

Formulasi *Edible Coating* Berbasis Biopolimer Kitosan sebagai Solusi Teknologi Pascapanen untuk Produk Buah Potong: Sebuah Studi Literatur

Sry Meylindasari Silalahi¹, Yessi Suryani Rambe², Arpan Marwazi³, Suharyadi⁴

^{1,2}Departement Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Indonesia

³Teknik Informatika, Fakultas Vokasi, Universitas Sumatera Utara, Indonesia

⁴Departement Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Indonesia

¹srymeylindasari@gmail.com, ²yesi002707@gmail.com, ³arpanmarwazi05@gmail.com, ⁴suharyadi@usu.ac.id

ABSTRACT

Keywords:

*Edible Coatings,
Chitosan,
Essential Oils,
Shelf Life,
Post-Harvest Fruit.*

Abstract: *Cut fruit products are susceptible to degradation of physiological quality and microbiological contamination that shortens shelf life. This study aims to evaluate the effectiveness of chitosan-based edible coatings combined with antimicrobial agents (essential oils) to maintain the quality of cut fruits. The method used is Systematic Literature Review (SLR) based on the PRISMA 2020 guidelines by analyzing 13 international articles published in 2016–2025. The analysis included physicochemical changes, cell membrane integrity, as well as antioxidant enzyme activity during storage. The results showed that the integration of essential oils into the chitosan matrix effectively suppressed the rate of respiration and inhibited the activity of cell wall softening enzymes. This treatment has been shown to maintain antioxidant and vitamin C levels, as well as maintain the structural integrity of tissues compared to controls. The use of edible coatings is an efficient post-harvest technology solution to increase the shelf life and competitiveness of cut fruit products on an industrial scale.*

Kata Kunci:

*Pelapis Edibel,
Kitosan,
Minyak Atsiri,
Daya Simpan,
Pascapanen Buah.*

Abstrak: Produk buah potong rentan terhadap penurunan kualitas fisiologis dan kontaminasi mikrobiologis yang memperpendek masa simpan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas pelapis edibel berbasis kitosan yang dikombinasikan dengan agen antimikroba (minyak atsiri) untuk menjaga kualitas buah potong. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review (SLR)* berdasarkan pedoman PRISMA 2020 dengan menganalisis 13 artikel internasional terbitan tahun 2016–2025. Analisis mencakup perubahan fisikokimia, integritas membran sel, serta aktivitas enzim antioksidan selama penyimpanan. Hasil menunjukkan bahwa integrasi minyak atsiri ke dalam matriks kitosan efektif menekan laju respirasi dan menghambat aktivitas enzim pelunak dinding sel. Perlakuan ini terbukti mampu mempertahankan kadar antioksidan, vitamin C, serta menjaga integritas struktural jaringan dibandingkan kontrol. Penggunaan pelapis edibel ini merupakan solusi teknologi pascapanen yang efisien untuk meningkatkan daya simpan dan daya saing produk buah potong di skala industri.

Article History:

Received : 01-06-2026

Accepted : 31-07-2026



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Produk buah potong minimal kini menjadi tren utama, namun sangat rentan terhadap kerusakan fisiologis dan mikrobiologis pascapanen (Montero-Calderón et al., 2010; Mantilla et al., 2013). Proses pemotongan memicu laju respirasi yang mempercepat degradasi jaringan dan kehilangan nutrisi esensial (Benítez et al., 2014; Falguera et al., 2011). Oleh karena itu, penerapan teknologi pelapis edibel menjadi krusial sebagai penghalang fisik untuk meminimalkan kerusakan mekanis selama penyimpanan (Campos et al.; Oms-Oliu et al., 2008).

Kitosan dikenal luas sebagai biopolimer paling efektif karena sifatnya yang tidak beracun, biodegradable, serta memiliki kemampuan pembentuk film yang unggul (No et al., 2007; Brasil et al., 2012). Aktivitas antimikroba intrinsiknya mampu menekan pertumbuhan patogen penyebab pembusukan secara signifikan (Ming et al., 2010; Chien & Chou, 2006). Penelitian terdahulu juga mengonfirmasi peran kitosan dalam menekan aktivitas enzim pelunak dinding sel seperti pektinmetilesterase (Kong et al., 2010; Chien et al., 2007).

Integrasi minyak atsiri ke dalam matriks kitosan telah menjadi inovasi dalam pengembangan sistem pengawetan aktif (Hsu et al., 2012; Bakkali et al., 2008). Senyawa aromatik seperti sinamaldehid terbukti efektif memberikan perlindungan antibakteri dengan pelepasan lambat (controlled-release) di permukaan produk (Vangalapati et al., 2012; Cabral et al., 2011). Sinergi ini mampu menjaga stabilitas senyawa aktif tanpa mengganggu karakteristik sensorik buah (Sangsuwan et al., 2008; Duan et al., 2008).

Pemanfaatan turmeric essential oil dalam biofilm kitosan juga dilaporkan dapat meningkatkan aktivitas antibakteri secara signifikan, sehingga memberikan kontribusi yang lebih besar dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan pangan selama proses penyimpanan. Selain itu, enkapsulasi minyak atsiri di dalam matriks kitosan dinilai mampu meningkatkan stabilitas senyawa aktif, mengurangi volatilitas komponen mudah menguap, serta menjaga pelepasan senyawa antibakteri agar berlangsung lebih terkontrol.

