

PENGARUH GELATIN TULANG TUNA TERHADAP AKTIVITAS ANTIBAKTERI DAN SIFAT PENGHALANG KEMASAN ALAMI YANG DIINKORPORASI DENGAN EKSTRAK DAUN *Thalassia hemprichii*

Sri Endah Agustin Tongkad*, Asri Silvana Naiu, Sri Rahayu Kalaka

Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Kelautan dan Teknologi Perikanan,
Universitas Negeri Gorontalo

*Penulis koresponden: sri1_s1hasilperikanan@mahasiswa.ung.ac.id
(Diterima 18-04-2025; Direvisi 08-06-2025; Dipublikasi 09-06-2025)

ABSTRACT

The need for environmentally friendly packaging drives the development of natural material-based packaging films. Gelatin from tuna fish bones has the potential to be used due to its good biopolymer properties, but its weakness to moisture needs to be overcome by the addition of active ingredients such as non-polar extracts of seagrass *Thalassia hemprichii*, which can inhibit the water vapor transmission rate (WVTR) into the packaging film. This study aims to determine the optimal concentration of gelatin that can maintain the water vapor barrier properties of the packaging and the most effective antibacterial activity. This type of research is quantitative experimental, with gelatin concentration treatments of 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% using a completely randomized design (CRD). Data collection techniques included water vapor transmission rate (WVTR) tests, and antibacterial activity against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Vibrio cholerae*. The results showed that the 5% concentration had the lowest water vapor transmission rate (WVTR) value, 9.13 g/m² and the highest inhibition against bacteria for *Escherichia coli* of 16.13 mm, *Vibrio cholerae* 17.67 mm, but in *Staphylococcus aureus* the highest concentration was obtained from a 10% gelatin concentration of 20.28 mm which was not significantly different from the other treatments. Tuna bone gelatin-based packaging film incorporated with *Thalassia hemprichii* seagrass extract has the potential as an effective environmentally friendly active packaging for sustainable food industry applications.

Kata kunci: *antibacterial, mechanical properties of film, natural packaging film, thalassia hemprichii, tuna bone gelatin*

Kebutuhan akan kemasan ramah lingkungan mendorong pengembangan film kemasan berbasis bahan alami. Gelatin dari tulang ikan tuna berpotensi digunakan karena sifat biopolimernya yang baik, namun kelemahannya terhadap kelembaban perlu di atasi dengan penambahan bahan aktif seperti ekstrak non polar pada lamun *Thalassia hemprichii* yang dapat menghambat laju transmisi uap air (WVTR) ke dalam film kemasan. Penelitian ini bertujuan menentukan konsentrasi optimal gelatin yang dapat mempertahankan sifat penghalang uap air dari kemasan dan aktivitas antibakteri paling efektif. Jenis penelitian ini adalah eksperimental kuantitatif, dengan perlakuan konsentrasi gelatin 2,5%, 5, 7,5%, dan 10% menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Teknik pengumpulan data mencakup uji laju transmisi uap air (WVTR) dan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Vibrio cholerae*. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi gelatin 5% memiliki nilai laju transmisi uap air (WVTR) terendah 9,13 g/m² dan daya hambat terhadap bakteri tertinggi untuk *Escherichia coli* sebesar 16,13 mm, *Vibrio cholerae* 17,67 mm, namun pada *Staphylococcus aureus* konsentrasi tertinggi diperoleh dari konsentrasi gelatin 10% yaitu 20,28 mm yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain. Film kemasan berbasis gelatin tulang ikan tuna yang diinkorporasi dengan ekstrak lamun *Thalassia hemprichii* berpotensi sebagai kemasan aktif ramah lingkungan yang efektif untuk aplikasi industri pangan berkelanjutan.

Kata kunci: *Antibakteri, film kemasan alami, Gelatin tulang Tuna, Sifat mekanis film, Thalassia hemprichii*

PENDAHULUAN

Gelatin merupakan polipeptida (*biopolimer*) yang dihasilkan dari hidrolisis kolagen triple helix melalui proses perendaman senyawa asam dan basar (Naiu & Yusuf, 2014). Sifat unik gelatin ketika dipanaskan dapat membentuk gel *reversibel* yang larut dalam air. Dengan sifatnya yang mampu membentuk gel dan mudah larut, gelatin menjadi pilihan menarik dalam pembuatan kemasan alami (Kholis dan Luketsi, 2023; Naiu *et al.*, 2025).

