



Pengaruh Penambahan Minyak Kelapa (*Cocos nucifera*) terhadap Laju Transmisi Uap Air dan Biodegradabilitas Edible Film Berbasis *Eucheuma cottonii*

Nurmalasari Ismail¹, Nirmala Febri¹, Hilda Rahmawati², Nurasia¹, Leni Kurniati¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains, Universitas Cokroaminoto Palopo

²Program Studi Fisika, Fakultas Sains, Universitas Cokroaminoto Palopo

*Corresponding author E-mail: nurmalasariismail@uncp.ac.id

DOI : <https://doi.org/10.30605/4j4pas71>

Accepted : 25 Mei 2026 Approved : 23 Juni 2026 Published : 25 Juni 2026

Abstract

Edible film berbasis rumput laut merupakan salah satu alternatif kemasan pangan ramah lingkungan yang berpotensi menggantikan plastik konvensional. Namun, karakter hidrofilik karagenan dari *Eucheuma cottonii* menyebabkan sifat barrier terhadap uap air masih relatif rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan minyak kelapa (*Cocos nucifera*) terhadap laju transmisi uap air dan biodegradabilitas edible film berbasis *Eucheuma cottonii*. Edible film dibuat menggunakan ekstrak rumput laut dengan variasi komposisi gliserol dan minyak kelapa, kemudian dikarakterisasi melalui pengujian laju transmisi uap air dan biodegradabilitas menggunakan metode soil burial test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai laju transmisi uap air edible film berada pada kisaran 0,0021–0,0032 g/cm²/jam. Perlakuan dengan perbandingan gliserol dan minyak kelapa 1:1 menghasilkan nilai laju transmisi uap air terendah, yaitu 0,0025 ± 0,0009 g/cm²/jam, yang mengindikasikan sifat barrier terhadap uap air lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Selain itu, seluruh sampel edible film mengalami biodegradasi sempurna dalam waktu tiga hari selama pengujian di dalam tanah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan minyak kelapa mampu meningkatkan sifat barrier terhadap uap air tanpa mengurangi kemampuan biodegradasi edible film, sehingga formulasi ini berpotensi dikembangkan sebagai bahan kemasan pangan yang ramah lingkungan.

Keywords : *Eucheuma cottonii*; biodegradabilitas; edible film; laju transmisi uap air; minyak kelapa.

PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan kemasan plastik berbasis petrokimia telah memberikan manfaat yang signifikan terhadap distribusi dan penyimpanan produk pangan. Namun, sifatnya yang sulit terdegradasi menyebabkan akumulasi limbah plastik menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang mendapat perhatian global (Rahmawati et al., 2025). Diperkirakan jutaan ton limbah plastik dihasilkan setiap tahun, sementara sebagian besar belum dikelola secara optimal sehingga berpotensi mencemari ekosistem darat maupun perairan. Kondisi tersebut mendorong pengembangan material kemasan yang bersifat biodegradable, aman bagi pangan, serta berasal dari sumber daya alam terbarukan. Salah satu alternatif yang berkembang adalah edible film, yaitu lapisan tipis yang dapat dikonsumsi bersama produk pangan dan berfungsi sebagai penghalang terhadap perpindahan massa, seperti uap air, gas, maupun senyawa volatil, sehingga mampu mempertahankan mutu produk selama penyimpanan (Anisa, 2025).

