

Karakterisasi *Edible Film* Berbasis Porang Glukomanan Inkorporasi Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea*)

Characterization of Edible Film Based on Porang Glucomannan Incorporated with Butterfly Pea Extract

Asti P. Nauli^{1,*}, Kurnia S. E. Harefa², Tamara A. Sihombing¹, Parto Simanjuntak¹

¹ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Santo Thomas, Jl. Setia Budi No. 479 F, Medan, Indonesia

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Santo Thomas, Jl. Setia Budi No. 479 F, Medan, Indonesia

* Penulis korespondensi: Asti P. Nauli, e-mail: asti_permata@ust.ac.id

ABSTRACT

Biopolymer-based edible films offer an eco-friendly alternative to synthetic plastics for packaging. This study investigated the effect of different concentrations of butterfly pea flower (*Clitoria ternatea* extract on the physical, mechanical, and antioxidant properties of porang glucomannan-based edible films. The films consisted of a control without extract (EF₁) and treatments containing 10% (EF₂) and 20% (EF₃) butterfly pea extract. Analyses included measurements of thickness, tensile strength, and DPPH radical scavenging activity. The results showed that the film thickness was highest in EF₁ (0.164 mm), lower in EF₂ (0.157 mm), and lowest in EF₃ (0.148 mm). For tensile strength, EF₁ exhibited the highest value (18.32 MPa), followed by EF₃ (15.61 MPa), while EF₂ showed the lowest value (9.79 MPa). Antioxidant activity, expressed by IC₅₀, was highest (least active in EF₁ (24,631.20 mg/L, decreased in EF₂ (3,736.68 mg/L, and was lowest (most active in EF₃ (2,668.82 mg/L. These results indicate that higher concentrations of butterfly pea extract reduce thickness and IC₅₀ while exerting variable effects on tensile strength. Overall, EF₃ (20% extract provided the best balance between mechanical and bioactive properties, supporting its potential as an active natural biopolymer packaging material.

Keywords: Antioxidant activity; butterfly pea; edible film; tensile strength; Porang glucomannan

ABSTRAK

Edible film berbasis biopolimer merupakan alternatif pengemas ramah lingkungan yang mampu menggantikan plastik sintetis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea*) terhadap karakteristik fisik, mekanik, dan aktivitas antioksidan *edible film* berbasis glukomanan porang. *Edible film* diformulasikan dengan penambahan ekstrak bunga telang masing-masing 10% (EF₂) dan 20% (EF₃) serta kontrol tanpa ekstrak (EF₁). Analisis meliputi ketebalan, tensile strength, dan uji DPPH. Hasil penelitian menunjukkan ketebalan *edible film* berkisar antara 0,148–0,164 mm, dengan nilai tertinggi pada EF₁ (0,164 mm) dan terendah pada EF₃ (0,148 mm). Uji tensile strength memperlihatkan nilai tertinggi pada EF₁ (18,32 MPa), diikuti EF₃ (15,61 MPa), dan terendah EF₂ (9,79 MPa). Sementara itu, hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan nilai IC₅₀ tertinggi pada EF₁ (24.631,20 mg/L), menurun pada EF₂ (3.736,68 mg/L), dan terendah pada EF₃ (2.668,82 mg/L). Hal ini menegaskan bahwa penambahan ekstrak bunga telang meningkatkan aktivitas antioksidan *edible film* seiring kenaikan konsentrasi. Secara keseluruhan, formulasi EF₃ dengan ekstrak bunga telang 20% menunjukkan keseimbangan sifat mekanik dan bioaktif yang lebih baik dibandingkan EF₂ maupun EF₁, sehingga berpotensi diaplikasikan sebagai pengemas aktif berbasis bahan alami.

Kata kunci: Aktivitas antioksidan; bunga telang; *edible film*; kuat tarik; porang glukomanan

PENDAHULUAN

Permasalahan limbah plastik sintetis telah menjadi isu global yang mendesak untuk diatasi. Sifatnya yang sulit terurai secara alami berdampak negatif pada ekosistem dan kesehatan manusia (Geyer *et al.*, 2017). Regulasi pengurangan plastik sekali pakai, termasuk di Indonesia, mendorong pengembangan kemasan ramah lingkungan seperti *edible film*. *Edible film* merupakan lapisan tipis biopolimer yang berfungsi melindungi pangan dari oksigen, kelembapan, dan kontaminan, serta mudah terdegradasi. Menurut Jacob *et al.* (2015), *edible film* umumnya terdiri atas polisakarida, protein, dan lipid, dengan kontribusi berbeda terhadap sifat mekanik dan ketahanan air. Dari ketiganya, polisakarida lebih banyak dikaji karena ketersediaannya melimpah dan kemampuannya membentuk film yang baik.

