

Pengaruh Modified Atmosphere Storage (MAS) terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Pisang Kepok (*Musa acuminata balbisiana*) Selama Penyimpanan

Effect of Modified Atmosphere Storage (MAS) on Physical and Chemical Characteristics of Kepok Banana (*Musa acuminata balbisiana*) During Storage

Mas Wisnu Aninditya^{1*}, Dwi Rahayu², Narjisul Ummah², Mona Nur Moulia², dan Enrico Syaefullah²

¹Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian, Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia,

²Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia,
Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia

*E-mail : maswisnua@gmail.com

ABSTRACT

*Kepok banana (*Musa acuminata balbisiana* Colla) is a climacteric horticultural commodity susceptible to postharvest quality degradation due to continuous metabolic activity. The application of Modified Atmosphere Storage (MAS) through a combination of low temperature and reduced oxygen concentration is considered effective in retarding fruit quality deterioration. This study aimed to analyze the effect of MAS storage conditions on the physical and chemical characteristics of Kepok banana, including pH, total soluble solids (TSS/Brix), weight loss, moisture content, firmness, and color (L*, a*, b*, Chroma, Hue angle) over 9 days of storage. Three treatments were applied: room temperature (Room: ~28°C, O₂ 20.6%), cold storage T1 (15°C, O₂ 20.6%), and cold storage T2 (10°C, O₂ 5%). The experiment employed a completely randomized design with three replications. Room temperature storage produced the highest weight loss (42.20% on day 9), significantly exceeding T1 (12.45%) and T2 (7.90%). TSS under room temperature increased from 6.00 to 26.57 °Brix by day 5, indicating rapid starch hydrolysis, while T1 and T2 maintained TSS below 12 °Brix. A pH decline occurred under room temperature (5.96 to 4.57), whereas T1 and T2 maintained near-initial values. Flesh firmness at room temperature decreased drastically to 1.04 kgf/cm² on day 9, while T2 retained firmness above 47 kgf/cm². Overall, MAS at T2 (10°C, O₂ 5%) demonstrated the best efficacy in maintaining Kepok banana quality.*

Keywords: climacteric fruit, kepok banana, modified atmosphere storage, postharvest, storage temperature

Disubmit : 16 Maret 2026, **Diterima :** 03 April 2026, **Disetujui :** 30 Juni 2026;

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara tropis dengan kapasitas produksi buah-buahan yang menempatkannya dalam dua puluh besar produsen buah terbesar di dunia (FAOSTAT, 2019). Pisang menduduki posisi teratas komoditas buah nasional dengan produksi mencapai 8.741.147 ton pada tahun 2021

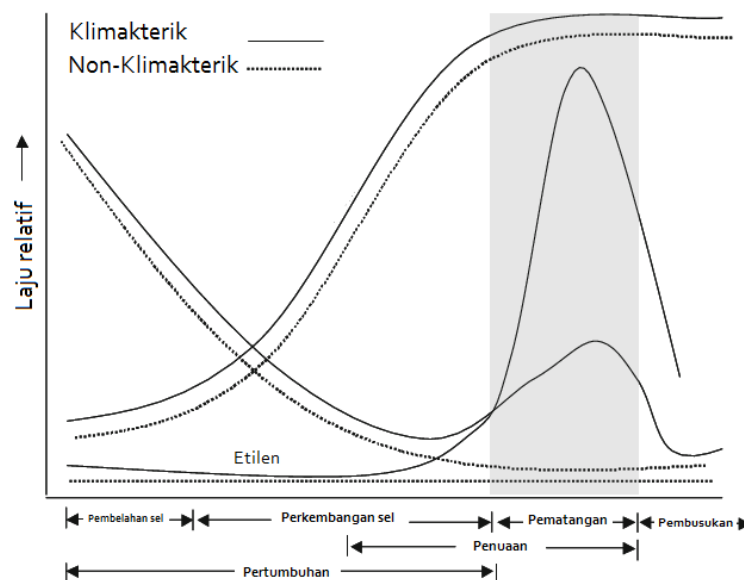


Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

yang tersebar di seluruh provinsi (Badan Pusat Statistik, 2021). Pisang Kepok (*Musa acuminata balbisiana* Colla) termasuk varietas yang paling banyak dikonsumsi, baik segar maupun olahan (Kiptiah et al., 2019).