Salah satu bahan baku yang berpotensi dikembangkan sebagai matriks pembentuk edible film adalah rumput laut *Eucheuma cottonii*. Indonesia merupakan salah satu produsen utama rumput laut dunia dengan ketersediaan bahan baku yang melimpah, sehingga pemanfaatannya memiliki nilai ekonomi dan keberlanjutan yang tinggi (Permana et al., 2025). Rumput laut *E. cottonii* mengandung karagenan yang memiliki kemampuan membentuk gel, menghasilkan film yang transparan, tidak beracun, dan mudah terdegradasi secara alami (Safitri et al., 2022). Karakteristik tersebut menjadikan karagenan sebagai salah satu biopolimer yang banyak dimanfaatkan dalam pengembangan kemasan pangan ramah lingkungan. Meskipun demikian, sifat hidrofilik karagenan menyebabkan edible film memiliki permeabilitas terhadap uap air yang relatif tinggi, sehingga efektivitasnya sebagai penghalang kelembapan masih terbatas, terutama untuk aplikasi pada produk pangan dengan kadar air rendah (Anggraini et al., 2022).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan karakteristik edible film berbasis karagenan melalui penambahan bahan hidrofobik, seperti lilin alami, asam lemak, minyak atsiri, maupun minyak nabati (EVRILIYANI et al., 2025; Fibarzi et al., 2026;

Rahmayetty et al., 2025). Penambahan komponen hidrofobik diketahui mampu mengurangi difusi molekul air melalui matriks polimer sehingga menurunkan nilai Water Vapor Transmission Rate (WVTR). Di sisi lain, gliserol sebagai plasticizer berperan dalam meningkatkan fleksibilitas film, tetapi penggunaannya dalam jumlah tertentu dapat meningkatkan afinitas film terhadap air karena sifatnya yang hidrofilik (Nurlatifah & Amyranti, 2023). Oleh sebab itu, diperlukan formulasi yang mampu menghasilkan keseimbangan antara fleksibilitas, sifat barrier, dan kemampuan biodegradasi.

Minyak kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu minyak nabati yang berpotensi digunakan sebagai bahan aditif pada edible film karena mengandung asam lemak jenuh rantai sedang, terutama asam laurat, yang bersifat hidrofobik (Delya, 2025). Keberadaan fase hidrofobik di dalam matriks karagenan diperkirakan dapat menghambat difusi uap air melalui film sehingga meningkatkan sifat barrier. Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa penambahan minyak kelapa mampu memperbaiki ketahanan film terhadap uap air pada sistem berbasis pati maupun biopolimer lainnya (Jannah et al., 2024). Namun, penelitian mengenai pemanfaatan minyak kelapa pada edible film berbasis ekstrak *Eucheuma cottonii* dengan variasi komposisi gliserol dan minyak kelapa masih relatif terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada karakteristik mekanik atau sifat fisik film, sedangkan kajian yang menghubungkan sifat barrier terhadap uap air dengan biodegradabilitas dalam satu formulasi masih belum banyak dilaporkan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan penelitian mengenai pengaruh penambahan minyak kelapa terhadap karakteristik edible film berbasis *Eucheuma cottonii*. Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi pengaruh variasi rasio gliserol dan minyak kelapa terhadap Water Vapor Transmission Rate (WVTR) dan biodegradabilitas secara simultan, sehingga dapat diperoleh formulasi yang tidak hanya memiliki sifat barrier terhadap uap air yang lebih baik, tetapi juga tetap mempertahankan kemampuan degradasi alami. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan minyak kelapa (*Cocos nucifera*) terhadap laju transmisi

uap air (Water Vapor Transmission Rate) dan biodegradabilitas edible film berbasis *Eucheuma cottonii* sebagai kandidat material kemasan pangan yang ramah lingkungan.

METODE

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik, *hot plate*, *magnetic stirrer*, blender, desikator, termometer, statif, kompor, panci, gelas ukur, erlenmeyer, gelas beaker, pipet volume, corong, batang pengaduk, saringan, cawan petri, cawan porselen, gunting, pinset, kain saring, waterbath. Bahan yang digunakan yaitu rumput laut *Eucheuma cottonii*, gliserol, minyak kelapa, silica gel dan Aquades.

Prosedur Kerja

Preparasi Sampel

30 gram Rumput laut basah masing-masing di rendam di dalam air 300 ml, selama 5-6 jam.