Teknologi pelapis juga berperan dalam memodulasi atmosfer internal guna menekan metabolisme oksidatif yang merusak sel (Olivas & Barbosa-Cánovas, 2005; Hong et al., 2012). Penggunaan pelapis terbukti mampu mempertahankan kadar antioksidan alami serta menunda penurunan vitamin C selama masa simpan (Wang & Gao, 2013; Gonzalez-Aguilar et al., 2009). Stabilitas membran sel sangat bergantung pada efektivitas lapisan ini dalam mencegah akumulasi peroksida (Alexieva et al., 2001; Peixoto et al., 1999).

Tantangan utama aplikasi pelapis terletak pada efektivitasnya menjaga integritas struktural di suhu dingin yang bervariasi (Serek et al., 1995; Jen & Robinson, 1984). Studi histologis mendalam mengenai interaksi formulasi pelapis dengan jaringan sel masih sangat terbatas (Karnovsky, 1965; Vidal, 1977). Diperlukan eksplorasi komprehensif untuk memahami bagaimana pelapis mempengaruhi enzim dinding sel secara presisi pada buah (Pressey & Avants, 1982; Buescher & Furmansk, 1978).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi pelapis kitosan dan agen antimikroba terhadap kualitas dan masa simpan buah potong. Analisis difokuskan pada perubahan atribut fisikokimia, integritas membran, serta enzim antioksidan untuk memberikan pemahaman fisiologis yang mendalam (Carvalho et al., 2016). Diharapkan hasil ini memberikan kontribusi ilmiah bagi standarisasi teknologi pascapanen bagi industri yang lebih luas (AOAC, 2005; Nelson, 1944).

Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian terhadap teknologi pengawetan pangan berbasis bahan alami semakin meningkat seiring dengan tuntutan konsumen terhadap produk yang lebih aman, ramah lingkungan, dan minim bahan sintesis. *Edible coating* berbasis kitosan menjadi salah satu pendekatan yang banyak diteliti karena mampu membentuk lapisan tipis pelindung, menekan kehilangan air, memperlambat respirasi, serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada produk hortikultura.

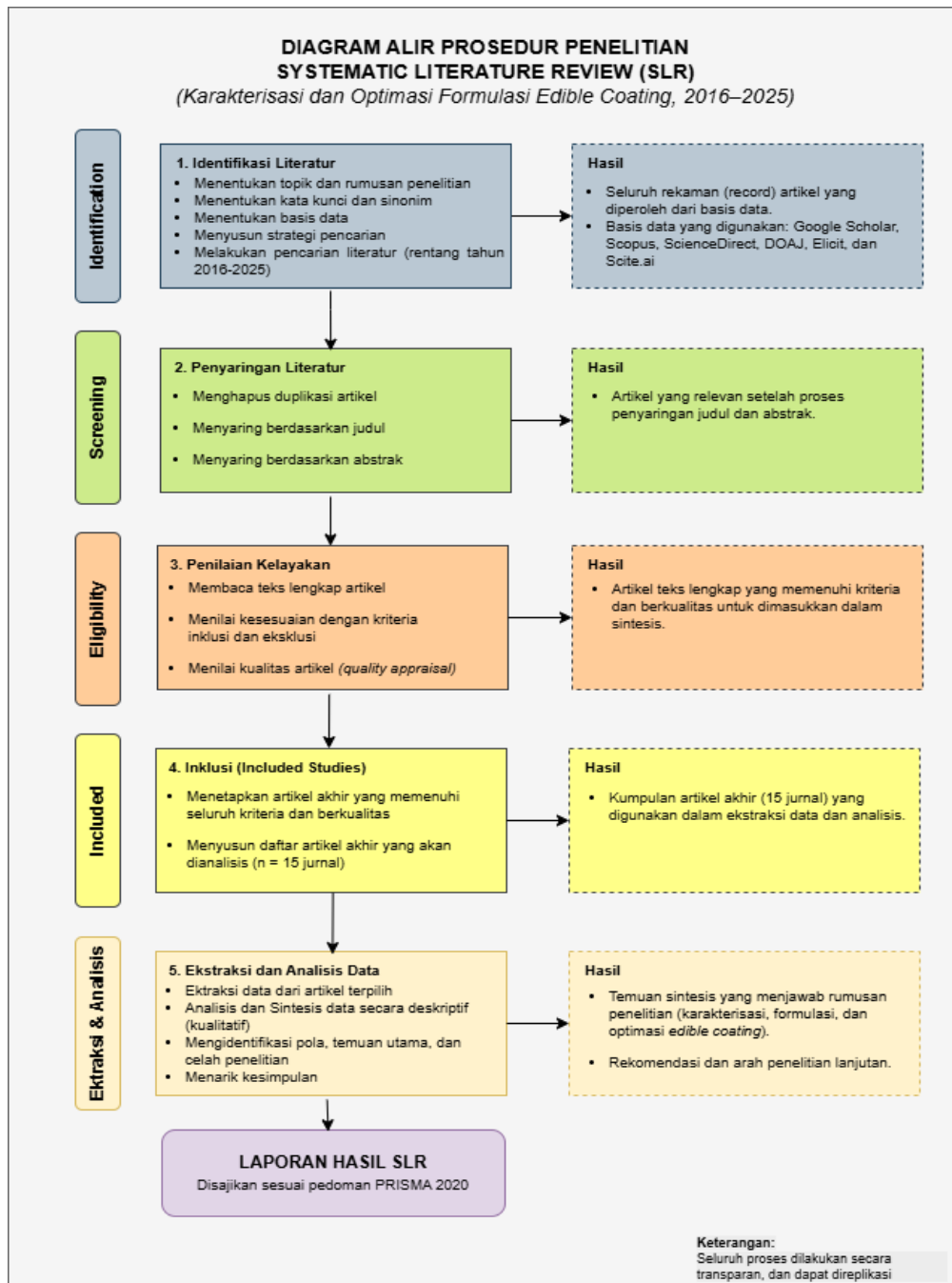
Selain itu, penggabungan kitosan dengan minyak atsiri atau ekstrak tanaman terbukti dapat meningkatkan efektivitas antibakteri dan antioksidan, sehingga berpotensi mempertahankan mutu sensori dan nilai gizi buah potong selama penyimpanan. Tren penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa *edible coating* tidak hanya berperan sebagai penghalang fisik, tetapi juga membantu mengendalikan stres oksidatif dan mempertahankan aktivitas enzim pertahanan alami pada buah selama pascapanen.