Karakteristik pisang sebagai buah klimakterik menjadikan komoditas ini sangat rentan terhadap penurunan kualitas pascapanen. Proses pematangan tetap berlangsung meskipun buah telah dipanen, ditandai dengan lonjakan laju respirasi dan produksi gas etilen endogen (Nurjanah, 2002). Buah klimakterik berbeda dengan buah non-klimakterik dalam hal kemampuannya melanjutkan proses pematangan setelah panen, sebagaimana ditunjukkan pada kurva pola perkembangan respirasi (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Pola dan fase perkembangan buah klimakterik dan non-klimakterik (Sumber: Paul et al., 2012)

Transformasi biokimia yang terjadi selama pematangan meliputi hidrolisis pati menjadi gula-gula sederhana, pelunakan dinding sel akibat degradasi pektin, perubahan warna kulit, serta penurunan kekerasan secara progresif (Triardianto et al., 2022). Apabila tidak dikelola dengan tepat, rangkaian perubahan ini berujung pada pambusukan yang memperpendek masa edar produk.

Pendekatan Modified Atmosphere Storage (MAS) merupakan kombinasi penyimpanan suhu rendah dengan modifikasi komposisi gas atmosfer. Berdasarkan aturan Van't Hoff, setiap penurunan suhu 10°C akan menurunkan laju reaksi biologis menjadi setengah hingga sepertiga dari nilai semula (Kader & Saltveit, 2003; Fonseca et al., 2002). Selain suhu, penurunan konsentrasi O₂ juga menekan aktivitas enzim respirasi aerobik sehingga metabolisme buah melambat (Saltveit, 2016; Barbosa et al., 2018).

Penelitian terdahulu oleh Triardianto et al. (2022) menunjukkan bahwa pisang Kepok yang disimpan pada 15°C memiliki laju perubahan fisik lebih lambat dibanding 28°C. Dahlan et al. (2024) mengonfirmasi bahwa suhu dingin menekan susut bobot dan mempertahankan kenampakan visual pisang. Namun, kajian yang secara simultan mengombinasikan faktor suhu dan konsentrasi O₂ pada pisang Kepok lokal masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kondisi MAS terhadap karakteristik fisik dan kimia pisang Kepok selama periode penyimpanan 9 hari, yaitu rentang waktu yang dipilih berdasarkan laju pematangan pisang Kepok pada suhu ruang yang umumnya mencapai kondisi overripe dalam 7–10 hari pascapanen. Indikator keberhasilan penyimpanan yang ditetapkan meliputi: (1) susut bobot di bawah 10% pada perlakuan terbaik, (2) nilai TPT di bawah 12° Brix sebagai batas pradewasa, (3) kekerasan daging buah di atas 10 kgf/cm², dan (4) kestabilan pH dan warna kulit sebagai penanda keterlambatan pematangan visual.

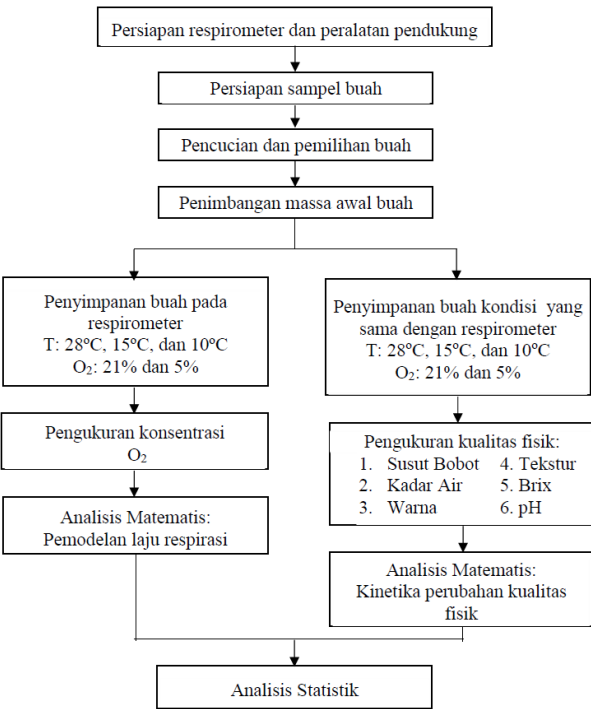
METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Desember 2024 di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI), Serpong, Banten.