Rumput laut bersama air rendamannya di blender hingga benar-benar halus, kemudian dipanaskan pada suhu 70-80°C selama 10 menit sambil diaduk menggunakan *magnetik stirrer*. Larutan rumput laut selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan kain saring. Filtrat yang diperoleh (Ekstrak Rumput Laut) selanjutnya siap untuk menjadi larutan pembentuk film.

Pembuatan edible film

Larutan ekstrak rumput laut di tambahkan gliserol dan minyak kelapa dengan 4 variasi yaitu variasi A tanpa penambahan gliserol, variasi B penambahan gliserol dan minyak kelapa dengan perbandingan 1:3, variasi C dengan perbandingan 1:1 dan variasi D penambahan gliserol tanpa minyak kelapa. Larutan ekstrak rumput laut dipanaskan sambil di tambahkan gliserol dan minyak kelapa (Tabel 1). Kemudian sampel dicetak dan di keringkan dengan suhu 40°C- 50°C.

Tabel 1. Formulasi perlakuan edible film

Perlakuan	Komposisi Gliserol : Minyak Kelapa	Keterangan
A	-	Tanpa penambahan gliserol
B	1:3	Penambahan gliserol dan minyak kelapa
C	1:1	Penambahan gliserol dan minyak kelapa
D	1:0	Penambahan gliserol tanpa minyak kelapa

Uji Transmisi Uap Air

Uji transmisi uap cair dengan cara meletakkan sampel pada permukaan cawan yang telah dimasukkan silika gel, dan direkatkan sehingga tidak ada udara yang dapat masuk. Cawan di timbang, kemudian diletakkan pada desikator yang telah dimasukkan air. Timbang cawan tersebut setiap jam selama 8 jam, laju transmisi uap dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Laju Transmisi Uap Air} = \frac{W}{Ax t}$$

Keterangan :

W = peningkatan berat kaca (gram)

A = Luas permukaan *edible film* (cm²)

t = Waktu (jam)

Uji Biodegradabilitas

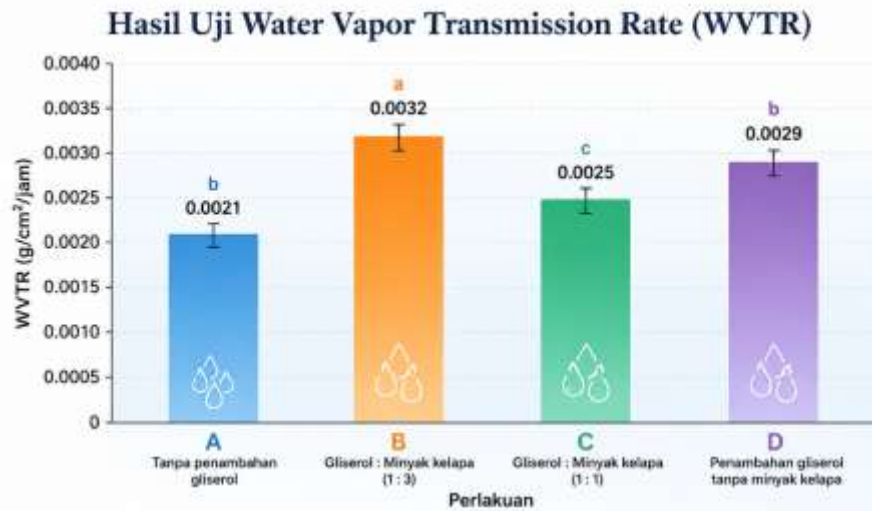
Pengujian ini menggunakan tanah atau metode *soil burial test* dengan cara mengubur sampel berukuran 4 x 1 cm² ke dalam pot berisi tanah dan sampel dibiarkan terkena udara. Pengamatan dilakukan setiap hari hingga sampel mengalami degradasi secara sempurna atau lembaran film hilang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Water Vapor Transmission Rate (WVTR)

