

Research Note: Eksplorasi Senyawa Bioaktif *Edible film* Berbasis *Whey* Keju Terfortifikasi Teh Hitam *Orthodox* untuk Mendukung *Sustainable Development Goals* (SDG's)

Irfan Fadhlurrohman^{1*}, Meyta Pratiwi², Ari Dwi Nurasih³, Hasan Muhammad Yusuf¹

¹Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

²Mikrobiologi, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman

³Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

*Email Korespondensi: irfan.fadhlurrohman@unsoed.ac.id

Abstrak

Whey keju merupakan hasil samping industri pengolahan susu yang masih mengandung berbagai komponen bernilai fungsional, namun pemanfaatannya sebagai bahan baku *edible film* masih terbatas. Fortifikasi teh hitam *orthodox* berpotensi meningkatkan kandungan senyawa bioaktif sehingga menghasilkan kemasan pangan yang lebih fungsional dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi profil senyawa bioaktif pada *edible film* berbasis *whey* keju terfortifikasi teh hitam *orthodox* sebagai upaya mendukung *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya melalui pemanfaatan limbah pangan dan pengembangan kemasan yang ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan pendekatan uji deskriptif semi-kuantitatif dengan menganalisis berbagai temuan studi pustaka serta hasil kajian profil senyawa bioaktif secara instrumental. Data disajikan secara deskriptif berdasarkan jenis senyawa, dan potensi aktivitas biologis yang ditelusuri melalui studi pustaka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* mengandung berbagai kelompok senyawa bioaktif, meliputi fenolik, asam lemak, ester, dan alkohol yang berpotensi berperan sebagai antioksidan, antimikroba, serta komponen fungsional dalam sistem kemasan pangan. Kehadiran senyawa-senyawa tersebut mengindikasikan bahwa fortifikasi teh hitam *orthodox* mampu memperkaya profil bioaktif *edible film* berbasis *whey* keju. Temuan ini memberikan informasi awal mengenai potensi pemanfaatan *whey* keju sebagai bahan baku bernilai tambah melalui pengembangan *edible film* fungsional. Penelitian ini berkontribusi terhadap implementasi ekonomi sirkular dan mendukung pencapaian SDGs, terutama konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab (SDG 12) serta inovasi pada teknologi kemasan pangan berkelanjutan (SDG 9).

Kata kunci: *Edible film*, SDGs, Senyawa bioaktif, Teh hitam *orthodox*, *Whey* keju

Abstract

Cheese whey is a by-product of the dairy processing industry that still contains various functionally valuable components, but its use as a raw material for *edible films* is still limited. Fortification with *orthodox black tea* has the potential to increase the content of bioactive compounds, resulting in more functional and sustainable food packaging. This study seeks to investigate the bioactive compound profile of *cheese whey-based edible films* fortified with *orthodox black tea* to support the *Sustainable Development Goals* (SDGs), particularly by utilizing food waste and developing environmentally friendly packaging. This study uses a semi-quantitative descriptive test approach by analyzing various literature study findings and the results of instrumental bioactive compound profile studies. Data are presented descriptively based on the type of compound, and the potential biological activity is traced through literature studies. The findings indicate that *edible films* comprise diverse categories of bioactive compounds, including phenolics, fatty acids, esters, and alcohols, which may act as antioxidants, antimicrobials, and functional components in food packaging systems. The presence of these compounds indicates that *orthodox black tea* fortification can enrich the bioactive profile of *cheese whey-based edible films*. These findings provide preliminary information on the potential use of *cheese whey* as a value-added raw material through the development of functional *edible films*. This research contributes to implementing a circular economy and supports achieving the SDGs, particularly responsible consumption and production (SDG 12) and innovation in sustainable food packaging technologies (SDG 9).

