

Pengaruh Perbedaan Kemasan dan Suhu Penyimpanan Terhadap Laju Kematangan Pisang Mauli (*Musa Acuminata*)

Michael Alexander Hutabarat¹, Raudhatul Jannah^{1*}, Maria Sintya Oktaviani Bembor¹,
Farrah Widy Herlina¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Rekayasa Teknologi Industri, Institut Teknologi Kalimantan



ARTICLE INFO

Received: June 28, 2025
Accepted: November 01, 2025
Published: November 19, 2025

*) Corresponding author:
E-mail: 19221014@student.itk.ac.id

Keywords:

Food Packaging;
Musa Acuminata;
Vacuum.

Kata Kunci:

Kemasan Pangan;
Pisang Mauli;
Vacuum.

DOI:

<https://doi.org/10.56630/jago.v6i1.1038>



This is an open access article
under the CC BY license
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstract

Mauli banana (*Musa Acuminata*) is one of the superior local varieties from South Kalimantan, commonly consumed fresh. However, like other tropical fruits, it has a short shelf life due to rapid respiration and transpiration processes. This study aimed to determine the effect of packaging type and storage temperature on the ripening rate of Mauli bananas over a three-day storage period. The research used a factorial randomized block design (RBD) with two factors: packaging type (PP, PE, vacuum, and control) and storage temperature (room and chiller). Observed parameters included weight changes and organoleptic tests of color, odor, and texture evaluated by 15 trained panelists. The results showed that the optimal extension shelf life of Mauli bananas was found in the use of vacuum packaging and storage at chiller temperatures ($\pm 13-15^{\circ}\text{C}$). This combination is the most effective in maintaining the quality of color, texture, and odor of bananas, as well as inhibiting physiological changes that cause ripeness. This research was conducted in May and was conducted at Integrated Laboratory 2, Food Processing Laboratory, Kalimantan Institute of Technology.

Abstrak

Pisang Mauli (*Musa Acuminata*) merupakan salah satu varietas lokal unggulan asal Kalimantan Selatan yang banyak dikonsumsi dalam keadaan segar. Namun, seperti buah tropis lainnya, pisang ini memiliki umur simpan yang singkat akibat proses respirasi dan transpirasi yang cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kemasan dan suhu penyimpanan terhadap laju kematangan pisang Mauli selama tiga hari penyimpanan. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor yaitu jenis kemasan (PP, PE, vakum, dan kontrol) dan suhu penyimpanan (ruang dan chiller). Parameter yang diamati meliputi perubahan bobot, uji organoleptik warna, aroma, dan tekstur yang dinilai oleh 15 panelis. Hasil menunjukkan bahwa memperpanjang umur simpan pisang Mauli secara optimal terdapat pada penggunaan kemasan vacuum dan penyimpanan pada suhu chiller ($\pm 13-15^{\circ}\text{C}$). Kombinasi ini paling efektif dalam menjaga kualitas warna, tekstur, dan aroma pisang, serta menghambat perubahan fisiologis yang menyebabkan kematangan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei dan dilakukan di Laboratorium Terpadu 2, Laboratorium Pengolahan Pangan, Institut Teknologi Kalimantan.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, pisang merupakan tumbuhan yang sering dikonsumsi sehari-hari, mulai dari yang dimakan langsung, hingga diolah dengan olahan khusus sehingga menjadi lebih diminati oleh masyarakat. Secara umum buahnya memiliki rasa manis sehingga buah pisang merupakan bagian yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia (Arfiki & Barliana, 2018). Pisang (*Musa*, sp.) merupakan salah satu komoditas buah yang dapat dibudidayakan di seluruh daerah tropis, termasuk Indonesia. Pemanfaatan pisang selain dikonsumsi langsung setelah pisang masak, juga dapat diolah menjadi aneka pangan, seperti dodol pisang, keripik pisang, dan lain-lain (Aryani et al., 2018). Pisang Mauli merupakan pisang khas yang berasal dari Kalimantan Selatan. Pisang Mauli sangat digemari masyarakat sebagai buah meja karena mempunyai rasa yang lezat dan manis. Pisang tersebut mempunyai potensi untuk dikembangkan menjadi tanaman penghasil buah yang lebih berkualitas melalui usaha pemuliaan (Yulianty, 2018).

Pisang mengandung vitamin dan mineral yang unggul dibandingkan dengan buah lain, terutama untuk vitamin B6, vitamin C, kalium, serat dan mangan (Mn). Karena itu, pisang bermanfaat dalam mengobati radang pencernaan, mengendalikan tekanan darah tinggi dan stroke, mengendalikan kadar gula darah, serta mencegah depresi (Putri et al., 2017). Pisang

memiliki kandungan gizi yang tinggi, setiap 100 gram buah pisang setidaknya mengandung 2,6 gram serat, 358 mg potassium, dan 1,09 gram protein (Meysyaranta et al., 2022).

Umur simpan secara umum mengandung pengertian rentang waktu antara saat produk mulai dikemas atau diproduksi dengan saat mulai digunakan dengan mutu produk masih memenuhi syarat dikonsumsi jika ditinjau dari segi keamanan, nutrisi, dan sifat fisik, setelah disimpan dalam kondisi yang direkomendasikan (Ijayanti, 2020). Produk hortikultura segar sangat mudah rusak (*perishable*) dan mengalami penurunan mutu sangat cepat, baik karena pengaruh masa simpan ataupun karena kondisi penyimpanannya (Darniadi et al., 2020). Faktor jenis kemasan juga berpengaruh terhadap kualitas buah pisang selama proses penyimpanan. Jenis kemasan yang tepat dapat memperpanjang umur simpan buah (Syahadat, 2018). Pengemasan plastik dengan metode *vacuum* untuk mencegah penurunan kualitas buah selama masa simpan. Pengemasan dengan metode *vacuum* berfungsi untuk meningkatkan umur simpan bahan pangan terutama produk hortikultura. *Vacuum* berfungsi untuk memodifikasi komposisi udara pada kemasan sehingga mengurangi laju respirasi (Natasha et al., 2023). Plastik PE memiliki permeabilitas yang rendah terhadap air, permeabilitas yang tinggi terhadap gas dan permeabilitas yang rendah terhadap uap air. Plastik PP memiliki permeabilitas yang tinggi terhadap air, permeabilitas yang tinggi terhadap gas dan memiliki permeabilitas yang rendah terhadap uap air. Penggunaan kemasan plastik PP cenderung menghambat perkembangan dibanding kemasan plastik PE. Plastik PP cenderung lebih kedap udara sehingga dapat menghambat perkembangan mikroba pada umumnya dalam kemasan. Plastik PP juga lebih tebal dan memiliki permeabilitas yang rendah, sehingga transfer karbon dioksida (CO₂), oksigen dan uap air terhambat (Arif et al., 2021).

Pada penelitian ini, pengujian mutu dilakukan dengan melihat perubahan-perubahan yang terjadi pada buah pisang selama proses penyimpanan. Kriteria kenampakan merupakan parameter organoleptik yang cukup penting dinilai oleh panelis. Hal ini disebabkan jika kesan kenampakan baik dan disukai, maka panelis akan melihat parameter organoleptik yang lainnya (aroma, tekstur dan warna). Kenampakan juga mempengaruhi penerimaan konsumen, meskipun kenampakan tidak menentukan tingkat kesukaan konsumen secara mutlak. Keseragaman dan keutuhan suatu produk tentunya akan menarik panelis dan lebih disukai jika dibandingkan dengan produk yang beragam dan tidak utuh (Kurniawan & Deglas, 2022). Mutu buah pisang di Indonesia diatur dalam SNI 7422:2009, yang mencakup standar mutu, ukuran, toleransi, penampilan, pengemasan, pelabelan, dan aspek higienis. Pisang yang memenuhi syarat harus utuh, padat, segar, tidak memar, bersih, bebas hama dan penyakit, serta tidak rusak akibat suhu ekstrem. Buah harus layak konsumsi, tanpa aroma atau rasa asing, dan bekas putik bunga telah lepas. Untuk pisang sisiran atau tandan, batang harus proporsional, bersih, dan bebas hama. Pisang juga harus dipetik pada tingkat kematangan sesuai varietas untuk menjaga kualitas selama distribusi.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Institut Teknologi Kalimantan, Laboratorium Terpadu 2, Laboratorium Pengolahan Pangan, pada bulan Mei tahun 2025.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi plastik PE, plastik PP, plastik vakum, timbangan digital, colorimeter, mesin press sealer/alat press plastik, alat *vacuum sealer*, pisau, kertas, dan spidol. Sedangkan, bahan yang digunakan adalah Pisang Mauli yang belum matang.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan perbedaan jenis kemasan dan suhu penyimpanan yang tercantum pada Tabel berikut.

