

Pengaruh *Edible Coating* Berbasis Pati Ubi Kayu *Manihot esculenta* Crantz dengan Penambahan Ekstrak Jahe Merah *Zingiber officinale* var. *Rubrum* Terhadap Umur Simpan Buah Potong Wortel *Daucus carota* L.

Eva Johannes^{1*}, Mustika Tuwo¹

¹*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar, 90245*

**Email: evajohannes@gmail.com*

Abstrak

*Edible coating menjadi salah satu usaha yang dikembangkan untuk mengatasi busuk lunak pada buah potong seperti pada buah dan sayuran. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh edible coating dengan penambahan senyawa bioaktif yang bersifat alami terhadap umur simpan wortel *Daucus carota* L. Metode yang digunakan untuk uji antibakteri menggunakan metode difusi agar, uji antioksidan menggunakan metode DPPH, perendaman atau pengemasan menggunakan metode edible coating. Untuk pelapisan adalah edible coating berbasis pati dengan penambahan ekstrak jahe merah *Zingiber officinale* var. *Rubrum* sebagai senyawa bioaktif yang memiliki sifat antibakteri dan antioksidan. Perendaman sampel dengan bahan akuades, larutan CMC (Carboxy Methyl Cellulose) 0.4% dan gliserol 5%, penambahan ekstrak jahe merah 0.1%. Perlakuan terdiri dari kontrol (tanpa perlakuan), pelapisan dengan edible coating, dan edible coating dengan penambahan ekstrak jahe merah, lama penyimpanan (3 hari, 6 hari, 9 hari, 12 hari). Selama masa simpan dilakukan pengujian susut bobot dan tekstur. Hasil uji edible coating dengan penambahan ekstrak jahe bersifat bakterisida terhadap bakteri *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, memiliki sifat antioksidan yang kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 72.40 ppm. Memiliki susut bobot terendah pada perlakuan edible coating dengan penambahan ekstrak jahe sebesar 4.42% pada hari ke 12. Tekstur yang terbaik pada perlakuan edible coating dengan penambahan ekstrak jahe sebesar 1.53 N pada hari ke 12. Hasil tersebut menunjukkan edible coating dengan penambahan ekstrak jahe merah 0.5% mampu meningkatkan umur simpan wortel selama 12 hari pada suhu kamar.*

Kata kunci: *Bakterisida, buah potong, edible coating, umur simpan*

PENDAHULUAN

Wortel *Daucus carota* L. adalah salah satu jenis sayuran yang digemari oleh masyarakat, karena kandungan gizinya cukup tinggi, banyak mengandung karoten, vitamin A, vitamin B, vitamin C dan mineral. Wortel memiliki berbagai macam manfaat sebagai bahan makanan yang disukai

masyarakat, obat-obatan, dan kosmetik, sehingga permintaan wortel di pasaran terus meningkat (Ikram *et al.*, 2024). Perubahan gaya hidup masyarakat pada saat ini menuntut sajian praktis dalam mengkonsumsi buah dan sayur segar yang bermutu, bebas bahan pengawet, serta aman dan siap dikonsumsi. Namun, umur simpan wortel pada suhu ruang relatif singkat, mudah dirusak oleh mikroorganisme. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat modern saat ini maka dilakukan pengolahan minimal. Penerapan teknologi pengawetan pangan yang bersifat alami seperti *edible coating* untuk memperpanjang umur simpan buah dan sayuran segar, melindungi buah dan sayuran terhadap laju respirasi, dan pertumbuhan mikroorganisme penyebab busuk lunak menjadi suatu peluang usaha untuk mempertahankan kualitas mutu buah potong dan sayuran (Tiamiyu *et al.*, 2023).

Wortel terolah minimal memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena kandungan vitaminnya tinggi, sebagai bahan baku industri pangan, minuman dan farmasi (Šeregelj *et al.*, 2020). Pengolahan minimal dalam bentuk potongan segar merupakan alternatif untuk mempercepat dan mempermudah proses pengolahan, dan mengurangi limbah sampah yang dapat mencemari lingkungan, tetapi mudah mengalami kerusakan oleh jamur dan bakteri penyebab pembusukan sehingga produk mengalami penurunan kualitas dan tidak bertahan lama (Ungureanu *et al.*, 2023). Wortel sangat mudah layu apabila kehilangan kandungan air. Menurut Alegbeleye *et al.*, (2022), fluktuasi suhu dapat mengakibatkan kerusakan jaringan sel pada wortel. Kerusakan tersebut dapat mempercepat proses laju respirasi selama penyimpanan, sehingga proses kehilangan air bahan lebih cepat. Wortel memiliki banyak kandungan air, sehingga rentan terhadap kerusakan dan pembusukan secara fisiologis dan mikrobiologis. Kedua faktor tersebut sangat memengaruhi kualitas wortel seperti perubahan bentuk fisik menjadi lebih lembek dan tekstur yang tampak keriput (Wang *et al.*, 2023). Mikroba yang sering mencemari wortel adalah bakteri *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* yang menyebabkan busuk lunak sehingga wortel tidak bertahan lama (Agyemang *et al.*, 2020). Penanganan yang lebih efektif dibutuhkan sebagai salah satu alternatif yang dapat dipilih untuk memperpanjang masa simpan wortel melalui pengemasan menggunakan *edible coating*. *Edible coating* merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang aman untuk dikonsumsi sebagai lapisan penghalang untuk meningkatkan kualitas dan masa simpan suatu produk makanan (Priya *et al.*, 2023).

