



Kualitas Apel Manalagi Pasca Penyimpanan Pada Berbagai Lama Perendaman Dalam *Edible Coating* Pati Kulit Singkong Diperkaya Filtrat Lengkuas

Quality of Manalagi Apples After Storage Under Different Soaking Durations in Cassava Peel Starch–Based Edible Coating Enriched with Galangal Filtrate

Murida Putri¹, Wafit Dinarto², Dian Astriani³,

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Indonesia

Email : 230120067@student.mercubuana-yogya.ac.id

Article Info	
Article History Received : 02-06-2026 Accepted : 30-06-2026 Online : 02-07-2026	Abstrak: Apel Manalagi (<i>Malus sylvestris</i> var. manalagi) merupakan komoditas hortikultura unggulan yang tergolong buah klimakterik, sehingga sangat rentan mengalami kemunduran mutu secara cepat selama masa penyimpanan akibat tingginya laju respirasi dan transpirasi pascapanen. Penerapan teknologi edible coating berbasis pati kulit singkong yang diperkaya filtrat lengkuas (<i>Alpinia galanga</i> L.) menjadi salah satu pendekatan pascapanen alami yang berpotensi memperlambat laju kerusakan sekaligus mempertahankan kualitas buah. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh lama perendaman apel Manalagi dalam larutan edible coating tersebut terhadap mutu buah setelah penyimpanan suhu ruang selama 30 hari. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Agronomi dan Laboratorium Kimia, Universitas Mercu Buana Yogyakarta, pada Oktober hingga November 2025. Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor diterapkan dengan lima taraf lama perendaman, yaitu 0, 1, 2, 4, dan 5 menit, masing-masing diulang tiga kali. Parameter yang diamati meliputi susut bobot, kekerasan buah, total padatan terlarut (TPT), indeks warna kulit, dan sifat organoleptik. Data dianalisis menggunakan analysis of variance (ANOVA) dilanjutkan uji Duncan taraf 5%. Hasil menunjukkan bahwa seluruh perlakuan perendaman 1–5 menit secara nyata mampu mempertahankan mutu apel lebih baik dibandingkan kontrol tanpa pelapisan. Perendaman selama 5 menit terbukti paling efektif dalam mempertahankan keseluruhan parameter mutu apel Manalagi pascapenyimpanan 30 hari.
Kata Kunci Apel Manalagi; Edible Coating; Filtrat Lengkuas; Pati Kulit Singkong; Mutu Pascapanen;	
Keyword Manalagi Apple; Edible Coating; Galangal Filtrate; Cassava Peel Starch; Postharvest Quality;	Abstract: Manalagi apple (<i>Malus sylvestris</i> var. manalagi) is a high-value horticultural commodity classified as a climacteric fruit, making it highly susceptible to rapid quality deterioration during storage due to its elevated postharvest respiration and transpiration rates. The application of edible coating technology derived from cassava peel starch enriched with galangal (<i>Alpinia galanga</i> L.) filtrate represents a promising natural postharvest strategy to decelerate deterioration and preserve fruit quality. This study aimed to investigate the effect of immersion duration in the edible coating solution on the postharvest quality of Manalagi apples stored at room temperature for 30 days. The research was conducted at the Agronomy and Chemistry Laboratories of Universitas Mercu Buana Yogyakarta from October to November 2025. A Completely Randomized Design (CRD) with a single factor was employed, comprising five

immersion duration levels of 0, 1, 2, 4, and 5 minutes, each replicated three times. Observed parameters included weight loss, fruit firmness, total soluble solids (TSS), skin color index, and organoleptic properties. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test at a 5% significance level. Results demonstrated that all immersion treatments of 1–5 minutes significantly maintained apple quality compared to the uncoated control. A 5-minute immersion proved most effective in preserving overall postharvest quality attributes of Manalagi apples after 30 days of storage.

Support by:



This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license

A. PENDAHULUAN

Apel *Manalagi* (*Malus sylvestris* var. *manalagi*) merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan asal Jawa Timur yang memiliki nilai ekonomis tinggi karena cita rasa manis, aroma khas, serta tekstur daging buah yang renyah dan padat, sehingga banyak dibudidayakan di kawasan dataran tinggi seperti Poncokusumo dan Kota Batu, Kabupaten Malang (Anggara et al., 2017). Tingginya permintaan pasar terhadap buah ini, baik dalam bentuk segar maupun produk olahan seperti jus, keripik, dan dodol apel, menuntut adanya jaminan mutu yang konsisten sejak pascapanen hingga sampai ke tangan konsumen. Namun demikian, apel termasuk golongan buah klimaterik yang tetap mengalami proses respirasi dan transpirasi setelah dipanen. Aktivitas fisiologis tersebut memicu kehilangan kadar air, pelunakan jaringan, pencoklatan enzimatis, serta meningkatnya kerawanan terhadap kontaminasi mikroorganisme. Apabila tidak ditangani secara tepat, kondisi ini akan mempercepat penurunan kualitas fisik buah, baik dari segi warna, kekerasan, susut bobot, maupun nilai total padatan terlarut (TPT), yang pada akhirnya menurunkan daya jual apel selama distribusi dan penyimpanan.