Kemasan merupakan wadah yang dapat mencegah dan mengurangi adanya kerusakan pada bahan yang dikemas. Kemasan berbahan plastik mempunyai kelemahan tidak dapat terurai secara alami dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Seiring dengan meningkatnya permintaan kemasan, penting untuk

mempertimbangkan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah film kemasan dari bahan alami (Sutra *et al.*, 2020)

Film kemasan alami yang dibuat berbasis gelatin banyak memiliki kekurangan salah satunya sensitivitasnya terhadap kelembapan. Film kemasan alami berbahan gelatin tanpa penambahan bahan lainnya bersifat getas dan rapuh (Kalaka *et al.*, 2022), sehingga perlu ditambahkan dengan bahan yang bersifat lemak (minyak), salah satunya ditambahkan dengan ekstrak lamun yang memiliki senyawa non polar (Naiu *et al.*, 2023a).

Lamun *T.hemprichii* merupakan jenis lamun yang umum dijumpai di perairan Indonesia. Keberadaannya yang melimpah kurang dimanfaatkan secara maksimal, padahal banyak keunggulan yang terdapat pada lamun *T.hemprichii* yang memiliki sifat sebagai antibakteri dan antioksidan. *T. hemprichii* diketahui memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti *flavonoid*, *alkaloid*, *tanin*, *steroid* dan *fenol* yang cukup tinggi. Selain itu *T.hemprichii* memiliki potensi bioaktif sebagai antioksidan dan mengandung senyawa *fenolik*. Oleh sebab itu, dibutuhkan cara pemanfaatan lamun *T.hemprichii* secara lebih optimal. Salah satunya dibuat menjadi bahan tambahan dalam produk pelapis berbasis gelatin yang ramah lingkungan (Rahmawati *et al.*, 2016).

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh konsentrasi gelatin tulang ikan tuna terhadap aktivitas antibakteri dan sifat penghalang film kemasan alami yang diinkorporasi dengan ekstrak lamun *T. hemprichii*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis karakteristik fisik dan biologi dari kemasan alami berbasis gelatin tulang ikan tuna dan ekstrak lamun *Thalassia hemprichii*. Pendekatan kuantitatif dipilih karena mampu memberikan hasil yang objektif dan diukur melalui data numerik yang dianalisis secara statistik. Parameter yang diuji meliputi laju transmisi uap air (WVTR) dan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Vibrio cholerae*.

Prosedur penelitian melibatkan beberapa tahap, yaitu pembuatan gelatin dari tulang ikan tuna, ekstraksi lamun menggunakan pelarut n-heksan, formulasi kemasan alami, dan pengujian terhadap WVTR serta aktivitas antibakteri. Pembuatan gelatin mengacu pada metode Naiu *et al.*, (2023b) yang diawali dengan melakukan fermentasi air nira menjadi cuka aren yang kemudian digunakan sebagai bahan merendam tulang ikan selama 35 hari. Ekstraksi lamun dilakukan melalui proses perendaman dalam n-heksan selama 3 hari setelah melalui proses pengeringan dan penghalusan. Selanjutnya gelatin dan ekstrak lamun diformulasikan bersama bahan lain seperti gliserol dan aquades, lalu dikeringkan dalam oven untuk menghasilkan lembaran film yang siap diuji.

Pengujian laju transmisi uap (WVTR) secara gravimetrik menggunakan silika gel dan desikator. Uji antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram terhadap bakteri uji, dan zona hambat diamati setelah inkubasi selama 24 jam (Sandi *et al.*, 2024).

Data hasil penelitian dijelaskan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan untuk tiap perlakuan. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dan apabila terdapat perbedaan nyata, dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan secara lebih spesifik. Seluruh data diolah menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics v.22.0.