Bahan dan Alat. Bahan utama yang digunakan adalah pisang Kepok (*Musa acuminata balbisiana* Colla) yang diperoleh dari Pasar Induk Jakarta Timur dalam kondisi tua-hijau (immature green), yaitu buah yang sudah mencapai kematangan fisiologis namun belum layak konsumsi. Pemilihan sampel didasarkan pada keseragaman ukuran, warna, dan ketiadaan cacat mekanis. Peralatan utama terdiri atas: respirometer sistem tertutup berbasis toples kaca 1.000 ml, oksigen tester (AR8100), colour meter (TES 135A) untuk pengukuran warna CIE L*a*b*, refractometer digital untuk Brix, penetrometer buah (GY-4), pH meter digital, timbangan digital, dan oven untuk kadar air.



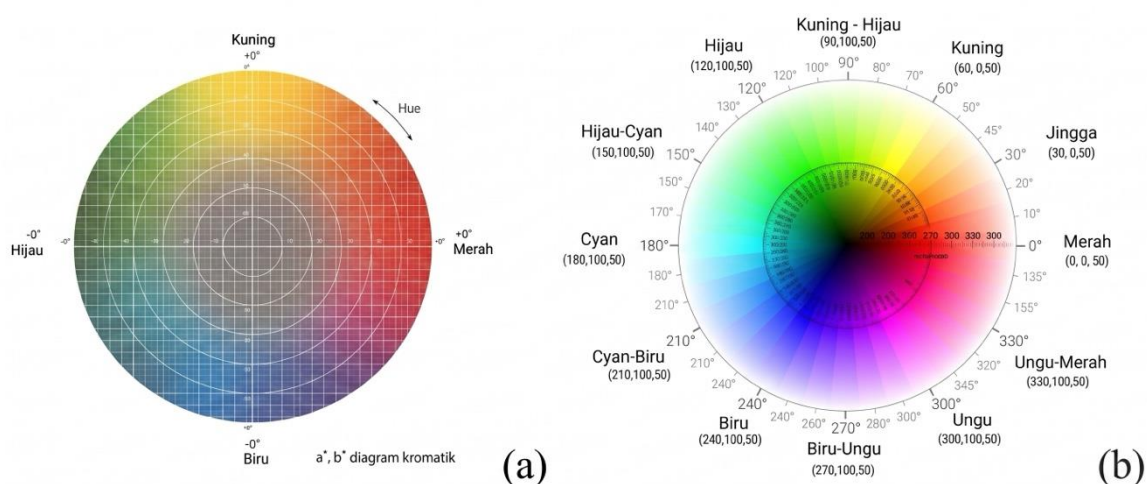
Gambar 2. Respirometer sistem tertutup yang digunakan untuk pengukuran konsentrasi O₂ dalam penelitian (Sumber: Dokumentasi penelitian)



Gambar 3. Diagram alir prosedur penelitian (Sumber: Dokumentasi penelitian)

Rancangan Penelitian. Penelitian dirancang secara eksperimen dengan tiga perlakuan kondisi penyimpanan: (1) Suhu Ruang (Room): $\sim 28^{\circ}\text{C}$, O_2 awal 20,6%; (2) T1: 15°C , O_2 awal 20,6%; dan (3) T2: 10°C , O_2 awal 5%. Perlakuan T2 dilakukan dengan injeksi gas nitrogen ke dalam respirometer sebelum penyimpanan guna menurunkan konsentrasi O_2 . Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali ($n = 3$). Diagram alir penelitian secara lengkap disajikan pada Gambar 3.

Prosedur Pengukuran Parameter. Susut bobot dihitung berdasarkan persamaan: $\% \text{ Susut Bobot} = [(B_0 - B_t) / B_0] \times 100\%$, dengan B_0 = massa awal dan B_t = massa pada hari pengukuran. Kadar air ditentukan secara termogravimetri menggunakan oven 105°C selama 24 jam (basis basah). Nilai Brix diukur menggunakan refraktometer digital dari sari daging buah segar. Derajat keasaman (pH) diukur menggunakan pH meter yang dikalibrasi dengan larutan buffer pH 4,0 dan 7,0. Kekerasan diukur menggunakan penetrometer (probe $\varnothing 3,5 \text{ mm}$; $A = 0,0962 \text{ cm}^2$) pada sampel daging buah berbentuk silinder tanpa kulit (tebal $\geq 1 \text{ cm}$), dinyatakan dalam kgf/cm^2 . Pengukuran warna kulit dilakukan menggunakan colour meter di dalam kotak hitam pada tiga titik pengukuran (atas, tengah, bawah). Parameter warna yang dianalisis meliputi L^* , a^* , b^* , Chroma ($C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$), dan Hue angle ($h = \arctan(b^*/a^*)$). Ilustrasi diagram warna CIE $L^*a^*b^*$ ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram sistem koordinat warna CIE $L^*a^*b^*$: (a) chroma; (b) hue angle

Analisis Data. Data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk rata-rata $\pm$ standar deviasi ($n = 3$). Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan disajikan dalam bentuk grafik tren menggunakan Microsoft Excel. Hubungan antara waktu penyimpanan dan perubahan setiap parameter dianalisis melalui regresi linier.