Berbagai upaya penanganan pascapanen telah dikembangkan untuk memperlambat laju kemunduran mutu buah, salah satunya melalui penerapan teknologi *edible coating*, yaitu pelapisan permukaan buah dengan bahan alami yang aman dikonsumsi. Teknologi ini terbukti efektif menekan laju respirasi dan transpirasi, menjaga kelembapan permukaan buah, sekaligus melindungi dari kontaminasi mikroba (Aljobair, 2022). Di antara berbagai bahan pembentuk film yang tersedia, pati yang diekstraksi dari kulit singkong menjadi alternatif yang menarik untuk dikembangkan karena sifatnya yang *biodegradable*, mudah diperoleh, ekonomis, serta mampu membentuk lapisan film dengan karakteristik yang baik (Agustina et al., 2025). Sayangnya, *edible coating* berbasis pati murni memiliki keterbatasan mendasar, yaitu sifatnya yang hidrofilik sehingga mudah menyerap uap air, kurang elastis, dan tidak memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan mikroorganisme secara langsung.

Kelemahan tersebut mendorong perlunya penambahan komponen bioaktif yang berfungsi sebagai agen antimikroba alami ke dalam formulasi *edible coating*. Lengkuas (*Alpinia galanga* L. Willd.) merupakan salah satu rimpang lokal yang berpotensi besar untuk tujuan tersebut, karena mengandung flavonoid, fenol, tanin, dan minyak atsiri yang telah terbukti secara ilmiah mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, sekaligus berperan sebagai antioksidan alami. Beberapa kajian terdahulu memperkuat dasar empiris penelitian ini. Angri et al. (2020) melaporkan bahwa perendaman cabai dalam filtrat lengkuas yang dikombinasikan dengan *edible coating* lidah buaya mampu mempertahankan kadar vitamin C serta kualitas organoleptik selama masa simpan. Sejalan dengan temuan tersebut, (Arnamalia

et al., 2022) membuktikan bahwa penambahan ekstrak lengkuas sebesar 7% ke dalam *edible coating* berbasis pati sagu efektif menekan pencoklatan, menjaga kekerasan, dan mempertahankan kadar vitamin C apel Malang selama delapan hari penyimpanan pada suhu 5°C, suatu periode yang dipilih karena merupakan fase kritis terjadinya penurunan mutu buah tanpa pelapisan. Kombinasi pati singkong dengan ekstrak daun jeruk purut dapat menjaga warna, kekerasan, serta TPT buah tomat selama penyimpanan, sementara (Anggarini et al., 2016) menegaskan bahwa peningkatan konsentrasi pati pada *edible film* berkontribusi pada peningkatan ketebalan dan kekuatan mekanik lapisan film yang dihasilkan.

Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak menyoroti pengaruh variasi konsentrasi filtrat terhadap efektivitas pelapisan, sementara aspek durasi perendaman buah dalam larutan filtrat justru belum banyak dikaji secara mendalam, padahal faktor ini berperan penting dalam menentukan jumlah senyawa aktif yang terserap ke jaringan permukaan buah. Apabila waktu perendaman terlalu singkat, senyawa bioaktif belum terserap secara optimal sehingga fungsi antimikroba tidak maksimal; sebaliknya, perendaman yang berlangsung terlalu lama berisiko menimbulkan pelunakan jaringan secara berlebihan dan perubahan warna yang tidak diinginkan. Beberapa rujukan memberikan gambaran variasi durasi yang pernah diuji, mulai dari pencelupan satu menit pada tomat, dua menit pada perlakuan filtrat lengkuas (Dwi et al., 2020), empat menit pada stroberi, hingga lima menit pada anggur, yang seluruhnya menunjukkan hasil positif terhadap mutu buah selama penyimpanan namun belum secara spesifik diterapkan pada kombinasi *edible coating* pati kulit singkong dan filtrat lengkuas pada apel *Manalagi*.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh lama perendaman apel *Manalagi* dalam filtrat lengkuas yang diaplikasikan melalui *edible coating* pati kulit singkong terhadap kualitas buah pascapenyimpanan, serta menentukan durasi perendaman yang paling efektif dalam mempertahankan parameter mutu seperti warna, kekerasan, susut bobot, dan total padatan terlarut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah sekaligus solusi praktis bagi petani dan pelaku industri hortikultura dalam memperpanjang umur simpan apel *Manalagi* secara alami, ekonomis, dan ramah lingkungan.

B. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agronomi dan Laboratorium Kimia, Universitas Mercu Buana Yogyakarta, dengan rentang waktu pelaksanaan pada bulan Oktober hingga November 2025. Peralatan yang digunakan meliputi timbangan digital, *blender*, kain kasa, gelas ukur, alat pemanas, spatula, baskom, *oven*, *colorimeter*, *penetrometer*, dan *refraktometer*. Bahan utama yang digunakan adalah apel *Manalagi* (*Malus sylvestris* var. *manalagi*) yang dipanen langsung dari Kusuma Agrowisata, Kota Batu, Malang, pada umur ± 5 bulan setelah bunga mekar dengan diameter seragam 5–6 cm; kulit singkong (*Manihot esculenta* Crantz) varietas lokal ketan kulit merah yang diambil dari bagian korteks dengan kadar pati 20,08% (Cruz-monterrosa et al., 2023); rimpang lengkuas putih (*Alpinia galanga* L. Willd.) berumur ≥ 10 bulan yang kaya senyawa fenolik dan minyak atsiri (Sanjaya & Karimah, 2021); natrium alginat sebagai bahan pembentuk film; serta gliserol sebagai *plasticizer* (Ginger & Shelf, 2022).