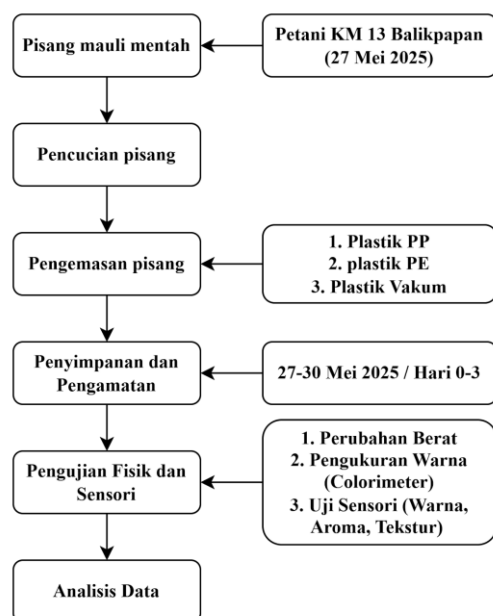
Tabel 1. Rancangan Acak Kelompok

Suhu Penyimpanan	Jenis Kemasan			
	PP	PE	Vakum	Kontrol
Suhu Ruang	a1	b1	c1	d1
	a2	b2	c2	d2
Suhu Chiller	a3	b3	c3	d3
	a4	b4	c4	d4

Perlakuan pada penelitian ini terdiri dari dua faktor, yaitu jenis kemasan (plastik PP, plastik PE, plastik vakum, dan variabel kontrol tanpa kemasan) dan suhu penyimpanan (suhu ruang dan suhu chiller), sehingga menghasilkan delapan kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi lalu dilakukan sebanyak dua kali. Sampel berupa pisang Mauli (*Musa acuminata*) yang belum matang dipilih dari petani di Kota Balikpapan dengan keseragaman tingkat kematangan dan kondisi fisik yang baik. Pengamatan pisang dilakukan selama tiga hari, dan diamati setiap hari. Parameter yang diamati meliputi perubahan bobot, uji organoleptik (warna, aroma, dan tekstur) oleh 15 orang panelis terlatih, serta pengukuran warna kulit menggunakan colorimeter untuk melihat perubahan nilai L^* , a^* , dan b^* yang mencerminkan tingkat kematangan.

Prosedur Kerja

Pisang Mauli mentah diperoleh dari petani pisang di Kota Balikpapan. Berlokasi di KM. 13, pisang dipetik langsung dari kebun pada tanggal 27 Mei 2025. Penelitian dimulai pada sore hari, mulai tanggal 27 hingga 30 Mei 2025. Pisang Mauli mentah mula-mula dicuci bersih dan dikeringkan. Pisang lalu dikemas pada kemasan plastik PE, plastik PP, dan plastik vakum. Pengujian yang dilakukan terdiri dari perubahan berat, pengukuran warna menggunakan colorimeter, serta atribut sensori yang terdiri dari warna, aroma, dan tekstur. Pengujian sensori dilakukan selama 4 hari berturut-turut, mulai dari hari ke-0 sampai hari ke-3. Panelis sensori terdiri dari 15 orang panelis terlatih.



Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan

Analisis data

Data yang diperoleh lalu dilakukan analisis deskriptif melalui penyajian dalam bentuk tabel, grafik, serta uraian naratif. Analisis dilakukan terhadap dua parameter utama, yaitu perubahan bobot dan kualitas organoleptik (warna, aroma, dan tekstur), serta didukung

dengan hasil pengukuran objektif menggunakan alat colorimeter untuk nilai lightness, a^* , dan b^* . Perbandingan antara penggunaan kemasan (PP, PE, vakum, dan variabel kontrol) serta suhu penyimpanan (suhu ruang dan chiller) disajikan untuk mengamati kecenderungan laju kematangan pisang Mauli dari hari ke-0 hingga hari ke-3. Perubahan bobot dianalisis berdasarkan selisih berat awal dan akhir, sedangkan data organoleptik diperoleh melalui penilaian dari 15 orang panelis terlatih. Nilai colorimeter (L^* , a^* , b^*) digunakan untuk menggambarkan perubahan warna pada kulit pisang yang mencerminkan tingkat kematangannya, serta digunakan sebagai indikator objektif yang mendukung hasil uji organoleptik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Bobot Pisang

Perubahan bobot pisang Mauli dihitung berdasarkan selisih perbedaan berat awal dan akhirnya. Data yang diperoleh lalu dikonversi menjadi grafik agar terlihat jelas perbedaannya. Penyajian data disajikan per-hari dengan 2 variabel, yaitu suhu ruang dan chiller, serta 3 jenis kemasan berbeda dan 1 variabel kontrol. Dimana nilai negatif menunjukkan penambahan bobot, sedangkan nilai positif menunjukkan penurunan bobot. Secara umum, hasil menunjukkan bahwa susut bobot paling besar terjadi pada pisang yang disimpan pada suhu ruang dan tanpa kemasan (kontrol), sedangkan pisang yang dikemas dengan plastik PP dan disimpan pada suhu chiller mengalami susut bobot paling rendah. Hal ini mencerminkan bahwa kondisi suhu rendah dan penggunaan kemasan kedap uap air mampu menekan laju kehilangan bobot akibat respirasi dan transpirasi.

Tabel 2. Susut Bobot Suhu Chiller (%)

Susut Bobot Suhu <i>Chiller</i> (%)				
Waktu	PP	PE	Vakum	Kontrol
Hari 1	0.09%	-0.01%	-5.66%	2.27%
Hari 2	0.36%	0.27%	0.67%	3.49%
Hari 3	0.09%	0.54%	0.00%	4.88%

Pada suhu chiller, pisang yang dikemas dengan vakum menunjukkan penambahan bobot cukup besar pada hari pertama (-5,66%). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya kondensasi uap air di dalam kemasan, yang kemudian diserap oleh kulit pisang. Fenomena serupa juga terjadi pada kemasan PE (-0,01%). Mualimin et al. (2025) menjelaskan bahwa pada suhu dingin, kelembaban udara yang terperangkap dalam kemasan dapat mengembun dan diserap oleh permukaan buah. Kondisi ini umum terjadi pada awal penyimpanan ketika gradien suhu dan kelembaban tinggi.

Namun, pada hari kedua dan ketiga, seluruh jenis kemasan mengalami penurunan bobot, dengan nilai tertinggi terjadi pada perlakuan kontrol (4,88%). Kemasan PE menunjukkan susut bobot lebih tinggi dibandingkan PP (0,54%; 0,09%), yang mengindikasikan bahwa kemasan PE memiliki kemampuan lebih rendah dalam menghambat perpindahan uap air. Hal ini didukung oleh Aprilandani & Tangasari (2022), yang menyatakan bahwa PE kurang efisien dalam menekan laju transpirasi produk hortikultura dibandingkan PP. Dahlan et al. (2020) juga menambahkan bahwa meskipun respirasi melambat pada suhu rendah, kehilangan bobot tetap dapat terjadi jika kelembaban relatif tidak dikendalikan dengan baik. Ini memperkuat observasi bahwa bahkan dalam kondisi chiller, mekanisme transpirasi dan migrasi uap tetap berlangsung, terutama pada perlakuan tanpa kemasan.