HASIL DAN PEMBAHASAN

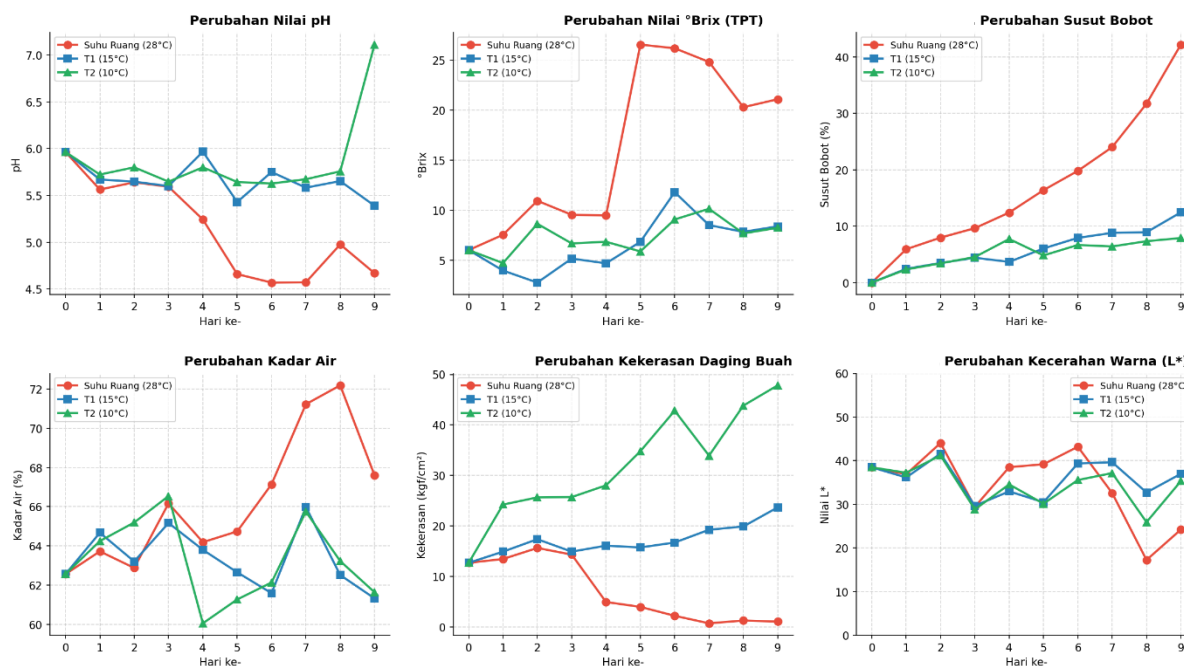
Tabel 1. Rata-rata perubahan parameter fisik dan kimia pisang Kepok pada hari ke-0 dan ke-9 ($n = 3$)

Parameter	Hari ke-	Suhu Ruang ($\sim 28^{\circ}\text{C}$)	T1 (15°C)	T2 (10°C)	Satuan
pH	0	5,96	5,96	5,96	—
	9	4,67	5,39	7,11*	—
TPT ($^{\circ}\text{Brix}$)	0	6,00	6,00	6,00	$^{\circ}\text{Brix}$
	9	21,10	8,38	8,23	$^{\circ}\text{Brix}$

Parameter	Hari ke-	Suhu Ruang (~28°C)	T1 (15°C)	T2 (10°C)	Satuan
Susut Bobot	1	5,91	2,44	2,33	%
	9	42,20	12,45	7,90	%
Kadar Air	0	62,57	62,57	62,57	%
	9	67,60	61,33	61,64	%
Kekerasan	0	12,68	12,68	12,68	kgf/cm ²
	9	1,04	23,64	47,84	kgf/cm ²
L* (kecerahan)	0	38,47	38,47	38,47	—
	9	24,21	36,99	35,31	—

