LIPIDA
JURNAL TEKNOLOGI PANGAN DAN AGROINDUSTRI PERKEBUNAN
https ://jurnal.politap.ac.id/index.php/lipida

Analisis Pengaruh Kemasan Plastik Terhadap Lama Penyimpanan Sayuran Segar Pasca Ozonisasi: Studi Parameter Fisik, *Water Vapour Transmission Rate* (WVTR), dan *Water Vapour Permeability* (WVP)

Lulus Mualimin[1], Mentari Sekar Arum[2], Putri Satika Dewi[3] Degita Fahmi Briliansyah[4], Muhammad Ihsan Alfarizi[5]
[1,3,4,5]Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip PO BOX 164, Jember, 68121, Indonesia,[2]Universitas Jember, Jalan Kalimantan No. 37 – Kampus Bumi Tegalboto PO BOX 159, Jember, 68121, Indonesia
email : lulus_mualimin@polije.ac.id

Info Artikel
Sejarah Artikel:
Diterima 23 Maret 2025
Disetujui 21 April 2025
Di Publikasi April 2025

Kata kunci:
Jenis Kemasan, Ozonisasi, Sayuran, WVP, WVTR

Abstrak

Komoditas sayuran segar berkontribusi signifikan terhadap ketahanan pangan dan perekonomian nasional, namun produk ini mudah mengalami kerusakan. Perlakuan ozonisasi dan pengemasan vakum dilakukan untuk mempertahankan mutu produk. mengurangi kerugian pascapanen, memastikan keamanan pangan dan memperpanjang masa simpan sayuran. Pemilihan jenis kemasan yang tepat menjadi tantangan tersendiri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis kemasan plastik terhadap lama penyimpanan sayuran segar pasca ozonisasi berdasarkan parameter fisik, *water vapour transmission rate* (WVTR), dan *water vapour permeability* (WVP). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan serta analisis fisik menggunakan metode *scoring test.* Hasil dari penelitian ini menunjukan kemasan vakum jenis HDPE memiliki kemampuan lebih baik dalam menahan laju transmisi uap air (WVTR) dan permeabilitas uap air (WVP) pada semua jenis sayuran, serta pada pengujian fisik meliputi warna, tekstur dan kenampakan yang dilakukan berdasarkan *scoring test* dengan nilai rata – rata 3, kemasan HDPE memiliki stabilitas paling baik dalam mencegah kemunduran mutu produk untuk memperpanjang masa simpan jika dibandingkan dengan kemasan PP dan LDPE. Hasil ini diharapkan menjadi rekomendasi jenis kemasan yang cocok dalam mengemas produk sayuran segar untuk mempertahankan stabilitas produk.

Analysis of the Effect of Plastic Packaging on Storage Duration of Fresh Vegetables after Ozonization: Study of Physical Parameters, Water Vapour Transmission Rate (WVTR), and Water Vapour Permeability (WVP)

Keywords:
Vegetables, Ozonization, Packaging Type, WVP, WVTR

Abstract

Fresh vegetable commodities contribute significantly to food security and the national economy, but these products are easily damaged. Ozonation treatment and vacuum packaging are carried out to maintain product quality, reduce post-harvest losses, ensure food safety and extend the shelf life of vegetables. Choosing the right type of packaging is a challenge. The purpose of this study was to determine the effect of plastic packaging type on the storage time of fresh vegetables after ozonation based on physical parameters, water vapour transmission rate (WVTR), and water vapour permeability (WVP). The method used in this research is Randomized Group Design (RAK) with 3 treatments and 3 replicates and physical analysis using the scoring test method. The results of this study show that HDPE vacuum packaging has a better ability to withstand water vapor transmission rate (WVTR) and water vapor permeability (WVP) in all types of vegetables, as well as in physical testing including color, texture and appearance carried out based on scoring tests with an average value of 3, HDPE packaging has the best stability in preventing product quality deterioration to extend shelf life when compared to PP and LDPE packaging. These results are expected to be a recommendation for the type of packaging that is suitable in packaging fresh vegetable products to maintain product stability.

© Politeknik Negeri Ketapang

PENDAHULUAN

Komoditas sayuran merupakan sektor penting dalam pertanian global, dengan kontribusi signifikan terhadap ketahanan pangan dan perekonomian termasuk di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (Ummah, 2019), sayuran seperti tomat, buncis, dan selada menjadi komoditas penting dengan produksi masing-masing mencapai 1.376.837 ton, 303.373 ton, dan 70.641 ton per tahunnya. Perkembangan teknologi modern seperti hidroponik telah berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produksi sayuran di Indonesia, memungkinkan budidaya sayuran secara lebih efisien dan berkelanjutan, bahkan jika dalam kondisi lahan terbatas (Muhammad et al., 2021). Namun, sifat alami sayuran yang mudah rusak menjadi tantangan besar, terutama karena kandungan air yang tinggi dan proses biologis yang masih berlangsung setelah panen (Saidi et al., 2021). Berbagai faktor, seperti aktivitas mikroba, oksidasi, dan perubahan fisiokimia selama penyimpanan serta distribusi, dapat menyebabkan penurunan kualitas produk sayuran (Pangan et al., 2024). Di Indonesia, hortikultura yang tidak dapat dimanfaatkan diistilahkan sebagai "kehilangan" (*losses*) mencapai 25-40%, nilai ini sangat besar bila dibandingkan dengan negara-negara maju dengan tingkat kehilangan dibawah 25 % (Arista, 2021). Melimpahnya komoditas sayuran menjadi tantangan tersendiri untuk dapat menjaga kualitas produk tetap awet dan aman hingga di gunakan.

Mempertahankan kesegaran dan kualitas produk pertanian seperti sayuran selama penyimpanan merupakan hal krusial untuk mengurangi kerugian pascapanen dan memastikan keamanan pangan. Menurut (Arista, 2021), sayuran merupakan komoditas sumber pangan kaya nutrisi, terutama vitamin, mineral, dan komponen bioktif serta banyak mengandung air sehingga mudah mengalami kerusakan, hal ini membuat sayuran cenderung digunakan untuk konsumsi jangka pendek. Menurut (Arista, 2021), faktor penyebab kerusakan sayuran seperti proses respirasi yang masih berjalan, kandungan air yang tinggi, kerusakan mekanis, pengaruh mikroorganisme, reaksi enzimatis dan perubahan kimiawi. Penurunan kualitas pada sayuran ditandai dengan perubahan warna, layu, tekstur atau kehilangan kekenyalan, adanya lendir atau bercak jamur dan tanda tanda pertumbuhan mikroba lainya (Saidi et al., 2021). Penanganan pasca panen sebelum proses penyimpanan akan membantu memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas sayuran dan biji bijian.