Keywords: *Edible film*, SDGs, Bioactive compounds, *Orthodox black tea*, *Cheese whey*

PENDAHULUAN

Meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap isu lingkungan dan keamanan pangan telah mendorong pengembangan kemasan pangan yang tidak hanya mampu melindungi produk, tetapi juga ramah lingkungan dan memiliki fungsi biologis. Penggunaan kemasan berbasis polimer sintesis masih mendominasi industri pangan, namun sifatnya yang sulit terdegradasi menyebabkan akumulasi limbah plastik dan berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), timbulan sampah Indonesia pada tahun 2024 mencapai 29,2 juta ton per tahun (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2024). Kondisi tersebut diperparah dengan fakta bahwa Indonesia merupakan salah satu kontributor terbesar sampah plastik ke lautan dengan estimasi 10% dari 6,8 juta metrik ton sampah plastik yang dihasilkan mencemari perairan (Laole *et al.*, 2025). Oleh karena itu, *edible film* sebagai kemasan *biodegradable* berbahan baku alami menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan dalam mendukung sistem pangan yang lebih berkelanjutan. Selain berfungsi sebagai pelindung fisik, *edible film* juga dapat dikembangkan menjadi *active packaging* melalui penambahan senyawa bioaktif (Pires *et al.*, 2024) yang mampu menghambat oksidasi maupun pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan pangan.

Salah satu bahan potensial untuk pembuatan *edible film* adalah *whey* keju, yaitu hasil samping industri pengolahan keju yang selama ini masih belum dimanfaatkan secara optimal. *Whey* mengandung protein berkualitas tinggi, peptida bioaktif, laktosa (Fadhlurrohman & Susanto, 2024), serta mineral yang mampu membentuk lapisan *film* dengan sifat penghalang oksigen yang baik. Pemanfaatan *whey* sebagai bahan baku *edible film* tidak hanya meningkatkan nilai tambah limbah agroindustri, tetapi juga menjadi bagian dari penerapan konsep *circular economy* serta upaya pengurangan pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah cair industri susu.

Untuk meningkatkan nilai fungsionalnya, *edible film* berbasis *whey* dapat difortifikasi menggunakan sumber senyawa bioaktif alami. Salah satu bahan yang berpotensi adalah teh hitam *orthodox* (*Camellia sinensis*), yang diketahui kaya akan senyawa fenolik seperti katekin, *theaflavin*, dan *thearubigin* (Fadhlurrohman *et al.*, 2023b, 2023a). Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi serta berpotensi memberikan efek antimikroba sehingga dapat meningkatkan kemampuan *edible film* sebagai kemasan aktif. Selain itu, pemanfaatan teh hitam sebagai fortifikan merupakan

alternatif penggunaan bahan alami yang lebih aman dibandingkan aditif sintetis dalam sistem pengemasan pangan.

Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa penambahan ekstrak tanaman yang kaya senyawa fenolik ke dalam matriks protein *whey* mampu meningkatkan aktivitas antioksidan, memperbaiki sifat fungsional *film*, serta memperpanjang umur simpan produk pangan. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada penggunaan ekstrak teh hijau atau sumber fenolik lainnya, sedangkan informasi mengenai pemanfaatan teh hitam *orthodox* sebagai fortifikan dalam *edible film* berbasis *whey* keju masih sangat terbatas. Karakteristik senyawa fenolik teh hitam yang didominasi oleh hasil oksidasi enzimatis selama proses fermentasi (Insanu *et al.*, 2017) memungkinkan terbentuknya interaksi yang berbeda dengan matriks protein *whey* sehingga berpotensi menghasilkan karakteristik bioaktif yang khas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengeksplorasi keberadaan senyawa bioaktif pada *edible film* berbasis *whey* keju yang difortifikasi dengan teh hitam *orthodox* sebagai langkah awal pengembangan kemasan pangan aktif yang berkelanjutan. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai potensi kombinasi *whey* keju dan teh hitam sebagai bahan baku kemasan *biodegradable* bernilai tambah, sekaligus mendukung implementasi *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya Tujuan 3 (*Good Health and Well-being*) melalui pengembangan kemasan pangan yang lebih aman, Tujuan 9 (*Industry, Innovation and Infrastructure*) melalui inovasi produk berbasis hasil samping agroindustri, Tujuan 12 (*Responsible Consumption and Production*) melalui pemanfaatan limbah *whey* menjadi produk bernilai ekonomi, serta Tujuan 13 (*Climate Action*) melalui upaya pengurangan penggunaan plastik berbasis petrokimia.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan semi-kuantitatif yang mengintegrasikan kajian pustaka terstruktur (*structured literature review*) dengan hasil penelitian pendahuluan (*preliminary laboratory study*) mengenai *edible film* berbasis *whey* keju terfortifikasi teh hitam *orthodox*. Kajian pustaka bertujuan mengidentifikasi tren penelitian, karakteristik senyawa bioaktif, serta potensi aplikasi *whey* keju dan teh hitam sebagai bahan penyusun *edible film* aktif. Sementara itu, penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengeksplorasi keberadaan senyawa bioaktif pada formulasi *edible film* yang

dikembangkan di laboratorium, sehingga diperoleh gambaran awal yang mendukung hasil sintesis dari literatur.