Tabel 3. Susut Bobot Suhu Ruang (%)

Susut Bobot Suhu Ruang (%)				
Waktu	PP	PE	Vakum	Kontrol
Hari 1	-0.91%	-0.35%	-1.90%	2.40%
Hari 2	0.47%	0.50%	0.72%	5.05%

Hari 3

0.19%

1.12%

0.40%

8.94%

Pada suhu ruang, fluktuasi bobot pisang lebih jelas terlihat. Pada hari pertama, terjadi penambahan bobot pada kemasan PP (-0,91%), PE (-0,35%), dan vakum (-1,90%), sedangkan kontrol justru mengalami susut bobot (2,40%). Penambahan bobot ini konsisten dengan penjelasan Arti & Miska (2021), bahwa pisang yang baru dipanen dan dikemas dengan kelembaban tinggi dapat menyerap uap air atau mengalami kondensasi, sebelum akhirnya kehilangan air melalui respirasi dan transpirasi. Mulai hari kedua, seluruh perlakuan menunjukkan penurunan bobot. Susut bobot tertinggi terjadi pada kontrol (5,05%), disusul kemasan vakum (0,72%). Shih & Zhao (2021) menjelaskan bahwa tekanan negatif dalam kemasan vakum dapat mempercepat migrasi air dari jaringan buah ke permukaan dalam kemasan, terlebih jika bahan kemasan tidak sepenuhnya impermeabel terhadap uap air. Hal ini menjelaskan mengapa kemasan vakum tetap mengalami susut bobot, meskipun laju respirasi ditekan. Pada hari ketiga, kontrol kembali menunjukkan susut bobot tertinggi (8,94%), diikuti oleh kemasan PE (1,12%), vakum (0,40%), dan PP (0,19%). Temuan ini sejalan dengan laporan Marpaung et al. (2021) yang menyatakan bahwa kemasan PP memiliki permeabilitas uap air rendah dan stabilitas struktural yang baik, sehingga lebih efektif menjaga kelembaban buah selama penyimpanan. Selain itu, perlakuan vakum pada suhu ruang menunjukkan fenomena vacuum loss pada hari ketiga. Hal ini diduga akibat akumulasi gas-gas hasil respirasi seperti CO₂ dan etilen di dalam kemasan, yang meningkatkan tekanan internal dan merusak segel vakum (Dafri et al., 2018; Andanu et al., 2021). Aktivitas fisiologis pascapanen yang intens pada pisang, termasuk konsumsi oksigen dan pelepasan gas-gas tersebut, turut mempercepat perubahan kondisi di dalam kemasan.

Perlakuan kontrol tanpa kemasan menunjukkan rata-rata susut bobot tertinggi, baik pada suhu ruang (5,46% ± 2,69) maupun suhu chiller (3,55% ± 1,07). Tingginya deviasi standar menunjukkan bahwa kondisi tanpa kemasan menghasilkan kehilangan bobot yang tidak hanya besar, tetapi juga sangat bervariasi antar sampel. Sebaliknya, kemasan PP di suhu chiller menunjukkan rata-rata susut bobot paling rendah (0,18% ± 0,13), dengan variabilitas yang sangat kecil, mencerminkan kestabilan perlakuan ini dalam menahan kehilangan air. Perlakuan dengan kemasan vakum menunjukkan hasil yang fluktuatif. Pada suhu ruang, terjadi sedikit penambahan bobot secara rata-rata (-0,26%), tetapi dengan deviasi standar tinggi (±1,17), menandakan hasil tidak konsisten antar ulangan. Lebih ekstrem lagi, pada suhu chiller, vakum mengalami penambahan bobot tertinggi secara rata-rata (-1,66%), namun dengan deviasi sangat besar (±2,84). Ini menunjukkan adanya anomali akibat kondensasi atau tekanan internal kemasan yang tidak stabil.

Hasil analisis inferensial (ANOVA satu arah) terhadap persentase susut bobot menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antara perlakuan kemasan maupun suhu penyimpanan. Uji lanjut (post hoc Tukey) menunjukkan bahwa perlakuan kontrol secara konsisten berbeda nyata dibanding perlakuan lain, terutama terhadap kemasan PP. Hasil ini memperkuat bahwa pemilihan bahan kemasan dan suhu penyimpanan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap stabilitas bobot buah selama penyimpanan. Penemuan ini sejalan dengan laporan IRJET (2019) bahwa buah dalam kemasan vakum mengalami susut bobot 5–6% setelah 4 hari, lebih rendah daripada kontrol. Sementara itu, Tsegaye (2020) menunjukkan bahwa penggunaan kantong PP secara signifikan menurunkan kehilangan bobot fisiologis pisang, dengan kehilangan bobot terendah sebesar 6,56% dibandingkan tanpa kemasan (21,74%) selama penyimpanan pada suhu ruang. Hal ini membuktikan bahwa kemasan plastik efektif menekan kehilangan air dan memperpanjang umur simpan buah.

Uji Organoleptik Pisang

Uji organoleptik dilakukan untuk menilai perubahan mutu buah pisang selama proses penyimpanan. Penilaian dilakukan oleh panelis berdasarkan tiga parameter utama, yaitu warna, tekstur, dan aroma. Ketiga aspek ini merupakan indikator penting dalam menentukan tingkat kematangan dan kelayakan konsumsi buah pisang. Berikut disajikan hasil pengamatan organoleptik terhadap perubahan warna kulit pisang, tekstur dan aroma yang

dihasilkan selama proses penyimpanan.



Gambar 3. Pisang Hari Ke-1,2, & 3

Tabel 4. Organoleptik Hari 1

Organoleptik Hari 1									Total	Proporsi
Parameter	PP (Chiller)	PP (ruang)	PE (Chiller)	PE (ruang)	Vakum (chiller)	Vakum (ruang)	Kontrol (chiller)	Kontrol (ruang)		
Warna	1.433333333	1.566666667	1.366666667	1.566666667	1.466666667	1.366666667	1.50	1.60	11.86666667	40%
Aroma	1.2	1.366666667	1.466666667	1.1	1.133333333	1.466666667	1.37	1.20	10.3	30%
Tekstur	1	1	1	1.066666667	1	1	1.00	1.53	8.6	30%
Total	1.233333333	1.366666667	1.286666667	1.276666667	1.226666667	1.286666667	1.31	1.46	10.41666667	

Memasuki hari pertama, sebagian perlakuan mulai menunjukkan tanda awal pematangan, terutama pada suhu ruang. Peningkatan skor mulai tampak pada perlakuan kontrol dan PE suhu ruang, mengindikasikan respons awal terhadap lingkungan terbuka dan kemasan yang kurang kedap gas. Seluruh perlakuan, baik pada suhu ruang maupun suhu chiller, masih menunjukkan tekstur buah yang keras, menandakan bahwa proses pelunakan jaringan belum berlangsung. Hal ini berkaitan dengan aktivitas enzim pelunak jaringan seperti pektinase dan selulase yang belum aktif secara maksimal pada awal penyimpanan, terutama pada suhu rendah yang menekan aktivitas metabolik buah (Baite & Purkait, 2022). Perubahan warna kulit pisang mulai tampak pada suhu ruang, khususnya pada kemasan PP dan PE, yang menunjukkan warna sedikit kuning. Hal ini disebabkan karena plastik mampu membatasi paparan oksigen sehingga memperlambat laju pematangan, namun tidak mencegah produksi dan difusi etilen. Gas etilen yang dihasilkan tetap merangsang pematangan alami, termasuk proses degradasi klorofil dan pembentukan karotenoid (Deglas, 2023). Sebaliknya, pada suhu chiller, perubahan warna terjadi lebih lambat, dan warna kulit masih dominan hijau. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dingin menurunkan laju respirasi dan aktivitas enzimatis. Untuk uji aroma, pisang pada suhu ruang menunjukkan aroma yang lebih kuat, terutama pada kemasan vakum, yang kemungkinan besar disebabkan oleh akumulasi senyawa volatil (seperti ester dan alkohol) dalam ruang kedap udara kemasan tersebut, sehingga aromanya lebih terperangkap dan menyengat saat kemasan dibuka. Aroma khas yang ditimbulkan pada pematangan buah berkaitan dengan senyawa volatil pada buah (Aziz et al., 2019)

Tabel 5. Organoleptik Hari 2

Organoleptik Hari 2									Total	Proporsi
Parameter	PP (Chiller)	PP (ruang)	PE (Chiller)	PE (ruang)	Vakum (chiller)	Vakum (ruang)	Kontrol (chiller)	Kontrol (ruang)		
Warna	1.566666667	1.8	1.4	2	1.366666667	1.533333333	1.47	2.47	13.6	40%
Aroma	1.233333333	1.333333333	1.733333333	1.2	1.333333333	2	1.67	1.87	12.36666667	30%
Tekstur	1.033333333	1.333333333	1.033333333	1.8	1.066666667	1.266666667	1.07	2.67	11.26666667	30%
Total	1.306666667	1.52	1.39	1.7	1.266666667	1.593333333	1.406666667	2.346666667	12.53	

Pada hari ke-2, skor organoleptik meningkat lebih tajam, khususnya pada kontrol suhu ruang (nilai 2,52) dan PE (nilai 2,11), yang menunjukkan bahwa respirasi dan pelepasan etilen memicu proses pelunakan tekstur dan pembentukan aroma. Perlakuan PP dan vakum juga mulai menunjukkan perubahan, namun masih dalam rentang nilai yang lebih rendah. Sementara itu, perlakuan pada suhu chiller menunjukkan peningkatan yang sangat lambat atau nyaris stagnan.