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu lama perendaman apel dalam filtrat lengkuas dengan lima taraf: P0 (kontrol, tanpa perendaman), P1 (1 menit), P2 (2 menit), P3 (4 menit), dan P4 (5 menit). Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh lima belas satuan percobaan, masing-masing berisi sepuluh buah apel, dengan total kebutuhan 150 buah. Tahapan diawali

dengan sortasi buah apel berdasarkan keseragaman ukuran, kematangan, dan kondisi bebas kerusakan fisik maupun biologis. Pati kulit singkong diperoleh melalui proses perendaman, penghancuran, pengendapan, dan pengeringan dalam oven bersuhu 60°C selama 13 jam, sementara filtrat lengkuas dihasilkan dari penghancuran rimpang dengan akuades (1:1) yang kemudian disaring, digunakan pada konsentrasi tetap 5% sesuai rekomendasi. Larutan *edible coating* dibuat dari pati kulit singkong, natrium alginat, dan gliserol dalam air panas, ditambah filtrat lengkuas 5%, lalu didinginkan sebelum digunakan. Buah direndam sesuai taraf perlakuan, ditiriskan, dan disimpan pada suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) selama 30 hari, mengikuti protocol. Pengamatan mutu dilakukan setiap lima hari (hari ke-0 hingga ke-30) terhadap warna kulit, kekerasan buah (*penetrometer*), susut bobot, total padatan terlarut (*refractometer*), serta uji organoleptik pada hari ke-30 oleh 10 panelis menggunakan skala hedonik 1–5.

Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Jika ditemukan perbedaan nyata, dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, perlakuan lama perendaman buah apel *Manalagi* dalam filtrat lengkuas pada *edible coating* pati kulit singkong menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter warna kulit, kekerasan buah, susut bobot, total padatan terlarut (TPT), serta uji organoleptik selama penyimpanan 30 hari.

1. Warna Kulit

Perubahan warna kulit merupakan salah satu indikator visual yang paling mudah diamati dalam menilai tingkat kematangan dan kemunduran mutu buah selama penyimpanan. Untuk mengetahui sejauh mana perlakuan lama perendaman dalam filtrat lengkuas 5% pada *edible coating* pati kulit singkong memengaruhi indeks warna kulit apel *Manalagi*, dilakukan pengamatan visual menggunakan skala indeks 1–8 yang hasilnya disajikan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 1. Rata-rata Indeks Warna Kulit Apel Manalagi pada Berbagai Lama Perendaman dalam Filtrat Lengkuas 5% pada *Edible Coating* Pati Kulit Singkong Setelah 30 Hari Penyimpanan

Lama Perendaman (menit)	Indeks warna apel Manalagi 30 HSP
0	8 a
1	7 b
2	7 b
4	6 c
5	5 d

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%



Gambar 1. Hasil Indeks Warna Kulit Buah pada Berbagai Lama Perendaman Setelah Penyimpanan 30 Hari

Hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan tanpa perendaman (kontrol) menghasilkan indeks warna tertinggi, yang mengindikasikan tingkat perubahan warna paling besar setelah 30 hari penyimpanan, sedangkan perlakuan perendaman selama 5 menit memberikan indeks warna terendah dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan 1 dan 2 menit tidak berbeda nyata satu sama lain, namun tetap menunjukkan tingkat perubahan warna yang lebih kecil dibandingkan kontrol. Secara umum dapat disimpulkan bahwa semakin lama durasi perendaman buah dalam filtrat lengkuas pada *edible coating* pati kulit singkong, semakin efektif perlakuan tersebut dalam menghambat laju perubahan warna kulit apel.

Perubahan warna pada buah selama penyimpanan umumnya dipicu oleh degradasi klorofil yang berjalan beriringan dengan peningkatan sintesis pigmen karotenoid maupun antosianin, serta reaksi pencoklatan enzimatis akibat aktivitas enzim polifenol oksidase. Lapisan *edible coating* yang terbentuk pada permukaan buah berfungsi sebagai penghalang semi-permeabel yang mampu memperlambat seluruh rangkaian reaksi tersebut. Mekanisme ini berkaitan erat dengan kemampuan lapisan dalam menekan laju respirasi dan mengontrol pertukaran gas; ketika difusi oksigen ke dalam jaringan buah berkurang, reaksi oksidatif penyebab perubahan warna pun ikut tertekan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang melaporkan bahwa pelapisan tomat dengan *edible coating* berbasis pati mampu memperlambat perubahan warna dibandingkan kontrol tanpa pelapisan, karena lapisan pelindung tersebut menghambat oksidasi pigmen dan memperlambat proses pematangan. Selain faktor oksidasi, perubahan warna juga berkaitan dengan kehilangan air dan kerusakan struktur sel epidermis. Dalam publikasinya pada *Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian* menjelaskan bahwa buah yang dilapisi pati mengalami perlambatan perubahan warna karena laju metabolisme dan degradasi pigmen dapat ditekan selama masa simpan. Efektivitas perlakuan 5 menit dalam penelitian ini diduga berkaitan dengan terbentuknya lapisan *coating* yang lebih merata dan homogen pada permukaan kulit buah, sehingga kontrol terhadap difusi oksigen dan karbon dioksida berlangsung lebih optimal dan reaksi biokimia penyebab perubahan warna dapat ditekan secara maksimal.

