

Dampak Suhu, Pengemasan, dan Lama Penyimpanan terhadap Warna, Retensi Massa, dan Penyusunan Bobot Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*)

*The Effects of Temperature, Packaging, and Storage Duration on the Color, Mass Retention, and Weight Loss of Kepok Bananas (*Musa paradisiaca*)*

Sirly Eka Nur Intan, Ratih Paramastuti, Yasmin Aulia Rachma, Swastika Dewi*

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

*Korespondensi dengan penulis (swastidewi93@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 25 Juli 2025 dan dinyatakan diterima tanggal 8 Agustus 2025. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tekpangan>. eISSN 2597-9892. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Abstrak

Pisang kepok (*Musa paradisiaca*) mengalami perubahan fisiologis dan biokimia yang kompleks selama pematangan dan penyimpanan pascapanen, yang secara signifikan memengaruhi kualitas visual, tekstur, nilai gizi, dan daya jualnya. Penelitian ini meneliti pengaruh suhu penyimpanan dan kemasan terhadap perubahan warna, retensi massa buah, dan kehilangan bobot pada pisang kepok selama periode penyimpanan enam hari. Parameter warna (L^* , a^* , dan b^*) diukur menggunakan ruang warna CIELAB, retensi massa, sementara kehilangan bobot ditentukan dengan membandingkan massa buah awal dan akhir. Lama penyimpanan secara signifikan memengaruhi semua parameter warna, terutama nilai L^* dan a^* ($p < 0.05$), yang menunjukkan perubahan dari warna hijau ke kuning dan rona kemerahan selama pematangan. Kehilangan bobot terjadi secara konsisten dan signifikan pada semua perlakuan, dengan kehilangan paling parah terjadi pada suhu ruang. Kemasan plastik dan pendinginan dapat mengurangi kehilangan bobot dengan bertindak sebagai penghalang difusi uap air dan memperlambat proses metabolik. Pembekuan mempertahankan massa buah lebih efektif dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang, namun tetap mengalami fluktuasi akibat terjadinya sublimasi dan kemungkinan terjadinya mikroretakan pada jaringan. Temuan ini menyoroti pentingnya mengoptimalkan kondisi penyimpanan untuk mempertahankan kualitas pisang kepok dan meminimalkan kerugian pascapanen.

Kata kunci: kehilangan berat, pengemasan, penyimpanan, suhu, warna.

Abstract

*Kepok bananas (*Musa paradisiaca*) undergo complex physiological and biochemical changes during ripening and postharvest storage, which significantly affect their visual quality, texture, nutritional value, and marketability. This study examines the effects of storage temperature and packaging on color changes and weight loss in kepok bananas during a six-day storage period. Color parameters (L^* , a^* , and b^*) were measured using the CIELAB color space, while weight loss was determined by comparing the initial and final mass of the fruit. The storage duration significantly affected all color parameters, especially the L^* and a^* values ($p < 0.05$), indicating a transition from green to yellow coloring and a reddish hue during ripening. Weight loss occurred consistently and significantly in all treatments, with the most severe loss happening at room temperature. Plastic packaging and cooling can reduce weight loss by acting as a barrier to water vapor diffusion and slowing down metabolic processes. Freezing preserves fruit mass more effectively compared to storage at room temperature, but still experiences fluctuations due to sublimation and the possible formation of microcracks in the tissue. These findings highlight the importance of optimizing storage conditions to maintain kepok banana quality and minimize postharvest losses.*

Keywords: color, packaging, storage, temperature, weight loss.

Pendahuluan

Buah klimakterik seperti pisang kepok (*Musa paradisiaca*) mengalami perubahan fisiologis dan biokimia yang kompleks selama pematangan dan penyimpanan pascapanen. Perubahan ini, yang terutama dipicu oleh produksi etilena dan peningkatan laju respirasi, sangat mempengaruhi kualitas visual, tekstur, nilai gizi, dan daya jual buah (Dwi Arista & Ardiningtyas, 2024). Di antara indikator kualitas yang paling mudah terlihat adalah atribut warna, yang tidak hanya mencerminkan tingkat kematangan tetapi juga menjadi parameter penting bagi preferensi dan penerimaan konsumen. Parameter ruang warna CIELAB L^* , a^* , dan b^* secara luas digunakan untuk mengukur perubahan tampilan permukaan, masing-masing berkaitan dengan tingkat kecerahan, komponen hijau-merah, dan biru-kuning. Nilai tersebut memberikan ukuran objektif atas transformasi pigmen, termasuk degradasi klorofil, akumulasi karotenoid, dan perkembangan antosianin, yang terjadi selama proses pematangan dan penuaan (Chen et al., 2024).

