

Potensi Ekstrak Bunga Kecombrang (*Etlingera elatior*) dan Tanaman *Mimosa pudica* L. sebagai *Edible Coating* untuk Memperpanjang Masa Simpan pada Buah Apel

Potential of Kecombrang Flower Extract (Etlingera elatior) and Plants Mimosa pudica L. as an Edible Coating to Extend the Shelf Life of Apples

Mulyawan¹, Dian Indratmi^{1*}, Erfan Dani Septia¹, Yusufa Alif Hidayat¹, Rovi Amallia Malikah¹

Diterima 8 Oktober 2024/ Disetujui 21 April 2025

ABSTRACT

The apple industry in Indonesia, particularly in East Java Province, faces significant challenges related to fruit spoilage, which can result in substantial economic losses. One potential solution to address this issue is the application of natural-based edible coatings. This study aims to examine the effects of combining torch ginger (*Etlingera elatior*) flower extract and mimosa (*Mimosa pudica*) plant extract as the main ingredients in edible coatings on the quality and shelf life of apples. A Completely Randomized Design (CRD) was employed with four treatments: no coating (P0), coating with 2% extract (P1), 4% extract (P2), and 6% extract (P3). The results revealed that the combination of these extracts contained antimicrobial compounds such as dodecanal, octane, 1,1-diethoxy-, squalene, and methyl stearate, which effectively inhibited spoilage. The P3 treatment (6% extract) proved the most effective in maintaining apple quality, as indicated by stable weight, firmness, and sustained sugar and vitamin C content during storage.

Keywords: post-harvest, storage capacity, secondary metabolites

ABSTRAK

Industri apel di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Timur, menghadapi permasalahan serius terkait pembusukan buah yang berpotensi menyebabkan kerugian ekonomi yang cukup besar. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui penerapan *edible coating* berbahan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh kombinasi ekstrak bunga kecombrang dan tanaman putri malu sebagai bahan dasar *edible coating* terhadap kualitas dan masa simpan buah apel. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu tanpa pelapisan (P0), pelapisan dengan ekstrak 2% (P1), 4% (P2), dan 6% (P3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kedua ekstrak tersebut mengandung senyawa antimikroba, seperti dodekanal, oktana, 1,1-diethoksi-, skualena, dan metil stearat, yang efektif dalam menghambat proses pembusukan. Perlakuan P3 (ekstrak 6%) terbukti paling optimal dalam mempertahankan mutu buah apel, ditunjukkan dengan kestabilan bobot, tingkat kekerasan, serta kandungan gula dan vitamin C selama masa penyimpanan.

Kata kunci: daya simpan, metabolit sekunder, pasca panen

¹⁾Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Malang,
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang, Jawa Timur 65144, Indonesia
E-mail: dian@umm.ac.id (*penulis korespondensi)

PENDAHULUAN

Apel manalagi (*Malus Sylvestris* Mill) merupakan salah satu buah asal Indonesia yang banyak dibudidayakan di Malang, Jawa Timur (Rahayuningsih *et al.*, 2021). Buah ini kaya akan antioksidan dan serat, yang berperan dalam memperlambat penyerapan glukosa dalam tubuh (Ayuhapsari *et al.*, 2018). Selain itu, apel manalagi memiliki indeks glikemik rendah, sehingga dapat membantu mengatur serta menurunkan kadar gula darah (Selfia *et al.*, 2021).

Pada tahun 2022, Jawa Timur menjadi penghasil buah apel terbesar di wilayah Indonesia. Data penjabaran Badan Pusat Statistik (BPS), provinsi ini menyumbang produksi apel tertinggi secara nasional, mencapai 523,326 ton, atau sekitar 99.95% dari total produksi apel di Indonesia yang berjumlah 523,596 ton.

Pembusukan pascapanen menjadi ancaman serius bagi profitabilitas industri apel global, dengan kerugian mencapai 20% di negara maju dan 50%-60% di negara berkembang. Apel manalagi (*Malus sylvestris* Mill) memiliki umur simpan relatif singkat, sekitar 7 hari pada suhu kamar. Setelah dipanen, terjadi perubahan komposisi nutrisi yang memicu kerusakan dan proses fisiologis lebih lanjut.

Menurut Mulyadi *et al.* (2016), apel termasuk buah klimakterik dengan umur simpan lebih pendek dibandingkan buah nonklimakterik karena respirasi dan produksi etilen yang terus berlanjut setelah panen. Kerusakan apel dipicu oleh laju respirasi tinggi, penanganan pascapanen yang kurang tepat, serta infeksi mikrobial yang menyebabkan pembusukan.

Beberapa spesies jamur, seperti *Botrytis*, *Rhizopus*, *Botryosphaeria*, *Aspergillus*, *Gloeosporium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Monilinia*, *Alternaria*, dan *Fusarium*, diketahui menyebabkan pembusukan pada apel. Namun, *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum*, dan spesies *Gloeosporioides* merupakan patogen utama yang paling berkontribusi terhadap kerugian tersebut (Nabila *et al.*, 2020).

Penggunaan fungisida kimia masih menjadi metode utama dalam pengelolaan penyakit pascapanen. Namun, kekhawatiran terhadap residu, resistensi patogen, dan dampak lingkungan mendorong pencarian strategi pengendalian yang lebih aman. Salah satu alternatifnya adalah pemanfaatan ekstrak tumbuhan obat dan aromatik. Dalam beberapa dekade terakhir, penelitian telah mengevaluasi efektivitas senyawa alami ini terhadap patogen penyebab pembusukan apel selama penyimpanan.

Edible coating adalah lapisan tipis yang berfungsi sebagai penghalang selektif terhadap perpindahan massa dan mempermudah penanganan produk pangan. Lapisan ini diaplikasikan langsung pada permukaan buah atau sayuran untuk menjaga mutu selama penyimpanan. Menurut Mande dan Muis (2018), *edible coating* dibuat dari hidrokoloid, lipid, atau kombinasi keduanya. Hidrokoloid mencakup protein, alginat, pektin, turunan selulosa, pati, dan polisakarida lainnya, sementara lipid terdiri dari asilgliserol, asam lemak, dan lilin.

Di antara bahan-bahan tersebut, polisakarida, khususnya pati, paling umum digunakan dalam formulasi *edible coating*.

Raghav *et al.* (2016) dalam Sumiasih *et al.* (2022) menyatakan bahwa *edible coating* berfungsi menjaga tekstur dan kekerasan buah, menghambat respirasi serta pematangan, mencegah pencoklatan, dan mengurangi pertumbuhan mikroorganisme. Sementara itu, tanaman putri malu (*Mimosa pudica* L.) berpotensi sebagai agen antimikroba terhadap patogen pangan. Abirami *et al.* (2014) melaporkan bahwa ekstrak mampu menghambat aktivitas bakteri dan jamur patogen. Selain itu, analisis fitokimia menunjukkan adanya saponin yang berperan sebagai antimikroba (Lengkong *et al.*, 2021).

Penelitian Fadlian *et al.* (2016) menunjukkan bahwa ekstrak putri malu efektif memperpanjang masa simpan apel hingga 11 hari pada konsentrasi 6%. Namun, durasi ini masih terbatas, sehingga diperlukan kombinasi dengan senyawa dari tanaman lain, seperti bunga kecombrang, untuk meningkatkan efektivitas pengawetan.