Penerapan teknologi pasca panen seperti ozonisasi akan membantu mengurasi potensi kerusakan produk pertanian. Ozon berbentuk gas merupakan salah satu oksidator kuat yang banyak digunakan sebagai agen desinfektan dan sanitazier pada berbagai produk pangan (Hidayah et al., 2021). Peran ozon dalam bahan pangan selain sebagai desinfektan, yaitu bersifat deodorasi (mampu menghilangkan bau yang diakibatkan senyawa organic dan mikroorganisme), bersifat dekolorasi (menghilangkan zat pewama organik) dan mampu mendegradasi atau menguraikan berbagai senyawa organic dan mengoksidasi logam berat (Asgar et al., 2015). Mekanisme ozon dalam membunuh mikroorganisme yaitu dengan mengoksidasi kelompok sulfhidril dan asam amino dari enzim, kemudian ozon mengoksidasi asam lemak tak jenuh sehingga terjadi lisis (Farizha et al., 2022). Selain itu, ozon juga dapat mendegradasi dinding sel yang mengakibatkan gangguan sel dan menyebabkan perubahan permeabilitas sel (Budi Hartoyo & Rachma, 2023). Ozonisasi dapat memperpanjang umur simpan buah, sayur dan serealia, menjaga kesegaran produk, tidak mempengaruhi nilai gizi dan mampu melarutkan beberapa jenis pestisida dan ozon sendiri adalah antimikroba yang tidak meninggalkan residu (Siahaan & Widayanti, 2020). Salah satu cara penyimpanan sayuran yang dapat dilakukan pasca ozonisasi adalah dengan menggunakan kemasan plastik yang di vakum agar mencegah kontaminasi dan memperpanjang masa simpan.

Kemasan memiliki peran vital dalam melindungi produk pertanian dari berbagai faktor eksternal yang dapat menurunkan kualitas, seperti kelembapan, cahaya, dan oksigen. Menurut (Fadji et al., 2023) kelembapan tinggi dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme serta menyebabkan kerusakan fisik, sementara paparan cahaya dan oksigen berisiko mempercepat degradasi nutrisi dan proses oksidasi, terutama pada sayuran. Pengemasan vakum merupakan teknik pengemasan dengan cara mengeluarkan oksigen dari produk pangan (Maherawati et al., 2023). Vacuum berfungsi untuk memodifikasi komposisi udara pada kemasan sehingga mengurangi laju respirasi (Lindriati et al., 2022). Pengemasan vakum pada produk holtikultura akan menghambat pertumbuhan bakteri karena pada kondisi vakum pertumbuhan bakteri aerob akan terhambat, sehingga memperkecil terjadinya perubahan bau, rasa dan penampakan produk (Maherawati et al., 2023). Pemilihan teknik pengemasan memerlukan pertimbangan yang disesuaikan dengan karakteristik produk pangan yang akan dikemas, ukuran kemasan, bahan kemasan, desain, sifat permeabilitas kemasan dan lain sebagainya (Prabowo et al.,

2023).

Permeabilitas uap air merupakan faktor kunci dalam menilai efektivitas kemasan dalam mempertahankan stabilitas produk pertanian (Omodara et al., 2021). Dua parameter utama yang digunakan untuk mengukur kemampuan kemasan dalam mengontrol perpindahan uap air adalah *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) dan *Water Vapor Permeability* (WVP), yang berperan dalam menentukan tingkat perlindungan terhadap perubahan kadar air di dalam kemasan (Fatmawati et al., 2025). Semakin besar laju permeabilitas bahan pengemas, semakin besar laju perpindahan uap air yang dapat melewati permukaan bahan pengemas. Kegunaan permeabilitas ini adalah untuk memperkirakan umur simpan dan mempertahankan mutu produk dalam kemasan agar dapat bertahan lama (Siahaan & Widayanti, 2020). Pemilihan jenis kemasan menjadi salah satu parameter yang penting untuk di pertimbangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kemasan plastik terhadap lama penyimpanan sayuran segar pasca ozonisasi: studi parameter fisik, *water vapour transmission rate* (WVTR), dan *water vapour permeability* (WVP).

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian dan Analisis Data

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, pengukuran laju transmisi uap air dan permeabilitas uap air dilakukan secara eksperimen menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis kemasan plastik dan variabel terikan adalah nilai WVTR dan WVP (Film et al., 2024). Analisis data hasil penelitian kemudian dilakukan analisa Analysis of Variance (ANOVA) dan uji lanjut metode Tukey menggunakan aplikasi Minitab 18. Pengamatan fisik dilakukan dengan menggunakan uji scoring metode Likert and Guttman (Tuna, 2024) dan dilakukan pengolahan data menggunakan excel.

Alat dan Bahan

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini Ozone Generator 20 gram O_3 (Hight Capacity Water Purifier Treatment) merek Elitech, Food Saver FM2000 Series Vacuum Sealing, Kulkas LG tipe GN-M702GLH, Timbangan Digital SI - 130 - kapasitas 2,5 kg, gunting, bulpoin, kertas, wadah plastik dan saringan.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini kertas label, (tomat merah, buncis, selada) dalam kondisi segar yang di beli dari pasar Kepatihan, Jember. Kemasan plastik PP (*Polypropylene*), LDPE (*Low-density polyethylene*) dan HDPE (*High-Density Polyethylene*) yang di beli dari toko serba ada Rindang, Jember.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini di lakukan melalui tiga tahapan, proses (1) Pencucian bahan dengan menggunakan teknologi ozonisasi. (2) Pengukuran laju transmisi uap air (WVTR) dan permeabilitas uap air (WVP). (3) Pengamatan stabilitas bahan secara fisik meliputi (warna, tekstur dan kenampakan).