Selain warna, retensi massa buah merupakan indikator penting kualitas pascapanen. Kehilangan massa terutama terjadi akibat penguapan air, respirasi, dan kerusakan jaringan, yang seluruhnya dipengaruhi oleh suhu penyimpanan dan kondisi pengemasan (Brackmann et al., 2014). Suhu tinggi mempercepat aktivitas metabolisme dan kehilangan air, sementara penyimpanan bersuhu rendah, khususnya di bawah kondisi kelembapan yang dimodifikasi seperti pembungkusan plastik, dapat mengurangi efek tersebut dan membantu mempertahankan kualitas buah (Zheng et al., 2022). Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengaruh penyimpanan terhadap kualitas buah pisang kepok, seperti kehilangan air pada pisang kepok selama penyimpanan terbuka (Sirijariyawat & Charoenrein, 2012) dan perubahan masa simpan akibat suhu penyimpanan (Dwi Arista & Ardiningtyas, 2024). Meskipun

demikian, sebagian besar studi tersebut cenderung fokus pada satu parameter kualitas atau satu aspek lingkungan penyimpanan secara terpisah, misalnya hanya menilai suhu atau hanya durasi penyimpanan (Affandi et al., 2021; Ponce-Valadez et al., 2016).

Penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan mengevaluasi dua parameter utama secara simultan, yaitu perubahan warna kulit (dalam sistem CIELAB: L^* , a^* , dan b^*) sebagai indikator visual kematangan, dan retensi massa sebagai indikator kehilangan kualitas fisiologis. Selain itu, penelitian ini dilakukan dalam kondisi eksperimental terkontrol yang menggabungkan variabel suhu dan teknik pengemasan, sesuatu yang belum banyak dikaji secara bersamaan pada pisang kepok. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai strategi penyimpanan optimal untuk mempertahankan kesegaran buah dan mengurangi kehilangan pascapanen secara praktis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan kualitas pascapanen, secara khusus perkembangan warna dan retensi massa, pada pisang kepok selama enam hari penyimpanan di bawah kombinasi suhu dan pengemasan yang berbeda. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi strategi penyimpanan yang optimal sesuai dengan karakteristik setiap buah guna menjaga kesegaran serta meminimalkan kerugian pascapanen.

Materi dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus - Desember 2024 di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

Materi

Varietas pisang yang digunakan adalah pisang kepok (*Musa paradisiaca*), yang dikenal luas sebagai varietas konsumsi lokal. Pisang dipilih berdasarkan keseragaman ukuran, tingkat kematangan, serta bebas dari kerusakan mekanis atau mikroba. Buah diperoleh dari pasar segar lokal di Semarang, Indonesia, dan diproses pada hari yang sama saat diperoleh. Sebelum dilakukan perlakuan, buah dicuci dengan air suling dan dibiarkan kering secara alami pada suhu ruangan ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) untuk menghilangkan kelembapan pada permukaan. Setiap perlakuan terdiri atas 9 buah pisang (3 buah per ulangan, $n = 3$). Untuk pengemasan, plastik yang digunakan adalah *Low-Density Polyethylene* (LDPE) transparan dengan ketebalan 0,05 mm, yang memiliki permeabilitas uap air dan gas sedang.

Metode

Desain Eksperimen

Desain acak lengkap digunakan untuk mengevaluasi pengaruh kondisi penyimpanan yang berbeda. Masing-masing jenis buah dikenai enam perlakuan penyimpanan, yaitu:

- A: Suhu ruang ($25 \pm 2^\circ\text{C}$)
- B: Suhu ruang dan dibungkus plastik
- C: Kulkas ($4 \pm 1^\circ\text{C}$)
- D: Kulkas dan dibungkus plastik
- E: *Freezer* ($-18 \pm 2^\circ\text{C}$)
- F: *Freezer* dan dibungkus plastik

Buah-buah disimpan selama enam hari, dengan pengumpulan data dilakukan pada empat interval: hari ke-0 (awal), hari ke-2, hari ke-4, dan hari ke-6. Setiap kelompok perlakuan terdiri dari tiga ulangan biologis ($n = 3$).