Penerapan inovasi ini akan berdampak signifikan pada efisiensi rantai pasok melalui pengurangan limbah akibat kerusakan fisiologis. Dengan mengoptimalkan formulasi pelapis, produk buah potong dapat mencapai durasi simpan panjang dengan gizi yang tetap terjaga (Carvalho et al., 2016). Penelitian ini menjadi langkah strategis untuk memperkuat daya saing hortikultura lokal agar memenuhi standar keamanan dan kualitas global di era pasar bebas (Ming et al., 2010; No et al., 2007).

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan systematic literature review (SLR) yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis bukti-bukti ilmiah mengenai efektivitas berbagai formulasi *edible coating* dalam mempertahankan kualitas dan memperpanjang umur simpan produk pangan (Carhuavilca-Paredes et al., 2025; Yu et al., 2021). Sumber data dalam penelitian ini berasal dari basis data akademik terpercaya seperti Google Scholar, Elicit, Scite.ai, Scispace, DOAJ (Directory of Open Access Journals), dan Scopus, dengan kata

kunci utama seperti "edible coating", "chitosan", "postharvest quality", "shelf life", "biopolymer-based coating", serta kombinasi dengan nama komoditas seperti "strawberry", "mango", "tomato", dan "melon" (Petriccione et al., 2024; Sembiring et al., 2025; Pinzon et al., 2020).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian *Systematic Literature Review*

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi artikel yang diterbitkan pada rentang tahun 2016-2025, berbahasa Inggris atau Indonesia, membahas aplikasi *edible coating* pada produk pangan (buah, sayur, atau ikan), serta tersedia dalam bentuk teks lengkap (full text). Kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak relevan dengan topik *edible coating* untuk pengawetan pangan, artikel yang tidak menyajikan data empiris (seperti opini, editorial, atau artikel review), serta artikel yang tidak dapat diakses secara penuh. Proses pencarian literatur dilakukan secara sistematis menggunakan kata kunci yang telah ditentukan, dengan kombinasi Boolean (AND, OR) untuk mempersempit hasil pencarian (Carhuavilca-Paredes et al., 2025; Elsabagh et al., 2023). Prosedur seleksi literatur mengikuti panduan PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic

Reviews and Meta-Analyses) yang terdiri dari empat tahap: identifikasi, penyaringan(screening), penilaian kelayakan, dan inklusi (Page et al., 2021).

Analisis data dilakukan dengan pendekatan kualitatif tematik, yaitu dengan mengidentifikasi tema-tema utama dari setiap artikel terpilih, mengkategorikan temuan berdasarkan jenis coating, komoditas, dan parameter kualitas yang diukur (Petriccione et al., 2024; Yu et al., 2021). Data yang diekstrak meliputi jenis polimer (kitosan, pati, alginat, pektin, mukus), bahan aktif tambahan (minyak atsiri, ekstrak tanaman, gel lidah buaya), metode aplikasi (dipping, layer-by-layer, spraying), kondisi penyimpanan (suhu, lama simpan), parameter kualitas fisik (kehilangan berat, kekerasan, warna), kimia (pH, TSS, vitamin C), biokimia (senyawa bioaktif, aktivitas enzim), dan mikrobiologi (total mikroba, kapang/khamir) (Sembiring et al., 2025; Pinzon et al., 2020; Liguori et al., 2023). Validitas dan keandalan data diperoleh dari 13 artikel yang telah melalui proses peer-review dan diterbitkan dalam jurnal internasional bereputasi yang terindeks Scopus (Carvalho et al., 2016; Treviño-Garza et al., 2017; Iftitah et al., 2025). Untuk memastikan konsistensi, data dari setiap artikel dibandingkan secara cross-referensi dengan temuan dari artikel lain yang memiliki topik serupa, sehingga menghasilkan sintesis yang komprehensif dan reliabel (Elsabagh et al., 2023; Pirozzi et al., 2020).