Proses Ozonisasi

Proses ozonisasi dengan menggunakan metode yang dilakukan oleh (Ulfatimah et al., 2023), (Budi Hartoyo & Rachma, 2023) yang telah di modifikasi. Ozon (O_3) dilarutkan dalam air untuk mencuci buah dan sayuran. Proses ini bertujuan untuk mensterilkan permukaan produk tanpa menghilangkan warna atau aroma alami serta tidak merusak kandungan gizi. Konsentrasi ozon yang digunakan 3,5 mg/L atau 3,5 ppm dengan durasi waktu pencucian selama 15 menit. Menurut (Haifan, 2017), ozon berfungsi sebagai oksidator kuat yang dapat membunuh mikroorganisme patogen seperti bakteri dan jamur, serta menghilangkan residu pestisida dan logam berat dari permukaan produk. Ini dilakukan melalui proses oksidasi yang merusak dinding sel mikroba.

Pengukuran WVTR dan WVP

Laju transmisi uap air (Water Vapor Transmission Rate/WVTR) dan permeabilitas uap air (*Water Vapour Permeability*/WVP) terhadap kemasan diukur dengan menggunakan metode gravimetri (ASTM E96-95) yang telah di lakukan oleh (Nugraha et al., 2018) yang di modifikasi. Prinsip kerja dari metode ini adalah mengukur besarnya uap air dan permeabilitas yang mampu menembus jenis kemasan yang

berbeda (LDPE, PP dan HDPE) dengan cara melakukan perhitungan dengan rumus :

$$\text{WVTR} = \frac{S\text{lope kenaikan berat bahan } (\frac{\text{gram}}{\text{jam}})}{\text{Luas permukaan bahan}}$$

$$\text{WVP} = \frac{\text{WVTR x Tebal kemasan}}{\text{P } (R1 - R2)}$$

Keterangan : jenis plastik PP: 0,05 mm = 5 x 10^{-5}m**,** LDPE: 0,05 mm = 5 x 10^{-5}m**,** HDPE: 0,03 mm = 3 x 10^{-5}m dan kelembapan 50% (Rh kulkas)**,** P (tekanan uap): 0,31**,** R_1: 0,50**,** R_2: 0

Bahan penelitian terdiri dari tomat, buncis dan selada segar yang telah dilakukan ozonisasi di kemas vakum menggunakan tiga jenis kemasan yang berbeda yaitu PP (*Polypropylene*), LDPE (*Low-density polyethylene*) dan HDPE (*High-Density Polyethylene*) yang di kondisikan pada Rh 50%. Diamati perubahan bobot kemasan setiap satu jam selama tujuh jam pengamatan dengan tiga kali ulangan. WVTR atau WVP dinyatakan dalam satuan gram per meter persegi per hari (g/m²/hari) (Film et al., 2024).

Pengamatan Fisik (Uji Scoring)

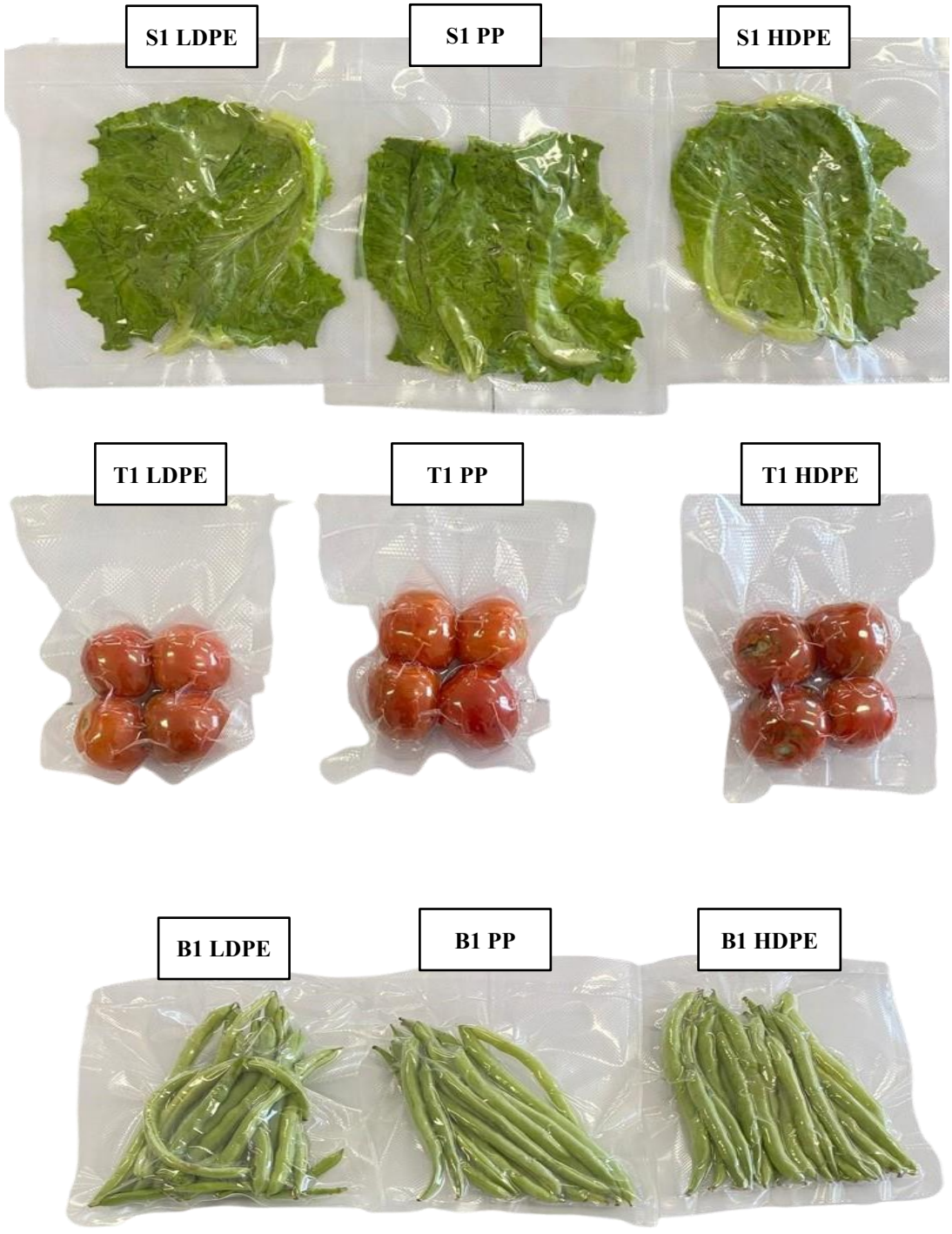
Pengamatan fisik dilakukan dengan menggunakan uji scoring terhadap respon warna, tekstur dan kenampakan selama 10 hari pengamatan. Pengambilan data menggunakan metode Likert and Guttman dilakukan dental uji *scoring test* yaitu metode uji dengan menggunakan lembar penilaian / *scre sheet* untuk menentukan tingkat stabilitas produk pertanian berdasarkan skala 1 sebagai nilai terendah dan angka 5 sebagai nilai tertinggi (Tuna, 2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah bahan penelitian seperti tomat segar, buncis segar dan selada segar selesai dilakukan pencucian awal dengan menggunakan teknik ozonisasi selama 15 menit, bahan siap untuk di kemas vakum. Teknologi ozonisasi ialah salah satu teknologi yang dapat memperpanjang umur simpan sayuran menjaga kesegaran produk, tidak mempengaruhi nilai gizi dan mampu melarutkan beberapa jenis pestisida dan ozon sendiri adalah antimikroba yang tidak meninggalkan residu (Siahaan & Widayanti, 2020). Ozon memiliki sifat unik yang tidak menimbulkan efek negatif karena dapat langsung terurai menjadi oksigen (O_2), Sifat ini menjadikannya alternatif yang potensial sebagai pengganti bahan pengawet seperti formalin (Budi Hartoyo & Rachma, 2023). Molekul ozon yang bersifat tidak stabil cenderung melepaskan satu atom oksigen melalui proses oksidasi, yang kemudian berubah menjadi molekul oksigen (O_2) yang lebih stabil. Kemampuan ozon sebagai oksidator kuat memungkinkan penggunaannya dalam berbagai sektor industri dan aplikasi lainnya (Haifan, 2017).