Pengukuran Warna

Warna permukaan diukur menggunakan kolorimeter portabel, sesuai dengan ruang warna CIE Lab*. Nilai L^* menyatakan kecerahan (terang-gelap), a^* menunjukkan sumbu merah-hijau, dan b^* menunjukkan sumbu kuning-biru. Setiap buah diukur pada tiga titik yang berjarak sama di sekitar garis tengahnya, dan nilai rata-rata digunakan untuk analisis.

Retensi Massa

Pada proses pasca-panen, retensi massa mengacu pada massa produk pertanian yang tetap terjaga atau bertahan setelah proses seperti pengeringan, penyimpanan, atau pengolahan. Retensi massa sangat penting karena berhubungan dengan kerugian hasil panen yang dapat terjadi akibat penguapan air, pengeringan, atau pembusukan.

Pengukuran Kehilangan Bobot

Kehilangan bobot masing-masing buah diukur menggunakan neraca analitik digital dengan ketelitian $\pm 0,01$ g. Setiap buah ditimbang secara individual pada awal percobaan (bobot awal, W_o) dan pada setiap interval penyimpanan (bobot akhir, W_t). Kehilangan bobot dihitung dengan rumus:

$$\text{Kehilangan Bobot (\%)} = \frac{W_o - W_t}{W_o} \times 100$$

Persentase ini menunjukkan massa yang hilang akibat penguapan air dan degradasi fisiologis selama penyimpanan. Semua pengukuran dilakukan dalam kondisi aseptik untuk menghindari kontaminasi eksternal.

Pengolahan dan Analisis Data

Seluruh data dianalisis menggunakan ANOVA satu arah untuk menentukan pengaruh suhu penyimpanan, kondisi pengemasan, dan lama penyimpanan terhadap kehilangan bobot dan parameter warna (L^* , a^* , b^*). Sebelum melakukan ANOVA, asumsi statistik seperti normalitas dan homogenitas varians diuji dan telah dipenuhi. Perbedaan

antar rata-rata diuji menggunakan uji HSD Tukey pada tingkat signifikansi $p < 0,05$. Analisis statistik dilakukan menggunakan *IBM SPSS Statistics* versi 2.1.

Hasil dan Pembahasan

Perubahan Warna selama Penyimpanan pada Kondisi Suhu dan Kemasan yang Berbeda

Berdasarkan tabel 1, baik suhu penyimpanan maupun metode pengemasan tidak secara signifikan memengaruhi perubahan warna pada pisang kepok selama penyimpanan, kecuali parameter b^* yang dipengaruhi oleh suhu penyimpanan ($p < 0,05$). Perbedaan yang mencolok ditemukan antara perlakuan suhu A dan E, serta antara perlakuan A dan F. Sebaliknya, lama penyimpanan secara signifikan memengaruhi semua parameter warna (L^* , a^* , dan b^*), terutama nilai L^* dan a^* ($p < 0,05$).

Nilai L^* dalam evaluasi kualitas buah merupakan parameter penting untuk menilai perubahan penampilan, khususnya tingkat kecerahan, seiring waktu. Peningkatan nilai L^* umumnya menunjukkan bahwa buah menjadi lebih terang, yang dapat berkorelasi dengan proses pematangan. Misalnya, buah yang sedang mengalami pematangan bisa menunjukkan peningkatan nilai L^* seiring transisi dari hijau tua ke kuning terang atau warna matang lainnya, yang dapat menandakan puncak kematangan dan kualitas optimal untuk dikonsumsi (Wang et al., 2016). Penurunan nilai L^* yang terjadi pada hari ke-4 dan ke-6 dapat mengindikasikan awal dari proses degradasi seperti pencoklatan dan pelayuan. Penggelapan ini sering dikaitkan dengan penurunan kualitas buah, di mana reaksi enzimatik seperti aktivitas polifenol oksidase menyebabkan pencoklatan, yang menandakan buah terlalu matang atau mulai membusuk (Chrysargyris et al., 2021).