Nilai *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi kemampuan *edible film* sebagai bahan pengemas pangan. Nilai WVTR yang rendah menunjukkan kemampuan film yang lebih baik dalam menghambat difusi uap air dari lingkungan

menuju produk, sehingga mampu mempertahankan mutu dan memperpanjang umur simpan bahan pangan. Hasil pengujian WVTR pada *edible film* berbasis *Eucheuma cottonii* dengan variasi penambahan gliserol dan minyak kelapa disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai Rata-rata Laju transmisi uap air *edible film Eucheuma cottonii*

Berdasarkan Gambar 1, nilai rata-rata WVTR pada perlakuan A, B, C, dan D berturut-turut sebesar 0,0021; 0,0032; 0,0025; dan 0,0029 g/cm²/jam. Perlakuan C yang menggunakan perbandingan gliserol dan minyak kelapa sebesar 1:1 menghasilkan nilai WVTR yang lebih rendah dibandingkan perlakuan B dan D, sedangkan perlakuan B menunjukkan nilai WVTR tertinggi. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa penambahan minyak kelapa dalam jumlah yang seimbang dengan gliserol mampu meningkatkan sifat *barrier* terhadap uap air.

Peningkatan sifat *barrier* tersebut berkaitan dengan karakter hidrofobik minyak kelapa yang mampu mengurangi perpindahan molekul air melalui matriks karagenan. Minyak kelapa membentuk fase hidrofobik di dalam jaringan biopolimer sehingga jalur difusi uap air menjadi lebih panjang (*tortuous pathway*). Akibatnya, laju migrasi molekul air melalui film menjadi lebih rendah dibandingkan formulasi yang mengandung minyak kelapa dalam jumlah lebih sedikit atau tidak mengandung minyak sama sekali. Di sisi lain, gliserol berfungsi sebagai *plasticizer* yang meningkatkan fleksibilitas film melalui pembentukan ikatan hidrogen dengan rantai polisakarida. Namun, sifat hidrofilik gliserol juga dapat meningkatkan afinitas film terhadap air apabila digunakan dalam jumlah yang berlebihan, sehingga menyebabkan nilai WVTR meningkat (Nurul, 2024; Ramli et al., 2026).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keseimbangan antara gliserol dan minyak kelapa memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik *barrier edible film*. Rasio 1:1 menghasilkan formulasi yang mampu mempertahankan fleksibilitas film tanpa meningkatkan permeabilitas uap air secara berlebihan. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa penambahan komponen lipid ke dalam matriks biopolimer dapat menurunkan permeabilitas uap air melalui peningkatan sifat hidrofobik film. Selain itu, penggunaan gliserol dalam konsentrasi yang sesuai mampu menghasilkan struktur film yang homogen sehingga distribusi fase lipid di dalam matriks menjadi lebih merata (Etika et al., 2025; Rahmawati et al., 2020).

