

Pemanfaatan limbah pangan sebagai edible coating untuk mendukung ekonomi sirkular: Systematic Literatur Review

[Utilization of food waste as edible coatings to support a circular economy: a systematic literature review]

Elya Antariksana Bachmida*, Nur Afni, dan Wiharyani Werdiningsih

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat

* Email korespondensi : elya.antariksana@staff.unram.ac.id

ABSTRACT

Food waste represents a global challenge that significantly affects environmental sustainability and the resilience of food systems. Innovative approach to food waste valorization involves its conversion into edible coating materials to extend the shelf life of food products. This study aims to systematically examine the potential of various food waste streams as raw materials for edible coatings in support of circular economy implementation. A systematic literature review (SLR) methodology was employed by identifying 15 relevant research articles published between 2010- 2025 through Google Scholar. The findings indicate that organic residues such as fruit peels (banana, cocoa, jackfruit), starchy wastes (banana pseudostem, durian seeds, potato peels, cassava), and animal-derived waste (crustacean shells) contain essential biopolymers, including pectin, starch, and chitosan. Data synthesis further reveals that the application of modern extraction techniques, such as Microwave-Assisted Extraction (MAE), along with composite formulations enriched with active agents (liquid smoke, herbal extracts, or beeswax), significantly enhances the mechanical and hydrophobic properties of the coatings. Applications on climacteric fruits (tomato, papaya, citrus) and non-climacteric fruits (strawberry, grape, apple) have been shown to effectively reduce respiration and transpiration rates, leading to decreased weight loss and improved vitamin C retention. In animal-based products (fish and sausages), chitosan coatings demonstrated the ability to inhibit lipid oxidation and suppress microbial growth, as indicated by Total Plate Count (TPC) values. Overall, the transformation of food waste into edible coatings not only provides protection against chemical and microbiological deterioration but also generates economic value from organic residues while mitigating environmental impacts.

Keywords: Edible coating, food waste, circular economy, shelf life, biopolymer

ABSTRAK

Limbah pangan merupakan permasalahan global yang berdampak terhadap lingkungan dan keberlanjutan sistem pangan. Salah satu pendekatan inovatif dalam pemanfaatan limbah pangan adalah konversinya menjadi bahan edible coating untuk memperpanjang umur simpan produk pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis potensi berbagai limbah pangan sebagai bahan baku edible coating dalam rangka mendukung implementasi ekonomi sirkular. Metode Systematic Literature Review (SLR) digunakan dengan mengidentifikasi 15 artikel penelitian periode 2010-2025 yang relevan melalui Google Scholar. Hasil kajian menunjukkan bahwa residu organik seperti kulit buah (pisang, kakao, nangka), limbah berpati (bonggol pisang, biji durian, kulit kentang, ubi kayu), serta limbah hewani (cangkang krustasea) mengandung biopolimer krusial berupa pektin, pati, dan kitosan. Hasil sintesis data menunjukkan bahwa penggunaan teknik ekstraksi modern seperti Microwave-Assisted Extraction (MAE) serta formulasi komposit yang diperkaya zat aktif (asap cair, ekstrak herbal, atau lilin lebah) secara signifikan mampu memperbaiki sifat mekanik dan hidrofobik pelapis. Aplikasi pada buah klimakterik (tomat, pepaya, jeruk) dan non-klimakterik (stroberi, anggur, apel) terbukti efektif menekan laju respirasi dan transpirasi, yang berimplikasi pada penurunan susut bobot serta retensi kadar Vitamin C. Pada produk hewani (ikan dan sosis), pelapisan kitosan mampu menghambat oksidasi lemak dan menekan pertumbuhan mikroba (Total

Plate Count). Secara keseluruhan, transformasi limbah pangan menjadi edible coating tidak hanya memberikan proteksi terhadap mutu kimia dan mikrobiologis pangan, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi pada residu organik sekaligus mengurangi dampak lingkungan.

Kata kunci: Edible coating, limbah pangan, ekonomi sirkular, umur simpan, biopolimer

Pendahuluan

Peningkatan volume limbah pangan menjadi isu kritis dalam sistem pangan global karena berdampak langsung terhadap keberlanjutan lingkungan, kesehatan masyarakat, dan efisiensi pemanfaatan sumber daya. Limbah pangan yang tidak terkelola dengan baik berpotensi mencemari tanah, air, dan udara, serta meningkatkan risiko gangguan kesehatan dan lingkungan melalui emisi gas metana, pencemaran air tanah, dan pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti *Salmonella spp.*, *E. coli*, dan *Clostridium botulinum* (WHO, 2023). Namun, tantangan ini membuka peluang untuk menerapkan strategi pengelolaan yang inovatif dan berkelanjutan, seperti pendekatan ekonomi sirkular yang mengubah limbah menjadi produk bernilai tambah untuk memperbaiki kualitas lingkungan (Bachmida dan Afni, 2025).

