alat Texture Analyzer merk Brookfield CT3 4500 dengan nomor seri 8571425.

Uji Warna (Modifikasi Widianarta et al., 2018)

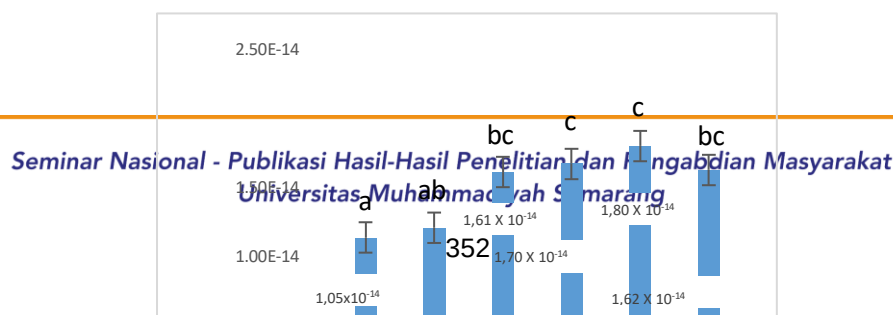
Pengujian warna *edible film* dilakukan dengan cara menempatkan film pada alas tanpa warna. Kemudian sensor pada alat pengujian ditembakkan kearah permukaan film (Permana et al., 2025). Kemudian ditunggu hingga muncul data pada layar dengan tiga parameter dalam system Hunter. Kemudian hasil uji warna akan di tunjukkan visualisasi nilai warna menggunakan aplikasi CorelDRAW. Berikut merupakan rumus untuk menghitung derajat warna pada film:

$$\text{Derajat warna} = 100 - [(100 - L)^2 + (a^2 + b^2)]^{0,5}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji WVP (Water Vapour Permeability)

Water Vapour Permeability (WVP) merupakan parameter penting dalam menilai kemampuan suatu film dapat menahan laju transmisi uap air dalam jangka waktu tertentu (Kristalia, 2020). Hasil uji WVP edible film gelatin dan kitosan dengan penambahan bubuk selulosa bakterial dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Uji WVP *Edible Film* dari Gelatin dengan Penambahan Bubuk Selulosa

Grafik 1. Menunjukkan hasil nilai uji WVP edible film dari gelatin dengan penambahan bubuk selulosa bakterial bernilai $1,03 \times 10^{-14}$ hingga $1,80 \times 10^{-14}$ g.s-1m-1Pa-1. Pada hasil analisis statistik ANOVA menunjukkan perlakuan konsentrasi bubuk selulosa bakterial pada edible film gelatin berpengaruh nyata terhadap WVP. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikan yang diperoleh yaitu 0,016 ($<0,05$).

Peningkatan nilai WVP edible film gelatin dengan penambahan bubuk selulosa bakterial yang terjadi pada 4%, terjadi karena sifat hidrofilik yang dimiliki selulosa bakterial dan gelatin, sehingga dapat menyebabkan meningkatnya gugus hidroksil bebas pada film, yang membuat film mudah menyerap air. Kasus ini selaras dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Handito, (2011) dan Sulistyio et al., (2018), pada edible film berbasis gelatin.

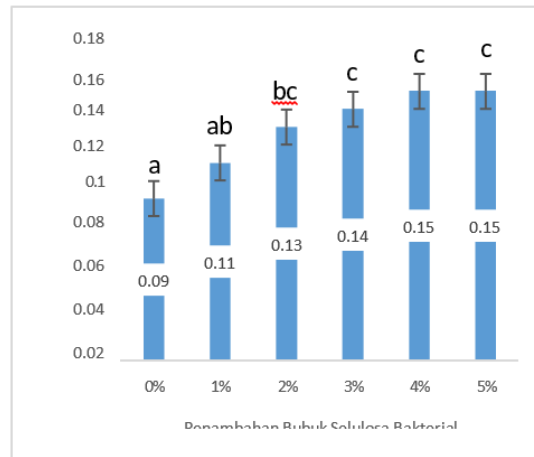
Penurunan nilai WVP yang terjadi pada penambahan bubuk selulosa bakterial 5% disebabkan oleh kondisi lingkungan dan fisik edible film, dengan penambahan 5% ini memiliki fisik yang cukup tebal, dan sedikit kaku. Fenomena ini, sesuai dengan pernyataan Dwimayasanti (2016) yang dikutip dalam Sulistyio et al., (2018), menyatakan bahwa WVP pada edible film tidak hanya dipengaruhi oleh bahan penyusunnya, tetapi juga oleh faktor-faktor lain seperti kondisi lingkungan serta sifat fisik film itu sendiri. Selain itu terdapat beberapa faktor lain penyebab naik turunnya nilai WVP seperti suhu dan kelembaban lingkungan (Othman et al., 2017), ketebalan edible film (Escamilla et al., 2017) dan ukuran dari selulosa bakterial.