Salah satu sumber polisakarida potensial adalah porang (*Amorphophallus muelleri*), yang mengandung glukomanan dalam jumlah tinggi. Glukomanan dikenal sebagai hidrokoloid yang mampu membentuk gel serta memiliki sifat viskoelastis yang baik sehingga dapat diaplikasikan sebagai bahan dasar *edible film* (Herawati, 2018). Menurut Rahmi *et al.* (2021) dan Sun *et al.* (2023), glukomanan memiliki kemampuan membentuk lapisan tipis dengan transparansi tinggi, meskipun kelemahannya terletak pada sifat mekanik yang rapuh dan daya tahan terhadap air yang rendah. Oleh karena itu, penelitian mengenai *edible film* berbasis glukomanan umumnya memerlukan penambahan bahan tambahan, baik berupa *plasticizer* maupun ekstrak bioaktif, untuk meningkatkan sifat fungsionalnya.

Selain nilai fungsionalnya, pemanfaatan porang dan bunga telang sebagai bahan baku *edible film* memiliki urgensi yang kuat dari sisi ketersediaan dan potensi pengembangan komoditas lokal. Porang telah ditetapkan sebagai komoditas strategis nasional dengan perkembangan produksi yang pesat. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian, produksi porang Indonesia mencapai 142.000 ton pada tahun 2020 dengan luas lahan sekitar 19.950 ha, menunjukkan peningkatan signifikan seiring program hilirisasi pangan dan biopolimer (Riten *et al.*, 2024). Kadar glukomanan porang yang tinggi mendukung penggunaannya sebagai biopolimer alami dengan nilai tambah tinggi.

Gliserol merupakan cairan jernih, tidak berbau, serta bersifat kental dengan rasa manis. Gliserol sebagai *plasticizer* higroskopis dapat

berikatan melalui gugus –OH dengan rantai polimer, menurunkan ikatan hidrogen, menambah *free volume*, serta meningkatkan mobilitas rantai. Senyawa ini mampu berinteraksi dengan polisakarida melalui pembentukan ikatan polisakarida, yang berkontribusi terhadap peningkatan fleksibilitas dan kemampuan pembentukan film. Dalam formulasi *edible film*, gliserol berperan sebagai plastisizer yang memodifikasi sifat mekanik matriks polimer, sehingga film yang dihasilkan menjadi lebih elastis, fleksibel, dan tidak mudah mengalami keretakan. Penambahan gliserol juga diketahui menurunkan nilai kuat tarik tetapi meningkatkan *elongation at break*, yang secara keseluruhan menghasilkan film dengan sifat kelenturan yang lebih tinggi. Namun, sifat penghalang melemah karena meningkatnya ketebalan, kadar air, dan permeabilitas, sehingga konsentrasi optimum perlu dijaga untuk menyeimbangkan fleksibilitas dan stabilitas *edible film* (Fadliyani & Atun, 2015; Fiana & Asben, 2022; Sjamsiah *et al.*, 2017; Tjahjadi *et al.*, 2024).

Selain penambahan pemlastis, inkorporasi senyawa bioaktif penting untuk menghasilkan *edible film* fungsional. Bunga telang (*Clitoria ternatea*) merupakan tanaman kaya senyawa bioaktif, terutama antosianin dengan aktivitas antioksidan tinggi; oleh karena itu, tepung bunga telang dipilih karena kandungan antosianinnya, khususnya turunan delphinidin, yang berfungsi sekaligus sebagai antioksidan alami dan pewarna (Hayati *et al.*, 2020; Pujiyanti & Ilmi, 2025). Dengan kemampuannya menangkal radikal bebas, *edible film* tidak hanya berfungsi sebagai pengemas, tetapi juga sebagai kemasan aktif. Ekstrak bunga telang memiliki aktivitas antioksidan kuat dengan potensi aplikasi pada pangan maupun farmasi. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak bunga telang berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia *edible film*. Menurut Ramadhani *et al.* (2023), peningkatan konsentrasi ekstrak dapat memperbaiki aktivitas antioksidan *film*, tetapi juga berpotensi memengaruhi ketebalan, kekuatan tarik, dan tingkat kelarutan.