Saat ini, limbah pangan tidak lagi dipandang sebagai residu tanpa nilai, melainkan sebagai sumber biomaterial yang berpotensi tinggi untuk dikembangkan menjadi produk bernilai tambah. Inovasi dalam pengelolaan limbah memegang peran strategis dalam mendukung penerapan prinsip ekonomi sirkular di sektor pangan (Bachmida dan Afni, 2025). Salah satu inovasi dalam pengelolaan limbah pangan adalah edible coating, yang merupakan teknologi pascapanen berbahan lipid, polisakarida, dan protein yang berperan sebagai pelindung uap air dan gas, serta pembawa senyawa fungsional guna mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan produk segar (Winardi dan Harefa, 2018). Edible coating dapat mengurangi kerugian pascapanen pada produk buah buahan karena memperlambat proses fisiologis yang berhubungan dengan penurunan mutu dan kerusakan produk serta memperbaiki penampilan visual melalui efek shining (Natawijaya et al., 2023; Adu et al., 2025).

Berbagai penelitian telah melaporkan pemanfaatan limbah pertanian (Sigiro et al., 2022; Mukti et al., 2023; Muryeti et al., 2024) dan limbah perikanan (Ardhiansyah et al., 2024; Vatria et al., 2021; Nuryanti et al., 2019), sebagai sumber biopolimer untuk edible coating yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Limbah-limbah tersebut umumnya mengandung senyawa bernilai fungsional seperti pektin, protein, dan pati yang dapat diformulasikan menjadi lapisan pelindung dengan sifat mekanik dan barrier yang baik. Selain itu, beberapa studi juga menunjukkan bahwa ekstrak bioaktif dari limbah pangan mampu memberikan aktivitas antimikroba dan antioksidan sehingga meningkatkan efektivitas edible coating dalam mempertahankan mutu produk segar. Meskipun jumlah publikasi terus meningkat dalam beberapa tahun terakhir, kajian komprehensif yang secara sistematis dalam pemanfaatan limbah pangan sebagai edible coating masih relatif terbatas. Oleh karena itu, artikel ini menyajikan systematic literature review (SLR) untuk mengidentifikasi tren penelitian, pendekatan formulasi yang digunakan, serta performa edible coating yang dihasilkan dalam berbagai aplikasi pascapanen.

Bahan dan metode

Bahan dan alat

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR), sehingga bahan utama yang digunakan berupa artikel ilmiah primer yang relevan dengan topik pemanfaatan limbah pangan sebagai edible coating. Artikel diperoleh dari basis data ilmiah google scholar dengan rentang tahun publikasi 2010–2025. Kriteria bahan pustaka meliputi artikel penelitian eksperimental yang membahas penggunaan limbah pangan sebagai bahan baku edible coating pada produk pangan. Memuat penjelasan secara lengkap mengenai alat dan bahan penelitian. Lengkapi dengan spesifikasi alat dan bahan kimia yang digunakan.

Metode penelitian

Kajian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dengan mengadopsi tahapan PRISMA 2020 (Page et al., 2021). Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil penelitian terkait pemanfaatan limbah pangan sebagai edible coating secara sistematis dan terstruktur. Tahapan pada pendekatan ini meliputi:

1. Identifikasi masalah (pencarian artikel dari basis data ilmiah)
2. Seleksi (penyaringan artikel berdasarkan relevansi judul, abstrak, dan isi)
3. Kelayakan (eligibilitas)
4. Inklusi (pemilihan akhir artikel yang dianalisis secara mendalam)

Kriteria inklusi dan eksklusi

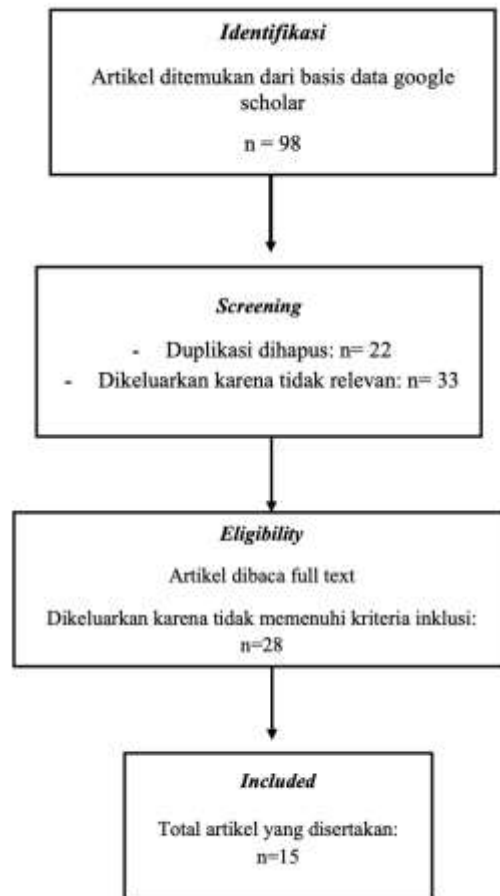
Kriteria inklusi artikel dalam kajian ini mencakup:

1. Artikel ilmiah (research article, review, atau case study) yang membahas pengelolaan limbah pangan dan inovasi terkait di Indonesia.
2. Terbit dalam rentang waktu 2010–2025.
3. Dipublikasikan pada jurnal yang terindeks di Google Scholar
4. Mengandung data empiris atau sintesis teoritik yang menjelaskan implikasi terhadap ketahanan pangan

Dapat diakses dalam teks lengkap (full text) dalam Bahasa Indonesia atau Inggris, Sedangkan kriteria eksklusi meliputi:

1. Artikel yang tidak relevan dengan topik (misalnya hanya membahas limbah nonpangan).
2. Artikel tanpa data empiris atau tidak melalui peer review.
3. Publikasi berupa laporan proyek atau tesis

Pencarian literatur dilakukan pada 2 basis data ilmiah nasional yaitu google scholar rentang waktu pencarian 2010-2025, dengan tahapan seleksi data sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram PRISMA

Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian diawali dengan penelusuran artikel ilmiah melalui google scholar sesuai kata kunci yang telah ditentukan. Artikel yang diperoleh kemudian diseleksi secara bertahap berdasarkan judul, abstrak, dan teks lengkap untuk memastikan kesesuaian dengan topik penelitian. Dari proses seleksi tersebut, diperoleh 15 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Selanjutnya dilakukan pengelompokan artikel berdasarkan jenis limbah pangan, jenis biopolimer, aplikasi edible coating, dan hasil utamanya. Setiap artikel dianalisis untuk mengekstraksi data terkait metode pembuatan edible coating, konsentrasi bahan, serta pengaruhnya terhadap mutu dan umur simpan produk pangan. Data yang diperoleh kemudian disintesis secara deskriptif-kualitatif untuk mengidentifikasi tren penelitian, keunggulan, dan keterbatasan masing-masing pendekatan.

Hasil sintesis disajikan dalam bentuk uraian tematik dan tabel ringkasan guna memudahkan perbandingan antar penelitian. Prosedur yang digunakan dalam pelaksanaan SLR ini mengikuti pedoman pelaporan systematic review yang direkomendasikan dalam literatur metodologi penelitian.

Hasil dan pembahasan

Dari hasil pencarian di basis data Google Scholar, diperoleh 15 artikel yang sesuai dengan topik.

Tabel 1 menunjukkan data artikel yang telah direview:

Tabel 1. Daftar Artikel Review

No	Penulis	Jenis limbah pangan	Biopolimer utama	Produk Pangan	Hasil Utama
1	Cornelia dan Tandoko (2017)	Biji durian	Pati	Anggur merah	Memperpanjang umur simpan anggur merah 18 hari suhu ruang dan 30 hari suhu refrigerator
2	Nurmala <i>et al.</i> (2018)	Cangkang rajungan	Kitosan	Stroberi	Menurunkan susut bobot, kadar air, TPC
3	Nuryanti <i>et al.</i> (2019)	Cangkang kepiting	Kitosan	Tomat	Menurunkan susut bobot
4	Wahyudin <i>et al.</i> (2019)	Cangkang kepiting	Kitosan	Tomat	Menurunkan susut bobot
5	Apriyani <i>et al.</i> (2020)	Ubi kayu	Pati dan kitosan	Jeruk rimau gerga lebong	Menekan laju susut bobot
6	Vatria <i>et al.</i> (2021)	Kulit udang	Kitosan	Ikan kakap	Mempertahankan mutu
7	Lestari <i>et al.</i> (2022)	Biji durian	Pati	Sosis daging sapi	Memperpanjang umur simpan
8	Sigiro <i>et al.</i> (2022)	Kulit pisang	Pektin	Tomat	Memperpanjang umur simpan dan menurunkan susut bobot
9	Mukti <i>et al.</i> (2023)	Kulit nangka	Pektin	Apel potong	Mempertahankan mutu dan menekan penyerapan uap air
10	Firdaus <i>et al.</i> (2024)	Kulit kentang	Pati	Stroberi	Menurunkan susut bobot
11	Ardhiansyah <i>et al.</i> (2024)	Kulit udang	Kitosan	Sosis sapi	Memperpanjang umur simpan
12	Muryeti <i>et al.</i> (2024)	Kulit jeruk	Pektin	Pepaya	Menurunkan susut bobot dan memperpanjang masa simpan
13	Rahmasani <i>et al.</i> (2024)	Bonggol pisang	Pati	Stroberi	Mempertahankan mutu dan meningkatkan umur simpan
14	Mulyadi <i>et al.</i> (2025)	Kulit kakao	Pektin	Tomat	Mengurangi susut bobot
15	Syabana <i>et al.</i> (2025)	Kulit pisang	Pektin	Buah segar	Mengurangi susut bobot, meningkatkan aktivitas antioksidan