Tabel 1. Ringkasan 13 Jurnal yang Dianalisis dalam *Systematic Literature Reivew*

No	Judul Jurnal	Penulis	Tahun	Komoditas	Polimer Utama
1	Enhancing strawberry preservation: a novel edible coating combining chitosan, mango seed starch, and orange peel essential oil	Carhuavilc-Paredes et al	2025	Stroberi	Kitosan + Pati Mangga
2	Effect of Chitosan Coatings with Cinnamon Essential Oil on Postharvest Quality of Mangoes	Yu et al	2021	Mangga	Kitosan
3	Effect of Mucilage-Based Edible Coating Enriched with Oregano Essential Oil on Postharvest Quality and Sensorial Attributes of Fresh-Cut Loquat	Liguori et al	2023	Loquat	MukusKaktus
4	Fabrication and Characterization of Pectin-Chitosan Edible Coatings with a Cosmos caudatus Leaf Extract for Tomato Preservation	Sembiring et al	2025	Tomat	Pektin + Kitosan
5	Layer-by-layer edible coatings based on mucilages, pullulan and chitosan and its effect on quality and preservation of fresh-cut pineapple	Treviño-Garza et al	2017	Nanas	Kitosan + Mukus
6	Chitosan coating with trans-cinnamaldehyde improves structural integrity and antioxidant metabolism of fresh-cut melon	Carvalho et al	2016	Melon	Kitosan
7	Increasing shelf life of strawberries (Fragaria spp) by using a banana starch-chitosan-aloe vera gel composite edible coating	Pinzon et al	2020	Stroberi	Pati + Kitosan
8	Edible Coatings Containing Oregano Essential Oil Nanoemulsion for Improving Postharvest Quality and Shelf Life of Tomatoes	Pirozzi et al	2020	Tomat	Alginat
9	Development of Edible Coating Based on Nanochitosan, Mint Essential Oil, and Aloe vera for Cherry Tomato Preservation	Iftitah et al	2025	Tomat Ceri	Nanokitosan
10	Efficiency of edible coating chitosan and cinnamic acid to prolong the shelf life of tomatoes	Azmai et al	2019	Tomat	Kitosan

11	The improvement of tomato shelf life using chitosan and star fruit leaf extract as edible coatings	Utama et al	2022	Tomat	Kitosan
12	Effect of chitosan-based edible coating on quality and shelf life of tomato	Peralta-Ruiz et al	2020	Tomat	Kitosan
13	Alginate-based edible coating containing oregano essential oil nanoemulsion for tomato preservation	Pirozzi et al	2020	Tomat	Alginat

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakterisasi dan Optimasi Formulasi *Edible Coating*

Berdasarkan hasil kajian terhadap 13 artikel jurnal, karakterisasi bahan dasar *edible coating* menunjukkan variasi sifat fisikokimia yang mempengaruhi kinerja coating. Kitosan dengan derajat deasetilasi $\geq 75\%$ menunjukkan aktivitas antimikroba optimal, dengan gugus fungsi N-H ($1587,43 \text{ cm}^{-1}$) dan C-N ($1413,51 \text{ cm}^{-1}$) sebagai penentu aktivitas biologisnya. Sintesis nanochitosan (NPCh) melalui gelasi ionik dengan natrium tripolifosfat (STPP) pada rasio 5:1 menghasilkan partikel terkecil (197 nm) dengan indeks polidispersitas 0,17. Pati biji mangga memiliki kandungan amilosa 32,52% dan amilopektin 67,48% dengan suhu gelatinisasi $75,5^\circ\text{C}$. Minyak esensial kulit jeruk mengandung D-limonen (79,17%) dan linalool (6,71%) dengan aktivitas antifungi 100% terhadap *Botrytis cinerea* pada konsentrasi 1%. Ekstrak daun *Cosmos caudatus* menunjukkan aktivitas antibakteri kuat terhadap *E. coli* (zona hambat 16,4 mm) dan *S. aureus* (15,6 mm). Analisis SEM menunjukkan penambahan ekstrak ke dalam matriks pektin-kitosan menyebabkan permukaan film lebih tekstur dengan agregasi parsial dan rongga udara, namun struktur amorf tetap terjaga berdasarkan XRD.

Optimasi menggunakan Response Surface Methodology (RSM) menunjukkan konsentrasi natrium alginat (0,5%) dan kalsium klorida (2,0%) berpengaruh signifikan terhadap ketebalan lapisan ($\sim 5 \mu\text{m}$), sedangkan waktu pencelupan (10–300 detik) tidak berpengaruh [8]. Emulsi Pickering dengan selulosa nanokristal (CNC) menghasilkan coating CH-PE dengan kelarutan air (13,91%) dan permeabilitas uap air ($5,222 \times 10^{-11} \text{ g/m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}$) lebih rendah dibandingkan emulsi konvensional (17,46% dan $7,518 \times 10^{-11} \text{ g/m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}$) [9]. Uji pelepasan minyak kayu manis dalam tiga simulasi pangan menunjukkan coating CH-PE memiliki pelepasan lebih lambat dibandingkan CH-E, dengan pelepasan terlambat pada etanol 95% yang mencapai kesetimbangan setelah 60 jam [9]. Analisis DSC menunjukkan penurunan T_g dari $137,16^\circ\text{C}$ (kontrol) menjadi $122,06^\circ\text{C}$ dengan penambahan ekstrak, yang mempengaruhi karakteristik coating terhadap pertukaran gas. Viskositas coating menurun dari 476,3 cP menjadi 420,8 cP seiring penambahan ekstrak karena minyak atsiri meningkatkan fluiditas larutan.