Edible film berbasis glukomanan porang berpotensi dikembangkan melalui penambahan ekstrak bunga telang yang memberi fungsi bioaktif dan warna alami. Penelitian ini bertujuan menghasilkan *edible film* dengan tambahan gliserol sebagai pemlastis dan bunga telang sebagai sumber antioksidan, serta mengevaluasi sifat fisik, mekanik, dan aktivitas antioksidannya. Hasilnya diharapkan berkontribusi pada pengembangan kemasan pangan

ramah lingkungan sekaligus meningkatkan nilai tambah komoditas lokal porang dan bunga telang.

Dalam jangka panjang, inovasi ini diharapkan tidak hanya menjadi solusi teknis terhadap masalah limbah plastik, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat pedesaan melalui pemanfaatan sumber daya lokal. Pengembangan *edible film* dari porang dan bunga telang dapat mendorong terbentuknya rantai nilai baru di sektor pertanian dan industri kreatif, khususnya dalam bidang kemasan pangan fungsional. Dengan penerapan teknologi tepat guna dan kolaborasi lintas sektor, inovasi ini berpotensi memperkuat kemandirian bahan baku nasional, mendukung ekonomi sirkular, serta mewujudkan pembangunan berkelanjutan di bidang pangan dan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung porang yang diperoleh dari PT. Indo Panen Sejahtera, Mojokerto, Indonesia, dan tepung bunga telang yang diperoleh dari CV Aren Sehat, Indonesia. Bahan tambahan yang digunakan meliputi gliserol *food grade* sebagai *plasticizer* dan akuades (Brataco, Indonesia) sebagai pelarut.

Metode

Larutan Porang

Metode penelitian dilakukan dalam beberapa tahap. Larutan porang dibuat dengan memanaskan akuades hingga 80 °C, menambahkan 4% tepung porang, diaduk 20 menit, lalu didinginkan hingga 50 °C sebelum ditambahkan gliserol (50% dari berat porang) dan diaduk kembali.

Larutan Ekstrak Bunga Telang

Larutan ekstrak bunga telang dibuat dengan memanaskan akuades 50 °C, menambahkan 4% tepung bunga telang, dan diaduk 20 menit. Selanjutnya, dilakukan filtrasi untuk memisahkan filtrat dan residu.

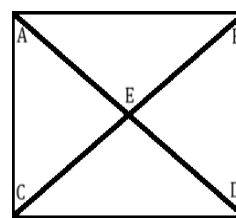
Kedua larutan dicampur, dituangkan ke cetakan 25 × 25 cm sebanyak 144 ml, lalu dikeringkan pada suhu ruang 48 jam. Penelitian menggunakan tiga perlakuan dengan tiga ulangan, yaitu *edible film* kontrol tanpa ekstrak bunga telang (EF₁), *edible film* penambahan 10% ekstrak bunga telang dari berat larutan porang (EF₂), dan *edible*

film penambahan 20% ekstrak bunga telang dari berat larutan porang (EF₃).

Uji Ketebalan Film

Pengujian ketebalan *edible film* mengacu pada metode Wijayani & Darmanto (2021), dengan penyesuaian menggunakan *electronic digital caliper* (Precise, Type ET50, China) pada lima titik berbeda (Gambar 1), yaitu di keempat sisi dan bagian tengah *edible film* berukuran 25 × 25 cm. Nilai ketebalan (nm) ditentukan berdasarkan rata-rata hasil dari kelima pengukuran tersebut (Persamaan 1).

$$\text{Ketebalan (mm)} = \frac{A+B+C+D+E}{5} \quad \dots (1)$$



Gambar 1. Titik perhitungan ketebalan *edible film*

Uji Kuat Tarik (Tensile Strength)

Uji tensile strength dilakukan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) (merek Zwick, Type DO-FB0.5TS, Jerman) untuk mengetahui sifat mekanik *edible film*. Sampel dipotong berbentuk persegi panjang sesuai standar ASTM D-882 dengan ukuran panjang 100 mm, lebar 25 mm dan *gauge length* 50 mm. Sebelum pengujian, sampel dikondisikan pada suhu ruang (±25 °C) dan kelembapan relatif 50% selama 48 jam agar mencapai keseimbangan.