Karakteristik limbah pangan sebagai bahan baku edible coating

Dalam upaya mendukung ekonomi sirkular dan mengurangi dampak lingkungan dari limbah industri pertanian, berbagai penelitian terbaru mengeksplorasi limbah organik sebagai sumber

biopolimer yang menjanjikan. Karakteristik kimia dan fisik dari limbah-limbah ini menjadi penentu utama efektivitas serta fungsionalitas pelapis yang dihasilkan. Pektin merupakan salah satu polimer alami yang paling banyak diteliti karena kemampuannya membentuk matriks film yang stabil dan transparan. Berdasarkan hasil review, limbah kulit pisang dan kulit kakao diidentifikasi memiliki kandungan pektin yang sangat potensial, di mana struktur molekulnya mampu menciptakan ikatan antar-rantai yang rapat untuk menahan laju respirasi pada buah klimakterik (Mulyadi et al., 2025; Syabana et al., 2025). Selain itu, Mukti et al., (2023) juga menemukan bahwa pektin dari kulit nangka juga menunjukkan stabilitas fisikokimia yang unggul, menjadikannya bahan dasar pelapis yang tidak hanya fungsional tetapi juga tidak mengganggu profil sensorik produk asli.

Selain pektin, kelompok polisakarida lain yang menjadi pilar dalam pembuatan edible coating adalah pati yang diekstraksi dari limbah padat. Limbah seperti bonggol pisang, biji durian, dan kulit kentang menjadi sumber pati yang kaya akan amilosa. Kandungan amilosa yang tinggi pada limbah-limbah ini sangat krusial karena berperan dalam membentuk struktur mekanik pelapis yang kuat, elastis, dan tidak mudah sobek saat diaplikasikan pada permukaan buah yang dinamis seperti stroberi (Firdaus et al., 2024; Rahmasani et al., 2024). Penggunaan pati dari biji durian secara spesifik memberikan tekstur pelapis yang lebih kokoh, yang jika dikombinasikan dengan bahan lain seperti gliserol, mampu menciptakan perlindungan fisik yang optimal terhadap benturan mekanis selama distribusi serta mempertahankan mutu buah non-klimakterik seperti anggur merah (Cornelia dan Tandoko (2017); Lestari et al., 2022). Apriyani et al., (2020) juga menemukan bahwa karakteristik pati dari kulit ubi kayu juga menunjukkan potensi sebagai barrier yang efektif, terutama bila dikombinasikan dengan bahan lain untuk memperbaiki sifat hidrofobitasnya.

Di sisi lain, limbah dari industri perikanan, khususnya kulit udang dan cangkang krustasea, memberikan kontribusi unik berupa kitosan. Sebagai polimer kationik, kitosan memiliki karakteristik multifungsi yang tidak dimiliki oleh polisakarida tanaman; selain mampu bertindak sebagai penghalang gas (gas barrier) yang baik terhadap O₂ dan CO₂ kitosan memiliki kemampuan intrinsik sebagai agen antimikroba alami yang dapat merusak dinding sel bakteri (Ardhiansyah et al., 2024; Vatria et al., 2021). Pemanfaatan limbah cangkang kepiting dan rajungan sebagai sumber kitosan juga telah terbukti efektif dalam meminimalkan susut bobot buah tomat dan stroberi karena kemampuannya membentuk lapisan film yang selektif terhadap permeabilitas gas (Nurmala et al., 2018; Nuryanti et al., 2019; Wahyudin et al., 2019).

Kombinasi strategis antara polimer-polimer dari berbagai sumber limbah ini seperti pencampuran pati kulit ubi kayu dengan kitosan atau pektin dengan kitosan menciptakan karakteristik pelapis komposit yang jauh lebih fungsional dibandingkan penggunaan bahan tunggal. Sinergi ini memungkinkan terciptanya sistem pelapis yang tidak hanya melindungi secara fisik melalui struktur pati/pektin, tetapi juga melindungi secara biologis melalui aktivitas antimikroba kitosan, serta meningkatkan ketahanan terhadap air dengan penambahan komponen lipid seperti lilin lebah (Apriyani et al., 2020; Muryeti et al., 2024; Nurmala et al., 2018).

Metode ekstraksi dan formulasi edible coating berbasis limbah

Keberhasilan teknologi edible coating dalam menjaga integritas produk pangan sangat ditentukan oleh efisiensi teknik ekstraksi biopolimer serta ketepatan formulasi bahan tambahan. Dalam satu dekade terakhir, metode ekstraksi telah berkembang dari teknik konvensional menuju metode yang lebih ramah lingkungan dan cepat. Salah satu inovasi yang menonjol adalah penggunaan Microwave-

Assisted Extraction (MAE) untuk mengambil pektin dari limbah kulit nangka. Metode ini terbukti mampu menghasilkan pektin dengan viskositas yang stabil dan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan metode pemanasan tradisional, yang sangat krusial untuk membentuk lapisan film pada apel potong (Mukti et al., 2023). Sedangkan Mulyadi et al., (2025) dan Syabana et al., (2025) menemukan untuk limbah kulit pisang dan kulit kakao, ekstraksi umumnya menggunakan pelarut asam pada suhu terkontrol guna menghidrolisis protopektin menjadi pektin larut yang memiliki kemampuan pembentukan gel yang baik.