Keterangan: T1 = 15°C, O₂ 20,6%; T2 = 10°C, O₂ 5%; * = anomali data hari ke-9

Perubahan Karakteristik Fisik dan Kimia Pisang Kepok Selama Penyimpanan Modified Atmosphere Storage (MAS)

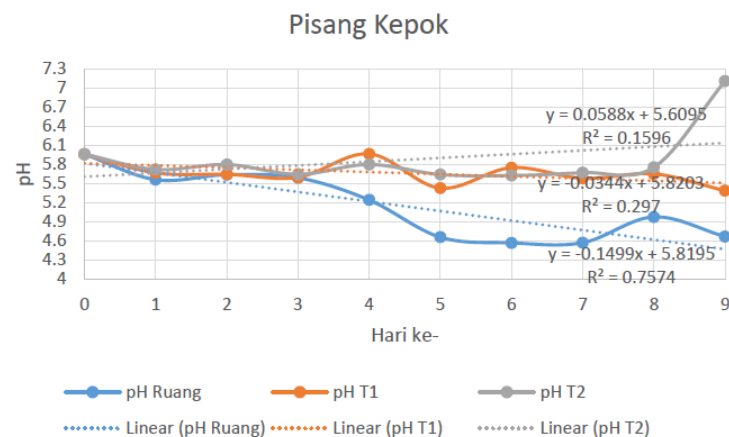


Gambar 5. Ringkasan perubahan enam parameter fisik dan kimia pisang Kepok selama penyimpanan MAS (data diolah dari Excel penelitian)

Derajat Keasaman (pH). Nilai pH pisang Kepok pada hari ke-0 tercatat sebesar 5,96 pada ketiga perlakuan, mencerminkan kondisi buah tua-hijau sebelum fase klimakterik. Selama penyimpanan, perlakuan suhu ruang memperlihatkan tren penurunan pH paling signifikan, dengan nilai terendah 4,57 pada hari ke-6 hingga ke-7. Perlakuan T1 mempertahankan pH pada kisaran 5,43–5,97, sementara T2 menampilkan nilai pH relatif stabil antara 5,63–5,80 hingga hari ke-8, meskipun terjadi lonjakan anomali hingga 7,11 pada hari ke-9. Grafik perubahan pH pisang Kepok pada ketiga kondisi penyimpanan disajikan pada Gambar 6.

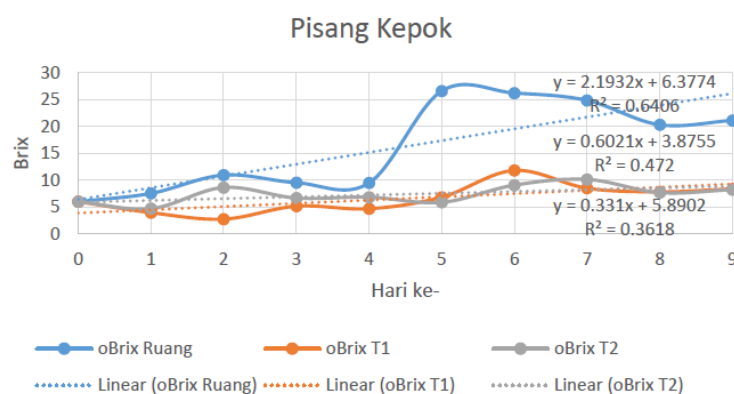
Pola penurunan pH pada suhu ruang mengindikasikan percepatan akumulasi senyawa asam organik, khususnya sebagai produk sampingan metabolisme klimakterik. Anyasi et al. (2015) menyatakan bahwa penurunan pH merupakan indikator laju pematangan yang berkorelasi dengan akumulasi leucoanthosianin golongan tanin. Triardianto & Bintoro (2022) mengonfirmasi penurunan pH lebih cepat pada suhu

penyimpanan yang lebih tinggi. Kemampuan T1 dan T2 mempertahankan pH pada level stabil mencerminkan keberhasilan suhu rendah dalam menghambat aktivitas enzim hidrolitik.