Bunga kecombrang mengandung berbagai senyawa aktif, seperti alkaloid, polifenol, saponin, flavonoid, steroid, dan minyak atsiri (Isyanti, 2019). Selain itu, bunga ini memiliki aktivitas antioksidan tinggi yang mampu menangkal radikal bebas dan mencegah oksidasi. Penelitian Sari *et al.* (2022) dan Syarif *et al.* (2016) menunjukkan bahwa ekstrak bunga kecombrang yang diekstraksi dengan etanol memiliki aktivitas antioksidan sebesar 92.92% pada konsentrasi 0.5 g mL⁻¹.

Bunga kecombrang (*Eclingera elatior*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* (Gram-negatif) dan *Bacillus subtilis* (Gram-positif). Flavonoid, sebagai senyawa alami yang banyak ditemukan pada tumbuhan, memiliki berbagai efek bioaktif, termasuk aktivitas antivirus, antiinflamasi, kardioprotektif, antimikroba, antijamur, serta potensi sebagai agen antikanker dan antitumor. Selain itu, flavonoid berperan dalam melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas dengan menangkap spesies oksigen reaktif (ROS) dalam *edible coating*.

Tujuan riset ini adalah mengetahui pengaruh interaksi perlakuan ekstrak bunga kecombrang dan tanaman putri malu sebagai bahan *edible coating* apel untuk mempertahankan masa simpan buah apel manalagi.

BAHAN DAN METODE

Riset diselenggarakan di Laboratorium Bioteknologi, Universitas Muhammadiyah Malang, selama 4 bulan, yaitu dari Mei hingga Agustus 2024.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi timbangan analitik, peralatan gelas (glassware), termometer, magnetic stirrer, nampan, hot plate merek HP 220, pH meter merek Eutech, viskometer, refraktometer merek ATAGO, serta alat dokumentasi.

Bahan yang digunakan penelitian ini bunga jenis kecombrang (*Etlingera elatior*), tanaman putri malu (*Mimosa pudica* L.), buah apel manalagi, akuades, gliserol, asam stearat, karboksimetilselulosa (CMC), pati, dan kalium sorbat.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variasi konsentrasi ekstrak kecombrang dan putri malu, yang terdiri dari tiga tingkat, yaitu 2%, 4%, dan 6% (b/v). dan Setiap kombinasi perlakuan diulang hingga tiga kali. Setiap unit perlakuan terdiri dari tiga sampel, sehingga terdapat total 96 satuan pengamatan yang diperoleh dari delapan interval selama 14 hari pengamatan.

Metode Pelaksanaan

Gambar 1 menampilkan alur penelitian, mulai dari ekstraksi bahan aktif, formulasi *edible coating*, hingga analisis efektivitasnya dalam menjaga kualitas apel selama penyimpanan.

Ekstraksi Bunga Kecombrang serta Tanaman Putri Malu

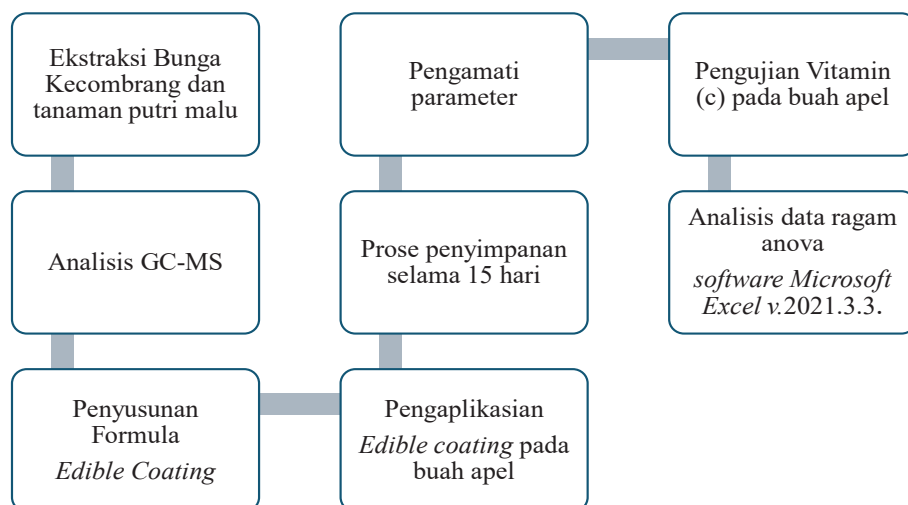
Ekstraksi tanaman dilakukan berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Suhery *et al.* (2015). Tahapan ekstraksi diawali dengan membersihkan bunga kecombrang dan tanaman putri malu. Selanjutnya, bahan dipotong kecil-kecil, ditimbang dengan total sebanyak 2 kg, kemudian dihaluskan menggunakan blender dengan perbandingan bahan dan air sebesar 1:4. Setelah proses penghancuran, campuran disaring untuk memperoleh ekstrak. Ekstrak yang diperoleh kemudian diendapkan hingga didapatkan senyawa aktif yang diinginkan.

Analisis GC-MS Senyawa Bahan Aktif Bunga Kecombrang dan Tanaman Putri Malu

Analisis dilakukan dengan sampel ekstrak yang mengandung saponin diambil menggunakan sudip, kemudian diidentifikasi dengan spektrofotometer dengan bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} . Identifikasi menggunakan GC-MS dengan cara mencocokkan bobot molekul dan pola fragmentasi dari senyawa yang diuji pada library sistem GC-MS didukung oleh referensi bobot molekul senyawa aktif saponin (Bintoro, 2017).

Proses Pembuatan Formula *Edible Coating*

Ekstrak bunga kecombrang dan tanaman putri malu, CMC, asam stearat serta kalium sorbat dilakukan penimbangan. Akuades 500 mL dipanaskan di atas *hot plate* hingga mencapai suhu sekitar $\pm 70^\circ\text{C}$, dengan suhu yang dikontrol secara teratur menggunakan termometer. Setiap kali bahan ditambahkan, suhu dijaga tetap stabil, dan proses pengadukan dilakukan dengan bantuan *stirrer*. CMC 0.4% (b/v) ditambahkan secara bertahap sambil diaduk hingga tercampur sempurna selama kurang lebih 3 menit. Ekstrak kecombrang dan tanaman putri malu ditambahkan secara bertahap sesuai perlakuan, kemudian diaduk selama sekitar 3 menit. Setelah itu, gliserol ditambahkan sesuai perlakuan dan diaduk hingga larut selama kurang lebih 1 menit. Kalium sorbat 0.5% (b/v) ditambahkan dan diaduk selama sekitar 1 menit. Selanjutnya, asam stearat 0.5% (b/v) ditambahkan dan diaduk terus-menerus hingga homogen selama kurang lebih 6 menit.



Gambar 1. Diagram alir penelitian Ekstraksi Kecombrang (*Etlingera elatior*) dan Tanaman Putri Malu (*Mimosa pudica* L.)

Penerapan Formula *Edible Coating* Terbaik pada Buah Apel Varietas Manalagi

Apel dicuci dan disortir, kemudian tangkainya diikat dengan tali. Selanjutnya, buah yang telah diikat dicelupkan ke dalam larutan *edible coating* bersuhu sekitar 50 °C selama satu menit. Setelah itu, apel diangkat, ditiriskan, dan dikeringkan dengan cara digantung pada suhu ruang sekitar 25 °C selama 30 detik menggunakan kipas angin. Proses penyimpanan dilakukan pada kondisi suhu ruang yang sama selama 14 hari.