Penelitian yang dilakukan Apriyani et al., (2020), Firdaus et al., 2024 dan Rahmasani et al., (2024) mengungkapkan bahwa proses isolasi pati dari limbah padat seperti bonggol pisang, kulit kentang, kulit ubi kayu, dan biji durian melibatkan tahapan penggilingan, penyaringan, dan sedimentasi untuk mendapatkan granula pati murni. Sementara itu, untuk mendapatkan kitosan dari limbah cangkang krustasea (udang, kepiting, dan rajungan), diperlukan tahapan kimia bertingkat yang meliputi demineralisasi untuk menghilangkan mineral, deproteinasi untuk membuang protein, serta deasetilasi untuk mengubah kitin menjadi kitosan (Ardhiansyah et al., 2024; Nurmala et al., 2018; Vatria et al., 2021). Nuryanti et al., (2019) dan Wahyudin et al., (2019) menyatakan bahwa derajat deasetilasi kitosan yang dihasilkan sangat mempengaruhi kelarutannya dalam asam asetat encer, yang kemudian menentukan kualitas adhesi pelapis pada permukaan produk protein maupun hortikultura.

Dalam aspek formulasi, penggunaan plasticizer merupakan syarat mutlak untuk mengatasi sifat rapuh pada film biopolimer murni. Cornelia dan Tandoko, (2017) dan Mulyadi et al., (2025) menemukan bahwa gliserol dengan konsentrasi berkisar antara 1% hingga 3% menjadi bahan yang paling sering digunakan karena efektif dalam meningkatkan elastisitas dan mencegah keretakan lapisan akibat fluktuasi suhu penyimpanan. Selain gliserol, penambahan agen penstabil seperti Carboxy Methyl Cellulose (CMC) pada formulasi pektin kulit kakao terbukti meningkatkan viskositas dan ketebalan lapisan, sehingga kemampuan pelapis dalam menutup pori-pori kulit buah tomat menjadi lebih sempurna (Mulyadi et al., 2025).

Tren formulasi saat ini juga mengarah pada pembentukan sistem komposit dan inkorporasi bahan aktif sebagai kemasan fungsional. Penggabungan pati (dari biji durian atau ubi kayu) dengan kitosan bertujuan untuk mensinergikan kekuatan struktur pati dengan sifat hidrofobik dan antimikroba kitosan (Apriyani et al., 2020; Lestari et al., 2022). Untuk memperkuat ketahanan terhadap uap air, penambahan komponen lipid seperti lilin lebah (beeswax) sering dilakukan, karena sifat hidrofobiknya mampu menambal celah mikro pada matriks kitosan, sehingga sangat efektif diaplikasikan pada buah yang sangat mudah susut bobot seperti stroberi (Nurmala et al., 2018). Selanjutnya, penambahan zat aktif seperti asap cair (Ardhiansyah et al., 2024), ekstrak kulit bawang putih (Lestari et al., 2022), ekstrak daun kesum (Nuryanti et al., 2019), hingga Aloe vera (Rahmasani et al., 2024) ke dalam formulasi memberikan efek perlindungan ganda melalui aktivitas antibakteri dan antioksidan yang secara nyata menekan pertumbuhan mikroba patogen dan proses pembusukan.

Aplikasi edible coating pada produk pangan

Penerapan edible coating pada berbagai komoditas pangan dalam studi ini mayoritas dilakukan dengan metode pencelupan (dipping), yang dianggap paling efektif untuk menjamin pemerataan lapisan pada permukaan produk yang tidak rata. Aplikasi ini secara garis besar dibagi menjadi tiga kategori utama berdasarkan karakteristik bahan pangan yang dilapisi yaitu pada buah klimakterik, buah non-klimakterik dan produk hewani.

Pada buah klimakterik yaitu tomat, pepaya dan jeruk yang terus mengalami pematangan setelah dipanen, pelapisan berfungsi sebagai penghalang gas (gas barrier) untuk menciptakan kondisi atmosfer termodifikasi. Penggunaan pektin dari kulit kakao dengan tambahan CMC dan gliserol pada buah tomat terbukti mampu menutup pori-pori lentisel, sehingga menekan produksi etilen dan menunda kematangan fisiologis (Mulyadi et al., 2025). Serupa dengan hal tersebut, aplikasi kitosan dari cangkang kepiting dan rajungan pada tomat efektif dalam menekan laju susut bobot secara signifikan seiring dengan peningkatan konsentrasi pelapis (Nuryanti et al., 2019; Wahyudin et al., 2019). Pada pepaya potong (fresh-cut), kombinasi pektin jeruk dan kitosan digunakan untuk melindungi permukaan yang terpapar oksigen, sehingga mencegah oksidasi dan kontaminasi mikroba (Muryeti et al., 2024). Sementara itu, pada buah jeruk, aplikasi pati kulit ubi kayu yang dikombinasikan dengan kitosan mampu memperpanjang umur simpan dengan menjaga kelembapan kulit dan mencegah keriput (Apriyani et al., 2020).