Pematangan pisang kepok melibatkan proses fisiologis yang kompleks yang menghasilkan perubahan warna, seperti yang ditunjukkan oleh variasi nilai a^* dan b^* . Peningkatan nilai a^* menunjukkan transisi dari hijau ke kuning dan akhirnya menuju rona kemerahan selama pematangan, sementara nilai b^* menunjukkan kestabilan selama masa penyimpanan. Dinamika fisiologis selama pematangan meliputi degradasi klorofil, yang terkait dengan munculnya bercak hitam pada kulit pisang kepok. Degradasi ini disertai dengan aktivitas enzim-enzim pengurai klorofil, yang menyebabkan terjadinya senesensi pada jaringan kulit (Pongprasert et al., 2021). Faktor-faktor seperti etilen dan suhu sangat memengaruhi proteom dan proses pematangan berikutnya, di mana perlakuan dengan etilen dan suhu tinggi dapat mengubah ekspresi protein-protein kunci yang berhubungan dengan pematangan (Du et al., 2016).

Selain itu, proses pematangan pisang kepok ditandai dengan degradasi klorofil dan sintesis pigmen karotenoid, seperti lutein dan beta-karoten, yang menyebabkan perubahan warna dari hijau menjadi kuning terang. Penurunan nilai L^* setelah puncak kematangan disebabkan oleh proses pencoklatan enzimatik yang dipicu oleh aktivitas polifenol oksidase (PPO) dan reaksi Maillard pada kulit pisang kepok (Escalante-Minakata et al., 2018). Dengan demikian, perubahan nilai L^* , a^* , dan b^* selama penyimpanan sangat berkaitan dengan proses biokimia yang terjadi pada buah tersebut.

Tabel 1. Variasi dalam Metode Warna CIE $L^*a^*b^*$ pada Kulit Pisang kepok di Berbagai Kondisi Penyimpanan dan Periode Waktu

Kondisi Penyimpanan	L^*	a^*	b^*
	Hari ke 0		
A (Suhu ruang)	$37,51 \pm 12,46^a$	$-7,25 \pm 1,20^a$	$21,75 \pm 7,82^a$
B (Suhu ruang dan dibungkus plastik)	$42,64 \pm 6,59^a$	$-8,07 \pm 0,72^a$	$23,40 \pm 5,43^{ab}$
C (Kulkas)	$40,91 \pm 11,27^a$	$-7,95 \pm 1,68^a$	$23,03 \pm 7,45^{ab}$
D (Kulkas dan dibungkus plastik)	$42,27 \pm 6,10^a$	$-8,09 \pm 0,86^a$	$24,91 \pm 3,69^{ab}$
E (<i>Freezer</i>)	$41,56 \pm 5,80^a$	$-7,92 \pm 0,62^a$	$24,51 \pm 3,30^{ab}$
F (<i>Freezer</i> dan dibungkus plastik)	$42,06 \pm 16,12^a$	$-8,02 \pm 1,78^a$	$23,69 \pm 10,99^{ab}$
	Hari ke 2		
	L^*	a^*	b^*
A (Suhu ruang)	$74,50 \pm 8,63^b$	$-12,50 \pm 1,30^{ab}$	$36,54 \pm 2,91^a$
B (Suhu ruang dan dibungkus plastik)	$64,20 \pm 3,11^b$	$-10,55 \pm 0,30^{ab}$	$28,27 \pm 0,52^{ab}$
C (Kulkas)	$59,57 \pm 2,33^b$	$-9,57 \pm 0,89^{ab}$	$26,08 \pm 1,02^b$
D (Kulkas dan dibungkus plastik)	$64,38 \pm 4,70^b$	$-11,29 \pm 1,17^{ab}$	$29,48 \pm 3,08^b$
E (<i>Freezer</i>)	$50,88 \pm 0,93^b$	$-2,03 \pm 1,37^b$	$13,58 \pm 3,03^c$
F (<i>Freezer</i> dan dibungkus plastik)	$57,34 \pm 2,66^b$	$-2,40 \pm 0,42^b$	$14,86 \pm 2,69^c$
	Hari ke 4		
	L^*	a^*	b^*
A (Suhu ruang)	$46,69 \pm 6,89^c$	$9,48 \pm 0,28^b$	$33,74 \pm 6,28^a$
B (Suhu ruang dan dibungkus plastik)	$30,69 \pm 1,65^c$	$-4,43 \pm 1,74^b$	$13,48 \pm 1,75^b$
C (Kulkas)	$40,80 \pm 3,28^c$	$-6,57 \pm 1,68^b$	$21,51 \pm 5,19^b$
D (Kulkas dan dibungkus plastik)	$24,42 \pm 5,49^c$	$-3,87 \pm 1,85^b$	$7,90 \pm 3,11^c$
E (<i>Freezer</i>)	$27,00 \pm 3,96^c$	$3,04 \pm 3,76^b$	$6,99 \pm 5,19^c$
F (<i>Freezer</i> dan dibungkus plastik)	$22,64 \pm 7,92^c$	$4,07 \pm 3,27^b$	$5,36 \pm 5,80^c$
	Hari ke 6		
	L^*	a^*	b^*
A (Suhu ruang)	$55,13 \pm 3,46^c$	$12,80 \pm 1,98^b$	$41,02 \pm 5,20^a$