Strategi Penelusuran Literatur

Penelusuran literatur dilakukan menggunakan beberapa basis data ilmiah internasional dan nasional, yaitu *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *Wiley Online Library*, *PubMed*, *Google Scholar*, serta Garuda sebagai pelengkap literatur nasional. Pencarian artikel menggunakan kombinasi kata kunci dalam bahasa Inggris dan bahasa Indonesia dengan operator Boolean (AND dan OR), sebagai berikut: "*whey* protein film" OR "*whey edible film*", "*cheese whey*" AND "*edible coating*", "*black tea*" OR "*orthodox black tea*", "*polyphenol*" AND "*edible film*", "*bioactive compound*" AND "*food packaging*", "*active packaging*" AND "*whey* protein", "*theaflavin*" OR "*thearubigin*", "*whey* protein" AND "antioxidant", "*edible film*" AND "antimicrobial". Penelusuran dilakukan secara bertahap hingga tidak ditemukan artikel baru yang relevan (*data saturation*).

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Artikel yang digunakan dalam sintesis memenuhi kriteria, yaitu artikel penelitian asli (*original research article*) berbahasa Inggris atau Indonesia yang dipublikasikan pada tahun 2015–2026. Artikel membahas *edible film* atau *edible coating* berbasis *whey* protein maupun *whey* keju yang menggunakan ekstrak tumbuhan atau senyawa fenolik sebagai fortifikasi. Artikel melaporkan minimal satu parameter bioaktif, seperti total fenol, aktivitas antioksidan, aktivitas antimikroba, atau karakterisasi senyawa bioaktif.

Pembuatan dan Pengujian Kualitas Keju

Pembuatan keju dilakukan menurut metode (Fadhlorrohman *et al.*, 2023a) dengan dua perlakuan yaitu keju kontrol dan keju dengan penambahan teh hitam *orthodox* 0,5%. Keju segar kemudian dilapisi dengan *edible film* berbasis *whey* keju terfortifikasi teh hitam *orthodox* 0,5%. Kualitas keju diamati dengan pengujian beberapa parameter, meliputi kadar air, total padatan, nilai pH, dan total asam tertitrasi menggunakan metode (AOAC International, 2005), aktivitas air (*Aw*) menggunakan metode (Brodziak *et al.*, 2020), aktivitas antioksidan menggunakan metode (Fadhlorrohman *et al.*, 2023a), serta profil warna menggunakan metode (Fadhlorrohman *et al.*, 2023b).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Senyawa Bioaktif pada *Whey* Keju dan Teh Hitam *Orthodox*

Hasil telaah terhadap berbagai publikasi menunjukkan bahwa *whey* keju dan teh hitam *orthodox* memiliki komponen bioaktif yang saling melengkapi sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan baku *edible film* fungsional. *Whey* keju diketahui mengandung protein *whey*, terutama β -laktoglobulin, α -laktalbumin, bovine serum albumin, imunoglobulin, serta peptida bioaktif yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan dan antimikroba. Protein-protein tersebut juga berfungsi sebagai matriks pembentuk film yang memiliki sifat mekanik dan penghalang oksigen yang baik.

Sementara itu, teh hitam *orthodox* mengandung senyawa fenolik hasil oksidasi enzimatis selama proses fermentasi daun teh, terutama theaflavin, thearubigin, katekin sisa, asam galat, serta flavonoid lainnya (Fadhilurrohman & Susanto, 2024). Berdasarkan hasil kompilasi berbagai penelitian, senyawa yang paling konsisten dilaporkan sebagai penyumbang aktivitas antioksidan teh hitam adalah theaflavin dan thearubigin, sedangkan katekin berperan sebagai antioksidan sekunder yang masih tersisa setelah proses oksidasi (Prawira-Atmaja & Rohdiana, 2018; Rohdiana, 2015; Sudaryat *et al.*, 2015).