Fungsi pelindung *edible coating* adalah untuk mencegah proses oksidasi, penyerapan dan desorpsi kelembapan, kontaminasi, dan perubahan sensorik (Sahraee *et al.*, 2019). Menurut Oyom *et al.*, (2022), penggunaan pengemasan *edible coating* berbasis pati dengan penambahan bahan antimikroba merupakan alternatif yang baik untuk meningkatkan daya tahan dan kualitas bahan selama penyimpanan buah potong. Penambahan ekstrak jahe merah sebagai senyawa bioaktif merupakan sumber antioksidan alami dan antimikroba karena kaya akan senyawa fenolik sebagai senyawa aktifnya (Jan *et al.*, 2022), juga memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik *edible coating* juga kualitas wortel selama masa simpan, karena kandungan antioksidan yang akan meningkatkan kemampuan *edible coating* untuk menghambat laju respirasi dari buah wortel (Putri *et al.*, 2023). Pati ubi kayu *Manihot esculenta* Crantz adalah salah satu jenis polisakarida dari tanaman yang melimpah di alam, mudah diperoleh, mudah terurai, dan harganya murah. Pati memiliki kandungan amilosa yang mampu membentuk lapisan tipis dengan ikatan yang kuat sehingga dapat membentuk *edible coating* yang baik (Kupervaser *et al.*, 2023). *Edible coating* juga bersifat sebagai agens antipencoklatan, pewarna, pemberi rasa, nutrisi, dan bumbu (Kumar *et al.*, 2023).

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah pati ubi kayu, jahe merah, wortel, Carboxy Methyl Cellulose (CMC) 4%, gliserol, etanol 96%, dan akuades. Uji antibakteri menggunakan metode difusi

agar, uji antioksidan menggunakan metode DPPH, serta perendaman atau pengemasan menggunakan metode *edible coating*.

Pembuatan Ekstrak Jahe Merah

Rimpang jahe dikupas dan diiris tipis kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 6 jam. Jahe yang telah kering dihaluskan dengan blender. Sebanyak 25 g serbuk jahe dilarutkan dalam etanol 96% dengan perbandingan 1:5 dan dipanaskan selama 120 menit pada suhu 40°C dengan pengadukan. Larutan didiamkan selama 24 jam kemudian disaring untuk memisahkan antara filtrat dengan serbuk jahe yang mengendap. Filtrat ekstrak jahe kemudian dikentalkan dengan menggunakan *vacuum rotary evaporator* (Gonzalez-Gonzalez *et al.*, 2023). Kemudian dilakukan uji antibakteri terhadap bakteri *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* dan aktivitas antioksidan.

Uji Antibakteri

Uji antibakteri menggunakan metode difusi agar dengan pencadang silinder besi. Media *nutrient agar* (NA) dituang ke dalam cawan petri dan dibiarkan hingga memadat. Pada permukaan lapisan dasar diletakkan pencadang dan diatur sedemikian rupa sehingga terdapat daerah yang baik untuk mengamati zona hambat yang akan terbentuk. NA yang mengandung suspensi bakteri uji dituangkan ke dalam cawan petri di sekeliling pencadang. Pencadang dari cawan petri dikeluarkan sehingga terbentuk sumur yang akan digunakan untuk larutan uji dengan 3 konsentrasi yang berbeda yaitu 0.1%, 0.3%, 0.5% dan larutan kontrol positif (+) menggunakan kloramfenikol, dan kontrol negatif (-) menggunakan akuades. Dilakukan pengulangan secara duplo dengan cara yang sama. Inkubasi dilakukan selama 1 x 24 jam dan 2 x 24 jam pada suhu 37°C di dalam inkubator. Pengamatan zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran kemudian dilakukan pengukuran diameter zona hambat secara vertikal dan horizontal menggunakan jangka sorong.

Uji Antioksidan Menggunakan Metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl)

Larutan uji dengan konsentrasi 0.1%, 0.3%, dan 0.5%, masing-masing dimasukkan ke dalam cuvet sebanyak 1 mL dan ditambahkan larutan DPPH 0.4 mM sebanyak 1 mL kemudian ditambahkan etanol hingga volumenya menjadi 5 mL. Campuran tersebut dihomogenkan dengan menggunakan vortex dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit. Demikian juga dengan larutan kontrol positif dari vitamin C dibuat dengan berbagai konsentrasi sesuai konsentrasi sampel. Penentuan panjang gelombang (λ) serapan maksimum larutan DPPH dilakukan dengan menambahkan 1.0 mL metanol absolut kedalam larutan DPPH 0.15 mM lalu dihomogenkan, kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang 400-600 nm (Riskianto *et al.*, 2022). Kemudian dilakukan pengukuran absorbansi blanko untuk perhitungan persen inhibisi. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi larutan uji dan larutan pembanding. Analisa aktivitas penghambatan (% inhibisi) yang dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Parameter yang digunakan untuk mengetahui besarnya kemampuan antioksidan suatu senyawa adalah IC₅₀. Nilai IC₅₀ merupakan konsentrasi senyawa antioksidan yang dibutuhkan untuk mengurangi radikal DPPH sebesar 50%. Semakin kecil nilai IC₅₀, maka semakin reaktif gingerol sebagai senyawa penangkap radikal DPPH (Promdam & Panichayupakaranant, 2022).