Menurut (Karaca & Velioglu, 2014), penanganan ozonisasi dalam air dan gas secara efektif menginaktivasi inokulasi mikroorganisme seperti E.coli dan L. innocua yang merupakan patogen berbahaya bagi sayuran segar. Dengan pemberian 12,5 mg/L air ozonisasi selama 15 menit pada suhu 50ºC, terbukti menginaktifasi bakteri patogen berbahaya tersebut. Ditambahkan oleh (Zainuri et al., 2018), bahwa pada kombinasi perlakuan ozon dan pengemasan secara efektif mengurangi kontaminasi E. Coli pada buah tomat. Pencucian dengan ozon pada sayuran selama 5 menit (konsentrasi maksimum 3.5 mg/L) terbukti menurunkan kerusakan karena jamur dan kehilangan kadar air selama penyimpanan dingin tanpa mempengaruhi parameter mekanis pada sayuran (Contigiani et al., 2018). Aplikasi ozon dalam air (0,8 mg/L selama 30 detik) sebelum pengemasan menurunkan dampak penguningan (*yellowing*) dan mempertahankan karakteristik kesegaran serta memperpanjang umur simpan dari bayam dan selada potong selama 3 hari (Chen et al., 2020). Menurut (Putri et al., 2024), teknologi ozonisasi bisa memperpanjang umur simpan untuk buah dan sayur 7 hari sampai lebih apabila diberikan pada kemasan buah dan sayur selama 2 menit.

Bahan di vakum dengan jenis plastik yang berbeda yaitu PP (*Polypropylene*), LDPE (*Low-density polyethylene*) dan HDPE (*High-Density Polyethylene*) seperti pada Gambar 1, dan disimpan pada kondisi Rh 50% untuk mengukur laju transmisi uap air dan permeabilitas uap air.



Gambar 1. Bahan yang di kemasan vakum (S1) selada ulangan 1 (T1) tomat ulangan 1 (B1) buncis ulangan 1 (Hasil Penelitian, 2025)

Kemasan berperan penting dalam melindungi produk dari potensi bahaya kerusakan, kemasan juga berfungsi sebagai barrier protection yang dapat menghambat masuknya oksigen, uap air, debu, dan cahaya matahari, sehingga membantu menjaga kualitas produk pangan (Herudiansyah et al., 2019). Kemasan yang aman harus memenuhi beberapa kriteria, seperti bersifat nontoksik, inert (tidak bereaksi dengan produk), kompatibel dengan bahan yang dikemas, higienis untuk mencegah kontaminasi, praktis dalam penanganan, mudah didaur ulang, serta ramah lingkungan dan sesuai dengan standar yang berlaku Pengemasan yang tepat tidak hanya memperpanjang umur simpan produk tetapi juga dapat mencegah kontaminasi (Kocetkovs & Muizniece-brasava, 2020). Pemilihan jenis kemasan harus mempertimbangkan kemampuannya dalam menghambat laju permeabilitas uap air guna menjaga

stabilitas dan kualitas produk selama penyimpanan. Kemasan dengan tingkat permeabilitas yang rendah lebih efektif dalam mencegah kehilangan kelembapan atau penyerapan air yang dapat mempercepat kerusakan produk pangan (Versino et al., 2023). Hasil pengukuran laju transmisi uap air (*Water Vapor Transmission Rate*/WVTR) dan permeabilitas uap air (*Water Vapour Permeability*/WVP) pada tiga jenis kemasan yang berbeda disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran WVTR dan WVP

Jenis Plastik	Bahan	Parameter	
		WVTR	WVP
Vakum LDPE	Tomat	10.03446 ± 0.000056[a]	0.00032 ± 0.000001[a]
Vakum LDPE	Buncis	9.22034 ± 0.000001[b]	0.00029 ± 0.000013[b]
Vakum LDPE	Selada	6.46795 ± 0.000006[c]	0.00021 ± 0.000010[c]
Vakum PP	Tomat	3.92602 ± 0.000006[d]	0.00013 ± 0.000000[d]
Vakum PP	Buncis	2.43562 ± 0.000005[e]	0.00008 ± 0.000001[d]
Vakum PP	Selada	3.66765 ± 0.000005[f]	0.00012 ± 0.000005[e]
Vakum HDPE	Tomat	0.42176 ± 0.000063[g]	0.00001 ± 0.000003[f]
Vakum HDPE	Buncis	0.76702 ± 0.000001[h]	0.00002 ± 0.000002[f]
Vakum HDPE	Selada	1.11235 ± 0.000011[i]	0.00002 ± 0.000001[f]

(Hasil Penelitian, 2025)