Secara semi-kuantitatif, lebih dari 80% artikel yang ditelaah melaporkan bahwa aktivitas antioksidan *edible film* meningkat setelah penambahan ekstrak tanaman kaya polifenol (Fahrullah *et al.*, 2023). Selain itu, sekitar 70% penelitian menunjukkan peningkatan kandungan total fenolik dan kapasitas penangkapan radikal bebas dibandingkan film tanpa fortifikasi. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa keberadaan senyawa fenolik menjadi faktor utama yang menentukan aktivitas biologis *edible film*.

Potensi Interaksi Protein *Whey* dan Senyawa Fenolik Teh Hitam

Interaksi antara protein *whey* dan polifenol merupakan salah satu aspek penting yang menentukan karakteristik *edible film*. Gugus hidroksil pada senyawa fenolik mampu membentuk ikatan hidrogen maupun interaksi hidrofobik dengan protein *whey* sehingga menghasilkan jaringan film yang lebih stabil (Nasution *et al.*, 2026). Di sisi lain, interaksi tersebut dapat memengaruhi ketersediaan biologis senyawa fenolik. Pada konsentrasi tertentu, pembentukan kompleks protein-polifenol mampu melindungi senyawa bioaktif dari degradasi oksidatif. Namun, apabila konsentrasi ekstrak terlalu tinggi, agregasi protein dapat terjadi sehingga menurunkan homogenitas matriks film. Oleh karena itu, optimasi formulasi menjadi faktor penting dalam pengembangan *edible film* berbasis *whey* yang difortifikasi dengan teh hitam.

Tabel 1. Hasil Studi Pendahuluan Kualitas Keju dengan Pelapisan *Edible Film* Berbasis *Whey*

Parameter	Perlakuan tanpa <i>edible</i> *		Perlakuan dengan pelapisan <i>edible film</i> **	
	Keju kontrol	Keju teh hitam <i>orthodox</i> 0,5%	Keju kontrol	Keju teh hitam <i>orthodox</i> 0,5%
Kadar air	50,42%	51,96%	30,38%	34,68%
Total padatan	49,58%	48,04%	69,62%	65,32%
pH	5,83	5,34	5,34	5,42
Total asam tertitrasi	0,08%	0,09%	0,14%	0,082%
Aktivitas air	-	-	0,5	0,53
Aktivitas antioksidan	20,11%	27,63%	29,28%	33,04%
Profil warna				
L*	66,07	52,43	66,07	52,43
a*	2,45	7,90	2,45	7,90
b*	23,00	22,40	23,00	22,40

Sumber: *(Fadhlurrohman *et al.*, 2023a)

**Laboratorium Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan UNSOED

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, kualitas keju dengan pelapisan *edible film* cenderung memiliki nilai kadar air (30,38–34,68%) yang lebih rendah dibandingkan dengan keju tanpa pelapisan *edible film* berbasis *whey*, yaitu berkisar antara 50,42–54,84%. Begitu pula dengan nilai total padatan keju yang memiliki nilai lebih tinggi (65,32–69,62%) pada keju dengan pelapisan *edible film*, dibandingkan dengan keju tanpa pelapisan *edible film*, yaitu berkisar 45,17–49,58% (Fadhlurrohman *et al.*, 2023a).

Potensi Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba

Seluruh artikel yang dianalisis menunjukkan bahwa penambahan sumber polifenol alami memberikan peningkatan aktivitas antioksidan dibandingkan *edible film* kontrol. Aktivitas tersebut berasal dari kemampuan senyawa fenolik mendonorkan atom hidrogen maupun elektron untuk menetralkan radikal bebas. Selain aktivitas antioksidan, beberapa penelitian juga melaporkan adanya peningkatan aktivitas antimikroba (Shelvi *et al.*, 2025) terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif. Mekanisme yang diusulkan meliputi kerusakan membran sel, penghambatan aktivitas enzim mikroba, serta gangguan terhadap metabolisme sel akibat interaksi senyawa fenolik dengan protein membran. Meskipun sebagian besar penelitian melaporkan hasil yang positif, besarnya aktivitas biologis masih dipengaruhi oleh jenis ekstrak, konsentrasi fortifikasi, metode ekstraksi, komposisi *edible film*, serta kondisi penyimpanan.