Isolasi Pati Singkong

Ubi kayu *Manihot esculenta* dikupas dan dicuci bersih, kemudian dipotong-potong tipis, direndam dengan air bersih selama 24 jam. Setiap 8 jam air rendaman diganti, hal ini dilakukan untuk menurunkan kadar HCN pada ubi kayu. Setelah itu ditiriskan kemudian ditambah air dengan perbandingan 1:3, kemudian dihaluskan dengan blender. Kemudian disaring menggunakan kain saring

dan diendapkan selama 24 jam. Cairan supernatan dibuang kemudian endapan pati dijemur tidak dibawah sinar matahari langsung. Pati yang telah kering kemudian dihaluskan (Hawashi *et al.*, 2019).

Pembuatan Edible Coating Berbasis Pati dengan Penambahan Ekstrak Jahe Merah

Jahe merah dengan konsentrasi 0.5% adalah konsentrasi yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri penyebab pembusukan pada wortel. *Edible coating* dibuat dengan cara akuades dipanaskan sebanyak 500 mL hingga mencapai suhu 70°C. Kemudian dilarutkan Carboxy Methyl Cellulose (CMC) 0.4% sebanyak 2 g ke dalam akuades yang telah dipanaskan dan diaduk selama 3 menit, lalu tambahkan pati singkong sebanyak 4% (g/ mL) diaduk selama 3 menit, kemudian tambahkan gliserol 5% sebanyak 25 mL ke dalam larutan dan diaduk hingga larut. Kemudian ditambahkan ekstrak jahe merah sebanyak 10 mL dan diaduk hingga larut (Tongdeesoontorn *et al.*, 2020). Wortel yang telah dibersihkan dicelupkan ke dalam larutan *edible coating* selama 60 detik, kemudian diletakkan di atas wadah plastik kecil dan disimpan pada suhu ruang (25-26°C). Pengamatan dilakukan selama 3, 6, 9, dan 12 hari.

Perhitungan Susut Bobot

Pengukuran susut bobot dengan cara gravimetrik yaitu membandingkan selisih bobot sebelum penyimpanan dengan sesudah penyimpanan. Kehilangan bobot dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ susut bobot} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$$

Keterangan: A = Bobot awal
B = Bobot akhir

Uji Tekstur Buah Menggunakan Alat Penetrometer dalam Bentuk Satuan Gaya (N)

Buah diukur masing-masing pada tiga tempat yaitu pangkal, ujung dan tengah. Cara kerja alat penetrometer dimulai dengan mengatur beban seberat 50 g selanjutnya atur jarum penunjuk skala ke dalam tusukan ke angka nol. Waktu yang digunakan dalam pengujian dilakukan dalam 5 detik. Tempatkan buah dibawah jarum sehingga ujung jarum menempel pada buah tapi tidak menusuk kulit buah. Pencet tombol start dan tunggu hingga berhenti. Selanjutnya baca sejauhunya skala penanda bergeser dari angka nol.

Analisis Data

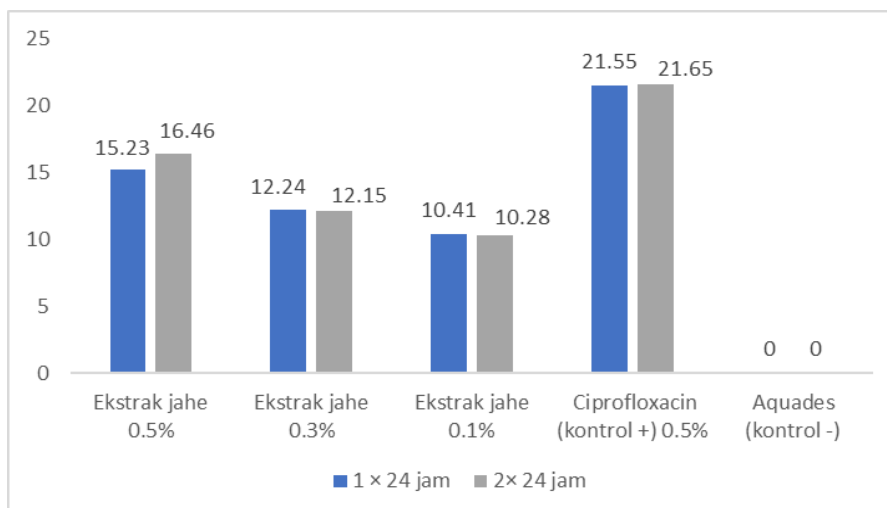
Data dianalisis secara kuantitatif dengan mengukur zona hambat yang terbentuk, konsentrasi, jumlah mikroba, serta dianalisis secara kualitatif dengan mengamati perubahan susut bobot dan tekstur dari wortel. Data hasil penelitian akan dianalisis secara deskriptif dan diolah dalam bentuk tabel dan histogram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Jahe merah Terhadap Bakteri *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*