Pengujian dilakukan dengan kecepatan penarikan (*crosshead speed*) 10 mm/min, sesuai metode standar. Selama proses pengujian, gaya maksimum (F) yang diterima *film* hingga putus dicatat, kemudian nilai tensile strength dihitung dengan Persamaan 2.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \dots (2)$$

Keterangan: σ = nilai *tensile strength*; F = gaya maksimum saat *film* putus (N); A = luas penampang *film* (mm²)

Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode 18-9-97/MU (Spektrofotometri UV-Vis UV-1900i, shimadzu, Jepang). Sampel dievaluasi terhadap larutan DPPH (2,2-

difenil-1-pikrilhidrazil) dengan panjang gelombang maksimum serapan pada 517 nm. Nilai absorbansi sampel dibandingkan dengan kontrol, kemudian dihitung persentase inhibisi (% inhibisi) (Persamaan 3) dan dilanjutkan perhitungan IC_{50} sesuai Persamaan 4.

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{A_o - A_s}{A_o} \times 100\% \quad \dots (3)$$

$$IC_{50} = \frac{50 - \text{intercept}}{\text{slope}} \quad \dots (4)$$

Keterangan: A_o = absorbansi kontrol (DPPH tanpa sampel); A_s = absorbansi sampel.

Analisis Data

Seluruh pengujian dilakukan dalam tiga ulangan untuk setiap perlakuan. Data ketebalan, kuat tarik, dan aktivitas antioksidan disajikan sebagai rata-rata $\pm$ standar deviasi. Untuk menentukan perbedaan antar perlakuan, data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) satu arah, kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Seluruh perhitungan statistik dilakukan secara manual menggunakan lembar kerja spreadsheet (Excel) berdasarkan formula ANOVA dan uji Tukey tanpa menggunakan perangkat lunak statistik otomatis. Perbedaan nyata antar perlakuan ditandai dengan huruf superskrip berbeda (a, b, c) pada tabel hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

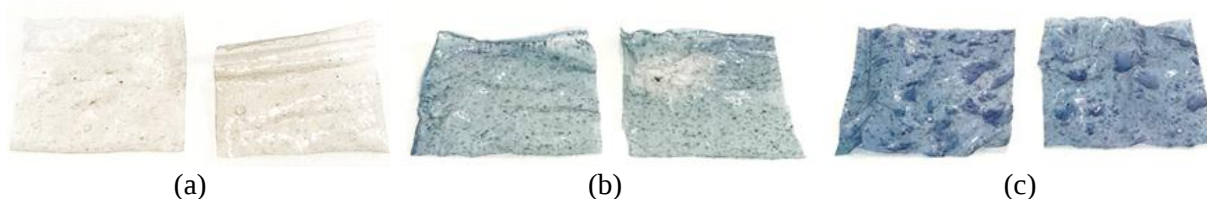
Ketebalan Film

Hasil pengukuran ketebalan *edible film* menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan (Tabel 1). Ketebalan tertinggi diperoleh pada EF1 (0,164 mm), sedangkan ketebalan terendah terdapat pada EF3 (0,148 mm). Berdasarkan hasil analisis ketebalan *film* menunjukkan bahwa penurunan ketebalan seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak bunga telang diduga berkaitan dengan

perubahan komposisi matriks film. Penambahan ekstrak bunga telang menyebabkan distribusi padatan non-pati semakin besar, sehingga ikatan antar molekul porang menjadi lebih renggang dan berdampak pada penurunan ketebalan film. Japanese Industrial Standards (1998), menetapkan bahwa batas ketebalan film maksimal adalah 0,25 mm.