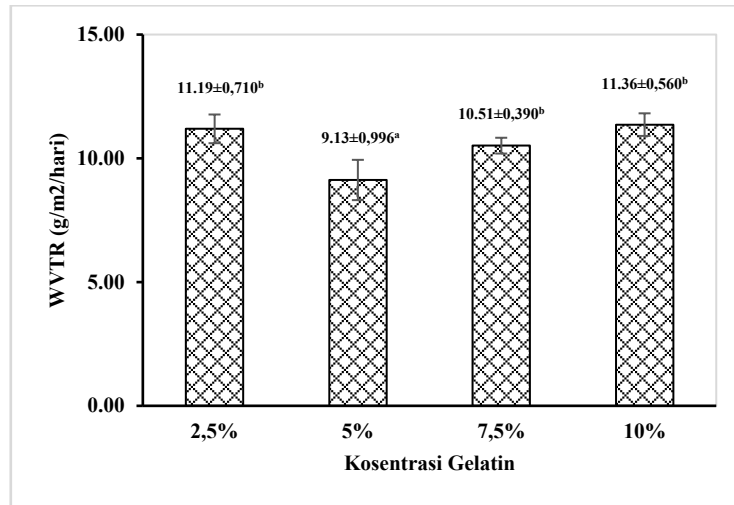
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Gelatin Tulang Ikan Tuna

Rendemen gelatin yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 4,77%. Lama waktu perendaman berpengaruh terhadap jumlah gelatin yang dapat diekstraksi, di mana proses perendaman dilakukan selama 35 hari. Naiu *et al.*, (2023a) melaporkan rendemen gelatin kering dari tulang ikan tuna yang direndam selama 35 hari sebesar 4,77% sama dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini. Ekstraksi menggunakan larutan asam cuka aren dengan perbandingan tulang dan pelarut 1:4 (b/v) (Naiu & Yusuf, 2014).

Laju Transmisi Uap Air (WVTR)

Pengujian Water Vapor Transmission Rate (WVTR) pada *edible film* untuk mengukur laju perpindahan uap air melalui film dalam kondisi tertentu. Grafik WVTR *edible film* kemasan alami dari gelatin yang diperkaya dengan ekstrak daun lamun dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 1. Histogram hasil uji laju transmisi uap air (WVTR); Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan signifikan berbeda ($p<0,05$).

Hasil uji One Way ANOVA menunjukkan $p<0,05$. Artinya ada perbedaan nyata perlakuan 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% terhadap pengukuran (WVTR). Hasil dari uji Duncen menunjukkan bahwa perlakuan 5% jaringan gelatin lebih rapat dan homogen, menghambat perpindahan uap air sehingga berbeda nyata dengan perlakuan 2,5%, 7,5% dan 10% terhadap pengukuran (WVTR).

Pada konsentrasi 2,5%, jumlah gelatin sedikit menyebabkan ikatan molekul lemah, sehingga film longgar dan mudah ditembus uap air. Pada 5%, peningkatan gelatin memperkuat ikatan hidrogen, menghambat perubahan uap air dan menurunkan WVTR. Pada 7,5%, distribusi molekul tidak merata menciptakan celah kecil yang meningkatkan WVTR. Pada 10%, meskipun lebih padat, tegangan dalam struktur menyebabkan mikrocelah, mempercepat perpindahan uap air dan membuat WVTR tetap tinggi. Penambahan ekstrak lamun *T. hemprichii* meningkatkan crosslinking, memperkuat struktur film dan menurunkan WVTR.

Menurut Cuq *et al.*, (1995) perubahan struktur film dapat mempengaruhi jalur difusi uap air, meningkatkan WVTR pada konsentrasi tinggi. Donhowe *et al.*, (1993) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi gelatin meningkatkan WVTR karena sifat hidrofiliknya yang lebih tinggi, memungkinkan lebih banyak uap udara terserap dan ditransmisikan melalui film.

Pengujian Aktivitas Antibakteri

Hasil penelitian dari aktivitas antibakteri pada konsentrasi 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% masing-masing dengan 3x pengulangan uji pada bakteri *V.cholerae*, *S.aureus*, dan *E.coli* dapat menghambat pertumbuhan bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daya hambat bakteri film kemasan alami gelatin terhadap bakteri *E. coli*, *V. cholera* dan *S. aureus*.

Aktivitas Antibakteri	Konsentrasi Gelatin			
	2,5%	5%	7,5%	10%
<i>E. coli</i>	12.32 mm ^a	16.13 mm ^b	15.98 mm ^b	13.15 mm ^a
<i>V. cholerae</i>	13.21 mm ^a	17.67 mm ^a	16.67 mm ^a	13.67 mm ^a
<i>S. aureus</i>	17.27 mm ^a	19.08 mm ^a	17.93 mm ^a	20,28 mm ^a

Ket: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda ($p<0,05$) dan huruf yang sama menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata ($p>0,05$).