Data karakterisasi dan optimasi mengkonfirmasi bahwa pemilihan bahan dan metode sintesis sangat menentukan kinerja coating. Ukuran nanochitosan yang lebih kecil (197 nm) memberikan luas permukaan lebih besar untuk interaksi dengan produk, sementara kandungan amilosa tinggi (32,52%) pada pati biji mangga berkontribusi pada pembentukan film yang kompak. Interaksi elektrostatis antara gugus NH_3^+ kitosan dan gugus SO_3^- CNC pada emulsi Pickering menciptakan jaringan ikatan silang yang lebih rapat, menurunkan permeabilitas uap air secara signifikan. Pelepasan minyak esensial yang lebih lambat dari coating CH-PE mengindikasikan potensi aplikasi jangka panjang yang lebih baik. Temuan ini sejalan dengan literatur yang melaporkan bahwa sistem emulsi Pickering dapat meningkatkan stabilitas dan pelepasan terkontrol senyawa aktif dalam matriks polimer. Dengan demikian, karakterisasi komprehensif setiap komponen menjadi landasan penting untuk optimasi formulasi *edible coating* yang efektif dan efisien.

2. Efektivitas *Edible Coating* terhadap Kualitas Fisik, Kimia, dan Enzimatis Produk

Aplikasi *edible coating* secara signifikan mengurangi susut bobot dan mempertahankan kekerasan produk. Penurunan susut bobot selama penyimpanan dihitung menggunakan Persamaan (1):

$$\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{W_0 - W_t}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

- W_0 = berat awal sampel (g)
- W_t = berat sampel pada hari ke-t (g)

Pada melon potong segar, coating kitosan-trans-sinamaldehyd menghasilkan susut bobot 2,88% (vs kontrol 4,60%) dan kekerasan 3,23 N (vs kontrol 2,50 N) setelah 15 hari. Pada stroberi, coating kitosan-pati biji mangga-minyak esensial jeruk (T3) menghasilkan susut bobot 61,27% lebih rendah dan kekerasan 786,90 gf (vs kontrol 279,16 gf). Nanas potong segar dengan coating CH+Aloe vera mucilage menunjukkan susut bobot 9,99% (vs kontrol 14,15%) dan kekerasan 2,61 N (vs kontrol 1,32 N) [5]. Pada mangga, coating CH-PE mempertahankan kekerasan 313,83 g (vs kontrol 70,79 g) dan susut bobot 13,76% (vs kontrol 25,16%). Pada loquat potong segar, coating mucilage-minyak oregano mempertahankan kekerasan 1,3 kali lebih tinggi dan susut bobot 50% lebih rendah. Efektivitas ini disebabkan oleh lapisan semipermeabel yang mengurangi transfer uap air dan laju transpirasi, serta peran kalsium dalam coating yang berikatan dengan asam pektat membentuk kalsium pektat.

Coating efektif menghambat enzim pencoklatan dan pelunakan serta melindungi senyawa bioaktif. Aktivitas antioksidan diukur menggunakan Persamaan (2):

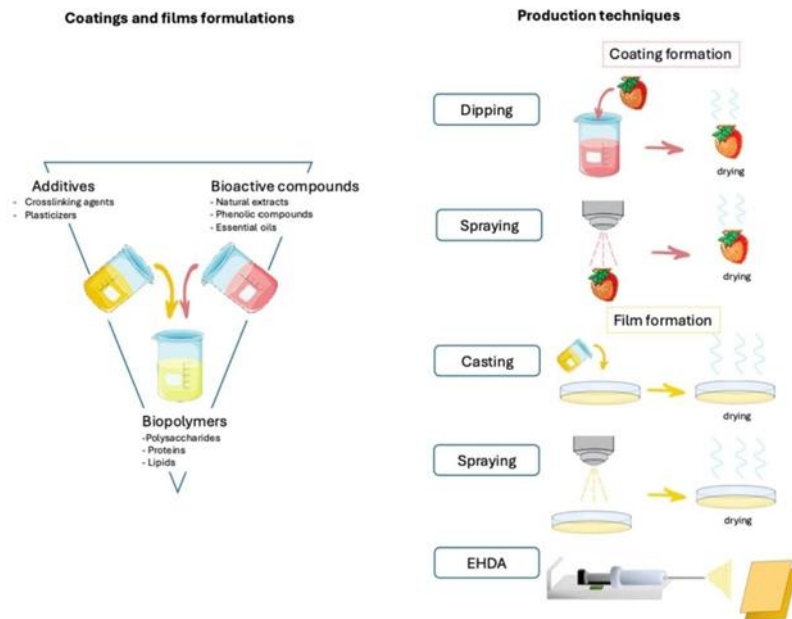
$$\text{Inhibisi DPPH (\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

- A_1 = absorbansi kontrol
- A_0 = absorbansi sampel

Pada mangga, coating CH-PE menurunkan aktivitas Polifenol Oksidase (PPO) hingga 47,24% dan menunda puncak aktivitas PME/PG dari hari ke-6 menjadi ke-9. Pada melon potong segar, coating natrium alginat-mucilage cedar meningkatkan aktivitas Katalase (CAT) menjadi 2,36 $\mu\text{mol/g FW}$ (vs 1,45 $\mu\text{mol/g FW}$) dan Ascorbate Peroxidase (APX) 53,3% lebih tinggi pada hari ke-5. Coating kitosan-trans-sinamaldehyd mempertahankan vitamin C dengan penurunan hanya 9,6% (vs kontrol 32,7%) dan karotenoid hanya 38,7% (vs kontrol 69,7%). Coating natrium alginat-mucilage cedar meningkatkan total fenol dari 4,82 menjadi 15,27 mg GAE/100 g dan flavonoid dari 0,15 menjadi 0,46 mg CE/100 g. Pada stroberi, coating T3 mempertahankan antosianin 23,66 mg/100 g (vs kontrol 18,50 mg/100 g) dan vitamin C lebih tinggi. Aktivitas antioksidan ABTS pada melon potong segar meningkat dari 1,86 menjadi 8,78 $\mu\text{mol TE/100 g}$ pada coating (vs kontrol 5,67)].