Hasil uji *tensile strength edible film* menunjukkan pada (Tabel 1) menunjukkan bahwa formulasi EF₁ memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 18,32 MPa. Nilai ini mengindikasikan bahwa larutan porang murni mampu membentuk matriks polimer yang lebih rapat dan kuat sehingga menghasilkan film dengan sifat mekanik yang baik. Porang kaya akan glukomanan yang berperan penting dalam pembentukan struktur *film* yang kokoh. Berdasarkan pernyataan (Kocira *et al.*, 2021) secara umum, *film* berbasis polisakarida memiliki kekuatan mekanik yang baik dalam kisaran 15–70 MPa, karena struktur kohesif yang terbentuk melalui interaksi antar molekul seperti ikatan hidrogen. Mekanisme pembentukan *film* oleh polisakarida ini juga dijelaskan secara luas dalam tinjauan mengenai aplikasi bahan polisakarida dalam kemasan pangan yang menyebutkan bahwa polimer-polimer tersebut dapat membentuk *self-assembled films* melalui gaya *hydrogen bonding*, van der Waals, dan gaya elektrostatis, menghasilkan struktur matriks yang padat dan mekanik yang baik.

Sebaliknya, pada EF₂, nilai *tensile strength* mengalami penurunan signifikan menjadi 9,79 MPa. Penurunan ini dapat dijelaskan karena adanya senyawa antosianin dan fenolik pada bunga telang yang bersifat seperti *plasticizer*, sehingga meningkatkan mobilitas rantai polimer dan melemahkan ikatan hidrogen dalam matriks porang. Akibatnya, struktur jaringan polimer menjadi kurang kompak dan film yang dihasilkan lebih rapuh. Fenomena serupa juga dilaporkan pada penelitian *edible film* berbasis pati dan kitosan yang ditambahkan antosianin, di mana *tensile strength* menurun akibat gangguan pada jaringan polimer (Chen *et al.*, 2023; Nogueira *et al.*, 2020).



Gambar 2. (a) EF₁ (tanpa penambahan ekstrak bunga telang) (b) EF₂ (penambahan 10% ekstrak bunga telang) dan (c) EF₃ (penambahan 20% ekstrak bunga telang)

Tabel 1.

Karakteristik *edible film* porang glukomannan dengan inkorporasi ekstrak bunga telang

<i>Edible film</i>	Ketebalan (mm)	Kuat tarik (MPa)	Aktivitas antioksidan (IC ₅₀)
EF ₁	0,164±0,002 ^a	18,32±0,48 ^a	24627,34±5,46 ^c
EF ₂	0,159±0,002 ^b	9,79±0,02 ^c	3736,755±0,11 ^b
EF ₃	0,148±0,002 ^c	15,61±0,63 ^b	2665,675±4,45 ^a

Keterangan: Data merupakan hasil rata-rata tiga kali ulangan ± standard deviasi. Data yang diikuti tanda huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji Tukey ($\alpha = 0,05$)

Menariknya, pada EF₃, tensile strength kembali meningkat menjadi 15,61 MPa, meskipun belum melampaui EF₁. Peningkatan ini kemungkinan disebabkan oleh terbentuknya interaksi yang lebih stabil antara glukomannan porang dan antosianin pada konsentrasi lebih tinggi, seperti melalui ikatan hidrogen dan interaksi elektrostatik, sehingga memperkuat sebagian struktur *film*. Studi lain juga melaporkan bahwa pada konsentrasi tertentu, antosianin dapat berperan memperkuat ikatan dalam jaringan *film* biopolimer, misalnya pada *edible film* berbasis PVA/methylcellulose dan kitosan (Chen *et al.*, 2023; Li & Li, 2025). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan bunga telang cenderung menurunkan tensile strength *edible film*, namun pada konsentrasi tertentu interaksi antosianin dan glukomannan dapat memberikan kontribusi positif terhadap sifat mekanik *film*.

Aktivitas Antioksidan

Uji DPPH menunjukkan semua formulasi *edible film* memiliki kemampuan menangkap radikal bebas dengan kecenderungan % inhibisi meningkat seiring konsentrasi. EF₁ memiliki nilai IC₅₀ tertinggi yaitu 24.631,20 mg/L, sehingga aktivitas antioksidannya tergolong sangat lemah. Hal ini dapat dipahami karena glukomannan tidak mengandung senyawa fenolik atau antosianin sebagai sumber donor elektron.