Escherichia coli

Hasil uji One Way ANOVA menunjukkan $p = 0,002$ ($p < 0,05$), artinya ada perbedaan yang signifikan dalam daya antibakteri film kemasan alami terhadap *E. coli*. Konsentrasi 2,5% menunjukkan daya hambat tertinggi sebesar 12,32 mm, dan konsentrasi 5% memberikan daya hambat lebih tinggi sebesar 16,13 mm. Namun pada konsentrasi 10%, daya hambat menurun menjadi 13,15 mm, disebabkan oleh struktur film yang lebih padat yang menghambat difusi senyawa antibakteri. Ekstrak lamun mengandung polifenol dan flavonoid yang merusak membran *E. coli*. Hasil ini sejalan dengan Smith *et al.*, (2019) dan Zhang *et al.*, (2016) menyatakan bahwa konsentrasi bahan aktif yang terlalu tinggi dapat mengurangi efektivitas antibakteri.

Vibrio cholerae

Hasil uji One Way ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi edible film tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap daya antibakteri terhadap *Vibrio cholerae* ($p = 0,129$; $p > 0,05$). Daya hambat tertinggi tercatat pada konsentrasi 5% sebesar 17,67 mm, diikuti oleh 7,5% (16,67 mm), 10% (13,67 mm), dan 2,5% (13,21 mm). Meskipun terdapat zona hambat, peningkatan konsentrasi tidak secara signifikan meningkatkan efektivitas antibakteri. Hal ini dapat disebabkan oleh kemampuan *V. cholerae* membentuk biofilm dan keberadaan lapisan lipopolisakarida (LPS) pada dinding sel Gram-negatif yang menghambat penetrasi senyawa aktif seperti polifenol dan flavonoid. Selain itu, efektivitas juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti pH, suhu, serta interaksi antar senyawa dalam film. Hasil ini sejalan dengan Raybaudi Massilia *et al.*, (2008) dan Vargas *et al.*, (2011) menyatakan bahwa *V. cholerae* dapat melindungi diri dengan biofilm, sehingga memerlukan strategi tambahan untuk meningkatkan efektivitas.