Berdasarkan standar nilai Japanes Industrial Standart (JIS), nilai permeabilitas uap air (WVP) pada edible film dengan penambahan bubuk selulosa bakterial, termasuk nilai yang dikatakan bagus, dimana nilai permeabilitas uap air yang diperoleh yaitu kurang dari 10 g/s.m.Pa dengan nilai yang didapatkan $1,03 \times 10^{-14}$ hingga $1,80 \times 10^{-14}$ g/s.m.Pa. Edible film yang nilai WVP meningkat cocok diaplikasikan sebagai pelapis pada produk pangan segar dan berair tinggi, seperti buah segar, sayuran, bakso, dan daging segar. Peningkatan WVP film ini memungkinkan pertukaran kelembaban yang diperlukan untuk menjaga respirasi dan

kesegaran produk selama penyimpanan, sekaligus memberikan perlindungan mekanis dan penghambatan kerusakan akibat kontaminasi mikroba atau oksidasi.

Uji Ketebalan

Ketebalan merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi kualitas edible film. Parameter ini, berperan dalam menentukan masa simpan pada produk melalui kemampuannya dalam melindungi makanan (Ningsih, 2015). Berdasarkan hasil uji sampel edible film, maka diperoleh data ketebalan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Edible Film* Gelatin dengan Penambahan Bubuk Selulosa Bakterial

Hasil penelitian menunjukkan bahwa edible film gelatin dengan penambahan bubuk selulosa bakterial mengalami peningkatan seiring bertambahnya bubuk selulosa bakterial yaitu 0,09 hingga 0,15 mm. Pada penelitian ini, meningkatnya nilai ketebalan edible film mengalami peningkatan karena jumlah polimer penyusun film yang mengakibatkan peningkatan ketebalan film, sehingga menyebabkan adanya pembentukan jaringan polimer yang lebih padat dan kompleks (Skurtys et al., 2011 dalam Afriyah et al., 2015). Semakin tinggi penambahan konsentrasi padatan terlarut, maka ketebalan film yang terbentuk juga akan meningkat begitupun sebaliknya.

Meningkat atau menurunnya ketebalan suatu edible film dapat mempengaruhi kemampuan dan nilai WVP edible film, dimana semakin tebal edible film maka kemampuan film dalam menyerap air akan semakin rendah hal ini disebabkan oleh tingginya larutan viskositas pada film (Utami, 2018). Sebaliknya bila ketebalan film rendah maka, kemampuan film dalam menyerap air semakin tinggi hal ini disebabkan oleh terdapatnya celah bagi uap air untuk melewati lapisan film, sehingga kemampuan film untuk menyerap air semakin tinggi (Indarti et al., 2022).

Nilai ketebalan edible film tersebut termasuk baik karena tidak melebihi standar ketebalan edible film (Japanese Industrial Standart), yaitu 0,25 mm. Pelapis dengan ketebalan lebih dari 0,25 mm dianggap kurang baik karena dapat menghambat pertukaran gas hasil respirasi, yang berpotensi mempercepat kerusakan produk.