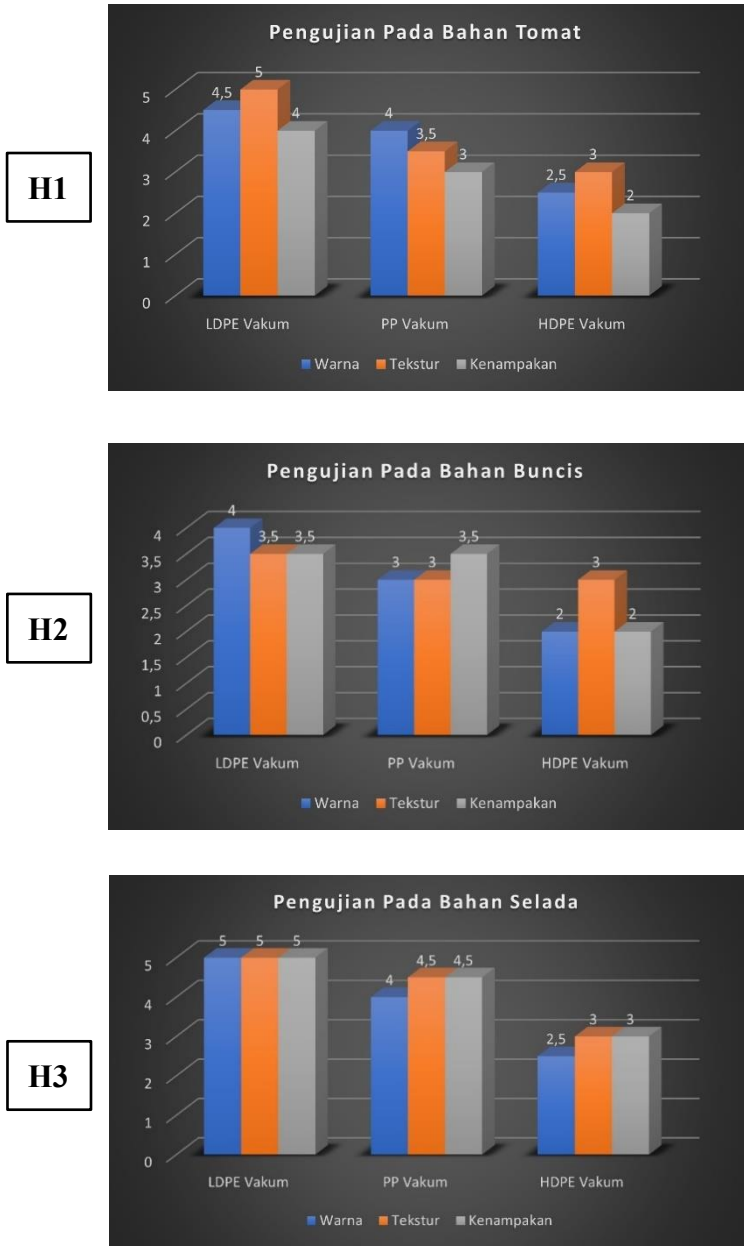
Keterangan: Nilai merupakan rata-rata dari 3 kali pengulangan ± standar deviasi. Perbedaan notasi pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf 5%.

Hasil analisis of varian (ANOVA) menunjukan bahwa jenis kemasan vakum HDPE (*High-Density Polyethylene*) memiliki kemampuan lebih baik dalam menahan laju transmisi uap air (WVTR) dan permeabilitas uap air (WVP) pada semua jenis sayuran seperti tomat, buncis dan selada jika dibandingkan dengan jenis plastik PP dan LDPE. Plastik polietilen merupakan bahan kemasan yang dihasilkan melalui proses polimerisasi monomer etilena. Material ini bersifat fleksibel, mudah dibentuk, serta memiliki tingkat ketahanan yang baik terhadap udara dan uap air. Selain itu, polietilen tidak mudah terdegradasi pada suhu rendah dan tetap stabil hingga -50°C (Risma Dewi et al., 2022). Menurut (Latif & Setiawan, 2023), plastik polietilen terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu Low-Density Polyethylene (LDPE) dan High-Density Polyethylene (HDPE). HDPE dikenal memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap suhu hingga 120°C serta bersifat kedap terhadap air, lemak, asam, basa, cahaya, dan udara (Deglas, 2023). Selain itu, HDPE memiliki daya proteksi yang lebih baik terhadap senyawa kimia dan gas oksigen dibandingkan LDPE serta lebih tahan terhadap oksidasi akibat panas dan cahaya (Megaprastio et al., 2023). HDPE diketahui memiliki densitas yang tinggi, sehingga kemasan jenis ini cocok digunakan untuk mengemas buah atau sayuran yang masih mengalami respirasi selama penyimpanan. Densitas yang tinggi mampu mengurangi laju sirkulasi udara, sehingga dapat menekan perubahan warna dan susut bobot pada sayuran selama masa penyimpanan (Annazhifah et al., 2024).

Jenis kemasan plastik PP (*Polypropylene*) memiliki kemampuan menahan laju transmisi uap air (WVTR) dan permeabilitas uap air (WVP) lebih baik setelah HDPE serta kemampuan paling rendah pada plastik jenis LDPE. Menurut Wulandari *et al.,* 2013, polipropilen merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Polipropilen mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190-200 ºC), sedangkan titik kristalisasinya antara 130- 135 ºC. Polipropilen mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (hemical resistance) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah. PP memiliki permeabilitas uap air 0,0021 g/m².hari.mmHg, lebih baik dibanding LDPE (0,0159 g/m².hari.mmHg). Hal ini meminimalkan transfer kelembaban antara produk dan lingkungan (Annazhifah et al., 2024). Kemasan PP mempunyai sifat permeabilitas terhadap uap air dan gas yang rendah sehingga mampu menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk maupun mencegah oksidasi lemak (Nursafira et al., 2021). *Low Density Polyethylene* (LDPE) adalah polietilen dengan densitas rendah dan memiliki sifat lentur atau fleksibel. LDPE memiliki densitas 0,91-0,94 g/cm3, separuhnya berupa kristalin (50% - 60%) dan memiliki titik leleh berkisar antara 105 -115℃ (Tirsa Widiatika et al., 2021). Namun LDPE memiliki kelemahan dalam aplikasi kemasan vakum untuk sayuran karena sifatnya yang kurang tahan terhadap permeabilitas uap air. Tingkat transmisi uap air yang relatif tinggi dapat menyebabkan peningkatan kehilangan kelembapan atau penyerapan air, yang berisiko mempercepat proses kerusakan pada produk segar (Lindriati et al., 2022).