Data tersebut menunjukkan *edible coating* bekerja melalui mekanisme multidimensi. Penurunan susut bobot dan pemeliharaan kekerasan terjadi melalui penghambatan enzim PME dan PG yang bertanggung jawab terhadap degradasi dinding sel. Perlindungan senyawa bioaktif seperti vitamin C, karotenoid, fenol, dan flavonoid terkait dengan rendahnya permeabilitas O_2 pada coating yang menghambat reaksi oksidasi, serta aktivitas antioksidan dari minyak esensial (trans-sinamaldehyd) sebagai penangkap radikal bebas. Peningkatan aktivitas enzim antioksidan (SOD, CAT, APX) pada produk berlapis coating mengindikasikan bahwa coating tidak hanya bertindak sebagai penghalang fisik tetapi juga memodulasi sistem pertahanan alami produk. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa coating berbasis polisakarida dapat memodulasi aktivitas enzim pendegradasi dinding sel dan sistem pertahanan alami produk melalui pengaturan mikroatmosfer.

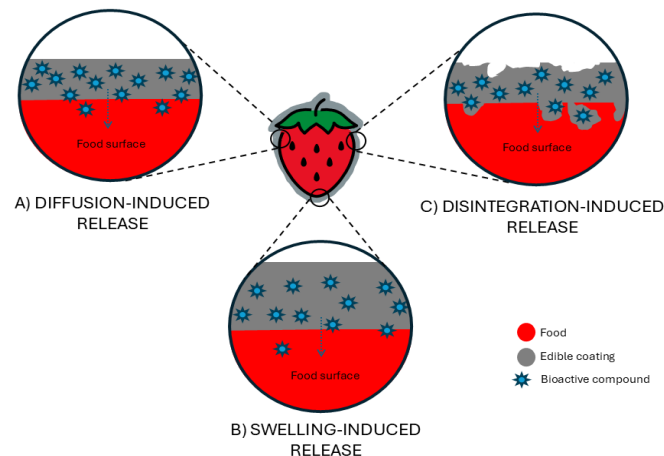


Gambar 2. Formulasi dan metode aplikasi pelapis dan film berbasis biopolimer yang dapat dimakan untuk aplikasi makanan. (Mariño-Cortegoso et al., 2025)

3. Aktivitas Antimikroba, Penerimaan Sensoris, dan Mekanisme Aksi *Edible Coating*

Edible coating dengan penambahan ekstrak tanaman dan minyak esensial menunjukkan aktivitas antibakteri kuat. Coating CH+PU (chitosan-pullulan) dengan teknik *layer-by-layer* paling efektif menghambat *Listeria monocytogenes* (5,39 log CFU/g vs kontrol 6,33) dan *Salmonella typhi* (5,12 log CFU/g vs kontrol 5,80) pada nanas potong segar. Minyak esensial jeruk 1% mencapai inhibisi 100% terhadap *Botrytis cinerea*, sedangkan kitosan 1,5% mencapai 58,4% [6]. Pada fillet tuna, coating kitosan-kunyit (CH-C) menekan histamin (1,45–19,33 mg/kg vs kontrol 1,62–59,45), kadaverin (0,81–4,45 vs 0,80–11,96), dan putresin (1,04–8,14 vs 1,14–20,34 mg/kg) selama 14 hari. Coating CH-C juga memperlambat peningkatan pH (6,80 vs 7,20), TBA (4,24 vs 12,70 mg MDA/kg), dan TVB (27,96 vs 80,71 mg/100 g). Mekanisme antimikroba kitosan melibatkan interaksi gugus NH_3^+ dengan membran sel mikroba yang bermuatan negatif, menyebabkan kebocoran intraseluler dan kematian sel.

Penerimaan sensoris tetap baik hingga akhir penyimpanan. Pada stroberi, tidak ada perbedaan signifikan ($p > 0,05$) antara coating dan kontrol untuk semua atribut hingga hari ke-12. Pada loquat potong segar, coating mempertahankan skor visual >3 hingga 9 hari (vs kontrol <3 setelah 6 hari). Umur simpan meningkat dari 6 menjadi 13 hari pada stroberi, dari 12 menjadi 18 hari pada nanas potong segar, dan dari 6 menjadi 11 hari pada loquat potong segar [3]. Analisis multivariat PCA dan PLS-DA pada melon potong segar menunjukkan total fenol, glutathione reductase (GR), dan dehydroascorbate reductase (DHAR) sebagai variabel paling berpengaruh ($\text{VIP} > 1,0$), dengan *heatmap* menunjukkan pemisahan kluster antara sampel coating dan kontrol pada hari ke-10 dan 15. Perpanjangan umur simpan berkorelasi dengan penurunan susut bobot, pemeliharaan kekerasan, perlindungan senyawa bioaktif, dan penekanan pertumbuhan mikroba.