Tabel 1. Rata-rata diameter zona hambatan jahe merah terhadap bakteri *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*

Perlakuan	Rata-rata Diameter Zona Hambatan (mm)	
	1 × 24 jam	2 × 24 jam
Ekstrak jahe 0.5%	15.23	16.46
Ekstrak jahe 0.3%	12.24	12.15
Ekstrak jahe 0.1%	10.41	10.28
Ciprofloxacin (kontrol +) 0.5%	21.55	21.65
Akuades (kontrol -)	0	0



Gambar 1. Histogram Aktivitas Jahe Merah Terhadap Bakteri *Erwinia carotovora* pv. *Carotovora*.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa pada inkubasi 1 x 24 jam dengan konsentrasi ekstrak jahe 0.5% menghasilkan zona hambat 15.23 mm dan pada inkubasi 2 x 24 jam zona hambat menjadi 16.46 mm bersifat bakterisida. Ekstrak jahe dengan konsentrasi 0.3% diameter zona hambat yang terbentuk pada 1 x 24 jam sebesar 12.24 mm, pada 2 x 24 jam menjadi 12.15 mm bersifat bakteriostatik, dan ekstrak jahe dengan konsentrasi 0.1% diameter zona hambat yang terbentuk pada 1 x 24 jam sebesar 10.41 mm dan pada 2 x 24 jam menjadi 10.28 mm, juga bersifat bakteriostatik. Berdasarkan pengamatan dengan masa inkubasi 1 x 24 jam dan 2 x 24 jam diketahui ekstrak jahe dengan konsentrasi 0.3% dan 0.1% bersifat bakteriostatik yang artinya hanya menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan konsentrasi 0.5% bersifat bakterisida mematikan pertumbuhan bakteri *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*. Menurut El-Hack *et al.*, (2022), terpenoid dan flavonoid pada jahe merupakan beberapa senyawa aktif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa golongan terpenoid dapat berikatan dengan protein dan lipid yang terdapat pada membran sel dan bahkan dapat menimbulkan lisis pada sel. Rusaknya membran sel bakteri akan mengganggu proses transport nutrisi, sehingga sel akan mengalami kekurangan nutrisi yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan (Flynn *et al.*, 2018). Bakteri *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* merupakan bakteri gram negatif yang dinding selnya mengandung peptidoglikan yang lebih sedikit dan secara struktural lebih kompleks (Duda-Chodak *et al.*, 2023). Membran bagian luar pada dinding sel gram-negatif mengandung lipopolisakarida yaitu karbohidrat yang terikat dengan lipid. Adanya lapisan lipopolisakarida dan membran luar yang lebih kompleks menyebabkan struktur bakteri menjadi lebih kokoh sehingga dibutuhkan konsentrasi senyawa antibakteri lebih besar untuk menembus membran (Christie, 2024).

Pada pembuatan *edible coating* dengan penambahan ekstrak jahe merah konsentrasi 0.5% menunjukkan konsentrasi yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri yang sifatnya mematikan bakteri. Penelitian ini menggunakan kontrol positif yakni antibiotik sintetik ciprofloxacin. Sebagai kontrol positif, dapat dilihat bahwa terbentuk zona bening disekitar ciprofloxacin yang memperlihatkan zona hambat dengan nilai 21.65 mm, menandakan bahwa ciprofloxacin memiliki sifat antibakteri yang kuat dalam membunuh dan menghambat pertumbuhan bakteri. Mekanisme kerja ciprofloxacin adalah dengan menghentikan pertumbuhan bakteri atau bersifat bakterisida. Ciprofloxacin menghambat mekanisme kerja enzim DNA girase yang berperan dalam pembelahan sel

bakteri (Thai *et al.*, 2023). Pada penelitian ini menggunakan kontrol negatif akuades yang sifatnya sebagai pelarut, tidak menunjukkan zona hambat terhadap bakteri uji.