Buah non-klimakterik seperti stroberi memiliki kerentanan tinggi terhadap penguapan air (transpirasi) dan serangan jamur. Aplikasi pelapis berbasis pati bonggol pisang yang diperkaya ekstrak kulit bawang putih memberikan perlindungan ganda: pati menahan penguapan air sementara ekstrak bawang putih bekerja sebagai antimikroba (Rahmasani et al., 2024). Inovasi lainnya melibatkan penggunaan kitosan dari cangkang rajungan yang dikompositkan dengan lilin lebah (beeswax); komponen lipid ini memberikan sifat hidrofobik yang sangat efektif dalam menahan uap air pada stroberi dibandingkan kitosan murni (Nurmala et al., 2018). Pada buah anggur merah, penggunaan pati biji durian (2–10%) dengan penambahan gliserol terbukti mampu mempertahankan kekerasan buah dengan cara menghambat aktivitas enzim yang menghidrolisis dinding sel (Cornelia dan Tandoko, 2017). Sedangkan pada apel potong, pektin dari kulit nangka yang diekstraksi dengan metode MAE terbukti mampu mempertahankan warna cerah dan mencegah proses pencoklatan (browning) (Mukti et al., 2023).

Penerapan edible coating juga sangat krusial pada produk hewani yang bersifat sangat mudah rusak (highly perishable). Fillet ikan kakap yang dilapisi dengan kitosan limbah udang (konsentrasi 2%) menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap oksidasi lemak dan kemunduran mutu organoleptik selama penyimpanan dingin (Vatria et al., 2021). Pada produk olahan seperti sosis sapi, aplikasi komposit pati biji durian dan kitosan yang diperkaya dengan ekstrak daun kesum atau asap cair terbukti efektif menekan pertumbuhan mikroba patogen dan oksidasi protein (Ardhiansyah et al., 2024; Lestari et al., 2022). Keberadaan asap cair dalam formulasi kitosan tidak hanya berfungsi sebagai pengawet, tetapi juga memberikan perlindungan aktif yang ramah lingkungan bagi industri pengolahan daging olahan.

Pengaruh edible coating terhadap mutu mikrobiologis dan kimia

Penerapan edible coating berbasis limbah pangan memberikan perlindungan ganda yang signifikan terhadap stabilitas mutu kimia dan mikrobiologis berbagai komoditas pangan. Secara kimiawi, parameter yang paling krusial dan berhasil ditekan secara konsisten di seluruh literatur adalah persentase susut bobot. Pelapis yang berasal dari pektin (kulit pisang, kakao, nangka) serta pati (kulit kentang, ubi kayu, bonggol pisang) bertindak sebagai penghalang fisik terhadap uap air (moisture barrier). Berbagai temuan mengungkapkan bahwa mekanisme ini secara efektif menahan laju transpirasi dan respirasi, sehingga kelembapan internal buah tomat, stroberi, jeruk, dan pepaya tetap terjaga (Apriyani et al., 2020; Firdaus et al., 2024; Mulyadi et al., 2025; Sigiro et al., 2022). Penelitian

Nuryanti et al., (2019) dan Wahyudin et al., (2019) pada tomat dan stroberi menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan (0,25%–0,75%), maka semakin kecil nilai susut bobot yang terjadi karena lapisan yang terbentuk semakin rapat.

Selain menjaga kadar air, pelapis ini berperan vital dalam retensi nutrisi dan stabilitas senyawa kimia internal. Pada komoditas buah-buahan, aplikasi pelapis mampu mempertahankan kadar Vitamin C dan total asam dengan cara meminimalkan kontak jaringan buah dengan oksigen bebas, sehingga proses oksidasi asam askorbat dapat dihambat secara signifikan sesuai yang ditemukan oleh Muryeti et al., (2024), Nuryanti et al., (2019), dan Syabana et al., (2025). Pada komoditas anggur merah, penggunaan pati biji durian terbukti mampu mempertahankan kekerasan buah dengan menghambat aktivitas enzim hidrolitik yang merusak dinding sel (Cornelia dan Tandoko, 2017). Sementara itu, pada produk hewani seperti sosis sapi dan fillet ikan, efektivitas kimiawi terlihat dari rendahnya nilai TVB-N (Total Volatile Base Nitrogen), yang mengindikasikan bahwa degradasi protein oleh aktivitas enzimatik berhasil ditekan (Lestari et al., 2022; Vatria et al., 2021).