Hasil pengamatan fisik berupa warna, tekstur dan kenampakan terhadap stabilitas produk

sayuran segar untuk mengukur lama penyimpanan selama 10 hari dengan menggunakan metode *scoring test* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil analisis fisik terhadap stabilitas (lama penyimpanan) bahan (H1) tomat (H2) buncis dan (H3) selada pada jenis kemasan LDPE, PP dan HDPE (Hasil Penelitian, 2025)

Hasil analisa pengamatan fisik berdasarkan uji *scoring test* yang dilakukan dengan menggunakan skala 1 (sangat baik) hingga skala 5 (sangat tidak baik) menunjukan bahwa jenis plastik HDPE memiliki nilai rata – rata maksimal di angka 3 dari hari pertama hingga hari ke-10 pada semua jenis bahan berdasarkan parameter warna, tekstur dan kenampakan. Hal ini menjelaskan bawah produk yang di kemas dengan kemasan HDPE memiliki stabilitas paling baik di bandingkan dengan jenis kemasan lainnya, sehingga produk cenderung lebih tahan terhadap perubahan mutu selama proses penyimpanan. High Density Polyethylene (HDPE) merupakan jenis termoplastik PE dari rantai panjang etilen dengan sedikit percabangan. HDPE dibuat dengan proses katalitik sehingga memiliki kekuatan tarik dan gaya antar molekul sangat kuat. Struktur rantai dari HDPE terdiri dari ikatan C – C dan C – H memiliki energi ikatan yang kuat antara 300-600 kJ/mol (Deglas, 2023). Selain itu HDPE memiliki kepadatan yang lebih tinggi yang menyebabkan tingginya stabilitas, kekerasan, kekuatan mekanik, opasitas, daya tahan terhadap tekanan uap air dan permeabilitas uap air serta daya tahannya pada suhu tinggi hingga 120 ^{o}C (Khoironi et al., 2021). Hasil penelitian dari (Respati, 2020), sayuran pakcoy yang disimpan dalam kemasan HDPE menunjukkan penurunan susut bobot yang lebih rendah dibandingkan

dengan kemasan lain seperti PP dan PE. Ini mengindikasikan bahwa HDPE lebih baik dalam menjaga kadar air dan mencegah dehidrasi. Sayuran yang dikemas dalam HDPE juga menunjukkan stabilitas warna yang lebih baik selama penyimpanan.

High-Density Polyethylene (HDPE) memiliki permeabilitas uap air yang rendah sehingga laju keluar masuknya air selama penyimpanan akan lebih lambat (Deglas, 2023). Selain itu, faktor eksternal berupa suhu dan kelembaban lingkungan dapat mempengaruhi laju perpindahan uap air dari produk ke lingkungan, dan sebaliknya. Selama penyimpanan, produk cenderung akan menyerap air bila berada di lingkungan dengan kelembaban (RH) yang tinggi, dan akan melepaskan air ketika berada di lingkungan dengan RH yang rendah. Dengan sifat kedap uap air yang dimiliki HDPE, produk yang dikemas cenderung lebih stabil dan memiliki umur simpan lebih lama karena risiko perubahan kadar air yang dapat menyebabkan deteriorasi dapat diminimalkan (Maherawati et al., 2023). Platik jenis HDPE menunjukan bahwa perubahan paling signifikat terdapat pada parameter tekstur selama penyimpanan. Menurut (Maslahatul et al., 2024) perubahan tekstur pada produk hortikultura terjadi akibat degradasi komponen penyusun dinding sel menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga menyebabkan melemahnya struktur dinding sel serta berkurangnya kohesi antar jaringan. Selama proses penyimpanan, produk hortikultura tetap mengalami respirasi, di mana karbohidrat sebagai senyawa kompleks dipecah menjadi air (H_2O), karbon dioksida (CO_2), dan energi dalam bentuk panas. Penurunan kadar air serta pengkristalan gula dalam buah juga berkontribusi terhadap perubahan kekerasan, yang dapat menyebabkan tekstur menjadi lebih kaku atau bahkan mengeras seiring waktu (Mutia et al., 2014).

Jenis plastik LDPE memiliki nilai *scoring test* rata – rata diangka 5 di hampir semua jenis kemasan berdasarkan parameter warna, tekstur dan kenampakan. Hal ini menunjukan jenis plastik LDPE memiliki stabilitas yang paling rendah sebagai pengemas produk sayuran, sehingga produk cenderung mengalami kemunduran mutu lebih cepat dibandingkan kemasan lainnya. Low Density Polyethylene (LDPE) merupakan jenis plastik yang diproduksi pada suhu tinggi (200-300^{o}C) dan tekanan etilena superkritis (130-260 MPa), menggunakan bantuan radikal bebas peroksida. LDPE memiliki rantai panjang dan bercabang dengan massa jenis bervariasi antara 0,92 sampai 0,93 g/cm^3 . Plastik jenis ini banyak digunakan sebagai pembungkus makanan karena memiliki sifat yang lentur namun kuat (Tirsa Widiatika et al., 2021). LDPE memiliki permeabilitas yang tinggi terhadap gas, termasuk oksigen dan karbon dioksida. Hal ini dapat mempercepat proses pembusukan sayuran karena oksigen dapat memicu respirasi dan pertumbuhan mikroorganisme, sementara karbon dioksida yang terakumulasi dapat menyebabkan kerusakan pada tekstur, warna dan kualitas sayuran (Riany et al., 2023). Selama penyimpanan, sayuran terus melakukan respirasi, menghasilkan gas seperti karbon dioksida (CO_2). Jika sayuran disimpan dalam kemasan yang tidak kedap udara, akumulasi CO_2 dapat mempengaruhi metabolisme selanjutnya dan menyebabkan perubahan warna lebih cepat (Maslahatul et al., 2024). Ketika klorofil terurai, pigmen lain seperti karotenoid (yang berwarna kuning dan oranye) menjadi lebih dominan. Ini adalah bagian dari proses alami yang dikenal sebagai senescence atau kemunduran sel yang mempengaruhi perubahan warna pada sayuran hijau (Murtiwulandari et al., 2020).