2. Kekerasan Buah

Kekerasan buah menjadi parameter penting yang mencerminkan tingkat pelunakan jaringan akibat aktivitas fisiologis pascapanen. Pengukuran dilakukan menggunakan alat *penetrometer* untuk menilai sejauh mana perlakuan perendaman dapat menjaga ketahanan tekstur buah selama 30 hari penyimpanan.

Tabel 2. Kekerasan Buah Apel Manalagi pada Berbagai Lama Perendaman dalam Konsentrasi Filtrat Lengkuas 5% pada *Edible Coating* Pati Kulit Singkong 30 Hari Setelah Penyimpanan

Lama Perendaman (menit)	Kekerasan buah apel Manalagi (N)
0	18,47 c
1	21,70 bc
2	21,77 bc
4	22,20 b
5	28,03 a

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%.



Gambar 2. Hasil Kekerasan Buah pada Berbagai Lama Perendaman Setelah Penyimpanan 30 Hari

Hasil uji lanjut *Duncan* memperlihatkan bahwa perlakuan tanpa perendaman menghasilkan nilai kekerasan terendah, sedangkan perendaman selama 5 menit menghasilkan nilai kekerasan tertinggi dan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Perlakuan 1 dan 2 menit tidak berbeda nyata satu sama lain, namun keduanya berbeda nyata dengan perlakuan 5 menit. Secara umum, nilai kekerasan buah cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya lama perendaman, yang mengindikasikan bahwa durasi perendaman yang lebih panjang memberikan perlindungan tekstur yang lebih baik.

Penurunan kekerasan buah selama penyimpanan umumnya disebabkan oleh degradasi komponen dinding sel, terutama pektin, akibat aktivitas enzim pelunak jaringan. *Edible coating* berbasis pati bekerja sebagai penghalang semi-permeabel yang memperlambat laju respirasi dan metabolisme buah sehingga proses degradasi tersebut dapat ditekan. Hasil ini didukung oleh penelitian (Dwi et al., 2020) yang menunjukkan bahwa pelapisan tomat menggunakan berbagai jenis pati, termasuk pati ubi kayu, mampu mempertahankan kekerasan buah lebih baik dibandingkan tanpa pelapisan. Selain itu, kemampuan *edible coating* dalam menjaga kekerasan juga berkaitan dengan kemampuannya menekan kehilangan air dari jaringan buah, karena penurunan tekanan turgor sel akibat kehilangan air yang tinggi merupakan salah satu penyebab utama pelunakan tekstur. Dalam *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* memperkuat temuan ini, dengan menunjukkan bahwa aplikasi *edible coating* pati singkong pada pepaya mampu mempertahankan parameter mutu fisik, termasuk tekstur, selama penyimpanan karena laju transpirasi yang lebih terkendali. Nilai kekerasan tertinggi pada perlakuan 5 menit mengindikasikan bahwa waktu perendaman yang lebih lama memungkinkan

terbentuknya lapisan *coating* yang lebih tebal, merata, dan efektif dalam mengontrol atmosfer mikro di sekitar permukaan buah.

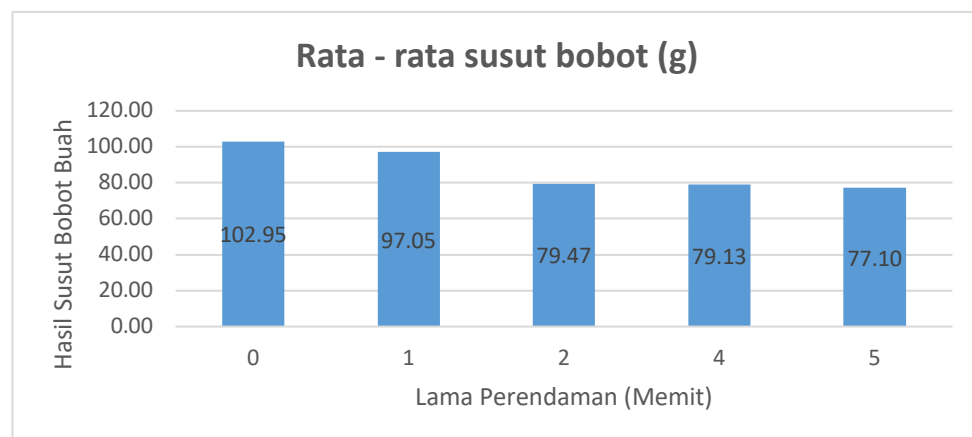
3. Susut Bobot Buah

Susut bobot merupakan indikator yang menggambarkan intensitas kehilangan air dan substrat organik akibat aktivitas respirasi dan transpirasi yang masih berlangsung pada buah pascapanen.

Tabel 3. Susut Bobot Buah Apel Manalagi pada Berbagai Lama Perendaman dalam Konsentrasi Filtrat Lengkuas 5% pada *Edible Coating* Pati Kulit Singkong 30 Hari Setelah Penyimpanan

Lama Perendaman (menit)	Susut bobot buah apel Manalagi (g)
0	102,95a
1	97,05b
2	79,47c
4	79,13d
5	77,10e

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%



Gambar 3. Hasil Susut Bobot Buah pada Berbagai Lama Perendaman Setelah Penyimpanan 30 Hari

Hasil uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5% menunjukkan adanya perbedaan nyata antarperlakuan terhadap susut bobot buah apel Manalagi setelah penyimpanan selama 30 hari. Perlakuan tanpa perendaman (P0) menghasilkan susut bobot tertinggi sebesar 102,95 g, sedangkan perlakuan perendaman selama 5 menit (P4) menghasilkan susut bobot terendah sebesar 77,10 g. Perlakuan perendaman selama 1, 2, dan 4 menit juga menunjukkan nilai susut bobot yang lebih rendah dibandingkan perlakuan tanpa perendaman. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa aplikasi edible coating pati kulit singkong yang diperkaya filtrat lengkuas mampu mengurangi susut bobot buah selama penyimpanan. Semakin lama waktu perendaman, kemampuan edible coating dalam mempertahankan bobot buah cenderung semakin baik, yang ditunjukkan oleh semakin rendahnya nilai susut bobot pada perlakuan dengan waktu perendaman yang lebih lama.