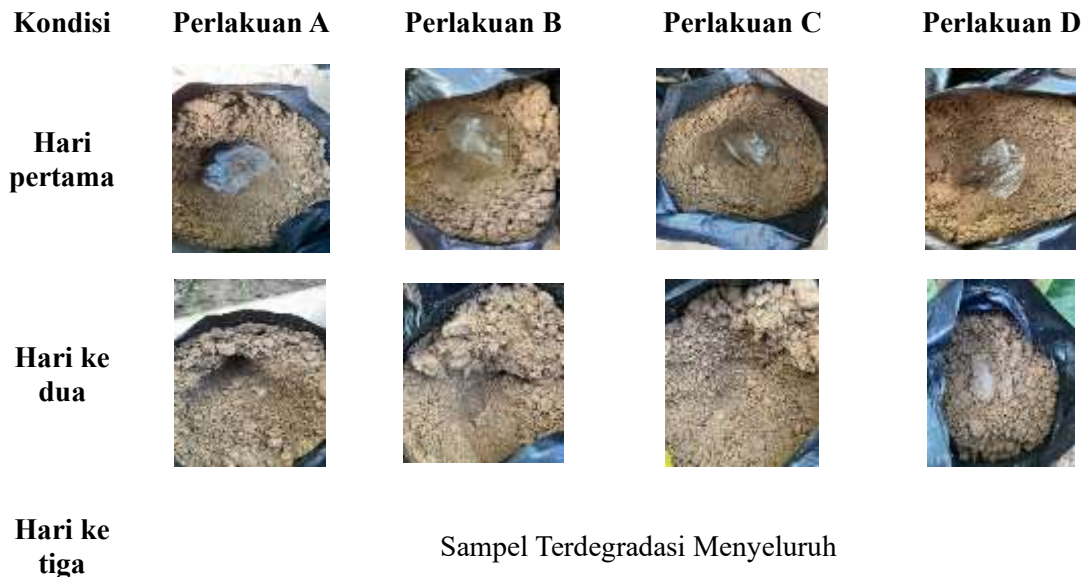
Berdasarkan standar Japanese Industrial Standard (JIS), nilai maksimum WVTR untuk *edible film* adalah 7 g/m²/jam (Anisa, 2025; Delya, 2025; Rahmawati et al., 2020). Nilai WVTR seluruh perlakuan pada penelitian ini berada di bawah batas tersebut, sehingga menunjukkan bahwa *edible film* berbasis *Eucheuma cottonii* dengan penambahan minyak kelapa memenuhi persyaratan sebagai bahan pengemas pangan yang memiliki kemampuan penghalang terhadap uap air.

3.2 Biodegradabilitas

Biodegradabilitas merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi potensi *edible film* sebagai material kemasan ramah lingkungan. Pengujian ini bertujuan untuk

mengetahui kemampuan material terdegradasi secara alami oleh aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Hasil pengamatan biodegradabilitas *edible film* berbasis

Eucheuma cottonii dengan variasi penambahan gliserol dan minyak kelapa ditunjukkan pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 2. Uji Biodegradabilitas *edible film Eucheuma cottonii*

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seluruh perlakuan mengalami degradasi sempurna dalam waktu tiga hari setelah ditanam di dalam tanah. Meskipun waktu degradasinya relatif sama, setiap perlakuan menunjukkan pola degradasi yang berbeda selama proses pengamatan. Perlakuan C, yaitu formulasi dengan perbandingan gliserol dan minyak kelapa sebesar 1:1, menunjukkan tanda-tanda degradasi lebih awal dibandingkan perlakuan lainnya. Sebaliknya, perlakuan D yang hanya mengandung gliserol tanpa penambahan minyak kelapa mengalami degradasi secara lebih bertahap sebelum akhirnya terurai sempurna pada hari ketiga.

Tabel 2. Hasil pengamatan biodegradabilitas edible film

	Perlakuan Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3
A	Belum terdegradasi	Mulai terdegradasi	Terdegradasi sempurna
B	Belum terdegradasi	Mulai terdegradasi	Terdegradasi sempurna
C	Mulai terdegradasi	Hampir terdegradasi	Terdegradasi sempurna
D	Belum terdegradasi	Mulai terdegradasi	Terdegradasi sempurna

Perbedaan pola degradasi tersebut dipengaruhi oleh komposisi penyusun *edible film*. Matriks karagenan dari *Eucheuma cottonii* merupakan polisakarida yang bersifat hidrofilik sehingga mudah menyerap air dari lingkungan. Penyerapan air menyebabkan struktur film mengalami pengembangan (*swelling*), yang selanjutnya mempermudah penetrasi mikroorganisme dan enzim ke dalam matriks polimer. Proses ini mempercepat pemutusan rantai polimer sehingga material lebih mudah mengalami degradasi.