Penambahan ekstrak bunga telang terbukti meningkatkan aktivitas. EF₂ menurunkan nilai IC₅₀ menjadi 3.736,68 mg/L, menunjukkan adanya kontribusi antosianin dalam menangkap radikal bebas. Aktivitas semakin meningkat pada EF₃, dengan nilai IC₅₀ terendah yaitu 2.668,82 mg/L. Temuan ini sejalan dengan (Yurisna *et al.*, 2022) bahwa bunga telang memiliki kandungan antioksidan tinggi dan karakteristik antosianin sebagai antioksidan alami yang efektivitasnya dipengaruhi oleh konsentrasi dalam matriks *film*.

Secara keseluruhan, urutan aktivitas antioksidan adalah EF₃ > EF₂ > EF₁, menegaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak bunga telang, semakin besar aktivitas antioksidan yang

dihasilkan. Meski demikian, nilai IC₅₀ yang masih relatif tinggi pada seluruh formulasi menunjukkan aktivitas antioksidan *edible film* ini masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan senyawa standar. Kondisi tersebut diduga akibat degradasi antosianin selama pengeringan suhu ruang, keterikatan senyawa bioaktif dalam matriks glukomannan, serta kemungkinan rendahnya pelepasan antosianin dari *film*.

KESIMPULAN

Inkorporasi ekstrak bunga telang memengaruhi ketebalan dan sifat mekanik *edible film* berbasis porang glukomannan. Ketebalan *film* cenderung menurun seiring peningkatan konsentrasi ekstrak bunga telang, diduga karena distribusi padatan non-pati yang lebih besar menyebabkan ikatan antar molekul porang menjadi lebih renggang. Pada sifat mekanik, *edible film* tanpa ekstrak bunga telang (EF₁) memiliki *tensile strength* tertinggi (18,32 MPa) berkat matriks glukomannan yang rapat dan kuat. Penambahan ekstrak bunga telang 10% (EF₂) menurunkan tensile strength secara signifikan (9,79 MPa) akibat sifat antosianin dan senyawa fenolik yang menyerupai *plasticizer*, sehingga melemahkan ikatan hidrogen antar rantai polimer. Namun, pada konsentrasi lebih tinggi (EF₃), *tensile strength* meningkat kembali (15,61 MPa) karena terbentuknya interaksi lebih stabil antara glukomannan dan antosianin melalui ikatan hidrogen maupun elektrostatik. Dengan demikian, penambahan ekstrak bunga telang berpengaruh ganda, di satu sisi dapat melemahkan struktur polimer, namun pada konsentrasi tertentu mampu memperkuat kembali matriks *edible film* melalui interaksi spesifik antosianin-glukomannan.

Aktivitas antioksidan *edible film* tanpa ekstrak (EF₁) menunjukkan IC₅₀ sangat tinggi (24.631,20 mg/L) sehingga aktivitasnya tergolong sangat lemah. Penambahan ekstrak bunga telang meningkatkan aktivitas dengan nilai IC₅₀ 3.736,68 mg/L pada EF₂ dan 2.668,82 mg/L pada EF₃, menunjukkan hubungan positif antara konsentrasi ekstrak dengan kemampuan menangkap radikal

bebas. Meskipun demikian, nilai IC₅₀ pada semua perlakuan masih berada dalam kategori rendah dibandingkan antioksidan standar, kemungkinan akibat degradasi antosianin selama proses pengeringan maupun keterikatan senyawa aktif dalam matriks glukomanan.