Pengamatan pada Buah Apel Varietas Manalagi

Pengamatan buah apel dilakukan sebanyak 8 kali disimpan selama 14 hari pada suhu ruang, parameter yang diamati yaitu pengukuran susut bobot, kemanisan kekerasan, uji vitamin, uji organoleptik (Mandei *et al.*, 2018). Pengamatan dilakukan dengan membandingkan nilai perlakuan apel kontrol dan apel *coated* (yang dilapisi *edible coating*) serta perbandingan konsentrasi pada hari ke-0 hingga hari ke-14.

Uji Susut Bobot

Susut bobot buah apel diamati dengan membandingkan bobot buah pada hari ke-n dengan bobot awal sebelum disimpan. Proses pengukuran dilakukan menggunakan timbangan analitik. Hasil pengukuran kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase bobot, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Persentase susut bobot: } W_o - W_n / W_o \times 100\%$$

Keterangan: W_o = bobot awal buah,

W_n = bobot buah hari ke- n (Marpaung *et al.*, 2015)

Uji Kekerasan

Kekerasan diukur menggunakan penetrometer dengan cara menekan alat pada daging buah apel hingga terlihat adanya kerusakan atau bekas tusukan pada daging buah sehingga nilai kekerasan buah pada alat ukur yang ditunjukkan pada layar alat. Satuan dari alat penetrometer ini adalah mm g⁻¹ s⁻¹.

Uji Kemanisan Buah Apel

Potong sampel buah apel menjadi kecil, lalu peras hingga menghasilkan cairan yang bebas dari serat atau partikel padat. Bersihkan lensa refraktometer, lalu teteskan cairan apel secara merata tanpa gelembung udara. Untuk refraktometer manual, arahkan ke sumber cahaya dan baca nilai Brix pada skala. Catat nilai Brix sebagai indikator tingkat kemanisan, di mana semakin tinggi nilainya, semakin manis buah apel tersebut.

Uji kandungan vitamin (C)

Setiap sampel buah apel ditimbang sebanyak 25 g, kemudian dituang ke labu ukur kapasitas 100 mL dan dilakukan penambahan air hingga mencapai tanda tera menggunakan akuades. Endapan yang dihasilkan disaring dengan kertas saring. Filtrat dari buah apel tersebut dianalisis kandungan vitamin C-nya menggunakan metode iodimetri (Rahayu *et al.*, 2022).

Penetapan Kadar Vitamin C

Kadar vitamin C pada buah apel ditentukan dengan cara menambahkan 2 hingga 3 tetes indikator pati 1% ke ' Vitamin C = $\frac{ml \text{ iod } \times 0,88 \times fp}{Ws \text{ (gram)}} \times 100\%$ tersebut dititrasi ya terlihat warna biru tua. Nilai yang terbaca pada buret kemudian digunakan dalam perhitungan dengan rumus yang sesuai.

Survei Visual terhadap Buah Apel Menggunakan Google Form

Survei dilakukan untuk menilai penampilan fisik buah apel secara visual menggunakan Google Form, melibatkan 32 panelis. Penilaian dilakukan pada satu parameter, yaitu penampilan fisik apel, dengan empat perlakuan coating yang di ujikan

Panelis memberikan penilaian menggunakan skala 2 kategori: Suka dan Tidak Suka. Formulir dibagikan melalui tautan atau email dengan panduan pengisian yang jelas. Data yang terkumpul diolah untuk menghitung rata-rata skor, kemudian dianalisis untuk menilai kualitas penampilan apel berdasarkan preferensi panelis.

Isolasi Jamur Patogen pada Buah Apel dengan Metode Kultur PDA

Buah apel yang terinfeksi penyakit dipotong kecil dengan ukuran sekitar 3 cm, lalu direndam dalam larutan kloroks 1% selama satu menit untuk proses sterilisasi. Selanjutnya, potongan jaringan bergejala tersebut dibilas dengan direndam pada air yang steril selama satu menit, lalu ditiriskan. Potongan sampel (sebanyak 2–4 buah) kemudian ditempatkan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang telah diberikan satu tetes asam laktat. Setelah diinkubasi, tumbuhnya koloni jamur dipisahkan dan dimurnikan, kemudian diidentifikasi menggunakan alat mikroskop (Wicaksono *et al.*, 2017).

Persentase Kejadian Penyakit secara Mutlak

Cara penyesuaian ambang kejadian penyakit adalah dengan memperhitungkan proporsi faktor penyebab penyakit dalam populasi. Pengukuran dilakukan dengan rumus dibawah (Kania *et al.*, 2024).

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

KP = Kejadian penyakit,

n = Jumlah buah apel yang terserang,

N = Jumlah buah apel yang diamati

Analisis Data

Analisis data pada riset empirik dengan analisa statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) uji F 5% dan 1% dengan bantuan software Microsoft Excel v.2021.3.3. Jika perlakuan berpengaruh terhadap parameter pengamatan, maka analisis dilanjutkan dengan uji lanjut BNJ pada tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Uji GC-MS

Metabolit Sekunder Ekstrak Bunga Kecombrang

Berdasarkan kromatogram GC-MS, dua senyawa dominan (puncak 19 dan 27) dalam ekstrak bunga kecombrang teridentifikasi memiliki aktivitas antimikroba dan antioksidan (Gambar 2).

Berdasarkan hasil uji GC-MS pada Ekstrak Bunga Kecombrang terdapat 67 jenis senyawa, dua diantaranya memiliki aktifitas anti mikroorganisme, yaitu Dodecanal dan Octane, 1,1-diethoxy-. Senyawa tersebut menghambat pertumbuhan patogen tanaman dengan merusak dinding sel atau mengganggu permeabilitasnya, menyebabkan keluarnya komponen penting seperti protein, yang pada akhirnya mengakibatkan kematian sel. (Koul *et al.*, 2008) dalam Nugraheni *et al.* (2014).

Metabolit Sekunder Ekstrak Tanaman Putri Malu

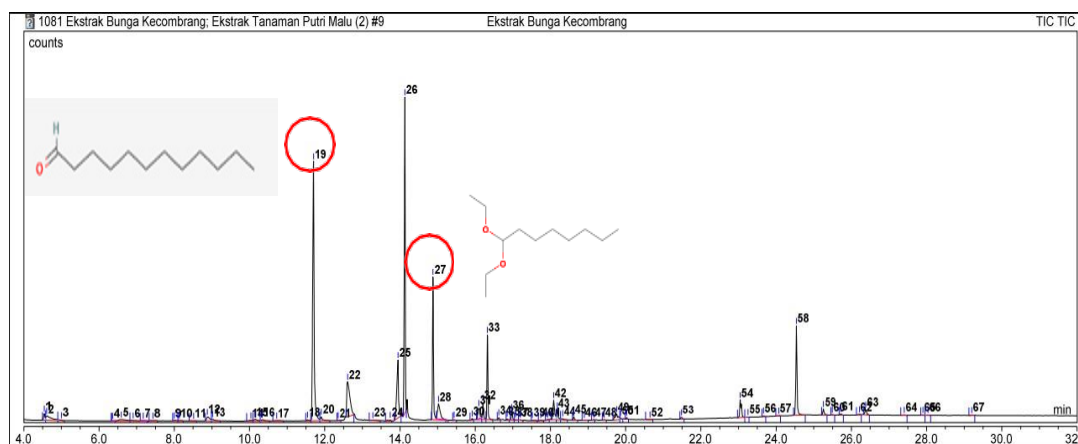
Gambar 3 menunjukkan kromatogram hasil analisis senyawa dari ekstrak tanaman dengan penerapan teknik *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Puncak-

puncak yang teridentifikasi pada kromatogram mewakili senyawa kimia yang terkandung dalam sampel, dengan beberapa senyawa utama diberi anotasi struktur kimia untuk menunjukkan identitasnya.