Tabel 6. Organoleptik Hari 3

Parameter	Organoleptik Hari 3								Total	Proporsi
	PP (Chiller)	PP (ruang)	PE (Chiller)	PE (ruang)	Vakum (chiller)	Vakum (ruang)	Kontrol (chiller)	Kontrol (ruang)		
Warna	1.466666667	2.466666667	1.066666667	2.866666667	1	1.066666667	1.07	3.53	14.53333333	40%
Aroma	1.266666667	2.933333333	1.133333333	3.133333333	1.133333333	1.333333333	1.27	3.53	15.73333333	30%
Tekstur	1.133333333	2.866666667	1.066666667	3.133333333	1.066666667	1.133333333	1.07	3.67	15.13333333	30%
Total	1.306666667	2.726666667	1.086666667	3.026666667	1.06	1.166666667	1.126666667	3.573333333	15.07333333	

Pada hari ke-3, terlihat perbedaan yang nyata antar perlakuan. Pisang dengan kemasan kontrol suhu ruang menunjukkan skor paling tinggi (3,57), menandakan kematangan cepat. Perlakuan PE dan PP suhu ruang juga menunjukkan nilai di atas 2,6 yang menandakan sudah mulai layak konsumsi, meskipun kualitasnya mulai menurun. Sebaliknya, perlakuan vakum suhu chiller tetap sangat rendah (1,06), menunjukkan perlambatan pematangan secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu penyimpanan dingin dan sistem kemasan kedap udara (vakum) efektif dalam menghambat perubahan mutu sensorik. Pada suhu ruang, pisang dalam kemasan PE dan PP mengalami perubahan organoleptik yang lebih nyata, dengan tekstur yang mulai lunak dan warna kulit yang menguning. Hal ini menunjukkan percepatan pematangan akibat suhu tinggi yang meningkatkan laju respirasi dan aktivitas enzimatis. Plastik PE yang lebih permeabel terhadap gas dibandingkan PP memungkinkan difusi O₂ dan CO₂ yang lebih besar, sehingga mempercepat proses fisiologis pematangan (Aprilandani & Tangasari, 2022). Pisang pada perlakuan ini sudah dinilai layak konsumsi berdasarkan kriteria visual dan tekstur. Sementara itu, pada suhu chiller, pisang dalam kemasan PP dan PE masih menunjukkan tekstur keras dan warna kulit yang cukup hijau, mengindikasikan bahwa proses pematangan masih berjalan lambat. Pisang dalam kemasan vakum menunjukkan kondisi paling lambat dalam proses pematangan, ditandai dengan tekstur yang masih sangat keras dan warna yang tetap sangat hijau, baik pada suhu ruang maupun chiller. Hal ini disebabkan oleh minimnya ketersediaan oksigen dalam kemasan vakum, yang menekan laju respirasi dan menghambat aktivitas enzim-enzim pematangan.

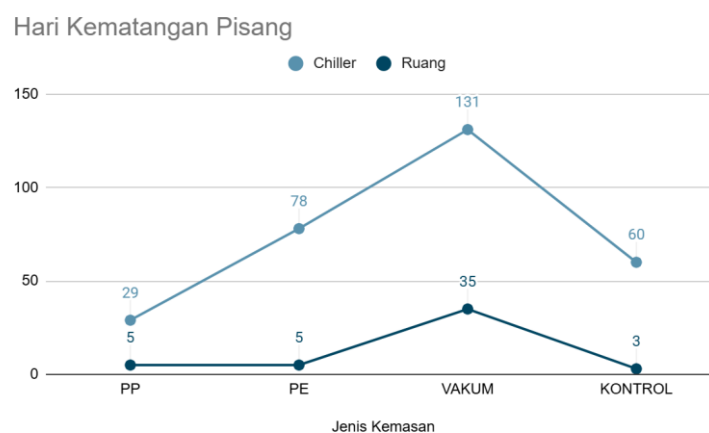
Pada hari ketiga, kemasan vakum yang disimpan pada suhu ruang mengalami kondisi dimana tekanan vakumnya tidak lagi ketat. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh akumulasi gas hasil respirasi (seperti CO₂) yang tidak dapat keluar dari kemasan, sehingga meningkatkan tekanan internal dan menyebabkan kemasan mengembang (Dafri et al., 2018). Selain itu, faktor suhu ruang dapat menyebabkan pelemahan segel atau sifat elastis plastik berkurang, yang berkontribusi pada hilangnya kedap udara kemasan vakum. Akibatnya, efektivitas penghambatan kematangan melalui sistem vakum menurun seiring waktu.

Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan kemasan dan suhu penyimpanan sangat memengaruhi umur simpan pisang. Dengan kombinasi vakum dan suhu dingin, umur simpan pisang Mauli dapat diperpanjang hingga lebih dari 4 bulan. Ini sangat penting dalam konteks rantai pasok, terutama untuk distribusi ke luar daerah, ekspor, dan pemasaran retail. Kemasan vakum mencegah kehilangan mutu visual dan tekstur, serta meminimalisir susut bobot. Hal ini membantu menekan kerugian, mempertahankan harga jual, dan memastikan produk sampai ke konsumen dalam kondisi prima. Sebaliknya, tanpa perlindungan kemasan dan pendinginan, pisang hanya bertahan kurang dari 5 hari, yang berarti risiko pembusukan sangat tinggi dalam distribusi non-lokal.

Penentuan Tingkat Kematangan (ESS)

Metode Extended Storage Studies (ESS) digunakan untuk mengevaluasi masa simpan dan laju kematangan buah pisang selama penyimpanan dengan berbagai perlakuan suhu dan

kemasan. Pengamatan dilakukan berdasarkan waktu pencapaian tingkat kematangan visual dan organoleptik tertentu. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa suhu dan jenis kemasan berperan signifikan dalam memperlambat kematangan. Pisang yang disimpan pada suhu ruang mencapai kematangan lebih cepat (hari ke-3 untuk kontrol), sementara perlakuan kemasan PE dan PP menunjukkan kematangan pada hari ke-5. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu ruang mempercepat laju respirasi dan sintesis etilen, sehingga proses pematangan berlangsung lebih cepat. Di sisi lain, penyimpanan suhu rendah memperpanjang umur simpan secara signifikan. Pisang dalam kemasan vakum mencapai kematangan paling lambat (hari ke-131), disusul oleh PE (78 hari), kontrol (60 hari), dan PP (29 hari). Suhu rendah diketahui menghambat aktivitas fisiologis buah, termasuk produksi etilen dan enzim perombak klorofil.