Implikasi terhadap Pengembangan *Active Packaging*

Kombinasi *whey* keju dan teh hitam *orthodox* berpotensi menghasilkan *edible film* yang tidak hanya berfungsi sebagai pelapis pangan, tetapi juga sebagai *active packaging*. Kehadiran protein *whey* memberikan sifat pembentuk film yang baik, sedangkan senyawa fenolik teh hitam berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan dan antimikroba sehingga dapat memperlambat kerusakan pangan. Pendekatan ini sejalan dengan tren pengembangan kemasan pangan modern yang tidak hanya berfungsi sebagai penghalang fisik, tetapi juga mampu memperpanjang umur simpan melalui pelepasan atau keberadaan senyawa bioaktif secara terkendali (Habiburrohman & Sukohar, 2018). Dengan demikian, *edible film* berbasis *whey* terfortifikasi teh hitam memiliki peluang untuk diaplikasikan pada produk daging, ikan, buah segar, maupun produk susu yang rentan mengalami oksidasi lipid dan kontaminasi mikroba.

Kontribusi terhadap *Sustainable Development Goals* (SDGs)

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa pemanfaatan *whey* keju sebagai bahan baku *edible film* mampu meningkatkan nilai tambah limbah industri susu sehingga mendukung ekonomi sirkular dan efisiensi sumber daya. Penggunaan teh hitam sebagai sumber antioksidan alami juga berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap aditif sintetis dalam industri pangan. Secara konseptual, inovasi ini berkontribusi terhadap beberapa target *Sustainable Development Goals*, yaitu SDG 3 (*Good Health and Well-being*) melalui penyediaan kemasan pangan yang lebih aman, SDG 9 (*Industry, Innovation and Infrastructure*) melalui pengembangan biomaterial berbasis limbah agroindustri, SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*) melalui pemanfaatan hasil samping industri menjadi produk bernilai tambah, serta SDG 13 (*Climate Action*) melalui pengurangan penggunaan plastik berbasis petrokimia.

Keterbatasan Kajian

Kajian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, sebagian besar data berasal dari penelitian dengan formulasi *edible film* yang berbeda, sehingga perbandingan kuantitatif secara langsung belum dapat dilakukan. Kedua, variasi metode ekstraksi teh hitam, konsentrasi fortifikasi, dan teknik pembuatan *edible film* menyebabkan heterogenitas hasil yang cukup tinggi. Oleh karena itu, penelitian eksperimental diperlukan untuk memverifikasi karakteristik fisik, mekanik, dan bioaktif *edible film* berbasis *whey* keju terfortifikasi teh hitam *orthodox* menggunakan formulasi yang terstandarisasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Eksplorasi senyawa bioaktif pada *edible film* berbasis *whey* keju terfortifikasi teh hitam *orthodox* menunjukkan bahwa kombinasi kedua bahan tersebut berpotensi menghasilkan kemasan pangan fungsional yang memiliki nilai tambah melalui keberadaan senyawa fenolik, asam lemak, ester, dan alkohol yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan dan antimikroba. Sintesis hasil kajian pustaka yang didukung oleh studi pendahuluan di laboratorium memperlihatkan bahwa fortifikasi teh hitam *orthodox* mampu memperkaya profil bioaktif *edible film* sekaligus meningkatkan potensi perlindungan terhadap kualitas produk pangan melalui penurunan kadar air, peningkatan total padatan, serta peningkatan aktivitas antioksidan pada keju yang dilapisi *edible film*. Temuan ini menguatkan bahwa pemanfaatan *whey* keju sebagai hasil samping industri susu tidak hanya meningkatkan nilai ekonominya, tetapi juga mendukung pengembangan *active packaging* yang ramah lingkungan, sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular dan pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG 9, SDG 12, dan SDG 13. Berdasarkan temuan tersebut, pengembangan formulasi *edible film* perlu diarahkan pada optimasi konsentrasi teh hitam *orthodox* untuk memperoleh keseimbangan antara karakteristik fisik, mekanik, dan aktivitas biologis, serta dilanjutkan dengan pengujian yang lebih komprehensif terhadap stabilitas senyawa bioaktif, efektivitas penghambatan mikroorganisme, umur simpan berbagai komoditas pangan, dan peluang penerapan pada skala industri sebagai alternatif kemasan pangan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas pendanaan hibah penelitian yang disediakan oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) melalui Skema Penelitian Dosen Pemula tahun 2026 (nomor kontrak B/2201/UN23.18/PT.01.03/2026).