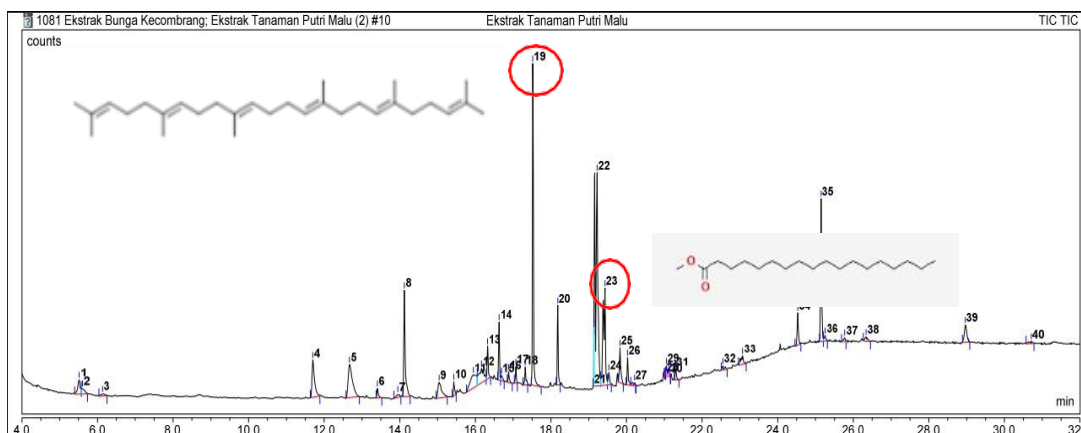
Hasil uji GC-MS pada ekstrak putri malu mengidentifikasi 40 jenis senyawa, dengan dua di antaranya bersifat antimikroba, yaitu Squalene dan Methyl stearate. Terpenoid ditemukan dalam jumlah lebih tinggi pada tangkai dan daun, dengan Squalene (12.02%) sebagai senyawa utama dalam kelompok ini. Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa Squalene memiliki aktivitas antibakteri, antikanker, dan antiinflamasi. Selain itu, asam palmitat (asam heksadekanoat) merupakan asam lemak paling dominan (4.38%), sejalan dengan penelitian sebelumnya. Menariknya, studi terbaru menunjukkan bahwa asam palmitat juga memiliki aktivitas anti-multiple myeloma (Ismail *et al.*, 2018).

Persentase Kejadian Penyakit pada Apel Selama Penyimpanan

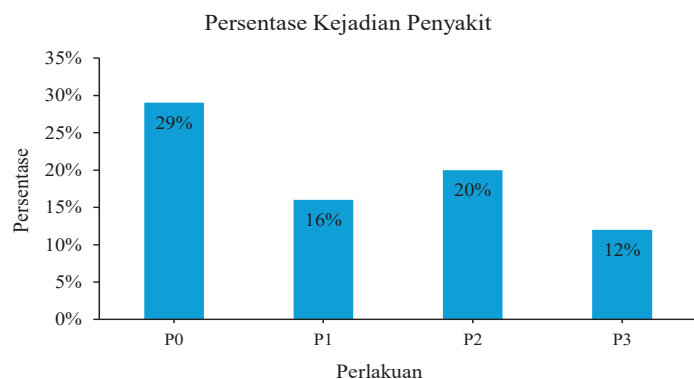
Gambar 4 menunjukkan bahwa apel tanpa perlakuan mengalami serangan penyakit lebih tinggi selama 14 hari penyimpanan dibandingkan apel yang diberi perlakuan, sebagaimana terlihat pada kondisi fisik buah.



Gambar 2. Hasil uji GCMS pada ekstrak bunga kecombrang



Gambar 3. Hasil uji GCMS pada ekstrak tanaman putri malu



Gambar 4. Kejadian penyakit pada buah apel P0: tanpa coating, P1: coating ekstrak 2%, P2: coating ekstrak 4%, P3: coating ekstrak 6%.

Buah yang terinfeksi jamur menghasilkan mikotoksin, yaitu senyawa beracun yang diproduksi oleh beberapa jenis jamur patogen yang tumbuh pada berbagai buah dan tanaman. Apabila mikotoksin terakumulasi dalam jumlah besar, hal ini dapat berdampak buruk pada kesehatan konsumen, terutama jika dikonsumsi dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu, penelitian yang dilakukan oleh Helena (2022) memiliki peran penting dalam mengurangi kebiasaan mengonsumsi buah yang terinfeksi jamur atau terkontaminasi mikotoksin. Untuk mencegah kontaminasi mikotoksin, diperlukan penanganan yang tepat selama proses panen, transportasi, penyimpanan, dan pengolahan buah.

Penggunaan bahan pengawet yang aman serta pengelolaan lingkungan pertanian yang baik dapat membantu menekan risiko kontaminasi mikotoksin pada buah. Zat beracun yang dihasilkan oleh jamur berpotensi merusak kualitas makanan (Hamidson *et al.*, 2020). Perlakuan P3 dengan pelapisan menggunakan ekstrak 6% terbukti paling efektif dalam menjaga kualitas buah apel selama masa penyimpanan (Gambar 5).

Selama masa penyimpanan, serangan mikroorganisme dapat terjadi, dengan karakteristik yang menyerupai infeksi *Gloeosporioides*. Gambar 7 Salah satu jamur patogen yang sering menginfeksi buah apel yaitu *Colletotrichum* spp., yang sering ditemukan sebagai penyebab penyakit pada berbagai jenis buah selama penyimpanan (Asharo *et al.*, 2022). Infeksi *Colletotrichum* sp. pada buah apel ditandai dengan munculnya gejala berupa perubahan warna menjadi kecoklatan dan tekstur yang berlendir, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

Gejala penyakit akibat jamur patogen mulai terlihat setelah dilakukan penyimpanan pada suhu ruang 2–3 hari. Penyebaran spora jamur terjadi melalui angin atau peralatan pertanian yang terkontaminasi (Andriani *et al.*, 2019). Patogen ini menyerang pada berbagai jenis buah seperti buah apel dengan cara memasuki jaringan melalui luka atau celah pada kulit, kemudian berkembang di dalamnya. Pertumbuhan jamur patogen di dalam buah dapat menghasilkan senyawa toksik yang merusak kualitas dan mempercepat proses pembusukan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P3, yaitu pelapisan dengan ekstrak tanaman pada konsentrasi 6%, merupakan metode pengaplikasian efektif dalam memperpanjang masa simpan buah apel.