Penurunan susut bobot pada buah yang diberi perlakuan edible coating diduga disebabkan oleh terbentuknya lapisan pelindung pada permukaan buah yang berperan sebagai penghalang semipermeabel, sehingga mampu menghambat perpindahan uap air dan mengurangi laju pertukaran gas selama penyimpanan. Kondisi tersebut menyebabkan proses transpirasi dan respirasi berlangsung lebih lambat sehingga

kehilangan air dapat ditekan dan bobot buah lebih mampu dipertahankan. Perlakuan perendaman selama 5 menit diduga memberikan waktu yang lebih optimal bagi larutan edible coating untuk melapisi permukaan buah dibandingkan perlakuan dengan waktu perendaman yang lebih singkat. Meskipun ketebalan lapisan tidak dianalisis dalam penelitian ini, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa lama perendaman berpengaruh terhadap efektivitas pelapisan dalam mempertahankan bobot buah selama penyimpanan. Hasil penelitian ini sejalan dengan Oyom et al. (2022) yang menyatakan bahwa edible coating berbasis pati mampu mengurangi kehilangan air dan memperlambat laju respirasi melalui pembentukan lapisan semipermeabel pada permukaan buah. Selain itu, Nur, B. (2021) melaporkan bahwa penggunaan edible coating berbasis pati efektif menekan susut bobot selama penyimpanan karena mampu membatasi perpindahan uap air dari jaringan buah ke lingkungan.

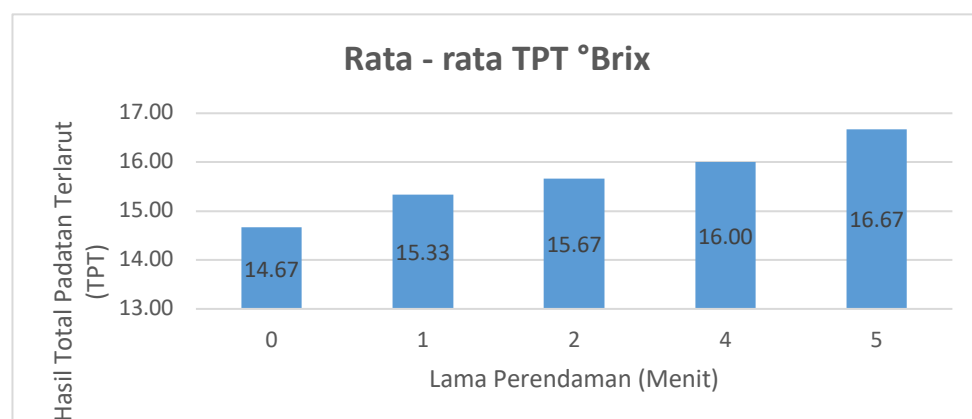
4. Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut (TPT) menggambarkan kandungan gula, asam organik, dan senyawa larut lain yang dinyatakan dalam satuan $^{\circ}\text{Brix}$, serta berkaitan erat dengan tingkat kemanisan dan kematangan buah.

Tabel 4. Total Padatan Terlarut Buah Apel Manalagi pada Berbagai Lama Perendaman dalam Konsentrasi Filtrat Lengkuas 5% pada *Edible Coating* Pati Kulit Singkong 30 Hari Setelah Penyimpanan

Lama Perendaman (menit)	Total padatan terlarut buah apel Manalagi ($^{\circ}\text{Brix}$)
0	14,67 a
1	15,33 a
2	15,67 a
4	16,00 a
5	16,67 a

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%



Gambar 4. Hasil Total Padatan Terlarut Buah Apel Manalagi Selama 30 Hari

Hasil uji lanjut Duncan pada taraf kepercayaan 5% menunjukkan bahwa lama perendaman apel Manalagi dalam larutan edible coating pati kulit singkong yang diperkaya filtrat lengkuas tidak memberikan pengaruh nyata terhadap total padatan terlarut (TPT) buah setelah penyimpanan selama 30 hari. Nilai TPT berkisar antara 14,67–16,67 $^{\circ}\text{Brix}$, dengan nilai terendah diperoleh pada perlakuan tanpa perendaman (P0) sebesar 14,67 $^{\circ}\text{Brix}$, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan perendaman selama 5 menit (P4) sebesar 16,67 $^{\circ}\text{Brix}$. Meskipun tidak terdapat

perbedaan nyata antar perlakuan, terdapat kecenderungan peningkatan nilai TPT seiring bertambahnya lama perendaman. Namun, peningkatan tersebut belum cukup besar untuk menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik. bahwa pemberian *edible coating* pati kulit singkong yang diperkaya filtrat lengkuas mampu mempertahankan nilai total padatan terlarut selama penyimpanan, meskipun belum memberikan pengaruh yang signifikan antarperlakuan.