Gambar 4. Grafik Hasil Organoleptik

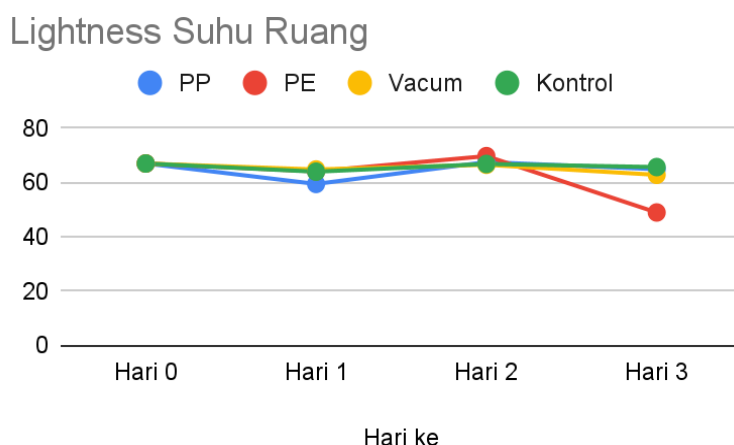
Secara statistik, terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan (ANOVA, $p < 0,05$). Analisis post-hoc Tukey menunjukkan bahwa perbedaan signifikan terutama antara suhu ruang dan suhu chiller, serta antara kemasan vakum dan non-vakum. Nilai standar deviasi kematangan menunjukkan variasi rendah dalam kelompok perlakuan ($SD < 5$ hari), menandakan konsistensi pengaruh perlakuan terhadap tingkat kematangan. Dari sudut pandang fisiologi pascapanen, suhu ruang meningkatkan laju respirasi dan biosintesis etilen secara signifikan, hal ini ditandai dengan lonjakan respirasi pada saat climacteric dan aktivasi jalur AOX yang mempercepat aktivitas enzim seperti pektinase, selulase, dan amilase, serta klorofilase, sehingga mempercepat perubahan warna dan pelunakan teksur pada buah pisang (Hewitt & Dhingra, 2020). Sebaliknya, suhu rendah ($\pm 8-13$ °C) memperlambat aktivitas enzimatik dan biosintesis etilen, menghambat degradasi klorofil dan konversi pati menjadi gula (Wang et al., 2024). Adapun kemasan vakum atau MAP menurunkan kadar oksigen dan meningkatkan CO_2 di dalam kemasan, sehingga menghambat pematangan melalui kompetisi reseptor etilen dan pengurangan laju respirasi (Regmi et al., 2024).

Secara organoleptik, perlambatan pematangan berkorelasi dengan lambatnya peningkatan rasa manis, yang menunjukkan bahwa degradasi pati menjadi glukosa dan fruktosa juga tertunda. Hal ini sesuai dengan data objektif total padatan terlarut (TPT), yang meningkat lebih lambat pada pisang dalam kemasan vakum. Tekstur juga lebih terjaga dalam suhu rendah, didukung oleh keterlambatan pelunakan dan penghilangan astringensi. Hasil ini sejalan dengan studi terdahulu oleh Esguerra et al. (2016), yang menunjukkan bahwa kemasan vakum dan penyimpanan dingin secara sinergis memperlambat pematangan dan memperpanjang masa simpan buah tropis seperti pisang. Sehingga, ESS menjadi metode yang efektif untuk memvalidasi keberhasilan strategi penyimpanan pascapanen.

Uji Colorimeter

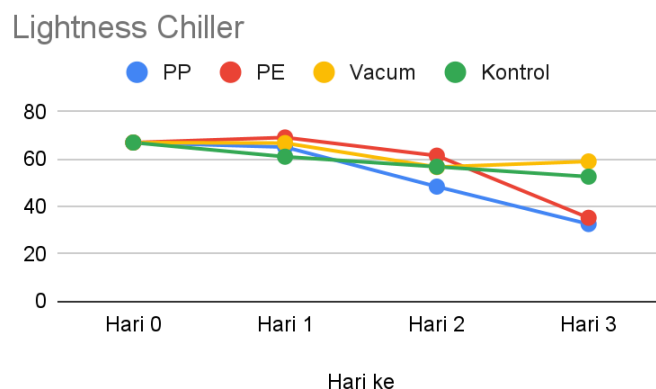
Warna kulit buah pisang secara umum menampilkan tingkat kematangan dan kesegaran buah pisang. Indarto & Murinto (2020) mengklasifikasikan tiga tahap kematangan buah pisang berdasarkan perubahan warna kulitnya, yaitu fase 1 yang berwarna hijau dalam

kondisi pisang mentah, fase 2 yang berwarna kuning pada kondisi pisang matang, dan fase 3 yang berwarna kecoklatan pada kondisi rusak. Warna secara objektif diukur dengan menggunakan alat ukur visual colorimeter. Alat tersebut mampu mengidentifikasi karakteristik warna secara akurat dan memberikan penilaian (lulus/gagal) terhadap objek sesuai standar yang telah ditentukan (Wardatullatifah et al., 2022). Dimensi CIElab dirancang untuk menyerupai persepsi penglihatan manusia dengan menggunakan tiga komponen yaitu nilai L^* menandakan lightness/pencahayaan, a^* menunjukkan warna merah ($+a^*$) dan hijau ($-a^*$), sedangkan b^* menunjukkan warna kuning ($+b^*$) dan biru ($-b^*$). Nilai L merupakan nilai yang diberikan terhadap kecerahan suatu produk dengan menunjukkan angka-angka mulai dari angka 0 sampai 100. Nilai 0 merupakan warna hitam sedangkan nilai 100 merupakan warna putih, sehingga semakin tinggi kisaran nilai L yang diperoleh maka semakin cerah warna dari produk tersebut sedangkan $^{\circ}\text{Hue}$ didapatkan dari nilai a dan b yang tertera pada Colorimeter (Suryani et al., 2016).



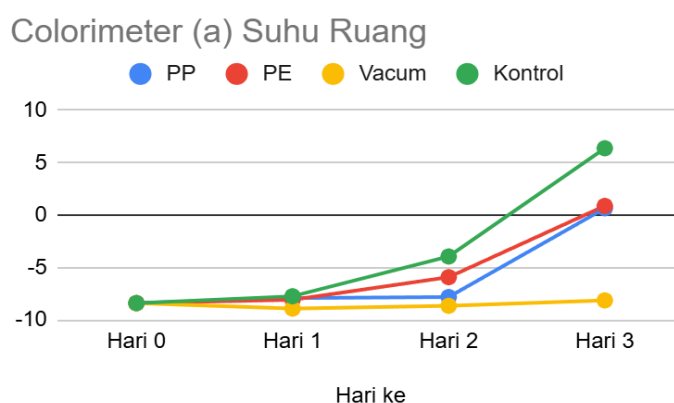
Gambar 5. Lightness Suhu Ruang

Lightness merupakan parameter warna yang diukur menggunakan colorimeter dengan skala 0 hingga 100, di mana angka 0 menunjukkan warna hitam pekat dan 100 menunjukkan warna putih cerah. Dalam penelitian ini, sampel disimpan pada suhu ruang dan dikemas menggunakan tiga jenis kemasan plastik yaitu PP (polypropylene), PE (polyethylene), dan vacuum, serta satu sampel kontrol yang diletakkan di piring terbuka tanpa kemasan. Pada hari ke-0, semua sampel menunjukkan nilai lightness yang hampir seragam, menandakan warna awal yang masih cerah. Memasuki hari ke-1, kemasan PP mulai menunjukkan sedikit penurunan lightness yang menandakan kemungkinan awal oksidasi, sementara kemasan PE, vakum, dan kontrol masih relatif stabil. Pada hari ke-2, kemasan PE justru mengalami peningkatan lightness, kemungkinan akibat refleksi cahaya dari kemasan atau proses pemucatan, sedangkan vacuum dan kontrol cenderung stabil. Namun, pada hari ke-3, kemasan PE mengalami penurunan drastis nilai lightness hingga sekitar 45, menunjukkan terjadinya degradasi warna yang disebabkan oleh lemahnya perlindungan terhadap oksigen dan cahaya. Sebaliknya, kemasan vakum dan PP menunjukkan kestabilan warna yang lebih baik, dengan vakum menjadi yang paling efektif dalam mempertahankan kecerahan. Sementara itu, sampel kontrol yang tidak dikemas tetap stabil selama tiga hari, kemungkinan karena kondisi penyimpanan lingkungan yang tidak ekstrim. Secara keseluruhan, kemasan vakum terbukti paling unggul dalam mempertahankan kestabilan warna produk pada suhu ruang, disusul oleh kemasan PP. Sedangkan PE menunjukkan hasil paling rendah dalam menjaga kecerahan (lightness) produk.