Pengaruh *Coating* terhadap Mutu Buah Apel Selama Penyimpanan

Semua perlakuan menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam susut bobot seiring berjalannya waktu, meskipun dengan laju yang bervariasi. Perlakuan P3 terlihat paling efektif dalam mempertahankan bobot pada fase awal pengamatan; namun, efektivitasnya mulai berkurang menjelang akhir periode pengamatan (Gambar 8).

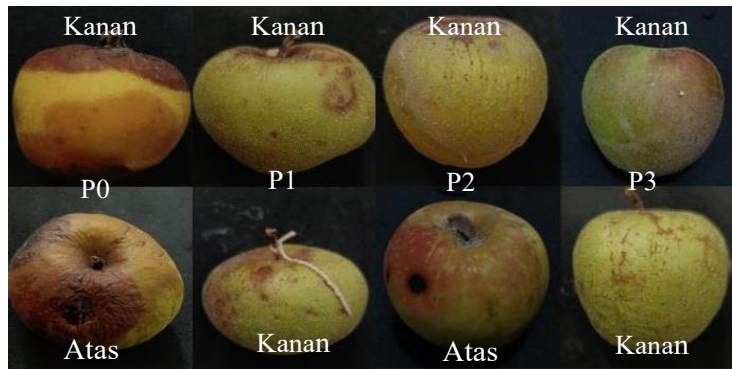
Gambar 9 menunjukkan perubahan tingkat kekerasan apel selama penyimpanan dari hari ke-0 (H0) hingga hari ke-14 (H14) dengan empat perlakuan berbeda (P0, P1, P2, P3). Kekerasan diukur dalam $\text{mm g}^{-1} \text{s}^{-1}$ dan cenderung menurun seiring waktu. Penurunan ini disebabkan oleh aktivitas enzim pektinase dan selulase yang menghidrolisis pektin dinding sel, menyebabkan jaringan buah melunak. Notasi huruf (a, ab, b) pada H14 menunjukkan perbedaan kekerasan antar perlakuan yang signifikan secara statistik. Meskipun perlakuan bervariasi, pelunakan apel tetap terjadi dengan pola berbeda setelah H14.

Perlakuan P0 menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan perlakuan P1, P2, dan P3 pada periode akhir pengamatan. Hal ini terlihat dari hasil pengamatan pada H10 hingga H14, di mana perlakuan P0 tidak mampu mempertahankan tingkat kemanisan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 10).

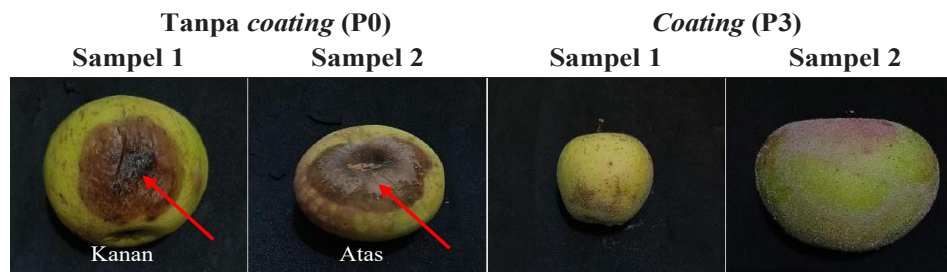
Setelah 14 hari, kadar vitamin C pada perlakuan P0 dan P2 tetap tinggi, dengan nilai masing-masing sebesar 36.18 mg/100 g dan 35.94 mg/100 g. Di sisi lain, perlakuan P1 menunjukkan kadar yang lebih rendah, yaitu 27.76 mg/100 g, sementara perlakuan P3 memiliki kadar terendah, yaitu 20.01 mg/100 g (Gambar 11).

Susut bobot menjadi faktor yang menentukan penurunan pada mutu buah dan disebabkan adanya proses respirasi dan transpirasi. Transpirasi faktor dominan penyebab susut bobot yang terjadi perubahan fisikokimia berupa penyerapan dan pelepasan air ke lingkungan. Kehilangan air ini berpengaruh langsung terhadap kerusakan tekstur, kandungan gizi, kelayuan dan pengerutan. Peningkatan susut bobot dapat dilihat pada gambar atau data 8. dengan perlakuan yang tertinggi yaitu P0 dengan peningkatan yang signifikan di mulai dari pengamatan H0 sampai dengan H14, hal ini terjadi akibat proses respirasi dan transpirasi, yang menyebabkan berkurangnya kandungan air dalam buah. Menurut Siagian (2009) dalam Arti *et al.* (2020), peningkatan laju respirasi memicu pemecahan senyawa seperti karbohidrat dalam buah, menghasilkan CO₂, energi, dan uap air yang keluar melalui permukaan kulit buah, sehingga menyebabkan penurunan bobot buah.

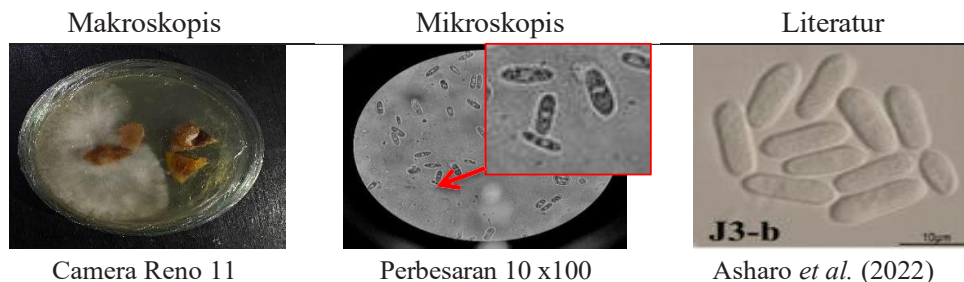
Arista *et al.* (2022) menyatakan bahwa penurunan kekerasan buah selama masa simpan terjadi diakibatkan dari



Gambar 5. Visualisasi kerusakan buah pel selama proses penyimpanan apel, P0: tanpa *coating*; P1: *coating* ekstrak 2%; P2: *coating* ekstrak 4%; P3: *coating* ekstrak 6



Gambar 6. Perbandingan fisik buah apel setelah penyimpanan 14 hari



Gambar 7. Mikroorganisme yang menyerang apel

pecahnya komponen pembentuk dinding sel yang menyebabkan buah menjadi semakin lunak. Tingkat kematangan buah memiliki pengaruh nyata terhadap kekerasan buah. Semakin matang buah, semakin rendah tingkat kekerasan buah (lunak), hal ini dikarenakan terjadi pemecahan komponen penyusun dinding sel sehingga buah menjadi lebih lunak.

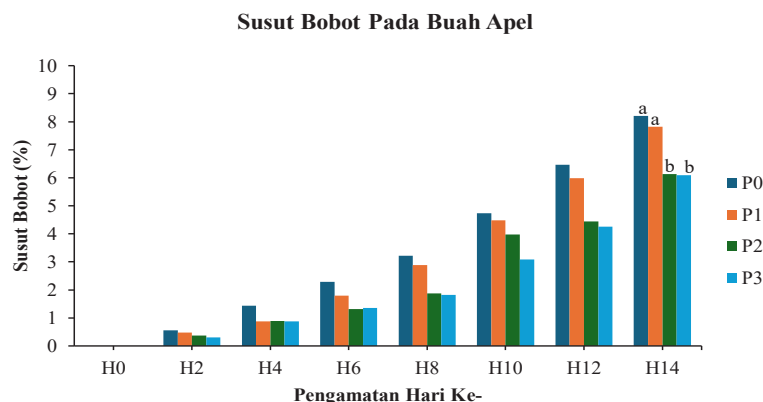
Penurunan kekerasan yang signifikan dipengaruhi oleh tinggi suatu susut bobot dan tingkat kerusakan mekanis pada buah. Tingkat kekerasan buah menjadi tolak ukur atau ciri-ciri buah yang matang. Lama waktu penyimpanan sangat berpengaruh pada kekerasan buah, semakin lama waktu penyimpanan dapat menurunkan kekerasan buah. Kekerasan buah turun akibat dari efek proses respirasi (Kusumiyati *et al.*, 2019).