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC International. (2005). *Official Methods of Analysis*. AOAC International, USA. Association Official Analytic Chemist.
- Brodziak, A., Król, J., Barłowska, J., Teter, A., & Florek, M. (2020). Changes in the Physicochemical Parameters of Yoghurts with Added Whey Protein in Relation to the Starter Bacteria Strains and Storage Time. *Animals*, 10(8), 1–21. <https://doi.org/10.3390/ani10081350>
- Fadhlurrohman, I., Setyawardani, T., & Sumarmono, J. (2023a). Development of Cheese as an Antioxidant Functional Food with the Addition of Orthodox Black Tea.

Tropical Animal Science Journal, 46(3), 367–374.
<https://doi.org/10.5398/tasj.2023.46.3.367>

- Fadhlurrohman, I., Setyawardani, T., & Sumarmono, J. (2023b). Karakteristik Warna (Hue, Chroma, Whiteness Index), Rendemen, dan Persentase Whey Keju dengan Penambahan Teh Hitam Orthodox (*Camellia sinensis* var. *assamica*). *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Industri Pangan UNISRI)*, 8(1), 10–19. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v8i1.8133>
- Fadhlurrohman, I., & Susanto, J. (2024). Functional Food Innovation Based on Fermented Milk Products with Fortification of Various Types of Tea: A Review. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Industri Pangan UNISRI)*, 9(1), 101–114. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v9i1.10221>
- Fahrullah, F., Bulkaini, Kisworo, D., Yulianto, W., Wulandari, B. R. D., & Haryanto. (2023). The Water Content, Solubility, and Optical Properties of Whey-Gelatin Multilayer Films Enriched with Green Tea Powder. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4), 491–499.
- Habiburrohman, D., & Sukohar, A. (2018). Aktivitas antioksidan dan antimikrobal pada polifenol teh hijau. *Jurnal Agromedicine Unila*, 5(2), 587–591.
- Insanu, M., Maryam, I., Rohdiana, D., & Wirasutisna, K. R. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Lima Belas Jenis Mutu Teh Hitam Ortodoks Rotorvane dan Teh Putih (*Camellia sinensis* var. *assamica*) pada *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. *Acta Pharmaceutica Indonesia*, 42(1)(1), 32–41.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2024). *Data timbulan sampah nasional 2024. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) [Internet]. Jakarta: KLHK*. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan>
- Laole, Nabila, A., Mewar, K., & Souwakil, S. (2025). Identification and Characteristics of Marine Debris on the Poka Beach Coast, Ambon Bay: A Quantitative Analysis of Material Composition. *Journal of Science and Technology*, 6(1), 19–30.
- Nasution, S., Fadilla, F. F., Sari, A. N., & Permana, L. (2026). Karakteristik Fisik dan Antikapang Edible Film Whey Protein dengan Bubuk Rempah sebagai Pembungkus Kopi Physical and Antifungal Characteristics of Whey Protein Edible Film with Spice Powder as Coffee Packaging. *Jurnal Mutu Pangan*, 13(1), 60–70. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2026.13.1.60>
- Pires, A. F., Díaz, O., Cobos, A., & Pereira, C. D. (2024). A Review of Recent Developments in Edible Films and Coatings-Focus on Whey-Based Materials. *Foods*, 13(2638), 1–24.
- Prawira-Atmaja, M. I., & Rohdiana, D. (2018). Diversifikasi produk berbasis teh pada industri pangan, farmasi, dan komestik. *Perspektif*, 17(2), 150–165.
- Rohdiana, D. (2015). Teh: Proses, Karakteristik dan Komponen Fungsionalnya. *Food Review Indonesia*, 10(8), 34–37.
- Shelvi, N., Nafita, S., & Hidayatullah, R. (2025). Tensile Strength dan Elongation at Break Edible Film Pati Singkong dengan Variasi Bahan Tambahan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 2847–2851. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.871>

- Sudaryat, Y., Kusmiyati, M., Pelangi, C. R., Rustamsyah, A., & Rohdiana, D. (2015). Aktivitas antioksidan seduhan sepuluh jenis teh hitam (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) Indonesia. *Jurnal Penelitian Teh Dan Kina*, 18(2), 95–100.