Uji Kuat Tarik

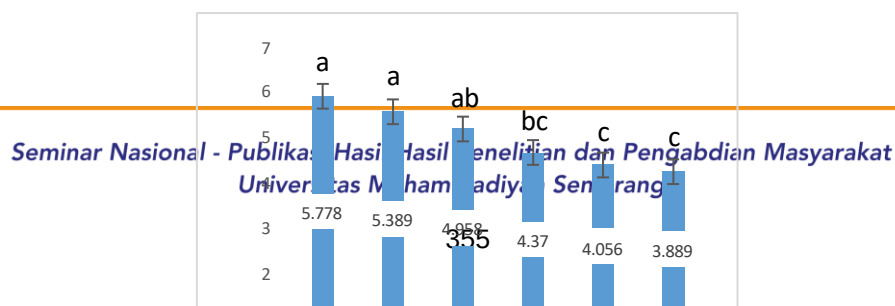
Pengujian kuat tarik dilakukan untuk menentukan kemampuan maksimum tarikan edible film hingga terjadi putus atau sobek. Kuat tarik merupakan salah satu sifat mekanis edible film, di mana semakin tinggi nilai kuat tarik, maka edible film tersebut semakin efektif dalam menahan kerusakan mekanis (Nairfana, 2021). Berdasarkan pengujian tersebut diperoleh hasil data uji kuat tarik pada Gambar 3

Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tarik pada edible film gelatin dengan penambahan bubuk selulosa bakterial cenderung mengalami penurunan, karena struktur molekul dari edible film terdapat rantai bercabang dan tidak tersusun rapat, sehingga jarak antar molekul menjadi lebih besar yang membuat kekuatan ikatan antar molekul melemah. Lemahnya ikatan molekul pada edible film ini menyebabkan berkurangnya gaya yang diperlukan untuk merobek film tersebut (Rosen, et al. , 2015). Penurunan kuat tarik juga disebabkan oleh peran dari plasticizer yang mampu mengurangi daya tarik intermolekul yang kuat antara rantai polisakarida dan menaikkan pembentukan ikatan hidrogen antara molekul plasticizer dengan polisakarida. Peristiwa ini akan melemahkan ikatan hidrogen antara rantai polisakarida sehingga menurunkan nilai kuat tarik (Afifah et al., 2018). Menurut Baskara, (2012), penggunaan bahan baku dan gliserol dalam jumlah besar dapat meningkatkan kekuatan tarik dari edible film, namun pada kondisi tertentu, yaitu saat mencapai batas jenuh, kekuatan tarik film itu mengalami penurunan.

Hasil data menunjukkan bahwa penambahan bubuk selulosa bakterial memengaruhi kekuatan tarik film. Kemampuan kuat tarik edible film pada hasil data, berkisar antara 29,568 Mpa hingga 9,023 Mpa, tidak memenuhi minimal Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) ataupun Japanese Industrial Standart (JIS).

Uji Elongasi

Elongasi adalah persen perubahan panjang edible film saat ditarik hingga putus, atau kemampuan bahan untuk merenggang ketika diberi gaya tarik. Nilai elongasi edible film menunjukkan kemampuan merenggangnya. Elongasi juga merujuk pada perubahan panjang maksimum yang terjadi saat peregangan hingga sampel putus. Pada umumnya penambahan plasticizer meningkatkan nilai persen elongasi film (Siskawardani dkk., 2020). Berdasarkan hasil uji sampel edible film, maka diperoleh data uji elongasi pada Gambar 4.



Hasil penelitian menunjukkan nilai elongasi pada edible film gelatin dengan penambahan bubuk selulosa bakterial cenderung mengalami penurunan, namun hal ini berbading lurus dengan hasil kuat tarik pada Gambar 3, yang dimana tingginya penggunaan plasticizer seharusnya mampu meningkatkan elongasi film, akan tetapi pada kasus ini menurunkan kemampuan elongasi film, hal ini disebabkan oleh struktur dari edible film (kuat dan kaku), karena kekuatan selulosa bakterial dalam menggabungkan ikatan silang antar polimer, sehingga terbentuk jaringan yang dapat menahan air dan menciptakan struktur yang kuat dan kaku (Herawati, 2018).