Gambar 6. Lightness Chiller

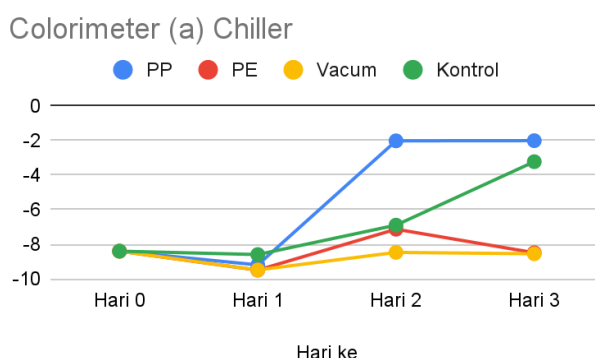
Sampel disimpan pada suhu chiller (dingin) dan dikemas menggunakan tiga jenis kemasan, yaitu plastik PP (polypropylene), PE (polyethylene), dan kemasan vacuum, serta satu sampel kontrol tanpa kemasan yang diletakkan pada piring terbuka. Pada hari ke-0, semua sampel memiliki nilai lightness yang hampir sama, menunjukkan kondisi warna awal yang masih cerah dan belum mengalami degradasi. Memasuki hari ke-1, lightness pada kemasan PE dan vacuum menunjukkan sedikit peningkatan, kemungkinan karena pantulan cahaya dari permukaan kemasan atau perubahan awal pada struktur warna bahan. Sementara itu, kontrol dan PP mulai mengalami penurunan sedikit. Pada hari ke-2, terjadi penurunan lightness yang lebih signifikan pada kemasan PP dan kontrol, mengindikasikan bahwa kemasan PP kurang mampu menjaga kestabilan warna pada suhu dingin, dan kondisi terbuka pada sampel kontrol mempermudah terjadinya reaksi oksidasi atau degradasi. Pada hari ke-3, kemasan PP dan PE menunjukkan penurunan drastis nilai lightness hingga sekitar 30 yang menunjukkan degradasi warna yang cukup berat. Sebaliknya, kemasan vacuum tetap menunjukkan nilai yang lebih stabil dan tinggi dibandingkan kemasan lainnya, menandakan bahwa penyimpanan dalam kondisi tanpa udara lebih efektif dalam mempertahankan kecerahan warna. Sampel kontrol mengalami penurunan sedikit, lebih baik dari PP dan PE, namun tetap kurang optimal. Secara keseluruhan, penyimpanan dalam kemasan vacuum pada suhu chiller memberikan hasil paling unggul dalam menjaga kestabilan lightness produk, sementara kemasan PE dan PP menunjukkan penurunan yang signifikan dan kurang efektif dalam mempertahankan kualitas visual produk selama penyimpanan dingin.



Gambar 7. Nilai a* Suhu Ruang

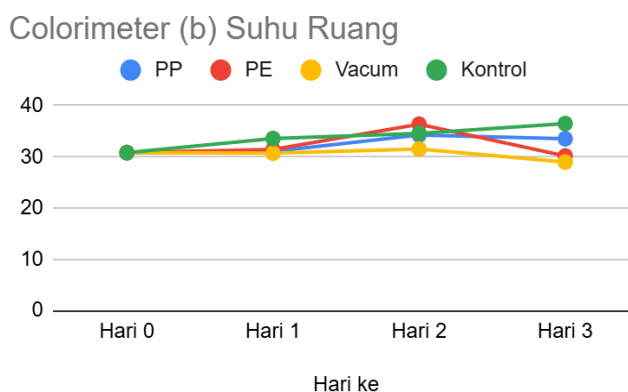
Hasil pengukuran warna menggunakan colorimeter (nilai a*) pada pisang Mauli yang disimpan pada suhu ruang menunjukkan perubahan warna yang signifikan selama masa penyimpanan. Pada hari ke-0, seluruh perlakuan (PP, PE, vacuum, dan kontrol) memiliki nilai a* yang sama yaitu -8,4, menandakan bahwa warna kulit pisang masih dominan hijau. Seiring berjalannya waktu, nilai a* cenderung meningkat, yang menunjukkan perubahan warna

menuju arah merah (positif) atau kuning sebagai indikator pematangan. Perlakuan kontrol menunjukkan kenaikan nilai a^* paling drastis, dari -8,4 pada hari ke-0 menjadi 6,375 pada hari ke-3, yang mencerminkan proses pematangan alami tanpa perlindungan. Sementara itu, perlakuan vacuum menunjukkan perubahan warna yang sangat lambat, dengan nilai a^* hanya naik sedikit menjadi -8,14 pada hari ke-3, sehingga dapat disimpulkan bahwa penyimpanan dalam kondisi vakum mampu menahan laju perubahan warna secara efektif. Perlakuan PP dan PE mengalami peningkatan nilai a^* yang cukup moderat (masing-masing 0,645 dan 0,875 pada hari ke-3), yang menunjukkan bahwa keduanya mampu menunda proses pematangan meskipun tidak seefektif perlakuan vacuum. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa perlakuan penyimpanan berpengaruh terhadap stabilitas warna Pisang Mauli selama penyimpanan pada suhu ruang, dengan perlakuan vacuum memberikan hasil paling optimal dalam mempertahankan warna hijau kulit pisang.



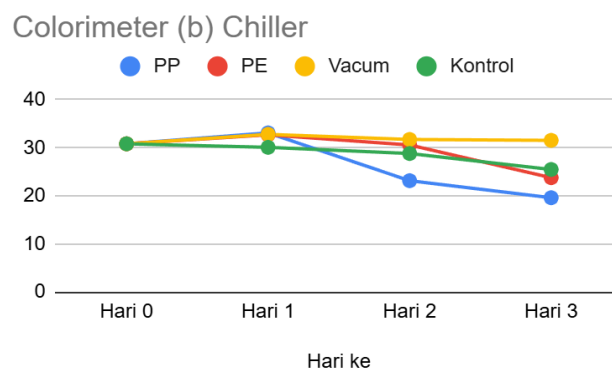
Gambar 8. Nilai a^* Chiller

Parameter a^* menunjukkan perubahan warna ke arah hijau (negatif). Grafik menunjukkan hasil pengukuran nilai a^* dari sampel yang disimpan dalam suhu chiller selama tiga hari, menggunakan tiga jenis kemasan plastik PP (polypropylene), PE (polyethylene), dan vacuum, serta satu kontrol yang diletakkan di piring tanpa kemasan. Pada hari ke-0 dan hari ke-1, seluruh sampel menunjukkan nilai a^* yang relatif stabil di kisaran negatif (-8), menandakan dominasi warna kehijauan. Namun, pada hari ke-2, kemasan PP mengalami peningkatan drastis menuju nilai positif (mendekati 0) yang menandakan adanya perubahan warna ke arah merah, kemungkinan akibat reaksi kimia seperti oksidasi pigmen yang kurang terlindungi oleh sifat kemasan PP. Sementara itu, kemasan vacuum tetap stabil di kisaran -8 hingga hari ke-3, yang menunjukkan efektivitas kondisi tanpa udara dalam mencegah perubahan warna. Kontrol dan kemasan PE menunjukkan sedikit peningkatan nilai a^* , namun tetap berada di area negatif, yang artinya warna cenderung masih tetap kehijauan. Secara keseluruhan, kemasan vacuum paling baik dalam menjaga kestabilan warna a^* , diikuti oleh PE dan kontrol, sedangkan kemasan PP menunjukkan perubahan warna yang relatif tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa jenis kemasan sangat mempengaruhi kestabilan warna produk selama penyimpanan dingin, dan kemasan vacuum dapat menjadi solusi yang efektif untuk mempertahankan kualitas warna produk pangan selama penyimpanan.



Gambar 9. Nilai b^* Suhu Ruang

Nilai b^* merupakan indikator warna pada pengukuran colorimeter, di mana nilai positif (merah) menunjukkan intensitas pada warna kuning yang meningkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai b^* pada kulit pisang Maui cenderung meningkat selama penyimpanan, menandakan proses pematangan dan degradasi klorofil yang diikuti oleh peningkatan karotenoid. Pada hari ke-0, seluruh perlakuan memiliki nilai b^* awal yang sama (30,81), mencerminkan kondisi warna awal buah yang masih belum matang sempurna. Pada hari ke-1 dan ke-2, terjadi peningkatan pada sebagian besar perlakuan, terutama pada PE dan kontrol. Perlakuan PE mencapai nilai tertinggi pada hari ke-2 yaitu 36,36, dan kontrol menyusul dengan 34,565, menandakan akumulasi warna kuning yang signifikan. Ini sesuai dengan proses pematangan buah yang ditandai dengan meningkatnya nilai b^* akibat akumulasi senyawa karotenoid pada kulit pisang. Sebaliknya, perlakuan vakum menunjukkan nilai b^* yang relatif rendah dan fluktuatif (tertinggi hanya 31,52 pada hari ke-2 dan turun ke 28,97 di hari ke-3), menandakan bahwa penyimpanan vacuum mampu memperlambat perkembangan warna kuning secara signifikan (Luo et al., 2021). Perlakuan PP dan PE menunjukkan pola naik-turun, dengan PP mencapai puncak di hari ke-2 (34,255) lalu sedikit menurun di hari ke-3 (33,525). Secara keseluruhan, perlakuan kontrol mengalami peningkatan paling konsisten dan signifikan hingga mencapai nilai b^* tertinggi (36,485) di hari ke-3, menunjukkan bahwa tanpa perlindungan, pisang mengalami pematangan lebih cepat. Data ini Secara keseluruhan, nilai b^* terbukti sebagai indikator visual yang baik dalam memantau tingkat kematangan buah, terutama karena perubahan ini dikaitkan dengan dinamika degradasi klorofil dan akumulasi karotenoid (Bugaud et al., 2016).