Penurunan suatu nilai kekerasan pada buah apel disebabkan dari hilangnya kadar air selama masa simpan dalam proses respirasi (Kusumiyati *et al.*, 2019). Proses

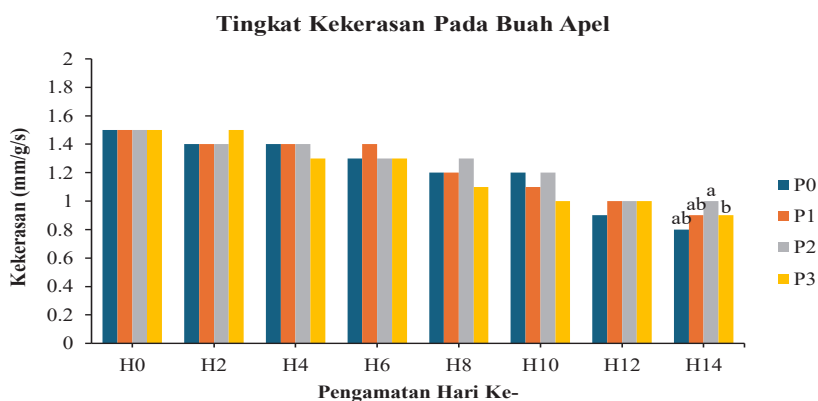
respirasi menyebabkan senyawa karbohidrat terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui hidrolisis pati, yang memicu kerusakan atau penguraian jaringan buah, sehingga tekstur buah menjadi lunak. Peristiwa hidrolisis ini akan memecah senyawa karbohidrat menjadi glukosa (Kusumiyati *et al.*, 2018).

Buah yang matang mengandung kadar vitamin C yang lebih tinggi dibandingkan buah yang masih mentah atau terlalu matang. Hal ini terjadi karena pada buah yang terlalu matang, kadar gula meningkat sehingga vitamin C cenderung berkurang (Rahman *et al.*, 2015). Sementara itu, buah yang masih mentah memiliki kemampuan biosintesis vitamin C yang rendah (Valšíková-Frey *et al.*, 2018).

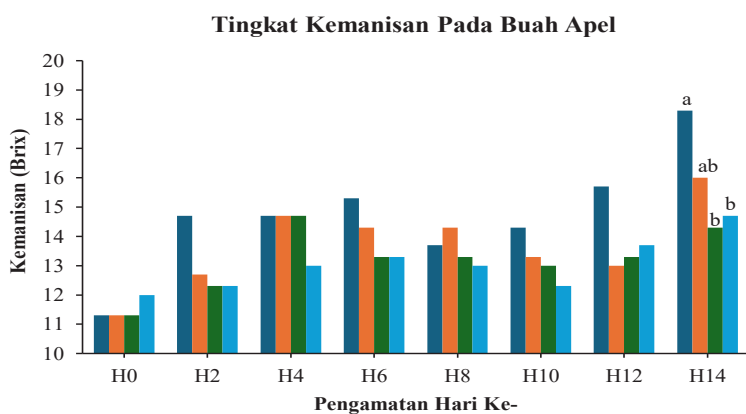
Menurut Indratmi *et al.* (2020) Semakin matang buah maka semakin tinggi kandungan nutrisi seperti vitamin C dalam buah tersebut. Jumlah vitamin C yang terkandung pada tahap awal kematangan semakin meningkat kemudian



Gambar 8. Susut bobot pada buah apel, P0: tanpa coating; P1: *coating* ekstrak 2%; P2 : *coating* ekstrak 4%; P3 : *coating* ekstrak 6%.



Gambar 9. Tingkat kekerasan pada buah apel, P0: tanpa *coating*, P1: *coating* ekstrak 2%; P2: *coating* ekstrak 4%; P3: *coating* ekstrak 6%.



Gambar 10. Kemanisan pada buah apel, P0: tanpa *coating*; P1: *coating* ekstrak 2%, P2: *coating* ekstrak 4%; P3: *coating* ekstrak 6%.

semakin menurun pada buah yang disimpan hingga hampir busuk. Sesuai gambar (5) dan gambar (4) presentase kejadian penyakit pada buah apel.

Berdasarkan grafik yang ditampilkan, perlakuan P3 dengan pelapisan menggunakan ekstrak 6% terbukti paling efektif dalam mempertahankan kadar vitamin C pada buah apel selama penyimpanan. Hal ini terlihat pada pengamatan

hari ke-14 (H14), di mana kadar vitamin C mencapai 20.01 mg/100 g. Hasil temuan ini memperkuat potensi pemanfaatan tanaman *Mimosa pudica* L. dan ekstrak bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) menjadi bahan pembuatan *edible coating* yang berfungsi memperpanjang masa simpan buah apel sekaligus menjaga kualitas nutrisinya, terutama kadar vitamin C. Kombinasi sifat antioksidan dan antimikroba dari kedua

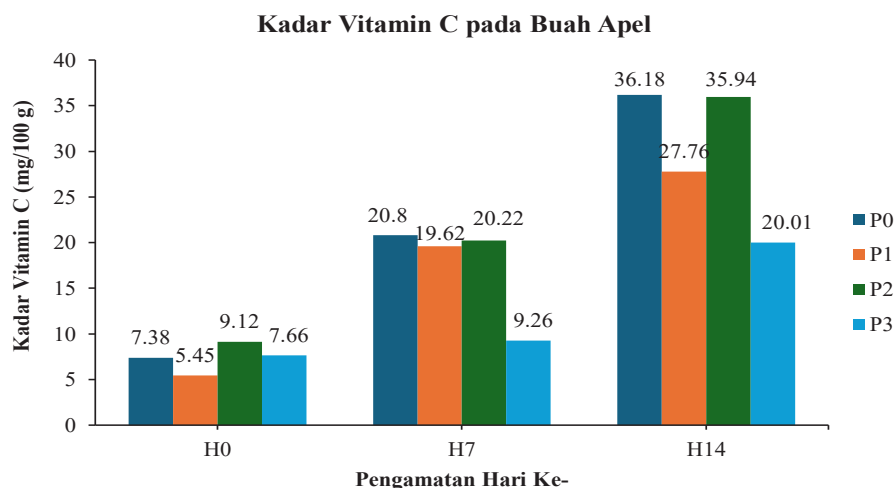
ekstrak tersebut berkontribusi dalam memperlambat proses degradasi selama penyimpanan.