Penambahan gliserol berperan sebagai *plasticizer* yang meningkatkan fleksibilitas film

melalui pembentukan ikatan hidrogen dengan rantai polisakarida. Namun, sifat hidrofilik gliserol juga meningkatkan kemampuan film dalam menyerap air, sehingga dapat mempercepat proses degradasi biologis. Di sisi lain, minyak kelapa bersifat hidrofobik sehingga mampu menghambat penetrasi air ke dalam matriks film (Etika et al., 2025; Jannah et al., 2024; Nurul, 2024). Meskipun demikian, pada penelitian ini jumlah minyak kelapa yang ditambahkan belum cukup untuk menghambat proses degradasi secara signifikan. Hal ini dibuktikan dengan seluruh sampel yang tetap

mengalami degradasi sempurna dalam waktu tiga hari.

Cepatnya proses biodegradasi juga dipengaruhi oleh kondisi media tanah yang memiliki kelembapan tinggi serta mengandung berbagai mikroorganisme, seperti bakteri dan jamur, yang berperan dalam menguraikan senyawa organik. Air yang terserap ke dalam matriks film berfungsi sebagai media difusi bagi enzim ekstraseluler yang dihasilkan mikroorganisme, sehingga mempercepat hidrolisis dan pemecahan rantai polisakarida menjadi senyawa dengan berat molekul lebih rendah. Senyawa-senyawa tersebut selanjutnya dimanfaatkan sebagai sumber karbon oleh mikroorganisme hingga *edible film* mengalami degradasi secara menyeluruh (Anisa, 2025; Permana et al., 2025).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan minyak kelapa mampu meningkatkan karakteristik penghalang terhadap uap air tanpa mengurangi kemampuan biodegradasi *edible film*. Seluruh formulasi memenuhi salah satu karakteristik penting material kemasan biodegradable, yaitu mampu terurai dalam waktu relatif singkat setelah dibuang ke lingkungan. Oleh karena itu, *edible film* berbasis *Eucheuma cottonii* dengan penambahan minyak kelapa berpotensi dikembangkan sebagai alternatif kemasan pangan yang ramah lingkungan.

SIMPULAN DAN SARAN

Penambahan minyak kelapa (*Cocos nucifera*) berpengaruh terhadap karakteristik *edible film* berbasis *Eucheuma cottonii*, khususnya pada nilai Water Vapor Transmission Rate (WVTR). Formulasi dengan perbandingan gliserol dan minyak kelapa 1:1 (perlakuan C) menghasilkan nilai WVTR terendah sebesar 0,0025 g/cm²/jam, yang menunjukkan sifat barrier terhadap uap air lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Seluruh formulasi *edible film* mengalami biodegradasi sempurna dalam waktu tiga hari melalui metode soil burial test, sehingga menunjukkan kemampuan degradasi yang baik di lingkungan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan minyak kelapa dapat meningkatkan sifat penghalang terhadap uap air tanpa mengurangi biodegradabilitas *edible film*, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai alternatif kemasan pangan yang ramah lingkungan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi karakteristik *edible film* secara lebih komprehensif melalui pengujian sifat mekanik, seperti kuat tarik (*tensile strength*) dan persen pemanjangan (*elongation at break*), serta karakterisasi morfologi dan struktur menggunakan teknik seperti Scanning Electron Microscopy (SEM) dan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Selain itu, diperlukan pengujian terhadap stabilitas penyimpanan dan aplikasi *edible film* pada produk pangan nyata untuk menilai kinerja material sebagai kemasan pangan dalam kondisi penggunaan yang sebenarnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggraini, L., Rosida, D. F., & Wicaksono, L. A. (2022). Kemampuan laju transmisi uap dan biodegradasi edible straw dari pati umbi (ganyong, garut, kimpul) dan gelatin ikan. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 10(3), 226–235.
- Anisa, S. N. (2025). THE EFFECT OF PASSING THE PANDAN LEAF CELLULOSE (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) FLOUR MESH AND THE ADDITION OF TAPIOCA ON THE BIODEGRADABLE FILM CHARACTERISTICS. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 4(1), 66–78.
- Delya, E. (2025). THE EFFECT OF ADDING CARRAGEENAN AND USED COOKING OIL ON THE CHARACTERISTICS OF BIOPLASTIC PACKAGING BASED ON COCONUT PULP CELLULOSE.
- Etika, D., Zulferiyenni, Z., Nurainy, F., & Hidayati, S. (2025). Pengaruh Penambahan Karagenan dan Minyak Jelantah Terhadap Karakteristik Kemasan Bioplastik Berbasis Selulosa Ampas Kelapa. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 4(2), 214–224.
- EVRIYANI, N., AMANDA, S. T., ALIANO, K. B., PRATAMA, G. P., MAULANI, S. F., & DARMAWAN, R. M. (2025). PEMANFAATAN EDIBLE FILM BERBAHAN PATI SINGKONG ALTERNATIF KEMASAN BIOPOLIMER UNTUK KEBERLANJUTAN PANGAN. *Ganec Swara*, 19(1), 279–285.