Penurunan nilai elongasi film juga disebabkan oleh kandungan kristalisasi yang dimiliki gelatin dan selulosa bakterial, karena peningkatan interaksi antar rantai polimer (selulosa bakterial dengan gelatin) (Anna, et al., 2022), sehingga menyebabkan, terjadinya penurunan elongasi pada film, karena film kehilangan fleksibilitas atau kelenturan dan menjadi rapuh.

Tidak hanya itu turunnya kemampuan kuat tarik film, disebabkan oleh ukuran partikel dari bahan tambahan (bubuk selulosa bakterial) yang digunakan masih besar, sehingga kontak langsung antarmolekul dengan gelatin lebih terbatas, yang menyebabkan berkurangnya kemampuan membentuk ikatan hidrogen antar bahan, selain itu penambahan partikel dengan ukuran yang besar dapat menyebabkan pengenceran pada matriks gelatin sehingga terjadi pengurangan ikatan hidrogen antar rantai gelatin, yang membuat partikel selulosa bakterial mengambil ruang diantara molekul gelatin, pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan Maulana dan Sunardi, 2021.

Berdasarkan hasil data elongasi yaitu 5,778-3,889% tidak memenuhi nilai Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) dikarenakan angka tersebut kurang dari 21% (standar minimum SNI elongasi edible film).

Uji Warna

Pengujian warna pada edible film dilakukan untuk mengenal tampilan visual edible film, yang berkaitan dengan penerimaan konsumen pada suatu produk. Analisis warna yang dinyatakan dengan L* sebagai tingkat kecerahan, a* (transisi warna dari merah ke hijau), b* (transisi warna dari kuning ke biru), hasil data disajikan pada Tabel 1.

Konsentrasi bubuk	Nilai Rata-rata			Derajat Warna
Selulosa bakterial	Warna L*	Warna a*	Warna b*	Edible film
0%	87,72	2,17	-1,70	87,41 ± 0,027 ^a
1%	87,50	2,13	-1,20	87,26 ± 0,041 ^a
2%	85,80	2,10	0,67	85,85 ± 0,058 ^b
3%	86,05	2,17	1,40	85,55 ± 0,058 ^b
4%	84,82	2,30	3,74	84,14 ± 1,33 ^c
5%	84,00	2,21	3,30	83,22 ± 0,054 ^c

Berdasarkan pada Tabel 1. Nilai warna edible film didominasi oleh warna L* (kecerahan/lightness), hal tersebut dapat dilihat dengan tingginya nilai yang diperoleh pada warna L* (kecerahan/lightness), namun demikian, angka yang didapatkan pada warna L* (kecerahan/lightness) cenderung mengalami penurunan yang berawal dari 87,41 mengalami penurunan hingga ke angka 83,22. Artinya penambahan konsentrasi bubuk selulosa bakterial yang semakin tinggi menyebabkan warna L* (kecerahan) pada edible film yang dihasilkan semakin berkurang kecerahannya.

Peristiwa ini terjadi karena penambahan bubuk selulosa bakterial yang semakin tinggi pada gelatin yang membuat konsistensi atau viskositas larutan edible film semakin kental. Ekariski, dkk. (2019), memberitahukan bahwa viskositas larutan edible film yang semakin tinggi dapat membuat edible film yang dihasilkan semakin buram dan tebal.

KESIMPULAN

Penambahan bubuk selulosa bakterial berpengaruh pada uji fisik edible film gelatin seperti pada WVP edible film gelatin, dari 1,03 x 10⁻¹⁴ hingga 1,80 x 10⁻¹⁴ g/s.m.Pa, ketebalan 0,09 hingga 0,15 mm, kemampuan kuat tarik, 29,568 hingga 9,023 Mpa, kemampuan elongasi edible film gelatin dari 5,778 hingga 3,889%, dan warna pada edible film gelatin 87,41 hingga 83,22 dengan kecerahan film semakin pudar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anna, C. A., Aditya M., Shivani, R., Nicole L., Bhagyashree, S., Johnson, S., and Richard, A. G. (2022). Bacterial Cellulose Cultivations Containing Gelatin Form Tunable, Highly Ordered, Laminae Structures with Fourfold Enhanced Productivity. ACS OMEGA 7 : 47709-47719. Article.