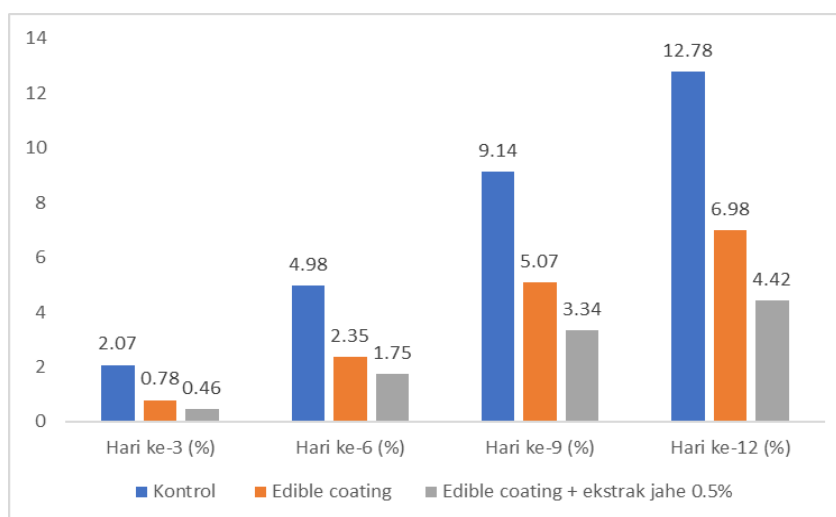
Hasil Uji Antioksidan Metode DPPH

Hasil yang diperoleh berupa nilai IC₅₀ yaitu sebesar 72.40 ppm menunjukkan bahwa antioksidan pada ekstrak jahe merah memiliki nilai aktivitas antioksidan kuat. Nilai aktivitas antioksidan yang dianggap kuat yaitu <200 ppm (Nurhasnawati *et al.*, 2019). Penambahan antioksidan pada *edible coating* dilakukan untuk melindungi buah potong agar terhindar dari reaksi oksidatif, degradasi, dan penurunan mutu warna. Selain itu, juga untuk meningkatkan stabilitas, menjaga nutrisi dan warna buah potong yang dilapisi *coating* karena antioksidan memiliki kemampuan untuk menangkap O₂, sehingga laju respirasi produk yang diberi pelapis berkurang (Priya *et al.*, 2023).

Hasil Pengukuran Susut Bobot

Tabel 2. Hasil Pengukuran Susut Bobot Wortel

Perlakuan	Hari ke 3 (%)	Hari ke 6 (%)	Hari ke 9 (%)	Hari ke 12 (%)
Kontrol	2.07	4.98	9.14	12.78
<i>Edible coating</i>	0.78	2.35	5.07	6.98
<i>Edible coating</i> + ekstrak jahe 0.5%	0.46	1.75	3.34	4.42



Gambar 2. Histogram Susut Bobot Wortel.

Data tersebut menunjukkan susut bobot wortel *Daucus corrota* L. tanpa pelapisan *edible coating* tertinggi pada kontrol yaitu 2.07-12.78%. Menurut Lufu *et al.*, (2019), penurunan berat yang semakin meningkat selama penyimpanan menunjukkan semakin meningkatnya proses respirasi dan transpirasi. Proses respirasi dan transpirasi mengakibatkan kehilangan substrat dan air sehingga terjadi penurunan berat. Penurunan berat selama penyimpanan merupakan salah satu parameter mutu yang mencerminkan tingkat kesegaran wortel. Menurut Conduro *et al.*, (2020), fluktuasi suhu yang dapat mengakibatkan kerusakan jaringan pada wortel. Kerusakan tersebut dapat mempercepat proses laju respirasi selama penyimpanan, sehingga proses kehilangan air bahan lebih cepat serta memperpendek masa penyimpanan wortel.

Edible coating tanpa penambahan ekstrak jahe menunjukkan susut bobot lebih rendah dibandingkan dengan kontrol yaitu 0.78-6.98%. Hal ini disebabkan pelapisan dengan *edible coating* mengurangi laju respirasi selama penyimpanan. Susut bobot terendah pada perlakuan *edible coating*

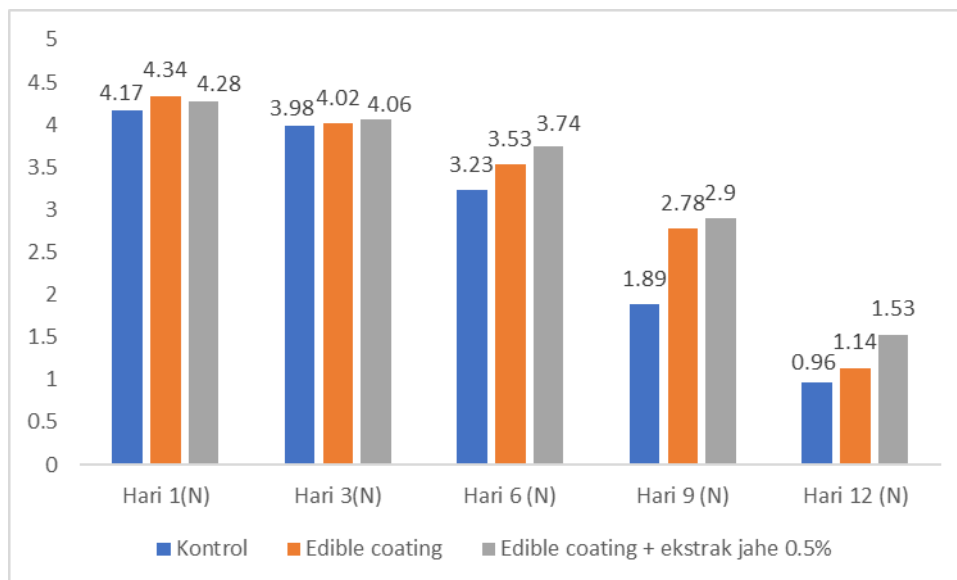
dengan penambahan ekstrak jahe 0.5% yaitu 0.46-4.42%. Hal ini disebabkan karena lapisan *edible coating* selain mampu menghambat proses respirasi melalui lentisel pada kulit buah, juga mampu mencegah pertumbuhan mikroorganisme karena kandungan senyawa bioaktif dari jahe merah yang bersifat antibakteri dan antioksidan (Antonino *et al.*, 2023). Kontrol menunjukkan nilai susut yang lebih tinggi karena kulit buah langsung bersentuhan dengan udara bebas yang menyebabkan difusi gas O₂ dan CO₂ terus berlangsung sehingga laju respirasi dan transpirasi tidak dapat dihambat (Basiak *et al.*, 2019). Menurut Linke *et al.*, (2021), tekanan air dalam buah lebih tinggi sehingga uap air akan keluar dari buah. Selain faktor respirasi dan transpirasi, susut bobot juga disebabkan mikroorganisme yang merusak struktur sel.