Gambar 10. Nilai b^* Chiller

Nilai b^* menggambarkan kecenderungan warna ke arah kuning (positif). Pada hari ke-0, seluruh sampel menunjukkan nilai b^* sekitar 30 yang menandakan adanya dominasi warna kuning. Seiring waktu, terjadi penurunan nilai b^* pada semua perlakuan kecuali pada kemasan vacuum, yang nilainya tetap stabil di kisaran 33 hingga hari ke-3. Hal ini menunjukkan bahwa kemasan vacuum paling mampu mempertahankan intensitas warna kuning pisang. Sementara itu, kemasan PP mengalami penurunan paling drastis, dari sekitaran 30 ke angka 21, yang menunjukkan degradasi warna secara signifikan akibat kurangnya perlindungan terhadap faktor lingkungan seperti oksigen dan cahaya. Kemasan PE dan kontrol juga menunjukkan penurunan, meskipun tidak sebesar penurunan pada kemasan PP. Penurunan nilai b^* ini bisa disebabkan oleh kerusakan pigmen kuning alami seperti karotenoid atau reaksi pencoklatan non-enzimatik selama penyimpanan. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa jenis kemasan sangat berpengaruh terhadap kestabilan warna produk pada suhu dingin, di mana kemasan vacuum terbukti paling efektif dalam mempertahankan intensitas warna kuning (nilai b^*), sedangkan kemasan PP menunjukkan hasil kurang optimal.

Secara biokimia dan fisik, kemasan vacuum memberikan kestabilan yang lebih baik dibandingkan jenis kemasan lainnya karena mampu menghilangkan atau secara signifikan menurunkan kadar oksigen di dalam kemasan, sehingga memperlambat aktivitas respirasi dan reaksi oksidasi pada buah pisang. Respirasi buah pisang yang merupakan buah klimaterik sangat bergantung pada ketersediaan oksigen sebagai akseptor elektron dalam proses

metabolisme. Pada kondisi vacuum dengan kadar oksigen yang sangat rendah, aktivitas enzim respirasi dan polifenol oksidase yang berperan dalam degradasi pigmen klorofil dan proses pencoklatan menjadi terhambat. Akibatnya, proses pematangan isothermal dan perubahan warna yang biasanya ditandai dengan kenaikan nilai a^* (merah) dan b^* (kuning) pada buah pisang berjalan lebih lambat, sebagaimana terpantau dari data colorimeter. Selain itu, lingkungan vacuum menghambat reaksi oksidasi pigmen karena hampir tidak ada oksigen yang tersedia untuk mempercepat fotooksidasi maupun oksidasi enzimatis, sehingga nilai parameter warna L^* , a^* , dan b^* lebih stabil selama penyimpanan. Secara fisik, kemasan vacuum menggunakan plastik multilapis dengan permeabilitas gas, uap air, dan cahaya yang jauh lebih rendah dibanding polypropylene (PP) maupun polyethylene (PE). Permeabilitas gas yang rendah ini menghalangi masuknya oksigen dan keluarnya gas internal seperti karbon dioksida dan etilen, sehingga tercipta lingkungan gas internal yang ideal untuk menekan pematangan. Perlindungan terhadap penetrasi cahaya juga mencegah terjadinya fotooksidasi pigmen, memperlambat degradasi warna, yang di sisi lain pada kemasan PE atau PP yang lebih transparan warna buah lebih cepat berubah. Pengaruh suhu yang digunakan menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu chiller (sekitar 13–15°C) semakin menurunkan aktivitas respirasi dan reaksi oksidasi, sehingga jika dikombinasikan dengan kemasan vacuum maka efek penghambatan perubahan warna dan susut bobot menjadi paling optimal.

Penurunan respirasi pada kondisi vakum dan suhu rendah ini mencegah pembentukan etilen secara berlebih yang memicu pematangan, serta mengurangi aktivitas enzim pengoksidasi seperti polifenol oksidase dan peroksidase yang biasanya mempercepat pencoklatan. Mekanisme ini sejalan dengan temuan Indarto dan Murinto (2020), yang melaporkan bahwa penurunan laju respirasi dan aktivitas enzim penentu warna secara signifikan menghambat proses pematangan serta perubahan warna pisang. Lebih lanjut, permeabilitas gas dan uap air dari jenis plastik kemasan memainkan peranan penting dalam transpor zat pengaruh fisiologis tersebut. Misalnya, PE yang memiliki permeabilitas oksigen dan uap air tinggi memungkinkan oksigen masuk dan air menguap dari jaringan buah, sehingga mempercepat perombakan pigmen warna dan penurunan mutu fisik. PP memiliki permeabilitas lebih rendah dibanding PE, tetapi masih di atas vacuum yang hampir menutup total pertukaran gas dan uap air. Hal ini menyebabkan nilai L^* dan parameter warna lain pada kemasan vacuum jauh lebih stabil dibanding kemasan lain.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa jenis kemasan dan suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap laju kematangan pisang Mauli (*Musa acuminata*), di mana suhu ruang mempercepat proses kematangan yang ditunjukkan melalui peningkatan nilai a^* dan b^* , perubahan warna kulit, dan tekstur buah, sedangkan suhu chiller mampu menekan laju pematangan secara signifikan. Kemasan vakum terbukti paling efektif dalam mempertahankan mutu buah, baik pada suhu ruang maupun chiller, ditandai dengan warna kulit tetap hijau, tekstur yang masih keras, serta penurunan bobot yang minimal. Kombinasi kemasan vakum dan penyimpanan suhu chiller merupakan perlakuan terbaik yang mampu memperpanjang umur simpan pisang Mauli hingga 131 hari, menjadikannya metode paling optimal untuk menjaga kualitas selama penyimpanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Institut Teknologi Kalimantan, khususnya Laboratorium Pengolahan Pangan dan Laboratorium Terpadu 2, yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya, serta kepada seluruh panelis yang telah berpartisipasi dalam uji organoleptik. Tak lupa, penulis menyampaikan apresiasi kepada rekan-rekan satu tim atas kerja sama dan kontribusi aktif selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andanu, O., Udin, F., & Sunarti, T. C. (2021). Strategi peningkatan kualitas produk dalam rantai pasok komoditi pisang di provinsi Bengkulu. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(2), 220-231.
<https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.2.220>
- Aprilandani, S., & Tanggasari, D. (2022). Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap produk pisang sale pada variasi jenis kemasan dengan lama waktu penyimpanan. *Protech Biosystems Journal*, 2(2), 57-62.
<https://journal.ummat.ac.id/journals/48/articles/12861/public/12861-42128-1-PB.pdf>
- Arifki, H. H., & Barliana, M. I. (2018). Karakteristik dan manfaat tumbuhan pisang di Indonesia: Review Artikel. *Farmaka*, 16(3). <https://doi.org/10.24198/jf.v16i3.17605>
- Arif, A. B., Sasmitaloka, K. S., Banurea, I. R., Diyono, W., Budiyanto, A., & Winarti, C. (2021). Penyimpanan biji sorgum belum disosoh dengan kemasan plastik pada beberapa ekstrak bahan alami. *Jurnal Informatika Pertanian*, 30(1), 1-10.
<http://dx.doi.org/10.21082/ip.v30n1.2021.p1-10>
- Arti, I. M., & Miska, M. E. E. (2021). Perubahan mutu fisik pisang cavendish selama penyimpanan dingin pada kemasan plastik perforasi dan non-perforasi. *UG Journal*, 14(11).
<https://ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/ugjournal/article/view/File/4944/2293>
- Aryani, T., Mu'awanah, I. A. U., & Widyantara, A. B. (2018). Karakteristik fisik, kandungan gizi tepung kulit pisang dan perbandingannya terhadap syarat mutu tepung terigu. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 2(2), 45-50.
<https://doi.org/10.30595/jrst.v2i2.3094>
- Aziz, M.M.A., A. Roosenani., and A.I. Yuliana. 2019. Kajian pengaruh kombinasi limbah kulit buah pisang raja nangka (*Musa paradisiaca* L.) dan tepung tapioka pada proses pembuatan kerupuk kulit buah pisang terhadap uji organoleptik. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 2(1): 75–80. <https://doi.org/10.32764/agrosaintifika.v2i1.658>
- Baite, T. N., Mandal, B., & Purkait, M. K. (2022). Antioxidant-incorporated poly(vinyl alcohol) coating: Preparation, characterization, and influence on ripening of green bananas. *ACS Omega*, 7(46), 42320–42330. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c05271>
- Bugaud, C., Daribo, M. O., Joas, J., & Lechaudel, M. (2016). Effect of the stages of ripening and senescence on the quality of banana fruits. *Scientia Horticulturae*, 211, 399–408. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.001>
- Claudia, K. L., Sunisha, K., & Methew, G. (2019). Effect of Vacuum and shrink packaging on shelf life of banana (*Musa paradisiaca*). *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 6(11). <http://14.139.181.140:8080/jspui/handle/123456789/251>
- Dafri, M., Ratnaningsih, R., & Hajar, H. (2018). Penanganan produksi buah pisang pasca panen melalui model pengendalian gas etilen. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, 15(2), 173-187. <https://doi.org/10.22487/2540766X.2018.v15.i2.11351>
- Dahlan, S. A., Saman, W. R., Limonu, M., Panggi, H., & Amelia, D. C. (2024). Pengaruh Penyimpanan pada Suhu Ruang dan Suhu Dingin terhadap Karakter Fisik Pisang. *JTPG (Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo)*, 9(1), 15-23. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v9i1.1342>
- Darniadi, S., Rachmat, R., Luna, P., Purwani, W., & Sandrasari, D. A. (2020). Penentuan umur simpan menggunakan metode accelerated shelf life test (ASLT) pada bubuk minuman instan stroberi foam-mat drying. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(4), 151-157. <https://doi.org/10.17728/jatp.7539>
- Deglas, W. (2023). Pengaruh jenis plastik polyethylene (PE), polypropylene (PP), high density polyethylene (HDPE), dan overheated polypropylene (OPP) terhadap kualitas buah pisang mas. *Agrofood*, 5(1), 33-42.
<http://jurnal.polteq.ac.id/index.php/agrofood/article/view/134>
- Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Timur. 2017. Profil Pertanian Tanaman Pangan Kalimantan Timur, Samarinda, Kalimantan Timur.
- Esguerra, E., Carmen, D. D., Reyes, R. D., & Lualhati, R. A. (2016). Vacuum Packaging