-
- [2] Agustin, S., Wahyuni, E. T., Suparmo, Supriyadi, and Cahyanto M. N. (2021). Production And characterization of bacterial cellulose-alginate biocomposites as food packaging material. *Journal of Food Research* 5(6): 204-210.
 - [3] Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: Characteristic and properties.
 - [4] Escamilla, G., Monserrat, Andrea Reyes Basurto, Blanca, E., Garcia, A., Elvia, H. H., Georgina, C. D., Giovanna, R. M., and Carlos, R. G. (2017) . Modified Starch Chitosan Edible Films : Physicochemical and Mechanical Characterization. *Journal of Coatings* 7 (224): 1-15.<https://doi.org/10.3390/coatings7120224>.
 - [5] Embuscado, M. E., & Huber, K. C. (2014). Structure and function of starch-based edible films and coatings. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92824-1>.
 - [6] Esa, Faezah, Tasirin, Siti M., Rahman, Norliza A. (2014). Overview of Bacterial Cellulose Production and Application. *International Conference on Agricultural and Food Engineering*. Sciene Direct.
 - [7] Gómez E. J., López D. C., Hernández M. P., Catalá, R. and Gavara, R. (2014). Advances in antioxidant active food packaging. *Trends Food Science Technol* 35 : 42-51.
 - [8] Hannon J.C., Kerry J.P., Cruz R. M., Azlin H. S., Morris M. and Cummins E. (2017). Kinetic desorption models for the release of nanosilver from an experimental nanosilver coating on polystyrene food packaging. *Journal of Innovation Food Science Emerg Technol* 44: 149-158.
 - [9] Ismaya C. F., Fithriyah H. N., & Hendrawati, Y.T. (2021). Pembuatan karakterisasi edible film dari nata de coco dan gliserol. *Jurnal Teknologi Pangan* 3(1).
 - [10] Liu Z., Dehui L., Patricia L. S., dan Xingbin Y. (2020). Characterizations of Bacterial Cellulose Nanofibers Reinforced Edible Films Based on Konjac Glucomannan. *International Journal of Biological Macromolecules* 145 : 634-645.
 - [11] Othman, S. H., Siti A. M. E., Nazratul P. R., Roseliza K. B., and Rosnita A., Talib. (2017). Water Sorption and Water Permeability Properties of Edible Film Made from Potato Peel Waste. *Food Science and Technology*, 37: 63-70.
 - [12] Ratnawati L., and Afifah N. (2019). Effect of antimicrobials addition on the characteristic of arrowroot starch-based films. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/1.5134575>.
 - [13] Saputro B. W., Dewi E. N., dan Susanto E. (2017). Karakteristik edible film dari campuran tepung semirefined karaginan dengan penambahan tepung tapioka dan gliserol. *Jurnal Pengetahuan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 6(2) : 1-6.
 - [14] Sya'Di, Y. K., Wahyuni, E. T., Rahayu, E. S., & Cahyanto, M. N. (2017). The effect of polysaccharide in the fermentation medium on physical properties of bacterial cellulose from *Gluconacetobacter xylinus* BTCC B796. *Pakistan Journal of Biotechnology*, 14(3) : 323-327.
-

-
- [15] Thongsrihem, K., Taokaew, S., Sriariyanun, M., & Kirdponpattara, S. (2022). Development of Tamarind Seed Polysaccharide-Derived Edible Film without Xyloglucan Extraction. *Journal of Food Science*, 10(2) : 24-30.
- [16] Yekta, R. Mirmoghtadaie, L. , Hosseini, H. , Norouzbeigi, S. , Hosseini, S. M., & Shojaee A. S. (2020). Development and characterization of a novel edible film based on *Althaea rosea* flower gum: Investigating the reinforcing effects of bacterial nanocrystalline cellulose. *International Journal of Biological Macromolecules*, 158 : 327-337.
- [17] Wijayani, K., Darmanto, Y., dan Susanto, E. (2021). Karakteristik Edible Film Dari Gelatin Kulit Ikan Yang Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 3(1) : 59-64.