Susut bobot merupakan parameter untuk mengukur kualitas buah setelah panen. Berkurangnya berat buah pascapanen erat hubungannya dengan proses fisiologis yang masih terus berlangsung pada buah setelah dipetik dari tanaman (Martínez-Ispizua *et al.*, 2022). Wortel *Daucus carrota* L. dengan aplikasi *edible coating* berbasis pati ubi kayu *Manihot esculenta* Crantz ditambah ekstrak jahe sebagai pengawet alami menunjukkan susut bobot terendah. Kandungan pati yang tinggi menyebabkan *edible coating* berbasis pati ubi kayu *Manihot utilissima* Pohl memiliki *barrier* yang baik dengan lapisan yang lebih tebal untuk menghambat respirasi pada buah wortel (Coelho *et al.*, 2017). Hasil pengamatan terhadap susut bobot buah wortel terjadi pada semua perlakuan yang meningkat seiring dengan lama penyimpanan. Namun, susut bobot terendah ditemukan pada perlakuan *edible coating* dengan penambahan ekstrak jahe merah, sehingga mampu mempertahankan kesegaran buah wortel selama 12 hari pada suhu kamar.

Uji Tekstur Menggunakan Alat Penetrometer dengan Satuan N (Gaya)

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tekstur Wortel

Perlakuan	Hari 1(N)	Hari 3(N)	Hari 6 (N)	Hari 9 (N)	Hari 12 (N)
Kontrol	4.17	3.98	3.23	1.89	0.96
<i>Edible coating</i>	4.34	4.02	3.53	2.78	1.14
<i>Edible coating</i> + ekstrak jahe 0.5%	4.28	4.06	3.74	2.90	1.53



Gambar 3. Histogram Tekstur Tomat Selama Penyimpanan.

Uji tekstur berkaitan dengan kekerasan buah. Semakin lama penyimpanan, buah akan mengalami penurunan kekerasan atau semakin lunak. Pelunakan buah dipengaruhi oleh proses

respirasi dan transpirasi. Pengukuran tekstur dilakukan karena dapat menjadi indikasi terjadinya kerusakan pada buah. Jika semakin menurun nilai tekan buah, maka kerusakannya semakin tinggi yang berarti kekerasan buah telah menurun (Hussein *et al.*, 2020). Gambar 3 menunjukkan lama penyimpanan memengaruhi tekstur buah wortel. Wortel tanpa pelapisan *edible coating* (kontrol), pada hari ke-1 memiliki nilai tekstur 4.17 N, hari ke-3 nilai tekstur sebesar 3.98 N menjadi 3.23 N pada hari ke-6 dan pada hari ke-9 menjadi 1.89 N dan pada hari ke-12 sebesar 0.98 N. Hasil pengamatan wortel dengan pelapisan *edible coating* tanpa penambahan ekstrak jahe menunjukkan perubahan pada hari ke-1 nilai tekstur 4.34 N, hari ke-3 nilai tekstur 4.02 N, hari ke-6 nilai tekstur 3.53 N, hari ke-9 nilai tekstur 2.78 N, dan hari ke-12 nilai tekstur menjadi 1.14 N. Sedangkan, wortel yang dilapisi *edible coating* dengan penambahan ekstrak jahe pada hari ke-1 nilai tekstur 4.28 N, pada hari ke-3 nilai tekstur 4.06 N, pada hari ke-6 nilai tekstur 3.74 N dan pada hari ke-9 nilai tekstur 2.90 N, hari ke-12 menjadi 1.53 N. Jika dibandingkan wortel yang diberi lapisan *edible coating* dengan kontrol, penurunan tingkat kekerasan wortel tidak sebesar kontrol. Wortel yang dilapisi *edible coating* dengan penambahan ekstrak jahe menunjukkan penurunan tingkat kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan wortel yang dilapisi *edible coating* tanpa penambahan ekstrak. Pada wortel tanpa pelapisan terjadi proses metabolisme yang lebih cepat dibandingkan dengan wortel yang dilapisi *edible coating* (Priya *et al.*, 2023). *Edible coating* dengan penambahan ekstrak jahe mampu menjaga tingkat kekerasan wortel atau menghambat proses pelunakan akibat terjadinya respirasi dan transpirasi pada buah wortel. Menurut Kocira Anna, *et al.*, (2021), *edible coating* akan menghambat oksigen yang akan masuk ke jaringan sehingga enzim-enzim yang terlibat dalam proses respirasi dan pelunakan jaringan menjadi kurang aktif, sehingga menyebabkan laju respirasi berjalan lambat, menunda pelunakan wortel dan mengurangi degradasi tekstur selama penyimpanan sehingga memperpanjang umur simpan wortel.