Meskipun tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, kecenderungan perubahan nilai TPT menunjukkan bahwa lama perendaman memengaruhi efektivitas pembentukan lapisan *edible coating*. Sifat semipermeabel lapisan berbasis polisakarida memungkinkan pengaturan difusi oksigen dan karbon dioksida, sehingga atmosfer mikro di sekitar buah termodifikasi dan laju respirasi dapat ditekan selama penyimpanan. Perendaman 5 menit diduga memberikan waktu lapisan yang lebih homogen dan cukup tebal untuk melindungi permukaan buah secara optimal, sehingga akumulasi gula terlarut tetap terkontrol namun stabil hingga akhir penyimpanan. Sebaliknya, perendaman singkat seperti 1 menit diduga belum menghasilkan lapisan film yang merata, sehingga efektivitasnya dalam mengatur respirasi masih terbatas. Selain peran pati kulit singkong sebagai bahan pembentuk film, filtrat lengkuas 5% juga diduga berkontribusi terhadap kestabilan mutu kimia buah melalui kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid dan minyak atsiri, sebagaimana dilaporkan bahwa kombinasi bahan pembentuk film dengan komponen bioaktif mampu mempertahankan mutu kimia buah selama penyimpanan. (Muslimah & Winarsih, 2021) menyatakan bahwa penggabungan bahan pembentuk film berbasis polisakarida dengan komponen aktif dapat meningkatkan fungsi lapisan *edible coating*, terutama dalam mengatur menegaskan bahwa penggabungan bahan pembentuk film berbasis polisakarida dengan komponen aktif dapat meningkatkan fungsi lapisan *edible coating*, terutama dalam mengatur pertukaran gas dan memperlambat perubahan metabolisme buah.

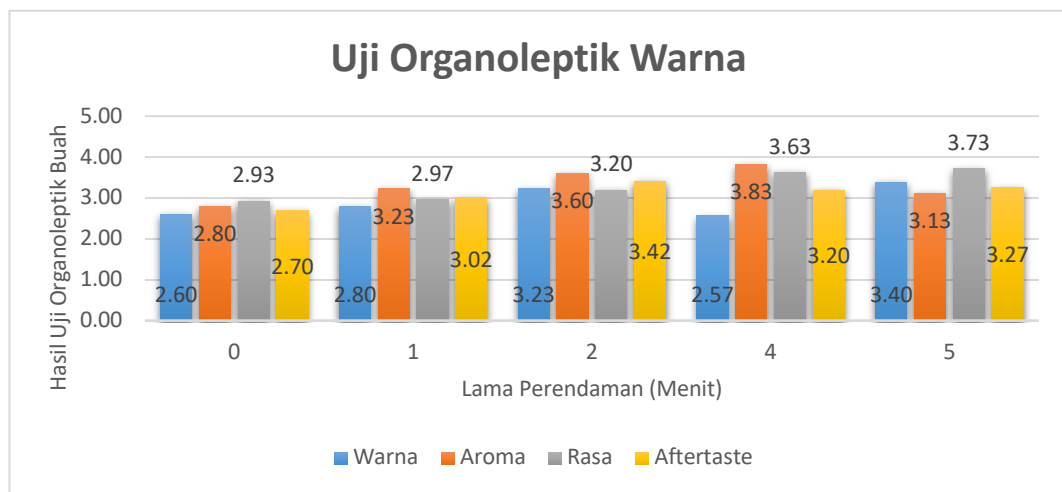
5. Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap atribut warna, aroma, rasa, dan *aftertaste* apel *Manalagi* setelah 30 hari penyimpanan, dengan melibatkan 10 panelis semi-terlatih yang memberikan penilaian menggunakan skala hedonik 1–5.

Tabel 5. Uji Organoleptik Buah Apel Manalagi pada Berbagai Lama Perendaman dalam Konsentrasi Filtrat Lengkuas 5% pada *Edible Coating* Pati Kulit Singkong 30 Hari Setelah Penyimpanan

Lama perendaman (menit)	Warna	Aroma	Rasa	Aftertaste
0	2,60 b	2,80 c	2,93 c	2,30 c
1	2,80 b	3,23 b	2,97 c	2,57 c
2	3,23 a	3,60 a	3,20 b	2,90 b
4	2,57 b	3,83 a	3,63 a	3,60 a
5	3,40 a	3,13 bc	3,73 a	3,30 a

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf 5%



Gambar 5. Hasil Uji Organoleptik Buah pada Berbagai Lama Perendaman Setelah Penyimpanan 30 Hari

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama perendaman berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter sensori yang diuji. Pada atribut warna, perlakuan 2 dan 5 menit memperoleh nilai tertinggi dan tidak berbeda nyata satu sama lain, sedangkan kontrol serta perlakuan 1 dan 4 menit berada pada kelompok nilai yang lebih rendah. Tingginya nilai pada perlakuan 5 menit diduga karena lapisan *coating* yang lebih merata dan stabil menghambat reaksi pencoklatan enzimatis, sehingga tampilan apel tetap cerah dan menarik. Temuan ini konsisten dengan laporan (Anggarini et al., 2016) dalam *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* yang menyatakan bahwa apel berlapis *edible coating* memiliki nilai hedonik warna yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pelapisan.