Penambahan ekstrak bunga telang memberikan pengaruh nyata terhadap sifat fisik, mekanik, dan bioaktif *edible film*, dengan formulasi EF₃ menunjukkan keseimbangan terbaik antara tensile strength dan aktivitas antioksidan, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai bahan pengemas aktif berbasis biopolimer alami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi melalui Program Penelitian dengan Skema Penelitian Dosen Pemula Tahun 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, L., Wang, W., Wang, W., & Zhang, J. (2023). Effect of Anthocyanins on colorimetric indicator film properties. *Coatings*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/coatings13101682>
- Fadliyani, N., & Atun, S. (2015). Pemanfaatan gliserol hasil samping pembuatan biodiesel dari minyak jelantah sebagai bahan sintesis gliserol asetat. *Jurnal Penelitian Saintek*, 20(2), 149–156. <https://doi.org/10.21831/jps.v20i2.9601>
- Fiana, R.M., & Asben, A. (2022). Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap karater fisik dan kemampuan antimikroba *edible film* berbasis pati jagung dengan penambahan yogurt. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 26(1), 102–107. <https://doi.org/10.25077/jtpa.26.1.102-107.2022>
- Geyer, R., Jambeck, J.R., & Law, K.L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made - supplementary information. *Science Advances*, 3(7), 19–24. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Hayati, F., Dewi, E.N., & Suharto, S. (2020). Karakteristik dan aktivitas antioksidan edible film alginat dengan penambahan serbuk *Spirulina platensis*. *Saintek Perikanan : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 16(4), 286–293. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/ijfst.16.4.286-293>
- Herawati, H. (2018). Potensi hidrokoloid sebagai bahan tambahan pada produk pangan dan nonpangan bermutu. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 37(1), 17. <https://doi.org/10.21082/jp3.v37n1.2018.p17-25>
- Jacoeb, A.M., Nugraha, R., Utari, S.P.S.D. (2014). Pembuatan *edible film* dari pati buah lindur dengan penambahan gliserol dan karaginan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1), 14–21. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v17i1.8132>
- Japanese Industrial Standards. (1998). General Rules of Plastic Films for Food Packaging. *Standardization Journal by Japanese Standards Association*, Z(1707).
- Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Szpunar-Krok, E., & Horthyńska, P. (2021). Polysaccharides as edible films and coatings: Characteristics and influence on fruit and vegetable quality—A review. *Agronomy*, 11(5), 1–38. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050813>
- Li, L., & Li, Q. (2025). Advancements in chitosan–anthocyanin composite films: Sustainable food preservation with biodegradable packaging. *Foods*, 14(10), 1–17. <https://doi.org/10.3390/foods14101721>
- Nogueira, G.F., de Oliveira, R.A., Velasco, J.I., & Fakhouri, F.M. (2020). Methods of incorporating plant-derived bioactive compounds into films made with agro-based polymers for application as food packaging: A brief review. *Polymers*, 12(11), 1–34. <https://doi.org/10.3390/polym12112518>
- Pujiyanti, A.S., & Ilmi, A.N. (2025). Potensi antioksidan kombucha bunga Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai minuman fungsional. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 7(2), 258–269. <https://doi.org/https://doi.org/10.30997/jiph.v7i2.19537>
- Ramadhani, P.D., Supriyadi, Hendrasty, H.K., Laksana, E.M.B., & Santoso, U. (2023). Characteristics of chitosan-based active edible film with addition of teak leaves extract. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 34(1), 1–12. <https://doi.org/10.6066/jtip.2023.34.1.1>
- Riten, A.R., Palupi, T., & Susana, R. (2024). Pengaruh persentase naungan terhadap pertumbuhan tanaman porang fase generatif pada tanah gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(2), 669–674. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26418/jspe.v13i2.74796>

- Salim, R., Rahmi, N., Khairiah, N., Yuliati, F., Hidayati, S., Rufida, R., Lestari, R.Y., & Amaliyah, D.M. (2021). Pemanfaatan dan pengolahan tepung glukomannan umbi Porang (*Amorphophallus muelleri*) sebagai bahan pengental produk olahan bakso. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(2), 348. <https://doi.org/10.26578/jrti.v15i2.7131>
- Sjamsiah, Saokani, S., & Lismawati. (2017). Karakteristik *edible film* dari pati Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan penambahan gliserol. *Al-Kimia*, 5(2), 181–192. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v5i2.3932>
- Sun, Y., Xu, X., Zhang, Q., Zhang, D., Xie, X., Zhou, H., Wu, Z., Liu, R., & Pang, J. (2023). Review of konjac glucomannan structure, properties, gelation mechanism, and application in medical biology. *Polymers*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/polym15081852>
- Tjahjadi, G.R.G., Yoshari, R.M., Utomo, A.R., & Jati, I.R.A.P. (2024). Pengembangan *smart edible packaging* berbahan kitosan dan gliserol. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 9(1), 6989–7011.
- Wijayani, K.D., Darmanto, Y., & Susanto, E. (2021). Karakteristik *edible film* dari gelatin kulit ikan yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 3(1), 59–64. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2021.11412>
- Yurisna, V.C., Nabila, F.S., Radhityaningtyas, D., Listyaningrum, F., & Aini, N. (2022). Potensi bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai antibakteri pada produk pangan. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI)*, 7(1), 68–77. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v7i1.5738>

Copyright © The Author(s)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)