KESIMPULAN

Edible coating dengan penambahan ekstrak jahe merah *Zingiber Officinale* var. *Rubrum* 0.5 % mampu memperpanjang umur simpan wortel sampai 12 hari dengan mempertahankan kesegarannya. Memiliki sifat bakterisida dengan sifat antioksidan yang tinggi dengan nilai $IC_{50} = 72.40$ ppm dan susut bobot wortel terendah 4.42%, serta mampu meminimalisir kerusakan tekstur buah wortel 1.53 N.

DAFTAR PUSTAKA

- Agyemang, P. A., Kabir, M. N., Kersey, C. M., and Dumenyo, C. K., 2020. *The Bacterial Soft Rot Pathogens, Pectobacterium carotovorum and P. atrosepticum, Respond to Different Classes of Virulence-Inducing Host Chemical Signals*. Horticulturae. 6(13). DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae6010013>.
- Alegbeleye, O., Odeyemi, O. A., Strateva, M., and Stratev, D., 2022. *Microbial Spoilage of Vegetables, Fruits and Cereals*. Applied Food Research. 2(1) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100122>.
- Antonino, C., Difonzo, G., Faccia, M., and Caponio, F., 2024. *Effect of Edible Coatings and Films Enriched With Plant Extracts and Essential Oils on The Preservation of Animal-Derived Foods*. J Food Sci. 89(2): 748-772. DOI: 10.1111/1750-3841.16894.
- Basiak, E., Linke, M., Debeaufort, F., Lenart, A., and Geyer, M., 2019. *Dynamic Behaviour of Starch-Based Coatings on Fruit Surfaces*. Postharvest Biology and Technology. 147: 166-173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.09.020>.
- Christie, W. W., 2024. *Lipid A and Bacterial Lipopolysaccharides*. https://www.lipidmaps.org/resources/lipidweb/lipidweb_html/lipids/simple/lipidA/index.htm.

- Coelho, D. G., de Andrade, M. T., de Melo Neto, D. F., Ferreira-Silva, S. L., and Simoes, A. D. N., 2017. *Application of Antioxidants And Edible Starch Coating to Reduce Browning of Minimally-Processed Cassava*. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.
- Concurso, C., Cincotta, F., Tripodi, G., Merlino, M., Giarratana, F., and Verzera, A., 2020. *A New Approach for the Shelf-Life Definition of Minimally Processed Carrots*. *Postharvest Biology and Technology*. 163. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111138>.
- Duda-Chodak, A., Tarko, T., and Petka-Poniatowska, K., 2023. *Antimicrobial Compounds in Food Packaging*. *International Journal of Molecular Sciences*. 24(3). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms24032457>.
- El-Hack, M. E. A., El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Salem, H. M., Ashry, N. M., Ghanima, M. M. A., Shukry, M., Swelum, A. A., Taha, A. E., El-Tahan, A. M., AbuQamar, S. F., and El-Tarabily, K. A., 2022. *Essential Oils and Their Nanoemulsions as Green Alternatives to Antibiotics in Poultry Nutrition: A Comprehensive Review*. *Poultry Science*. 101(2). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101584>.
- Flynn, K. J., Skibinski, D. O. F., and Lindemann, C., 2018. *Effects of Growth Rate, Cell Size, Motion, and Elemental Stoichiometry on Nutrient Transport Kinetics*. *PLoS Comput Biol*. 14(4). DOI: 10.1371/journal.pcbi.1006118.
- Gonzalez-Gonzalez, M., Yerena-Prieto, B. J., Carrera, C., Vázquez-Espinosa, M., González-de-Peredo, A.V., García-Alvarado, M. Á., Palma, M., Rodríguez-Jimenes, G.d.C., and Barbero, G. F., 2023. *Optimization of an Ultrasound-Assisted Extraction Method for the Extraction of Gingerols and Shogaols from Ginger (Zingiber officinale)*. *Agronomy*. 13(7): 1787. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13071787>.
- Hawashi, M., Aparamarta, H., Widjaja, T., and Gunawan, S., 2019. *Optimization of Solid State Fermentation Conditions for Cyanide Content Reduction in Cassava Leaves using Response Surface Methodology*. *International Journal of Technology (IJTech)*. 10(3): 624-633. DOI: <https://ijtech.eng.ui.ac.id/article/view/2923>.
- Hussein, Z., Fawole, O. A., and Opara, U. L., 2020. *Harvest and Postharvest Factors Affecting Bruise Damage of Fresh Fruits*. *Horticultural Plant Journal*. 6(1): 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2019.07.006>.
- Ikram, A., Rasheed, A., Khan, A. A., Khan, R., Ahmad, M., Bashir, R., and Mohamed, M. H., 2024. *Exploring The Health Benefits and Utility of Carrots and Carrot Pomace: A Systematic Review*. *International Journal of Food Properties*. 27(1): 180-193. DOI: 10.1080/10942912.2023.2301569.
- Jan, R., Gani, A., Dar, M. M., and Bhat, N. A., 2022. *Bioactive Characterization of Ultrasonicated Ginger (Zingiber officinale) and Licorice (Glycyrrhiza glabra) Freeze Dried Extracts*. *Ultrasonics Sonochemistry*. 88. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106048>.
- Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Szpunar-Krok, E., and Hortyńska, P., 2021. *Polysaccharides as Edible Films and Coatings: Characteristics and Influence on Fruit and Vegetable Quality—A Review*. *Agronomy*. 11(5): 813. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11050813>.
- Kumar, N., Pratibha, Prasad, J., yadav, A., Upadhyay, A., Neeraj, Shukla, S., Petkoska, A. T., heena, Suri, S., Gniewosz, M., and Kieliszek, M., 2023. *Recent Trends in Edible Packaging for Food Applications-Perspective for the Future*. *Food Eng Rev*. 15: 718–747. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12393-023-09358-y>.