Staphylococcus aureus

Hasil uji One Way ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan daya hambat edible film terhadap *Staphylococcus aureus* pada berbagai konsentrasi ($p = 0,297$; $p > 0,05$). Daya hambat tercatat sebesar 17,27 mm (2,5%), 19,08 mm (5%), 17,93 mm (7,5%), dan 20,28 mm (10%). Meskipun terdapat zona hambat, peningkatan konsentrasi tidak meningkatkan efektivitas secara signifikan. *S. aureus* sebagai bakteri Gram-positif tidak memiliki lapisan LPS, sehingga senyawa aktif seperti polifenol, flavonoid, dan tanin dapat langsung merusak dinding dan membran sel. Namun, respons antibakteri cenderung stabil karena telah mencapai ambang efektivitas, atau senyawa aktif tidak bertambah secara proporsional. Hasil ini sejalan dengan Dutta *et al.*, (2020) dan Burt, (2004) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi bahan aktif tidak meningkatkan efektivitas antibakteri pada bakteri Gram-positif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa film kemasan alami berbahan dasar gelatin tulang ikan tuna yang diperkaya dengan ekstrak daun lamun *Thalassia hemprichii* memiliki sifat penghalang kemasan dan fungsional yang baik. Peningkatan konsentrasi gelatin berpengaruh signifikan terhadap laju transmisi uap air (WVTR) dan daya hambat antibakteri. Konsentrasi gelatin 5% menghasilkan laju transmisi uap air (WVTR) yang rendah 9.13 g/m² meningkatkan ketahanan terhadap kelembaban. Uji antibakteri menunjukkan bahwa film ini efektif menghambat *E. Coli* dan *V. Cholerae* dengan konsentrasi 5%, namun pada *S. Aureus* memberikan daya hambat tertinggi pada konsentrasi gelatin 10%. Secara keseluruhan film ini berpotensi sebagai bahan kemasan ramah lingkungan dengan sifat penghalang kemasan yang baik dan daya tahan terhadap aktivitas antibakteri. Penelitian selanjutnya dapat fokus pada pengembangan edible film berbasis bahan alami lain untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan terhadap kelembaban serta penerapan di industri pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Burt, S. (2004). Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253.
- Cuq, B., Aymard, N., Cuq, G., & Guilbert, A. (1995). Plasticization of edible films made from milk proteins modified by transglutaminase. *Journal of Food Science*, 60(4), 802–807.
- Donhowe, J. ., Fennema, O. ., & Greger, R. . (1993). Water Vapor Permeability and Mechanical Properties of Edible Films from Caseinate or Whey Protein Concentrate and Lipid. *Journal of Food Science*, 56(4), 763–766.
- Dutta, D., & Dkk. (2020). “Effect of Polymer Concentration on the Antimicrobial and Physical Properties of Edible Films.” *Journal of Applied Polymer Science*, 137(15), 48634.
- Kalaka, S. R., Naiu, A. S., & Husain, R. (2022). Karakteristik Organoleptik, Fisik Dan Kimia Edible Film Gelatin-Kitosan-Jahe. *Jambura Fish Processing Journal*, 4(2), 64–71. <https://doi.org/10.37905/jfpj.v4i2.13361>
- Kholis dan Luketsi. (2023). Ekstraksi dan Aplikasi Gelatin Tulang Ikan Tuna pada Permen Jelly. *Pendidikan Teknologi Pertanian*, 9, 137–144.
- Naiu, A. S., Harmain, R. M., Kalaka, S. R., & Hasan, H. (2025). Antioxidant Activity, Morphological Structure, Barrier and Mechanical Properties of Tuna Bone Gelatin-Thalassia hemprichii Leaf Extract-Based Bio-packaging. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 29(1), 2395–2408. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2025.413566>
- Naiu, A. S., & Yusuf, N. (2014). Rendemen , Titik Gel dan Titik Leleh Gelatin Tulang Ikan Tuna yang Diproses dengan Cuka Aren. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 2(2), 73–77.
- Naiu, A. S., Yusuf, N., & Kalaka, S. R. (2023a). *Biopackaging Berbahan Gelatin Tulang Tuna (Thunnus Sp) Dan Ekstrak Nonpolar Daun Lamun Thalassia Hemprichii. Laporan Akhir Penelitian Multi Tahun*. 8.
- Naiu, A. S., Yusuf, N., & Kalaka, S. R. (2023b). Comparison of the physicochemical quality of tuna bone gelatin extracted using aren vinegar with commercial gelatin. *AACL Bioflux*, 16(5), 2833–2844.
- Rahmawati, U., Agustini, T. W., & Romadhon. (2016). Kajian aktivitas antibakteri ekstrak lamun (Thalassia hemprichii) terhadap bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli. *Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan*, 2008, 466–473. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:115029526>
- Raybaudi Massilia, R. M., M.-M., J., & Martín-Belloso. (2008). Antimicrobial Activity of Essential Oils against *Vibrio cholerae in Edible Films. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(3), 405–412.
- Sandi, O. M., Muhandri, T., & Suyatma, N. E. (2024). Optimasi Pembuatan Heat Sealable Film dari Kolang-Kaling sebagai Bahan Kemasan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 35(1), 79–91. <https://doi.org/10.6066/jtip.2024.35.1.79>
- Smith, J., Minyak, L. M., Smith, J., & Johnson, R. (2019). Antimicrobial Activity of Edible Films and Coatings: A Review.". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(5), 1379–1401.
- Sutra, Leffy Hermalena, & Rera Aga Salihat. (2020). Karakteristik Edible Film Dari Pati Jahe Gajah (Zingiber Officinale) Dengan Perbandingan Gelatin Kulit Ikan Tuna. *Journal of Sciencetech Research and Development*, 2(2), 034–045. <https://doi.org/10.56670/jsrd.v2i2.13>
- Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., González-Martínez, & C. (2011). Effect of Edible Films on the Growth of Vibrio cholerae. *Food Hydrocolloids*, 25(5), 1267–1273.
- Zhang, Y., Wang, X., Li, H., & Chen, Z. (2016). Antimicrobial Activity of Edible Films Incorporated with Essential Oils against *E. coli and Listeria monocytogenes. *Food Control*, 59, 207–214.