B (Suhu ruang dan dibungkus plastik)	42,90 ± 4,64 ^c	-4,91 ± 0,92 ^b	22,48 ± 1,61 ^b
C (Kulkas)	31,34 ± 5,71 ^c	-3,39 ± 0,58 ^b	14,81 ± 4,00 ^b
D (Kulkas dan dibungkus plastik)	38,99 ± 0,33 ^c	-0,54 ± 0,17 ^b	16,81 ± 0,01 ^b
E (<i>Freezer</i>)	27,84 ± 0,40 ^c	2,74 ± 0,00 ^b	5,67 ± 0,86 ^c
F (<i>Freezer</i> dan dibungkus plastik)	27,06 ± 1,98 ^c	2,88 ± 1,81 ^b	4,50 ± 0,40 ^c

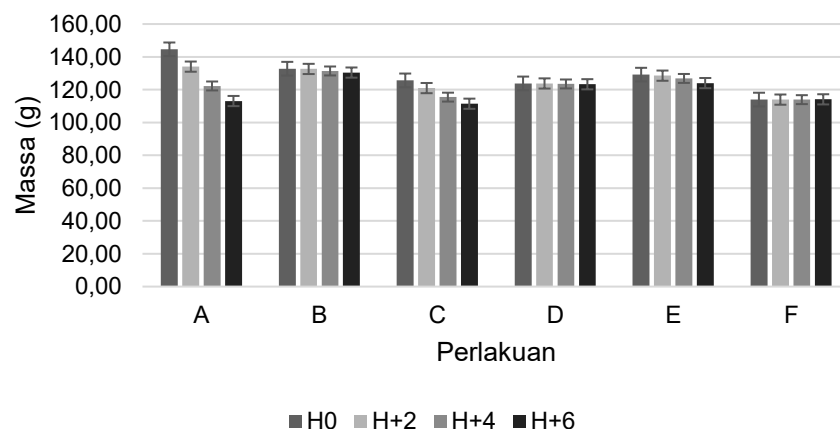
Keterangan: Data disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (n = 3). Superskrip yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan (p < 0,05).

Retensi Massa Buah

Variasi berat buah yang digambarkan pada Gambar 1 di berbagai kondisi dan durasi penyimpanan menunjukkan bagaimana buah secara fisiologis merespons unsur-unsur seperti suhu dan kemasan. Massa buah merupakan indikator penting kualitas pascapanen dan penerimaan konsumen, yang sangat dipengaruhi oleh kehilangan air, laju respirasi, serta integritas struktur jaringan buah selama penyimpanan.

Pisang kepek menunjukkan penurunan massa buah yang konsisten dan signifikan di semua perlakuan, dengan kerugian paling parah diamati pada kondisi suhu ruang (Perlakuan A). Pada Hari ke-6, rata-rata massa telah menurun lebih dari 25%, mencerminkan kehilangan air yang cepat dan aktivitas metabolisme yang khas pada pisang kepek pascapanen (Abiso et al., 2018). Pembungkusan dengan plastik (Perlakuan B) sedikit mengurangi kehilangan massa, kemungkinan karena plastik berperan sebagai penghalang difusi uap air. Namun demikian, metode ini masih kurang efektif dibandingkan dengan pendinginan (Perlakuan C dan D), yang secara signifikan mengurangi kehilangan massa dengan memperlambat proses metabolisme dan penguapan. Secara khusus, kombinasi antara pendinginan dan pembungkusan plastik (Perlakuan D) menghasilkan retensi massa terbaik di antara semua kondisi, menunjukkan adanya efek sinergis antara suhu rendah dan kelembapan yang terkontrol (Lameira et al., 2020).