KESIMPULAN

Penelitian dilakukan dengan memberikan perlakukan ozonisasi terhadap sayuran tomat, buncis dan selada segar sebagai upaya pencucian bersifat desinfektan yang dapat memperpanjang umur simpan sayuran menjaga kesegaran produk, tidak mempengaruhi nilai gizi dan mampu melarutkan beberapa jenis pestisida serta bersifat antimikroba yang tidak meninggalkan residu. Kemasan vakum jenis HDPE (*High-Density Polyethylene*) memiliki kemampuan lebih baik dalam menahan laju transmisi uap air (WVTR) dan permeabilitas uap air (WVP) pada semua jenis sayuran, serta pada pengujian fisik meliputi warna, tekstur dan kenampakan yang dilakukan berdasarkan *scoring test* kemasan HDPE memiliki stabilitas paling baik dalam mencegah kemunduran mutu produk untuk memperpanjang masa simpan jika dibandingkan dengan kemasan PP dan LDPE. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang analisis mikrobiologi dan perubahan nutrisi dari sayuran selama proses pengemasan pasca ozonisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis memberikan ucapan terimakasih pada semua pihak yang terlibat dalam penulisan paper ini, semoga kedepan kolaborasi akan terus di tingkatkan guna menghasilkan karya yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Annazhifah, N., Nurlia, N., Nafisah, A., & Aisyah, D. (2024). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi TERHADAP Analysis of the Type of Plastic Packaging on Quality Characteristics of Gipang during Storage Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. *23*(2019), 130–136.

Arista, N. I. D. (2021). *Penanganan Pasca Panen Sayuran Serta Strategi Sosialisasinya Kepada Masyarakat Ditengah Pandemi Covid-19*. 207–216. https://doi.org/10.25047/agropross.2021.223.

Asgar, A.,M. Darkam., A.S. Donydan Z.H.Hassan.2015. Teknologi Ozonisasi Untuk Mempertahankan Kesegaran Cabai Cultivar Kencana Selama Penyimpanan. Jurnal Pascapanen Pertanian, 12(1) : 20-26.

Budi Hartoyo, & Rachma, Y. A. (2023). Pemanfaatan Teknologi Ozon Sebagai Green Technology pada Penanganan Hasil Pertanian. *Jurnal Agrifoodtech*, *1*(2), 68–80. https://doi.org/10.56444/agrifoodtech.v1i2.328

Chen, C., Liu, C., Jiang, A., Zhao, Q., Liu, S., & Hu, W. (2020). Effects of Ozonated Water on Microbial Growth, Quality Retention and Pesticide Residue Removal of Fresh-cut Onions. *Ozone: Science and Engineering*, *42*(5), 399–407. https://doi.org/10.1080/01919512.2019.1680527

Contigiani, E. V., Jaramillo-Sánchez, G., Castro, M. A., Gómez, P. L., & Alzamora, S. M. (2018). Postharvest Quality of Strawberry Fruit (Fragaria x Ananassa Duch cv. Albion) as Affected by Ozone Washing: Fungal Spoilage, Mechanical Properties, and Structure. *Food and Bioprocess Technology*, *11*(9), 1639–1650. https://doi.org/10.1007/s11947-018-2127-0

Deglas, W. (2023). Pengaruh Jenis Plastik Polyethylene (Pe), Polypropylene (Pp), High Density Polyethylene (Hdpe), Dan Overheated Polypropylene (Opp) Terhadap Kualitas Buah Pisang Mas. *Jurnal Pertanian Dan Pangan*, *5*(1), 33–42.

Edi Nugraha, B., Ahmad, U., & Eko Pujantoro, L. (2018). Efficacy of Liquid Smoke and Characterization of Beeswax and Liquid Smoke Combination as Fruit Coating for Prevention of Fruit Base Rot Desease on Salak Pondoh. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, *6*(3), 287–294. https://doi.org/10.19028/jtep.06.3.287-294

Farizha, K. M., Legowo, A. M., & Pratama, Y. (2022). Aplikasi Teknologi Ozon Pada Bahan Pangan. *Jurnal Teknologi Pangan*, *5*(1), 27–29. https://doi.org/10.14710/jtp.2021.23616

Fatmawati, A., Suseno, N., Savitri, E., Masui, G. T., & Ivony, F. A. (2025). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Chitosan-Based Coating Application to Enhance Antimicrobial and Water Vapor Barrier Properties of Industry-Manufactured Paper*. *27*(11), 515–522.

Film, G. E., Arisyida, C. P., Sholichah, E., Budiati, T., & Kunci, K. (2024). *Karakterisasi Edible Film Berbasis Tepung Glukomanan*. *3*(4), 155–164. https://doi.org/10.25047/jofe.v3i4.4729

Haifan, M. (2017). Review Kajian Aplikasi Teknologi Ozon untuk Penanganan Buah , Sayuran dan Hasil Perikanan. *Jurnal IPTEK*, *1*(1), 15–21.

Herudiansyah, G., Candera, M., & Pahlevi, R. (2019). Penyuluhan Pentingnya Label Pada Kemasan Produk Dan Pajak Pada Usaha Kecil Menengah (Ukm) Desa Tebedak Ii Kecamatan Payaraman Ogan Ilir. *Suluh Abdi*, *1*(2). https://doi.org/10.32502/sa.v1i2.2296

Hidayah, N., Winarti, C., & Ahmad, U. (2021). Ozone to Overcome Aspergillus flavus and Aflatoxin in Grains: Opportunities and Challenges of Implementation. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, *40*(2), 149. https://doi.org/10.21082/jp3.v40n2.2021.p149-158

Karaca, H., & Velioglu, Y. S. (2014). Effects of ozone treatments on microbial quality and some chemical properties of lettuce, spinach, and parsley. *Postharvest Biology and Technology*, *88*, 46–53. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.09.003

Khoironi, A., Huda, K., Hambyah, I., & Dianratri, I. (2021). Pengaruh mikroplastik polietilen dan oxo-degradable (Oxium) pada pertumbuhan Mikroalga Tetraselmis Chuii. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *19*(2), 211–218. https://doi.org/10.14710/jil.19.2.211-218

Kocetkovs, V., & Muizniece-brasava, S. (2020). *Hdpe Polymer and Biodegradable Packaging , Effect on the Shelf*. *August*.

Latif, A., & Setiawan, A. (2023). Pengaruh Penambahan Plastik High Density Polyethylene (HDPE) dan Low Density Polyethylene (LDPE) Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC Menggunakan Metode Kering. *Sainteks*, *20*(2), 153–165. https://doi.org/10.30595/sainteks.v20i2.17200

Lindriati, T., Suwasono, S., & Widiyaningsih, W. R. (2022). Aplikasi Kemasan Vakum Non Vakum pada Nugget Ayam Substitusi Daging Analog Berbahan Baku Umbi Kimpul dan Isolat Protein Kedelai Applications of Vacuum and non-Vacuum Packaging for Chicken Nugget Substituted with

Meat Analog from Cocoyam and Soy Protein Is. *Jurnal Teknologi Pangan*, *6*(1), 18–25. www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan.