Gambar 3. Mekanisme pelepasan terkontrol senyawa bioaktif dari pelapis yang dapat dimakan. (Mariño-Cortegoso et al., 2025)

Sintesis dari seluruh data menghasilkan model mekanisme aksi terintegrasi yang melibatkan empat jalur utama: (1) penghalang fisik yang mengatur pertukaran gas (O_2/CO_2) dan menurunkan laju respirasi; (2) aktivitas antimikroba dari kitosan (interaksi gugus NH_3^+ dengan membran sel) dan minyak esensial (kerusakan membran); (3) aktivitas antioksidan yang melindungi senyawa bioaktif dan menangkal radikal bebas; (4) modulasi sistem enzimatik yang menghambat enzim pencoklatan (PPO/POD) dan pelunakan (PME/PG) serta meningkatkan enzim antioksidan (SOD/CAT/APX) dan siklus askorbat-glutation (MDHAR/DHAR/GR). Identifikasi GR dan DHAR sebagai variabel paling berpengaruh mengkonfirmasi pentingnya jalur antioksidan. Temuan ini sejalan dengan konsep hormesis, di mana stres ringan yang diinduksi coating dapat mengaktifkan respons pertahanan produk, menjadikan *edible coating* sebagai teknologi pengawetan holistik yang aman, efektif, dan berkelanjutan.

Tabel 2. Ringkasan Efektivitas *Edible Coating* pada Berbagai Produk

Produk	Formulasi Coating	Susut Bobot	Kekerasan	Vitamin C	Umur Simpan	Ref
Melon Potong	Kitosan-trans-sinamaldehyd	2,88% (vs 4,60%)	3,23 N (vs 2,50 N)	59,47 (vs 43,91)	15 hari	Chi et al., 2026)
Stroberi	Kitosan-pati mangga-minyak jeruk	61,27% lebih rendah	786,90 gf (vs 279,16)	39,60% (vs 26,40%)	6-13 hari	Carhuavilca-Paredes et al., 2025
Nanas Potong	CH+Aloe vera mucilage	9,99% (vs 14,15%)	2,61 N (vs 1,32 N)	0,22 (vs 0,17) g/kg	12-18 hari	Treviño-garza et al., 2017
Mangga	CH-PE Pickering	13,76% (vs 25,16%)	313,83 g (vs 70,79 g)	Lebih tinggi	12 hari	Yu et al., 2021
Loquat Potong	Mucilage+oregano EO	50% lebih rendah	1,3× lebih tinggi	1,6× lebih tinggi	6-11 hari	Liguori et al., 2023

D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis sistematis terhadap 13 artikel penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan *edible coating* berbasis kitosan yang dikombinasikan dengan bahan aktif (minyak atsiri dan ekstrak tanaman) sangat efektif dalam menjaga kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologis buah potong selama masa penyimpanan. Mekanisme kerja utama *edible coating* meliputi: (1) bertindak sebagai penghalang fisik yang menurunkan laju respirasi dan susut bobot; (2) memberikan aktivitas antimikroba melalui interaksi elektrostatik polimer dengan membran mikroba; (3) melindungi stabilitas senyawa bioaktif serta vitamin C; dan (4) memodulasi sistem enzimatik dengan menghambat enzim pelunak dinding sel (PME/PG) serta meningkatkan aktivitas enzim antioksidan (SOD, CAT, APX). Formulasi *edible coating* terbukti mampu memperpanjang umur simpan produk secara signifikan (30-50% lebih lama dibanding kontrol) tanpa mengabaikan aspek sensorik konsumen.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi penggunaan *edible coating* berbasis bahan alam lokal lainnya yang memiliki ketersediaan melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal. Selain itu, diperlukan studi lebih lanjut mengenai interaksi molekuler antara berbagai jenis *essential oil* dengan berbagai matriks biopolimer menggunakan teknik spektroskopi yang lebih mutakhir. Peneliti berikutnya juga diharapkan melakukan analisis dampak *edible coating* terhadap biaya produksi pada skala industri agar teknologi ini dapat lebih mudah diterapkan oleh pelaku UMKM di sektor hortikultura.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Suharyadi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, serta dukungan moral dalam penyusunan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan di Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, atas segala bantuan dan diskusi yang membangun selama proses penyelesaian studi ini.