Menariknya, pembekuan (Perlakuan E dan F) mampu menjaga massa buah lebih efektif dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang, namun fluktuasi tetap terjadi. Hal ini bisa disebabkan oleh terjadinya sublimasi saat penyimpanan di *freezer* serta kemungkinan adanya mikroretakan pada jaringan yang diakibatkan oleh pembentukan kristal es, yang diketahui dapat mengurangi kemampuan buah beku dalam mempertahankan air (Li et al., 2018; Sirijariyawat & Charoenrein, 2012).



Gambar 1. Retensi Massa Pisang kepek di Bawah Berbagai Kondisi Penyimpanan dan Rentang Waktu

Penurunan Bobot

Penurunan bobot merupakan parameter pascapanen yang penting yang mencerminkan perubahan fisiologis dan fisik pada buah, terutama akibat proses respirasi dan transpirasi selama penyimpanan. Besarnya penurunan berat secara signifikan dipengaruhi oleh jenis perlakuan penyimpanan (p < 0.05), sebagaimana tercermin dari perbedaan statistik di antara kelompok perlakuan.

Pada buah pisang kepek, perlakuan A menghasilkan penurunan berat tertinggi ($21,80 \pm 3,22^a$), sedangkan yang terendah diamati pada perlakuan F ($0,11 \pm 1,33^d$). Tren serupa juga terjadi pada tomat, di mana buah yang mendapatkan perlakuan A menunjukkan penurunan berat yang cukup besar ($6,52 \pm 1,84^a$) dibandingkan dengan perlakuan D ($0,36 \pm 0,07^d$). Variasi dalam penurunan berat ini dapat dikaitkan dengan perbedaan lingkungan penyimpanan, yang kemungkinan memengaruhi kelembapan, suhu, dan pertukaran gas, sesuai dengan temuan yang dilaporkan oleh (Herrera et al., 2024), yang menekankan peran atmosfer termodifikasi dan penyimpanan bersuhu rendah dalam mengurangi kehilangan pascapanen pada buah klimakterik.

Tabel 2. Penurunan Bobot Pisang kepok di Berbagai Kondisi Penyimpanan dan Periode Waktu

Kondisi Penyimpanan	Penurunan Bobot
A (Suhu ruang)	21,80 ± 3,22 ^a
B (Suhu ruang dan dibungkus plastik)	1,79 ± 0,10 ^c
C (Kulkas)	11,34 ± 0,19 ^{ab}
D (Kulkas dan dibungkus plastik)	0,43 ± 0,03 ^d
E (<i>Freezer</i>)	3,99 ± 0,06 ^{cd}
F (<i>Freezer</i> dan dibungkus plastik)	0,11 ± 1,33 ^d

Keterangan: * Data disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi (n = 3). Superskrip yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan (p < 0,05).

Korelasi antara Suhu dan Kemasan

Suhu secara signifikan memengaruhi warna pisang kepok. Suhu yang lebih rendah, seperti pendinginan dan pembekuan, cenderung memperlambat proses pematangan, sehingga membantu mempertahankan warna asli lebih lama dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu ruang (Bof et al., 2021; Hapsari & Lestari, 2016). Selain itu, kemasan juga berperan dalam menjaga warna dengan membatasi paparan terhadap oksigen dan kelembapan, sehingga memperlambat proses pencoklatan baik secara oksidatif maupun enzimatis (Bof et al., 2021).

Retensi massa selama penyimpanan dipengaruhi oleh hilangnya kelembapan dan laju respirasi. Penyimpanan dalam lingkungan bersuhu rendah, seperti lemari pendingin, dapat menekan laju respirasi dan mengurangi kehilangan kelembapan, sehingga lebih efektif dalam menjaga massa pisang dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu yang lebih tinggi (Alam et al., 2023; Hapsari & Lestari, 2016). Penggunaan *plastic wrap* tau kemasan vakum menambah lapisan pelindung yang membatasi penguapan air, sehingga membantu mempertahankan massa buah.