Hasil Survei Visual pada Buah Apel

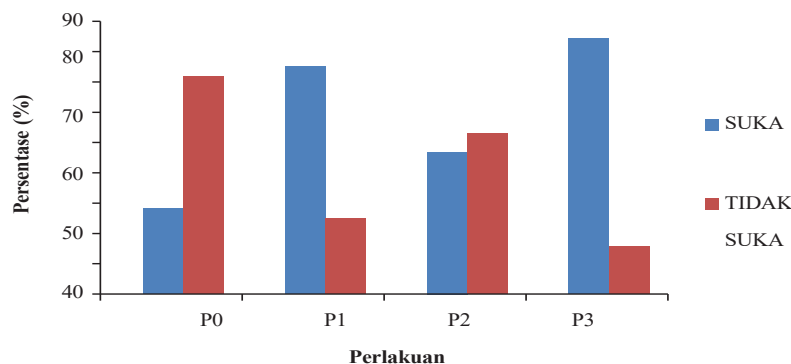
Survei dilakukan untuk menilai penampilan visual buah apel menggunakan Google Form dengan 32 panelis, yang menilai menggunakan skala Suka dan Tidak Suka (Gambar 12).

Hasil survei menunjukkan bahwa kategori suka memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan kategori tidak suka. Temuan ini diperkuat oleh hasil yang ditampilkan pada Gambar 13, yang menggambarkan visual fisik buah apel dari penyimpanan H0 hingga H14. Pharwati (2023) menerangkan kenampakan menjadi hal paling penting yang menjadi daya tarik utama sebelum melihat mutu sensoris produk seperti rasa, tekstur,

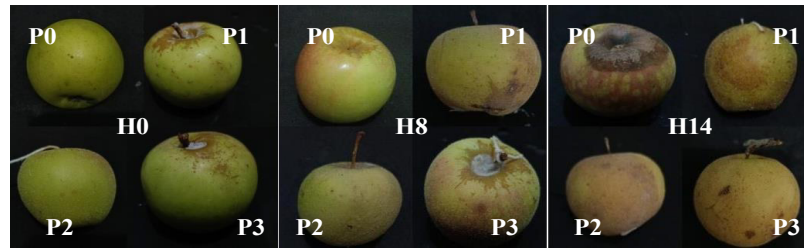
hingga aroma. Hal tersebut dikarenakan pelapis memiliki fungsi sebagai penghalang untuk meminimalisir kontak dengan oksigen, sehingga memperlambat proses oksidasi. Selain itu, pelapis membantu mempertahankan struktur permukaan agar tampak lebih mengkilap dan mencegah terjadinya reaksi pencoklatan enzimatis. Berdasarkan grafik yang ditampilkan, perlakuan P3 dengan pelapisan menggunakan ekstrak 6% terbukti paling efektif dalam mempertahankan buah apel selama penyimpanan. Hal ini terlihat pada pengamatan hari ke-14 (H14), di mana kadar vitamin C mencapai 20.1 mg/100 g. Temuan ini mendukung potensi penggunaan ekstrak bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) dan tanaman *Mimosa pudica* L. sebagai bahan utama dalam edible coating yang berfungsi memperpanjang masa simpan buah apel sekaligus menjaga kualitas nutrisinya.



Gambar 11. Kadar vitamin c pada buah apel, P0: tanpa *coating*, P1: *coating* ekstrak 2%, P2: *coating* ekstrak 4%, P3: *coating* ekstrak 6%.



Gambar 12. Hasil survey dari 32 panelis dengan tolak ukur kesukaan terhadap penampilan fisik buah apel, P0: tanpa *coating*, P1: *coating* ekstrak 2%, P2: *coating* ekstrak 4%, P3 : *coating* ekstrak 6%.



Gambar 13. Visual fisik buah apel dari penyimpanan H0 hingga H14, P0: tanpa coating, P1 : coating ekstrak 2%, P2: coating ekstrak 4%, P3: coating ekstrak 6%.

KESIMPULAN

Pemberian lapisan *edible coating* dengan perlakuan ekstrak 6% pada apel dapat mengurangi kejadian pembusukan. Aplikasi *coating* mampu mempertahankan bobot, kemanisan, serta kandungan vitamin C pada buah apel. Selain itu, apel yang diberi coating dengan perlakuan ekstrak 6% memiliki tampilan yang lebih disukai dibandingkan dengan apel tanpa *coating*. Dengan demikian, penerapan *edible coating* pada apel dapat menjaga mutu, memperpanjang masa simpan, serta mempertahankan kandungan vitamin C buah apel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas dukungan pendanaan yang diberikan untuk Program Kreativitas Mahasiswa. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pimpinan Universitas Muhammadiyah Malang (UMM) atas bimbingan serta kontribusi selama pelaksanaan program tersebut pada tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Asharo, R.K., R. Indrayanti, A.P. Damayanti, H.A.E. Putri, S. Nabilah, P.O. Pasaribu. 2022. Isolation and characterization of pathogenic microbes origin in strawberry (*Fragaria* sp.) based on Koch's Postulates. *J. Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati (J- BEKH)*. 9(2): 51–61. Doi: <https://doi.org/10.23960/Jbekh.V9i2.269>
- Arti, I.M., A.N.H. Manurung. 2020. Pengaruh etilen apel dan daun mangga pada pematangan buah pisang kepok (*Musa paradisiaca* formatypica). *J. Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*. 2(2): 77-88. Doi: <https://doi.org/10.35760/jpp.2018.v2i2.2514>
- Amalia, N., O. Rachman, D.P. Rahayu. 2022. Pengembangan Sistem Informasi Pertanian Berbasis Kecerdasan Buatan (E-Tandur) Dalam Menunjang Pertumbuhan Pertanian Masyarakat Daerah Kabupaten Bandung Dengan Metode Geographic Information System (Gis) Dan Internet Of Things (IOT). *J. Informatika dan Rekayasa Elektronik*. 5(1): 121-130. Doi: <https://doi.org/10.36595/jire.v5i1.541>
- Abirami, A., S.M. Halith, K.K. Pillai, C.A. Chithirra Anbalagan. 2014. Herbal nanoparticle for anticancer potential-a review.
- Arista-Ugalde, T.L., E. Santiago-Osorio, A. Monroy-García, J. Rosado-Pérez, I. Aguiñiga-Sánchez, J. Cadena-Iñiguez, V.M. Mendoza-Núñez. 2022. Antioxidant and anti-inflammatory effect of the consumption of powdered concentrate of *Sechium edule* var. *nigrum spinosum* in Mexican older adults with metabolic syndrome. *Antioxidants*. 11(6): 1076. Doi: <https://doi.org/10.3390/antiox11061076>
- Andriani, A.D., W.P. Lokapirnasari, B. Karimah, S. Hidanah, M.A. Al-Arif, N.H. Socharsono, N. Harijani. 2020. Efektifitas probiotik *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus rhamnosus* sebagai pengganti antibiotic growth promoter terhadap total kolesterol, low density lipoprotein dan high density lipoprotein Ayam Broiler. *J. Medik Veteriner*. 3(1): 114-122. Doi: <https://doi.org/10.20473/jmv.vol3.iss1.2020.114-122>
- Ayuhapsari, N., W. Wijaningsih, M. Jaelani. 2018. 'Efektifitas Pemberian Buah Apel Manalagi dengan Dosis Bervariasi terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah pada Penderita Diabetes Mellitus tipe II di Kelompok PROLANIS Puskesmas Genuk Kota Semarang', *J. Riset Gizi*. 6(2): 13–18. Doi: <https://doi.org/10.31983/jrg.v6i2.4298>