- Kupervaser, M. G., Traffano-Schiffo, M. V., Dellamea, M. L., Flores, S. K., and Sosa, C. A., 2023. *Trends In Starch-Based Edible Films and Coatings Enriched with Tropical Fruits Extracts: A Review*. Food Hydrocolloids for Health. 4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2023.100138>.
- Linke, M., Praeger, U., Mahajan, P. V., and Geyer, M., 2021. *Water Vapour Condensation on the Surface Of Bulky Fruit: Some Basics And A Simple Measurement Method*. Journal of Food Engineering. 307. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110661>.
- Lufu, R., Ambaw, A., and Opara, U. L., 2019. *The Contribution of Transpiration and Respiration Processes in The Mass Loss Of Pomegranate Fruit (Cv. Wonderful)*. Postharvest Biology and Technology 157. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.110982>.
- Martínez-Ispizua, E., Calatayud, Á., Marsal, J. I., Basile, F., Cannata, C., Abdelkhalik, A., Soler, S., Valcárcel, J. V., and Martínez-Cuenca, M-R., 2022. *Postharvest Changes in the Nutritional Properties of Commercial and Traditional Lettuce Varieties in Relation with Overall Visual Quality*. Agronomy. 12(2): 403. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12020403>.
- Nurhasnawati, H., Sundu, R., Sapri, Supriningrum, R., Kuspradini, H., and Arung, E. T., 2019. *Antioxidant Activity, Total Phenolic and Flavonoid Content of Several Indigenous Species of Ferns in East Kalimantan, Indonesia*. Biodiversitas 20: 576-580.
- Oyom, W., Zhang, Z., Bi, Y., and 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.106800>.
- Priya, K., Thirunavookarasu, N., and Chidanand, D. V., 2023. *Recent Advances In Edible Coating of Food Products and Its Legislations: A Review*. Journal of Agriculture and Food Research. 12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100623>.
- Promdam, N., and Panichayupakaranant, P., 2022. *[6]-Gingerol: A Narrative Review of Its Beneficial Effect On Human Health*. Food Chemistry Advances. 1 100043. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100043>.
- Putri, T. R., Adhitasari, A., Paramita, V., Yulianto, M. E., and Ariyanto, H. D., 2023. *Effect of Different Starch on The Characteristics of Edible Film as Functional Packaging In Fresh Meat or Meat Products: A Review*. Proceedings. 87: 192-199. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.396>.
- Riskianto, Windi, M., Karnelasatri, and Aruan, M., 2022. *Antioxidant Activity of 96% Ethanol Extract of Pepaya Jepang Leaves (Cnidioscolus aconitifolius (Mill.) I. M. Johnst) Using DPPH Method (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)*. Borneo Journal of Pharmacy. 5(4): 315 – 324. DOI: <http://journal.umpr.ac.id/index.php/bjop/article/view/3511>.
- Sahraee, S., Milani, J. M., Regenstein, J. M., and Kafil, S. L., 2019. *Protection of Foods Against Oxidative Deterioration Using Edible Films and Coatings: A Review*. Food Bioscience. 32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100451>.
- Šeregelj, V., Vulić, J., Četković, G., Čanadanovć-Brunet, J., Šaponjac, V. T., and Stajčić, S., 2020. *Chapter 9 - Natural Bioactive Compounds In Carrot Waste For Food Applications And Health Benefits*. Studies in Natural Products Chemistry. 67: 307-344. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819483-6.00009-6>.
- Thai, T., Salisbury, B. H., and Zito, P. M., 2023. *Ciprofloxacin*. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Tiamiyu, Q. O., Adebayo, S. E., and Yusuf, A. A., 2023. *Gum Arabic Edible Coating and Its Application in Preservation of Fresh Fruits and Vegetables: A Review*. Food Chemistry Advances. 2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100251>.
- Tongdeesontorn, W., Mauer, L. J., Wongruong, S., Sriburi, P., and Rachtanapun, P., 2020. *Physical and Antioxidant Properties of Cassava Starch–Carboxymethyl Cellulose Incorporated with*

- Quercetin and TBHQ as Active Food Packaging*. *Polymers*. 12(2): 366. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym12020366>.
- Ungureanu, C., Tihan, G., Zgârian, R., and Pandealea, G., 2023. *Bio-Coatings for Preservation of Fresh Fruits and Vegetables*. *Coatings*. 13(8): 1420. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings13081420>.
- Wang, H., Zielinska, M., An, K., Fang, X., Raghavan, G.S.V., Zhang, Y., Orsat, V., Xiao, H., and Xiao, H., 2023. *Effects of Vacuum-Steam Pulsed Blanching (VSPB) and Storage on B-Carotene, Color, Total Phenolics, Antioxidant Capacity and Volatile Profiles of Dried Carrots*. *LWT*. 183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114894>.