Kehilangan bobot pada pisang kepok terutama disebabkan oleh proses respirasi dan penguapan kelembapan. Suhu rendah mampu menurunkan laju respirasi, yang pada gilirannya mengurangi kehilangan bobot. Selain itu, kemasan seperti *plastic wrap* menciptakan mikro lingkungan dengan kelembapan yang lebih terkontrol, sehingga memperlambat laju kehilangan air dan menjaga bobot buah secara signifikan (Hapsari & Lestari, 2016; Jedermann et al., 2014). Namun, pada kondisi pembekuan, meskipun kehilangan kelembapan dapat diminimalkan, struktur jaringan pisang berisiko mengalami kerusakan akibat pembentukan kristal es, yang dapat menurunkan kualitas setelah proses pencairan (Alam et al., 2023). Dengan demikian, kombinasi antara suhu penyimpanan rendah dan penggunaan kemasan pelindung terbukti menjadi pendekatan paling optimal dalam menjaga kualitas fisik pisang kepok serta memperpanjang ketahanan atribut fisiknya selama penyimpanan.

Kesimpulan

Studi ini menunjukkan bahwa retensi warna dan massa pisang kepok pascapanen sangat dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan. Meskipun pendinginan yang dikombinasikan dengan pembungkusan plastik umumnya menjaga kualitas pada berbagai jenis buah, perlakuan optimal bervariasi tergantung pada respons fisiologis spesifik setiap spesies. Hasil tersebut menegaskan perlunya strategi penyimpanan yang disesuaikan guna meminimalkan kehilangan pascapanen dan mempertahankan kualitas buah. Penelitian lebih lanjut perlu menyelidiki mekanisme biokimia yang mendasari respons tersebut untuk mendukung praktik penanganan dan penyimpanan yang lebih baik.

Temuan ini memiliki implikasi praktis bagi pelaku distribusi dan usaha kecil-menengah (UKM) di bidang hortikultura, khususnya dalam pengelolaan rantai pasok pisang kepok. Penyimpanan pada suhu dingin dengan kemasan plastik LDPE disarankan untuk menjaga kualitas visual dan massa produk selama distribusi, terutama di wilayah tropis dengan suhu ruang tinggi.

Daftar Pustaka

- Abiso, E., Alemnew, A., Eshetu, S., & Awoke, M. (2018). Effect of Packaging Materials and Postharvest Treatments on Postharvest Quality and Shelf Life of Banana Fruits (*Musa Spp.*). *Annals, Food Science and Technology*, 19(2), 292–299.
- Affandi, F. Y., Verschoor, J. A., Paillart, M. J. M., Verdonk, J. C., Woltering, E. J., & Schouten, R. E. (2021). Low Oxygen Storage Improves Tomato Postharvest Cold Tolerance, Especially for Tomatoes Cultivated with Far-Red LED Light. *Foods*, 10(8), 1699. <https://doi.org/10.3390/foods10081699>
- Alam, M., Biswas, M., Hasan, M. M., Hossain, M. F., Zahid, M. A., Al-Reza, M. S., & Islam, T. (2023). Quality attributes of the developed banana flour: Effects of drying methods. *Heliyon*, 9(7), e18312. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18312>
- Bof, M. J., Laurent, F. E., Massolo, F., Locaso, D. E., Versino, F., & García, M. A. (2021). Bio-Packaging Material Impact on Blueberries Quality Attributes under Transport and Marketing Conditions. *Polymers*, 13(4), 481. <https://doi.org/10.3390/polym13040481>
- Brackmann, A., Thewes, F. R., Anese, R. de O., Both, V., & Gasperin, A. R. de. (2014). Respiration rate and its effect on mass loss and chemical qualities of “Fuyu” persimmon fruit stored in controlled atmosphere. *Ciência Rural*, 44(4), 612–615. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000400006>
- Chen, N., Wei, W., Yang, Y., Chen, L., Shan, W., Chen, J., Lu, W., Kuang, J., & Wu, C. (2024). Postharvest Physiology and Handling of Guava Fruit. *Foods*, 13(5), 805. <https://doi.org/10.3390/foods13050805>