- Fibarzi, W. U., Nurlaila, R., Andira, R., Hasfita, F., & Afred, M. Y. (2026). Pengaruh Variasi Pati Sukun (*Artocarpus Altilis*) dan Gliserol terhadap Karakteristik Edible Film. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 6(02), 326–340.
- Jannah, I. A. W., Zulferiyenni, Z., Hidayati, S., & Nawansih, O. (2024). Pengaruh Konsentrasi Pati Sagu (*Metroxylon sago* Rottb) dan Kitosan Terhadap Karakteristik Biodegradable Film Berbasis Sabut Kelapa Muda. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 3(2), 288–301.
- Nurlatifah, I., & Amyranti, M. (2023). the utilization from glucomannan of porang flour (*Amorphophallus muelleri* Blume) as a raw material for making an edible film. *Berkala Sainstek*, 11(3), 138–144.
- Nurul, H. N. (2024). PENGARUH KONSENTRASI TAPIOKA TERHADAP KARAKTERISTIK BIODEGRADABLE FILM BERBASIS SELULOSA AMPAS KELAPA.
- Permana, L., Ramadhanti, A. K., & Nasution, S. (2025). Karakteristik Edible Film Berbasis Pati Singkong Dengan Penambahan Bubuk Rempah Sebagai Kemasan Kopi. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 10(3).
- Rahmawati, H., Mutmainna, I., Ilyas, S., Fahri, A. N., Wahyuni, A. S. H., Afrianti, E., Setiawan, I., & Tahir, D. (2020). Effect of carbon for enhancing degradation and mechanical properties of bioplastics composite cassava starch/glycerin/carbon. *AIP Conference Proceedings*, 2219(1), 100004. <https://doi.org/10.1063/5.0003009>
- Rahmawati, P. A., Dermayanti, R., & Aisyah, S. K. N. (2025). Potensi Penggunaan Edible Film Berbasis Polisakarida Pati Singkong: Tinjauan Sistematis 10 Tahun Terakhir. *Jurnal Agristan*, 7(1), 147–155.
- Rahmayetty, R., Ramadani, P. D., Astari, R., Nuryoto, N., Adiwibowo, M. T., Yulvianti, M., & Hendra, H. (2025). OPTIMASI KONSENTRASI POLIETILEN GLIKOL UNTUK KUAT TARIK, ELONGASI, DAN BIODEGRADASI DALAM TANAH PADA EDIBLE FILM SELULOSA ASETAT. *JURNAL INTEGRASI PROSES*, 14(1), 166–171.
- Ramli, I., Alfito, F., & Rahmawati, H. (2026). Effect of Pepper Stem Fiber Orientation on Mechanical Properties, Water Absorption, and Biodegradation of Cassava Bioplastic Films. *Journal of Physics and Its Applications*, 8(1), 27–32.
- Safitri, Y. D., Maflahah, I., & Purwandari, U. (2022). KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK EDIBLE FILM DARI TEPUNG PORANG (*Amorphophallus oncophyllus*). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 10, 136–143.