REFERENSI

- Access, O. (2023). Development of edible coating based on Aloe vera gel to extend the shelf life of fresh-cut melon. 6(March), 16–26. <https://doi.org/10.21776/ub.afssaae.2023.006.01.2>
- Adiletta, G., Di Matteo, M., & Petriccione, M. (2021). Multifunctional role of chitosan edible coatings on antioxidant systems in fruit crops: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijms22052633>
- Aprianda, R., Fachraniah, & Rihayat, T. (2018). Pemanfaatan Kitosan sebagai Biofilm dengan Penambahan Turmeric Essential Oil untuk Meningkatkan Aktivitas Antibakteri. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2(1), 221–225.
- Carhuavilca-Paredes, Y., Chirinos-Molina, B., Inga, M., Castro-Mandujano, O. N., Bautista-Cruz, N., Romero y Otiniano, P., Chauca-Cerrutti, A., & Bravo-Aranibar, N. (2025). Enhancing strawberry preservation: a novel edible coating combining chitosan, mango seed starch (*Mangifera indica*), and orange peel essential oil (*Citrus sinensis*). *CYTA - Journal of Food*, 23(1). <https://doi.org/10.1080/19476337.2025.2532496>
- Chi, H., City, M., City, C. T., Chi, H., & City, M. (2026). Valorization of durian seed coat polyphenol-rich extract for chitosan-based coatings to improve postharvest quality. 10(June), 312–330. [https://doi.org/https://doi.org/10.26656/fr.2017.10\(3\).200](https://doi.org/https://doi.org/10.26656/fr.2017.10(3).200)
- Cice, D., Ferrara, E., Pecoraro, M. T., Capriolo, G., & Petriccione, M. (2024). An Innovative Layer-by-Layer Edible Coating to Regulate Oxidative Stress and Ascorbate–Glutathione Cycle in Fresh-Cut Melon. *Horticulturae*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/horticulturae10050465>
- Donsì, F., Ferrari, G., Pirozzi, A., & Vittoria Del Grosso. (2020). and Shelf Life of Tomatoes. *Foods*, 9(1605). <https://doi.org/10.3390/foods9111605>
- Elsabagh, R., Ibrahim, S. S., Abd-Elaaty, E. M., Abdeen, A., Rayan, A. M., Ibrahim, S. F., Abdo, M., Imbrea, F., Şmuleac, L., El-Sayed, A. M., Abd Elghaffar, R. Y., & Morsy, M. K. (2023). Chitosan edible coating: a potential control of toxic biogenic amines and enhancing the quality and shelf life of chilled tuna filets. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1177010>
- Hasbi, R., Putra, R. C., & Kadarohman, A. (2025). Enkapsulasi minyak atsiri dengan kitosan sebagai agen antibakteri pada kemasan makanan: Review. *J. Sains Dan Teknologi Pangan*, 10(5), 8873–8885.
- Iftitah, E. D., Putri, A. N., & Soesantyo, A. K. (2025). Edible Coating of Cherry Tomatoes (*Solanum lycopersicum*) Based on Chitosan Nanoparticles (NPCh) and Mint (*Mentha piperita*) Essentials Oil with Addition of Aloe Vera Gel. *Science and Technology Indonesia*, 10(2), 336–349. <https://doi.org/10.26554/sti.2025.10.2.336-349>
- Liguori, G., Greco, G., Gargano, F., Gaglio, R., Inglese, P., & Settanni, L. (2023). Effect of Mucilage-Based Edible Coating Enriched with Oregano Essential Oil on Postharvest Quality and Sensorial Attributes of Fresh-Cut Loquat. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/coatings13081387>
- Lopes, R., Freitas, M., Andrade, T., Moita, W., Carvalho, D., Montenegro, I., Izabel, M., Farley, C., Moura, H., Maria, M., Lopes, A., Raquel, M., & Miranda, A. De. (2016). Postharvest Biology and Technology Chitosan coating with trans -cinnamaldehyde improves structural integrity and antioxidant metabolism of fresh-cut melon. *Postharvest Biology and Technology*, 113, 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.004>
- Mior Azmai, W. N. S., Abdul Latif, N. S., & Md Zain, N. (2019). Efficiency of edible coating chitosan and cinnamic acid to prolong the shelf life of tomatoes. *Journal of Tropical Resources and Sustainable Science (JTRSS)*, 7(1), 47–52. <https://doi.org/10.47253/jtrss.v7i1.509>
- Pinzon, M. I., Sanchez, L. T., Garcia, O. R., Gutierrez, R., Luna, J. C., & Villa, C. C. (2020). Increasing shelf life of strawberries (*Fragaria ssp*) by using a banana starch-chitosan-Aloe vera gel composite edible coating. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 92–98. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14254>
- Popescu, P. A., Palade, L. M., Nicolae, I. C., Popa, E. E., Miteluț, A. C., Drăghici, M. C., Matei, F., & Popa, M. E.

- (2022). Chitosan-Based Edible Coatings Containing Essential Oils to Preserve the Shelf Life and Postharvest Quality Parameters of Organic Strawberries and Apples during Cold Storage. *Foods*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/foods11213317>
- Sembiring, E., Frida, E., Sitorus, Z., & Sembiring, T. (2025). Fabrication and Characterization of Pectin-Chitosan Edible Coatings with a *Cosmos caudatus* Leaf Extract for Tomato Preservation. *ACS Omega*, 10(7), 7204–7210. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c10344>
- Treviño-garza, M. Z., García, S., Heredia, N., Alanís-guzmán, M. G., & Arévalo-niño, K. (2017). Layer-by-layer edible coatings based on mucilages, pullulan and chitosan and its effect on quality and preservation of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *Postharvest Biology and Technology*, 128, 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.01.007>
- Utama, N. A., Ernawati, R., & Pramesi, P. C. (2022). The Improvement of Tomato Shelf Life using Chitosan and Starfruit Leaf Extract as Edible Coatings. *Journal of Horticultural Research*, 30(1), 77–86. <https://doi.org/10.2478/johr-2022-0004>
- Yu, K., Xu, J., Zhou, L., Zou, L., & Liu, W. (2021). Effect of chitosan coatings with cinnamon essential oil on postharvest quality of mangoes. *Foods*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/foods10123003>