- Chrysargyris, A., Rousos, C., Xylia, P., & Tzortzakis, N. (2021). Vapour Application of Sage Essential Oil Maintain Tomato Fruit Quality in Breaker and Red Ripening Stages. *Plants*, 10(12), 2645. <https://doi.org/10.3390/plants10122645>
- Du, L., Song, J., Forney, C., Palmer, L. C., Fillmore, S., & Zhang, Z. (2016). Proteome changes in banana fruit peel tissue in response to ethylene and high-temperature treatments. *Horticulture Research*, 3(1), 16012. <https://doi.org/10.1038/hortres.2016.12>
- Dwi Arista, N. I., & Ardiningtyas, S. A. (2024). Comparative analysis of ethylene-induced ripening in climacteric and non-climacteric fruits: implications for post-harvest management. *Social Agriculture, Food System, and Environmental Sustainability*, 1(2), 90–100. <https://doi.org/10.61511/safses.v1i2.2024.1202>
- Escalante-Minakata, P., Ibarra-Junquera, V., Ornelas-Paz, J. de J., García-Ibáñez, V., Virgen-Ortíz, J. J., González-Potes, A., Pérez-Martínez, J. D., & Orozco-Santos, M. (2018). Comparative study of the banana pulp browning process of ‘Giant Dwarf’ and FHIA-23 during fruit ripening based on image analysis and the polyphenol oxidase and peroxidase biochemical properties. *3 Biotech*, 8(1), 30. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-1048-3>
- Hapsari, L., & Lestari, D. A. (2016). Fruit Characteristic and Nutrient Values of Four Indonesian Banana Cultivars (*Musa* Spp.) at Different Genomic Groups. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 38(3). <https://doi.org/10.17503/agrivita.v38i3.696>
- Herrera, K. Y., Jaramillo, J. C., Riaño, C., Suarez, C., Sierra, C. A., Zuluaga, C. M., & Castellanos, D. A. (2024). Evaluation of perforation-mediated modified atmosphere packaging for the commercialization of bulk purple passion fruit under refrigeration. *Journal of Food Science*, 89(12), 8673–8688. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17547>
- Jedermann, R., Praeger, U., Geyer, M., & Lang, W. (2014). Remote quality monitoring in the banana chain. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372(2017), 20130303. <https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0303>
- Lameira, R. das C., Silva, B. M. P. da, Valentini, S. R. de T., Cia, P., & Bron, I. U. (2020). Refrigeration and modified atmosphere to the conservation of ‘Malasia’ Star fruit. *Ciência Rural*, 50(5). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190646>
- Li, D., Zhu, Z., & Sun, D.-W. (2018). Effects of freezing on cell structure of fresh cellular food materials: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.02.019>
- Ponce-Valadez, M., Escalona-Buendía, H. B., Villa-Hernández, J. M., de León-Sánchez, F. D., Rivera-Cabrera, F., Alia-Tejacal, I., & Pérez-Flores, L. J. (2016). Effect of refrigerated storage (12.5°C) on tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit flavor: A biochemical and sensory analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 6–14. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.010>
- Pongprasert, N., Srilaong, V., & Sunpapao, A. (2021). Postharvest senescent dark spot development mechanism of *Musa acuminata* (“Khái” banana) peel associated with chlorophyll degradation and stomata cell death. *Journal of Food Biochemistry*, 45(6). <https://doi.org/10.1111/jfbc.13745>
- Sirijariyawat, A., & Charoenrein, S. (2012). Freezing Characteristics and Texture Variation After Freezing and Thawing of Four Fruit Types. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 34(5), 517–523.
- Wang, N.-N., Sun, D.-W., Yang, Y.-C., Pu, H., & Zhu, Z. (2016). Recent Advances in the Application of Hyperspectral Imaging for Evaluating Fruit Quality. *Food Analytical Methods*, 9(1), 178–191. <https://doi.org/10.1007/s12161-015-0153-3>
- Zheng, Y., Yang, Z., Wei, T., & Zhao, H. (2022). Response of Tomato Sugar and Acid Metabolism and Fruit Quality under Different High Temperature and Relative Humidity Conditions. *Phyton*, 91(9), 2033–2054. <https://doi.org/10.32604/phyton.2022.019468>