Maherawati, M., Rahayuni, T., & Hartanti, L. (2023). Aplikasi Teknik Pengemasan Vakum Untuk Meningkatkan Masa Simpan Produk Hasil Perairan Dan Peternakan. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *7*(3), 2089. https://doi.org/10.31764/jmm.v7i3.14338

Maslahatul, I., Hudawi, N., & Mufti, M. U. (2024). *Pengaruh Jenis Pengemasan Terhadap Penyimpanan Produk Segar Tomat , Cabai Merah Dan Kangkung The Effect of Packaging Type on the Storage of Fresh Tomatoes , Red Chilies and Water Spinach Products*. *1*(2), 58–63.

Megaprastio, B., Syamsiro, M., Saputro, M. A., & Rina, F. (2023). Teknologi Pirolisis untuk Konversi Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak : Kajian Literatur. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *18*(2), 229. https://doi.org/10.32497/jrm.v18i2.4443

Muhammad, I., Fatmi, N., & Alchalil, A. (2021). Pemanfaatan Teknologi Hidroponik Sayuran Organik Berbantuan Panel Surya (Hydroponic Solar Panels). *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, *4*(1), 1. https://doi.org/10.29103/relativitas.v4i1.3569

Murtiwulandari, M., Archery, D. T. M., Haloho, M., Kinasih, R., Tanggara, L. H. S., Hulu, Y. H., Agaperesa, K., Khristanti, N. W., Kristiyanto, Y., Pamungkas, S. S., Handoko, Y. A., & Anarki, G. D. Y. (2020). Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kualitas hasil panen komoditas Brassicaceae. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, *11*(2), 136–143. https://doi.org/10.35891/tp.v11i2.2168

Mutia, A. K., Purwanto, Y. A., & Pujantoro, L. (2014). Penyimpanan Pada Tingkat Kadar Air dan Suhu yang Berbeda. *J. Pascapanen*, *11*(2), 108–115.

Nursafira, J., Munandar, A., & Surilayani, D. (2021). Mutu Bandeng Presto dengan Pengemasan Vakum. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, *9*(2), 59–68.

Omodara, M. A., McNeill, S. G., & Montross, M. D. (2021). Water vapor permeability of bag materials used for corn storage. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, *23*(4), 329–340.

Pangan, P. T., Pertanian, F., & Garut, U. (2024). *Teknik Penyimpanan dan Pengemasan untuk Pengendalian Jamur Mikotoksigenik pada Komoditas Serealia*. *1*(2), 8–25.

Prabowo, R. U., Nugraheni, D. A., Soejono, D., M., A. D., & R., J. A. (2023). Essential Knowledge Kemasan Bubuk Kopi KSU Buah Ketakasi Kecamatan Silo Kabupaten Jember. *ABDIKAN: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains Dan Teknologi*, *2*(2), 256–262. https://doi.org/10.55123/abdikan.v2i2.1869

Putri, D. P., Artati, D., Sukarta, D., Sulanjana, E., Histifarina, D., Ma'muri, Anggara, C. E. W., Kuala, S. I., Apriyanto, I. F., Widodo, T. W., & Desnilasari, D. (2024). The quality of chili (Capsicum annum L.) during storage after ozone water treatment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1413*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1413/1/012061

Respati, J. I. (2020). *847-2974-1-Pb*. *11*(1), 33–45.

Riany, F., Sumartin, T. N. L. D. D., Nurmayulis, N., & Kartina, K. (2023). Pengaruh Jenis Plastik dan Metode Pengemasan Terhadap Kualitas Selada Selama Penyimpanan. *AGROLOGIA: Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*, *12*(2), 193–205. https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agrologia/article/view/10988

Risma Dewi, P., Trisna Darmayanti, L. P., & Nocianitri, K. A. (2022). Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Karakteristik Cookies Ampas Tahu Selama Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, *11*(2), 261. https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i02.p08

Saidi, I. A., Azara, R., & Yanti, E. (2021). *Buku Ajar Pasca Panen dan Pengolahan Sayuran Daun Diterbitkan oleh Jl . Mojopahit 666 B Sidoarjo ISBN : 978-623-6292-21-1 Copyright © 2021 . Authors All rights reserved*.

Siahaan, S. P., & Widayanti, S. M. (2020). Peran teknologi ozonisasi dalam mempertahankan kesegaran dan memperpanjang masa simpan buah nenas (Ananas Comosus (L) Merr .) : review. *Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian*, *4*(1), 76–88.

Tirsa Widiatika, Desriantomy, & Mohamad Amin. (2021). Analisis Karakteristik Marshall Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (Hrs-Wc) Menggunakan Bahan Tambah Plastik Bekas Jenis Low Density Polyethylene (Ldpe). *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, *4*(2), 172–180. https://doi.org/10.52868/jt.v4i2.2731

Tuna, I. (2024). *JURNAL PENGOLAHAN PERIKANAN TROPIS PENINGKATAN NILAI TAMBAH HASIL SAMPING IKAN TUNA (Thunnus sp .) SEBAGAI BAHAN BAKU KERUPUK INCREASING THE ADDED VALUE OF TUNA (Thunnus sp .) SIDE*. 126–132.

Ulfatimah, R., Wibisono, Y., Nurwahyuningsih, N., & Fadhila, P. T. (2023). Kajian Ozonisasi dalam

Mempertahankan Kesegaran Buah Fresh-Cut Melon Orange Meta SGH (Smart Green House) Politeknik Negeri Jember. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, *11*(2), 176–185. https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2023.011.02.07

Ummah, M. S. (2019). STATISTIK KOPI 2022. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

Versino, F., Ortega, F., Monroy, Y., Rivero, S., López, O. V., & García, M. A. (2023). Sustainable and Bio-Based Food Packaging: A Review on Past and Current Design Innovations. *Foods*, *12*(5). https://doi.org/10.3390/foods12051057

Zainuri, Jayaputra, Sauqi, A., Sjah, T., & Desiana, R. Y. (2018). Combination of ozone and packaging treatments maintained the quality and improved the shelf life of tomato fruit. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *102*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/102/1/012027