- Controlled Crown Rot of Organically-Grown Balangon (*Musa acuminata* AAA Group) Banana. *Horticulturae*, 3(1). <https://doi.org/10.3390/horticulturae3010014>
- Hewitt, S., & Dhingra, A. (2020). Beyond ethylene: new insights regarding the role of alternative oxidase in the respiratory climacteric. *Frontiers in plant science*, 11, 543958. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.543958>
- Ijayanti, N. (2020). Pendugaan umur simpan serbuk wedang uwuh menggunakan metode ASLT (accelerated shelf life testing) dengan Pendekatan Arrhenius. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 1(1), 46-60. <https://core.ac.uk/download/pdf/542730061.pdf>
- Kurniawan, T. W., & Deglas, W. (2022). Pengaruh etilen pada buah pepaya terhadap pematangan buah pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.). *Agrofood*, 4(1), 10-16. <http://jurnal.polteq.ac.id/index.php/agrofood/article/view/102>
- Luo, Y., Wang, Q., & Xu, B. (2021). Effect of vacuum packaging on postharvest quality and antioxidant activity of bananas. *Postharvest Biology and Technology*, 175, 111449. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111449>
- Marpaung, D. S. S., Cahyani, D., Utari, N. W. A., Indriyani, A., & Apriliani, R. (2021). Physicochemical changes of dwarf banana (*Musa acuminata*) during vacuum packaging storage. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(2), 193-199. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v10i2.193-199>
- Meysyaranta, S., Effendy, M., & Wardhono, E. Y. (2022). Pengaruh Penambahan Kalium Permanganat (KMnO₄) Terhadap Umur Simpan Buah Pisang yang Tersalut oleh Coating Berbasis Chitosan. *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 7(1), 16-27 <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v7i1.2875>
- Mualimin, L., Arum, M. S., Dewi, P. S., Briliansyah, D. F., & Alfarizi, M. I. (2025). Analisis Pengaruh Kemasan Plastik Terhadap Lama Penyimpanan Sayuran Segar Pasca Ozonisasi: Studi Parameter Fisik, Water Vapour Transmission Rate (WVTR), dan Water Vapour Permeability (WVP). *Jurnal Teknologi Pangan dan Industri Perkebunan (LIPIDA)*, 5(1), 34-44. <https://doi.org/10.58466/lipida.v5i1.1770>
- Natasha, A., & Herawati, M. M. (2023). Pengaruh Berbagai Jenis Kemasan Plastik Vakum Terhadap Umur Simpan Buah Potong Jambu Kristal (*Psidium guajava* L.). *National Multidisciplinary Sciences*, 2(3), 121-128. <https://doi.org/10.32528/nms.v2i3.275>
- Putri, A., Mita, N., & Rijai, L., 2017. Eksplorasi Jenis Pisang Sebagai Penurun Keasaman Lambung Secara In Vitro. In *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences* (Vol. 6, pp. 7-11). <https://doi.org/10.30872/mpc.v6i.38>
- Regmi, P., Bagale, P., Pokhrel, S., & Subedi, D., 2024. REVIEW ON: TECHNIQUES TO MAINTAIN QUALITY AND POST-HARVEST SHELF-LIFE OF BANANA FRUITS. DOI: <http://doi.org/10.26480/trab.01.2024.26.29>
- Syahadat, R. M., Saleh, I., Putra, R. T., Ramadhan, R. R., Thoifur, D. M., Putra, I. S., & Putra, P. T. (2018). Pengaruh jenis kemasan terhadap kualitas pisang cavendish pada periode pascapanen. *Agrosintesa Jurnal Ilmu Budidaya Pertanian*, 1(2), 45-51. <https://doi.org/10.33603/jas.v1i2.1923>
- Suryani, L., Zaini, M. A., & Yasa, I. W. S. (2016). Pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit dan metode pengeringan terhadap kadar vitamin c dan organoleptik sale pisang. *Pro Food*, 2(1), 85-93. <https://profood.unram.ac.id/index.php/profood/article/view/22>
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2009. SNI 7422:2009 – Pisang: Persyaratan Mutu. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Tsegaye, K. Z. B. (2020). Effect of Different Packaging Material on Shelf Life and Quality of Banana (*Musa spp*). *International Journal of African and Asian Studies*, 61, 1-6. <https://doi.org/10.7176/JAAS/61-01>
- Yulianty, M. (2018). Analisis Kariotipe Pisang Mauli. *Bioscientia*, 3(2). <https://doi.org/10.20527/b.v3i2.156>
- Wang, T., Song, Y., Lai, L., Fang, D., Li, W., Cao, F., & Su, E. (2024). Sustaining freshness:

Critical review of physiological and biochemical transformations and storage techniques in postharvest bananas. *Food Packaging and Shelf Life*, 46, 101386.
<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2024.101386>

Wardatullatifah, I. S., Ayu, H., Muttalib, S. A., Fuadi, M. R., Santoso, D., Fatima, S., & Amalia, A. F. (2024). Rancangan Indikator Kesegaran Buah Pisang Ambon Lumut (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*) Berbasis Bromofenol Biru dan Metil Merah. *Pro Food*, 10(2), 196-204. <https://doi.org/10.29303/profood.v10i2.487>