Secara mikrobiologis, inkorporasi zat aktif ke dalam matriks pelapis memberikan perlindungan nyata yang memperpanjang masa simpan produk dengan menekan nilai Total Plate Count (TPC). Kemampuan ini didorong oleh adanya sinergi antara polimer dasar dengan agen antimikroba alami. Dalam hal ini, beberapa peneliti yaitu Ardhiansyah et al., (2024), Nuryanti et al., (2019), dan Vatria et al., (2021) menemukan bahwa kitosan yang diekstraksi dari limbah udang, kepiting, dan rajungan memiliki muatan positif yang dapat berinteraksi dengan membran sel bakteri. Interaksi ini menyebabkan kerusakan pada struktur membran, meningkatkan permeabilitasnya, dan membentuk pori-pori yang mengakibatkan sel bakteri kehilangan keseimbangan, gangguan fungsi sel, dan akhirnya bakteri mengalami kematian.

Efek antimikroba ini diperkuat dengan penambahan zat aditif seperti senyawa fenol dalam asap cair, belerang dalam ekstrak bawang putih, atau senyawa bioaktif dalam ekstrak daun kesum dan Aloe vera (Ardhiansyah et al., 2024; Lestari et al., 2022; Nuryanti et al., 2019; Rahmasani et al., 2024). Sebagai contoh, penggunaan kitosan yang dikombinasikan dengan asap cair (liquid smoke) pada sosis sapi menunjukkan penghambatan pertumbuhan bakteri yang jauh lebih efektif dibandingkan penggunaan bahan tunggal (Ardhiansyah et al., 2024). Hal ini terjadi karena liquid smoke mengandung senyawa fenol dan beberapa senyawa asam yang bersifat antimikroba, yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri, virus, dan jamur, serta memiliki pH asam yang menjadikannya alternatif pelarut asam untuk pembuatan edible coating antibakteri. Penelitian lain juga menunjukkan hasil yang sama bahwa edible coating yang berasal dari kombinasi antara kitosan dan liquid smoke mampu memperpanjang umur simpan daging dibandingkan dengan edible coating tanpa campuran (Hanafiah et al., 2018). Secara keseluruhan, sinkronisasi antara sifat fisik pelapis sebagai penghalang gas dan sifat kimiawi aditif sebagai agen antibakteri menciptakan sistem perlindungan komprehensif yang menjaga keamanan pangan selama masa distribusi dan penyimpanan.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap seluruh literatur yang diulas, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah pangan seperti kulit buah (pisang, kakao, nangka), limbah berpati (bonggol pisang, biji durian, kulit kentang, ubi kayu), serta limbah hewani (cangkang krustasea) sebagai bahan baku edible coating merupakan strategi inovatif yang efektif untuk memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas

produk pangan secara berkelanjutan. Integrasi berbagai biopolimer ini melalui metode ekstraksi modern dan formulasi komposit terutama dengan penambahan kitosan dan zat aktif seperti asap cair atau ekstrak herbal mampu menciptakan penghalang fisik yang signifikan terhadap laju respirasi dan transpirasi, sehingga menekan susut bobot, mempertahankan nutrisi seperti vitamin C, serta menghambat aktivitas mikrobiologis secara nyata. Dengan demikian, penerapan teknologi edible coating berbasis limbah tidak hanya memberikan solusi teknis dalam mengurangi kehilangan hasil pascapanen (food loss), tetapi juga mendukung implementasi ekonomi sirkular di sektor industri pangan.

Ucapan terima kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung penyelesaian artikel ini.

Daftar pustaka

- Adu, R. E. Y., Tea, M. T. D., & Gelyaman, G. D. (2025). Introduction and Use of Aloe Vera-Based Edible Coating to Improve the Quality of Cucumber Fruit in the Oemas Farmer Group Nian Village: Pengenalan dan Penggunaan Edible Coating Berbasis Aloe Vera untuk Peningkatan Mutu Buah Timun di Kelompok Tani Oemas Desa Nian. *JATI EMAS (Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat)*, 9(1), 43-48.
- Apriyani, S., Prasetya, A., & Mujiharjo, S. (2020). Aplikasi pati kulit ubi kayu sebagai bahan baku edible coating dengan penambahan kitosan untuk memperpanjang umur simpan jeruk Rimau Gerga Lebong (RGL) Bengkulu. *Jurnal Agroindustri*, 10(1), 21-32.
- Ardhiansyah, H., Putri, R. D. A., Widyastuti, C. R., Astuti, W., Negoro, G. M., Situmorang, M. L., & Hamid, D. P. F. (2024). Aplikasi edible coating dari limbah kulit udang dengan aditif asap cair untuk kemasan sosis sapi antibakteri ramah lingkungan. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 13(1), 9-16.
- Bachmida, E. A., & Afni, N. (2025). Inovasi Pengelolaan Limbah Pangan dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Pangan: Systematic Literatur Review. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(11), 7079-7093. <https://doi.org/10.56338/jks.v8i11.8963>
- Bachmida, E. A., & Afni, N. (2025). Inovasi Pengolahan Pangan Berkelanjutan untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat: Kajian Literatur. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian*, 3(3), 62-75. <https://doi.org/10.59581/jtpip-widyakarya.v3i3.5647>
- Cornelia, M., & Tandoko, R. (2017). Pemanfaatan pati biji durian (*Durio zibethinus L.*) sebagai edible coating dalam mempertahankan mutu anggur merah (*Vitis vinifera L.*). *FaST - Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(1), 1-11. <https://ojs.uph.edu/index.php/FaSTJST/article/view/734/247>
- Firdaus, R. R., Mardiana, & Tubagus, R. (2024). Aplikasi edible coating berbahan dasar pati kulit kentang (*Solanum tuberosum L.*) pada buah stroberi (*Fragaria x ananassa*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1(1), 1-10. <https://journal.uniga.ac.id/index.php/JOSFA/article/view/41472>
- Hanafiah, M., Faisal, M., & Machdar, I. (2018). Potential utilization of liquid smoke modified chitosan as an antimicrobial edible coating for meat preservation. *Jurnal Teknologi Kimia USU*, 7(2), 6-11.
- Lestari, R. B., Permadi, E., & Mulyadi, A. (2022). Application of edible coating of durian seed starch-chitosan composites with kesum leaves extracts on microbiological quality and TVB-N of beef