Pada atribut aroma, perlakuan 2 dan 4 menit memberikan nilai tertinggi yang tidak berbeda nyata, mengindikasikan bahwa lapisan *edible coating* yang terbentuk pada durasi tersebut efektif mengatur pertukaran gas dan menekan laju respirasi, sehingga degradasi senyawa volatil penyusun aroma dapat diperlambat. Hasil ini sejalan dengan artikel yang dipublikasikan dalam *Walsh Medical Media* yang menegaskan bahwa pengendalian pertukaran gas melalui *coating* berperan penting dalam mempertahankan atribut sensori buah, termasuk aroma. Pada parameter rasa, nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan 4 dan 5 menit, yang menunjukkan bahwa durasi perendaman tersebut mampu mempertahankan keseimbangan gula dan asam organik secara lebih optimal, sebagaimana dijelaskan oleh (Gull et al., 2024) bahwa *edible coating* berbasis polisakarida mampu mempertahankan mutu kimia dan atribut sensori buah dengan membatasi pertukaran gas dan menekan aktivitas metabolik. Sementara pada atribut *aftertaste*, perlakuan 4 menit memperoleh nilai tertinggi, yang mengindikasikan kemampuan optimal dalam menjaga kestabilan senyawa fenolik, gula, dan asam organik yang berkontribusi pada kesan rasa akhir, sesuai dengan pernyataan (Hsu & Simonne, 2010) bahwa lapisan *edible coating* yang efektif dapat menekan laju respirasi sehingga stabilitas rasa dan kesan rasa akhir buah dapat dipertahankan lebih baik.

Secara keseluruhan, hasil uji organoleptik memperkuat temuan parameter fisik dan kimia sebelumnya, yaitu bahwa perlakuan dengan durasi perendaman yang lebih panjang, khususnya 4 dan 5 menit, secara konsisten memberikan tingkat penerimaan panelis yang lebih baik dibandingkan kontrol, sehingga mengonfirmasi bahwa optimasi lama perendaman dalam filtrat lengkuas pada *edible coating* pati kulit singkong berperan penting dalam mempertahankan mutu sensori apel *Manalagi* selama penyimpanan 30 hari.

6. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui secara jujur guna memberikan gambaran yang lebih utuh terhadap interpretasi hasil yang diperoleh. Pertama, pengujian hanya dilakukan pada satu kondisi penyimpanan, yaitu suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), tanpa melibatkan kondisi penyimpanan berpendingin (*cold storage*) maupun atmosfer termodifikasi (*modified atmosphere*), sehingga generalisasi hasil penelitian terhadap rantai distribusi komersial yang lebih luas masih terbatas. Selain itu, konsentrasi filtrat lengkuas yang digunakan ditetapkan pada satu taraf tunggal, yakni 5%, tanpa variasi konsentrasi, sehingga interaksi antara faktor lama perendaman dan konsentrasi bahan bioaktif belum dapat dikaji secara komprehensif dalam penelitian ini.

Kedua, analisis yang dilakukan dalam penelitian ini belum mencakup karakterisasi mikrostruktur lapisan *edible coating* yang terbentuk pada permukaan buah, seperti pengukuran ketebalan lapisan secara kuantitatif menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) maupun analisis profil senyawa bioaktif filtrat lengkuas secara mendalam melalui pendekatan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Ketidadaan data mikrostruktur tersebut menjadikan penjelasan mekanistik terkait hubungan antara durasi perendaman, homogenitas lapisan, dan efektivitas perlindungan buah masih bersifat dugaan (*inferensial*) dan belum dapat diverifikasi secara langsung pada tingkat struktural. Keterbatasan ini diharapkan dapat menjadi titik tolak bagi penelitian lanjutan yang lebih komprehensif dan mendalam.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membuktikan bahwa lama perendaman apel *Manalagi* dalam larutan *edible coating* pati kulit singkong yang diperkaya filtrat lengkuas 5% memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter mutu pascapanen yang diamati, meliputi indeks warna kulit, kekerasan buah, susut bobot, total padatan terlarut, serta penerimaan organoleptik setelah penyimpanan selama 30 hari pada suhu ruang. Secara konsisten, perlakuan perendaman selama 5 menit menunjukkan kinerja terbaik dalam mempertahankan kualitas fisik dan kimia buah dibandingkan perlakuan lainnya. Lapisan *coating* yang terbentuk pada durasi tersebut diduga lebih homogen, merata, dan mampu membentuk penghalang semi-permeabel yang optimal sehingga laju respirasi, transpirasi, serta reaksi oksidatif penyebab kemunduran mutu dapat ditekan secara signifikan. Meskipun demikian, parameter susut bobot menunjukkan bahwa semakin lama perendaman, semakin rendah susut bobot selama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa *edible coating* mampu menekan kehilangan air sehingga bobot buah lebih dapat dipertahankan. pola yang berbeda dari ekspektasi umum, di mana peningkatan durasi perendaman justru berkorelasi dengan peningkatan susut bobot, yang diduga berkaitan dengan dinamika pembentukan lapisan dan permeabilitas strukturalnya terhadap uap air. Secara keseluruhan, perendaman 5 menit dalam formulasi *edible coating* pati kulit singkong diperkaya filtrat lengkuas 5% merupakan perlakuan paling efektif dan direkomendasikan sebagai strategi pascapanen alami, ekonomis, serta ramah lingkungan dalam memperpanjang umur simpan apel *Manalagi*.