- Bintoro, A., A.M. Ibrahim, B. Situmeang. 2017. Analisis dan identifikasi senyawa saponin dari daun bidara (*Zhizipus mauritania* L.). J. ITEKIMA. 2(1): 84-94.
- Hamidson, H., S. Suwandi, N. Nurhayati. 2020. Epidemiologi Penyakit Daun Disebabkan Jamur Pada Tanaman Jagung di Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-8. hal. 427-437.
- Helena, P. 2022. Identifikasi Jamur Mikroskopis Pembusuk Buah-Buahan Dalam Bentuk Preparat Sebagai Bahan Ajar Mikologi. [Disertasi]. Universitas Jambi.
- Indratmi, D., C.T.N. Octavia. 2020. Innovation of fruit coating with antifungal yeast to maintain the quality of postharvest strawberries. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 458(1): 012018. IOP Publishing. Doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/458/1/012018>
- Ismail, T.N., R.A. Awang, S. Mohamad, W.N.S. Shahidan. 2018. Chemical compounds and antimicrobial activity of acetone Musa acuminate AA/AAA leaf stalk extracts on selective gram-negative bacteria. Malaysian Journal of Analytical Sciences. 22(6): 957-964. Doi: <https://doi.org/10.17576/mjas-2018-2206-05>
- Isyanti, M., N. Andarwulan, D.N. Faridah. 2019. Karakteristik Fisi dan Fitokimia Buah Kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Sm). Warta Industri Hasil Pertanian, 36(2), 96. Doi: <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v36i2.5267>
- Kania, D., S.M. Ananda, P.S.D. Rahmawati, H. Sukorini, D. Roeswitawati, U. Santoso, D. Indratmi. 2024. Effectiveness of Sweet Orange Peel Pectin Nanoparticles as Edible Coating on The Quality of Pondoh Salak Fruit (*Salacca edulis* Reinw.). Agrikan J. Agribisnis Perikanan, 17(1), 50-57. Doi: <https://doi.org/10.52046/agrikan.v17i1.2006>
- Koul, O., S. Walia, G.S. Dhaliwal. 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. Biopestic. Int. 4(1): 63-84.
- Kusumiyati, K., I.E. Putri, Y. Hadiwijaya, S. Mubarak. 2019. Respon nilai kekerasan, kadar air dan total padatan terlarut buah jambu kristal pada berbagai jenis kemasan dan masa simpan. J. Agro. 6(1): 49-56. Doi: <https://doi.org/10.15575/4142>
- Lengkong, J., H. Haryadi, H. Tompodung, D.N. Pareta. 2021. Uji Efektivitas Sari Daun Putri Malu (*Mimosa Pudica* L.) sebagai Penyembuh Luka Bakar pada Tikus Putih *Rattus Norvegicus*. Majalah INFO Sains. 2(1): 1-12. Doi: <https://doi.org/10.55724/jis.v2i1.18>
- Mandei, J.H., A. Muis. 2018. Pengaruh Konsentrasi Karaginan, Jenis Dan Konsentrasi Lipid Pada Pembuatan Edible coating/Film Dan Aplikasinya Pada Buah Tomat Apel Dan Kue Nogat. J. Penelitian Teknologi Industri. 10(1): 25-36. Doi: <https://doi.org/10.33749/jpti.v10i1.3938>
- Mulyadi, A., Z. Zhang, Y. Deng. 2016. Fluorine-free oil absorbents made from cellulose nanofibril aerogels. ACS applied materials & interfaces. 8(4): 2732-2740. Doi: <https://doi.org/10.1021/acsami.5b10985>
- Nabila, E.A., E.A. Soufiyan. 2020. Microbial biocontrol of post-harvest fungal rot in apples: Current state of the science. J. Botanical Research. 2(4): 31-58. Doi: <https://doi.org/10.30564/jrb.v2i4.2064>
- Nugraheni, A.S., S. Djauhari, A. Cholil, E.P. Utomo. 2014. Potensi minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon winterianus*) sebagai fungisida nabati terhadap penyakit antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides*) pada buah apel (*Malus sylvestris* Mill). J. HPT (Hama Penyakit Tumbuhan). 2(4): 92-102.
- Pharwati, S., I.R.A. Sasmita. 2023. Pengaruh Penambahan Daging Ikan Kembung (*Rastrelliger kanagurta*) terhadap Karakteristik Sifat Fisik dan Sensori Bonggolan: Effects of the Addition of Mackerel Fish (*Rastrelliger kanagurta*) on the Characteristics of the Physical Properties and Sensory Bonggolan. In NaCIA (National Conference on Innovative Agriculture) (pp. 12-21).
- Rahayuningsih, T., F.S. Rejeki, M. Revitriani. 2021. 'Teknologi Pengolahan Fruit Leather Pada Siswa SMK NU Al Hidayah Ngimbang Lamongan', Humanism: J. Pengabdian Masyarakat. 2(2): 85. Doi: <https://doi.org/10.30651/hm.v2i2.7545>
- Raghav, P.K., N. Agarwal, M. Saini. 2016. Edible coating of fruits and vegetables: A review. Education. 1(2): 188-204.
- Rahman, N., S.A. Marliyati, F. Anwar. M.R.M. Damanik. 2015. Potensi Takokak (*Solanum torvum*) sebagai Anti-proliferasi dan Anti-peradangan Sel Kanker. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.
- Sari, I.P., M. Devi, U. Rojhatien. 2022 Pengaruh Substitusi Bunga Kecombrang (*Etlingera elatior*) Terhadap Kapasitas Antioksidan Cookies. J. Food Technology

- and Agroindustry. 4(1): 32–40. Doi: <https://doi.org/10.24929/jfta.v4i1.1866>
- Selfia, S., M. Faisal, N. Indriyanti. 2021. Efektivitas Nutrisi Medik Berbahan Aktif Mengkudu dan Apel Manalagi Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah. Proc Mul. Pharm. Conferences. 14(1): 280-287. Doi: <https://doi.org/10.25026/mpc.v14i1.585>
- Sumiasih, I.H., S.N. Shanaz, A. Natawijaya. 2022. *Edible Coating* Berbasis Kitosan dengan Penambahan Minyak Sereh dalam Memperpanjang Masa Simpan Buah Belimbing. J. Hort. Indonesia. 13(3): 163-170. Doi: <https://doi.org/10.29244/jhi.13.3.163-170>
- Siagian, H.F. 2009. Penggunaan Bahan Penjerat Etilen Pada Penyimpanan Pisang Barangan dengan Kemasan Atmosfer Termodifikasi Aktif. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Syarif, R.A., F. Sari, A.R. Ahmad. 2016. Rimpang Kecombrang (*Etilingera elator* jack.) sebagai Sumber Fenolik. J. Fitofarmaka Indonesia. 2(2): 102–106. Doi: <https://doi.org/10.33096/jffi.v2i2.178>
- Suhery, W.N., D. Anggraini, N. End. 2015. Pembuatan dan evaluasi pati talas (*Colocasia esculenta* Schoot) termodifikasi dengan bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp). J. Sains Farmasi & Klinis. 1(2): 207-214.
- Wicaksono, D., A. Wibowo, A. Widiastuti. 2017. Metode isolasi *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit blas padi. J. Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika. 17(1): 62-69. Doi: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11762-69>