- sausage. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK)*, 17(1), 54–63. <https://jitek.ub.ac.id/index.php/jitek/article/view/583>
- Mukti, Y. P., Prasetyo, B. W. E. M., & Erawati, C. M. (2023). Pemanfaatan pektin limbah kulit nangka (*Artocarpus heterophyllus*) sebagai bahan baku edible coating pada apel potong. *KELUWIH: Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(2), 73–80. <https://doi.org/10.24123/saintek.v4i2.6129>
- Mulyadi, Mardiana, S., Panggabean, E. L., Pratama, M. A. J., & Rusdan, R. (2025). Aplikasi edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi Carboxy Metil Cellulose (CMC) dan gliserol untuk mempertahankan kualitas buah tomat selama penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian VI*, 1–10. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1862>
- Muryeti, M., Azhari, G., Tasyamara, A., Ningtyas, R., & Silvia, D. (2024). Penggunaan edible coating dari pektin dan kitosan untuk meningkatkan kualitas buah pepaya (*Carica papaya L*) potong. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-12*, 398–408. <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/viewFile/3073/1787>
- Natawijaya, D., Apsari Pebrianti, S., & Rizqi Wahyunanda, I. (2023). Aplikasi Edible Coating Lidah Buaya Dikombinasi Dengan Gliserol dan Pektin Terhadap Perubahan Mutu Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Of Agrotechnology And Crop Science*, 1(2), 1-9. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jacrops/article/view/10288>
- Nurmala, N. A., Susatyo, E. B., & Mahatmanti, F. W. (2018). Sintesis kitosan dari cangkang rajungan terkomposit lilin lebah dan aplikasinya sebagai edible coating pada buah stroberi. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 237–243.
- Nuryanti, S. D., Dewi, E. R. S., & Ulfah, M. (2019). Pemanfaatan limbah cangkang kepiting sebagai edible coating pelapis buah tomat. *Seminar Nasional Sains dan Entrepreneurship VI*, 1–6.
- Rahmasani, P., Mulyana, Nanda, S., Wulansiam, Fitri, V. T., Azzahra, & Putra, A. Y. T. (2024). Aplikasi edible coating berbasis pati bonggol pisang dengan inkorporasi ekstrak kulit bawang putih pada stroberi. *Food Science and Technology Proceedings*, 9, 149–154. <https://sntp.upnjatim.ac.id/fstproceeding/index.php/sntp/article/view/52>
- Sigiro, O. N., Elysapitri, & Habibah, N. (2022). Edible coating limbah kulit pisang untuk perpanjang umur simpan buah tomat. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2), 54–60.
- Syabana, I. A., Willyanti, F. W. I., & Widyadari, D. (2025). Edible coating kulit pisang: Inovasi pengawetan buah segar berbasis produk pertanian lokal. *The 3rd National Conference on Innovative Agriculture (NACIA)*, 1–10.
- Vatria, B., Primadini, V., & Novalina, K. (2021). Pemanfaatan limbah kulit udang sebagai edible coating chitosan dalam menghambat kemunduran mutu fillet ikan kakap skinless. *MANFISH JOURNAL: Marine, Environment, and Fisheries*, 1(3), 188–196.
- Wahyudin, I. N. F., Dewi, E. R. S., & Ulfah, M. (2019). Pengaruh edible coating limbah cangkang kepiting sebagai pelapis tomat terhadap susut bobot. *Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS*, 364–372.
- WHO. (2023). *Foodborne diseases fact sheet*. World Health Organization.
- Winardi, R. R., & Harefa, M. (2018). Karakter mutu strawberry (*Fragaria virginiana*) selama penyimpanan dengan perlakuan edible coating campuran sorbitol dan pati sagu. *Jurnal Agroteknosains*, 2(1). <https://doi.org/10.36764/ja.v2i1.141>