Berdasarkan temuan dan keterbatasan penelitian ini, beberapa rekomendasi dapat diajukan bagi peneliti selanjutnya. Pertama, perlu dilakukan kajian mendalam mengenai mekanisme pembentukan lapisan *edible coating* pada berbagai durasi perendaman melalui analisis mikrostruktur menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), sehingga hubungan antara waktu kontak larutan dengan ketebalan, homogenitas, dan permeabilitas lapisan dapat dipahami secara lebih ilmiah dan terukur. Kedua, penelitian lanjutan disarankan mengeksplorasi kombinasi variabel antara lama perendaman dan

konsentrasi filtrat lengkuas secara bersamaan menggunakan desain faktorial, guna memperoleh formulasi optimal yang lebih komprehensif. Ketiga, pengujian efektivitas *edible coating* ini pada kondisi penyimpanan berpendingin (*cold storage*) perlu dilakukan untuk memperluas cakupan penerapan di tingkat distribusi komersial. Keempat, peneliti berikutnya disarankan mengkaji profil senyawa bioaktif filtrat lengkuas secara kuantitatif, termasuk kadar flavonoid, fenol total, dan komponen minyak atsiri, serta mengaitkannya langsung dengan perubahan parameter mutu buah selama penyimpanan. Kelima, uji keamanan pangan (*food safety*) terhadap formulasi *coating* ini, mencakup analisis residu kimia dan pengujian mikrobiologis, penting dilakukan sebelum aplikasinya diperluas ke skala industri hortikultura yang lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Laboratorium Agronomi dan Laboratorium Kimia Universitas Mercu Buana Yogyakarta atas fasilitas dan dukungan teknis yang diberikan selama pelaksanaan penelitian, serta kepada dosen pembimbing yang telah berkontribusi dalam penyelesaian karya ilmiah ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustina, J., Nugrahaini, A. D., & Humaidi, T. R. (2025). *Penerimaan Konsumen terhadap Edible Coating sebagai Teknologi Pengawetan Buah*. 7(01), 544–554.
- Aljobair, M. O. (2022). Chemical composition, antimicrobial properties, and antioxidant activity of galangal rhizome. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, 1–8. <https://doi.org/10.1590/fst.45622>
- Anggara, D. S., Suryanto, A., & Ainurrasjid. (2017). Kendala produksi apel (*Malus sylvestris* Mill) Var. Manalagi di Desa Poncokusumo Kabupaten Malang. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(2), 198–207.
- Anggarini, D., Hidayat, N., & Mulyadi, A. F. (2016). Pemanfaatan Pati Ganyong Sebagai Bahan Baku Edible coating dan Aplikasinya pada Penyimpanan Buah Apel Anna (*Malus sylvestris*) (Kajian Konsentrasi Pati Ganyong dan Gliserol). *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 5(1), 1–8.
- Arnamalia, A., Khoiruddin, M., & Dewi, R. S. (2022). Studi Pati Singkong Sebagai Edible Film dalam Upaya Mengoptimalkan Kemasan Ramah Lingkungan. *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 4(1), 39–42.
- Cruz-monterrosa, R. G., Rayas-amor, A. A., Gonz, R. M., Zambrano-zaragoza, M. L., Aguilar-toal, J. E., & Liceaga, A. M. (2023). *Application of Polysaccharide-Based Edible Coatings on Fruits and Vegetables : Improvement of Food Quality and Bioactivities*. 99–115.
- Dwi, A., Marismandani, P., & Husni, A. (2020). *Development and Characterization of Biobased Alginate / Glycerol / Virgin Coconut Oil as Biodegradable Packaging*. 03016.
- Ginger, R., & Shelf, E. (2022). *Edible Coating Berbasis Pati Ubi Kayu Manihot esculenta Crantz dan Jahe Merah Zingiber officinale var . rubrum Memperpanjang Umur Simpan Buah Tomat Solanum lycopersicum L . Edible Coating based on Cassava Starch Manihot esculenta Crantz and*. 12(2), 204–218.
- Gull, S., Ejaz, S., Ali, S., Ali, M. M., Sardar, H., Azam, M., Deng, H., Yousef, A. F., Alrefaei, A. F., & Almutairi, M. H. (2024). *Xanthan gum-based edible coating effectively preserve postharvest quality of 'Gola 'guava fruits by regulating physiological and biochemical processes*. 1–19.
- Hsu, W.-Y., & Simonne, A. (2010). *Antimicrobial Activity of Greater Galangal [Alpinia galanga (Linn .)*. 19(4), 873–880. <https://doi.org/10.1007/s10068-010-0124-9>
- Muslimah, S. M., & Winarsih, S. (2021). *Study Pembuatan Edible Film Gel Okra (Abelmoschus esculentus L .) dengan Penambahan Pati*. April, 94–108.
- Nur, B. M.; Zaidiyah, Z.; Luthfi, F. (2021). Characteristics of corn starch-based edible coating enriched with curry leaf extract on quality of the strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch .) Characteristics of corn starch-based edible coating enriched with curry leaf extract on quality of the strawber. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 922, 012065. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1755-1315/922/1/012065>
- Oyom, W., Zhang, Z., Bi, Y., & Tahergorabi, R. (2022). Application of starch-based coatings incorporated with antimicrobial agents for preservation of fruits and vegetables: A review. *Progress in Organic Coatings*, 166(March), 106800. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.106800>