Gambar 6. Perubahan nilai pH pisang Kepok selama penyimpanan pada kondisi suhu ruang, T1 (15°C), dan T2 (10°C)

Total Padatan Terlarut (TPT/Brix). Nilai TPT pada hari ke-0 adalah 6,00 °Brix untuk semua perlakuan, mencerminkan dominasi pati pada buah tua-hijau. Pada suhu ruang, TPT melonjak signifikan mulai hari ke-5 hingga mencapai puncak 26,57 °Brix, kemudian stabil pada kisaran 20–24 °Brix. T1 dan T2 mempertahankan TPT jauh di bawah 12 °Brix sepanjang 9 hari. Grafik perubahan °Brix pisang Kepok disajikan pada Gambar 7.

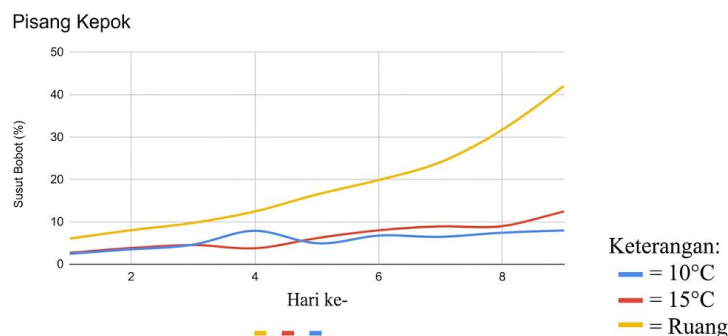


Gambar 7. Perubahan nilai °Brix (TPT) pisang Kepok selama penyimpanan pada kondisi suhu ruang, T1 (15°C), dan T2 (10°C)

Pola ini menggambarkan fenomena klimakterik khas di mana aktivitas enzim amilase menghidrolisis cadangan pati secara masif menjadi sukrosa, glukosa, dan fruktosa (Triardianto et al., 2022). Perbedaan yang sangat nyata antara suhu ruang dengan T1 dan T2 mendukung temuan Triardianto et al. (2022) bahwa semakin rendah suhu, semakin lambat laju degradasi pati. Limonu et al. (2025) juga melaporkan bahwa suhu penyimpanan yang lebih rendah secara konsisten menekan kenaikan TPT pada pisang Kepok.

Susut Bobot. Susut bobot merupakan parameter paling responsif terhadap perbedaan kondisi penyimpanan. Pada suhu ruang, susut bobot meningkat progresif dari 5,91% (hari ke-1) hingga 42,20% (hari

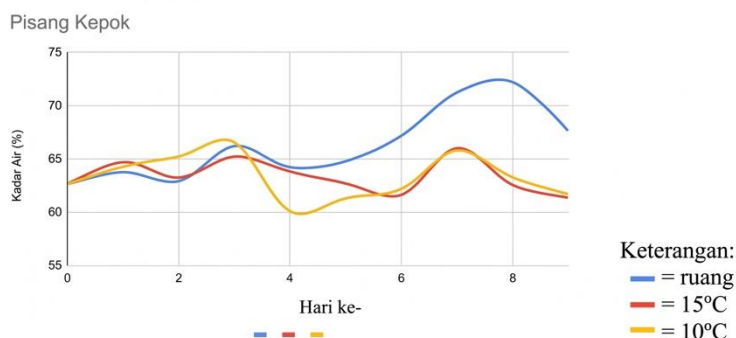
ke-9), berbanding kontras dengan T1 (12,45%) dan T2 (7,90%) pada hari yang sama. Grafik perubahan susut bobot ketiga pisang selama penyimpanan disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perubahan susut bobot pisang Kepok selama penyimpanan pada kondisi suhu ruang, T1 (15°C), dan T2 (10°C)

Kehilangan massa terutama diakibatkan oleh transpirasi dan respirasi yang berlangsung lebih cepat pada suhu tinggi (Mutia, 2019; Arti & Manurung, 2018). Sesuai prinsip Kader (2013), setiap kenaikan suhu 10°C meningkatkan laju kerusakan buah 2–3 kali lipat. Temuan ini selaras dengan Dahlan et al. (2024) dan Iswara et al. (2023) yang melaporkan susut bobot pisang pada suhu dingin lebih rendah secara nyata dibandingkan suhu ruang.

Kadar Air. Perubahan kadar air pisang Kepok memperlihatkan pola yang lebih kompleks. Pada suhu ruang, kadar air meningkat dari 62,57% (hari ke-0) hingga 71,23% pada hari ke-7, sebelum sedikit menurun. Pada T1 dan T2, fluktuasi kadar air lebih terkendali pada kisaran 61–66%. Perubahan kadar air selama penyimpanan pada ketiga kondisi disajikan pada Gambar 9.

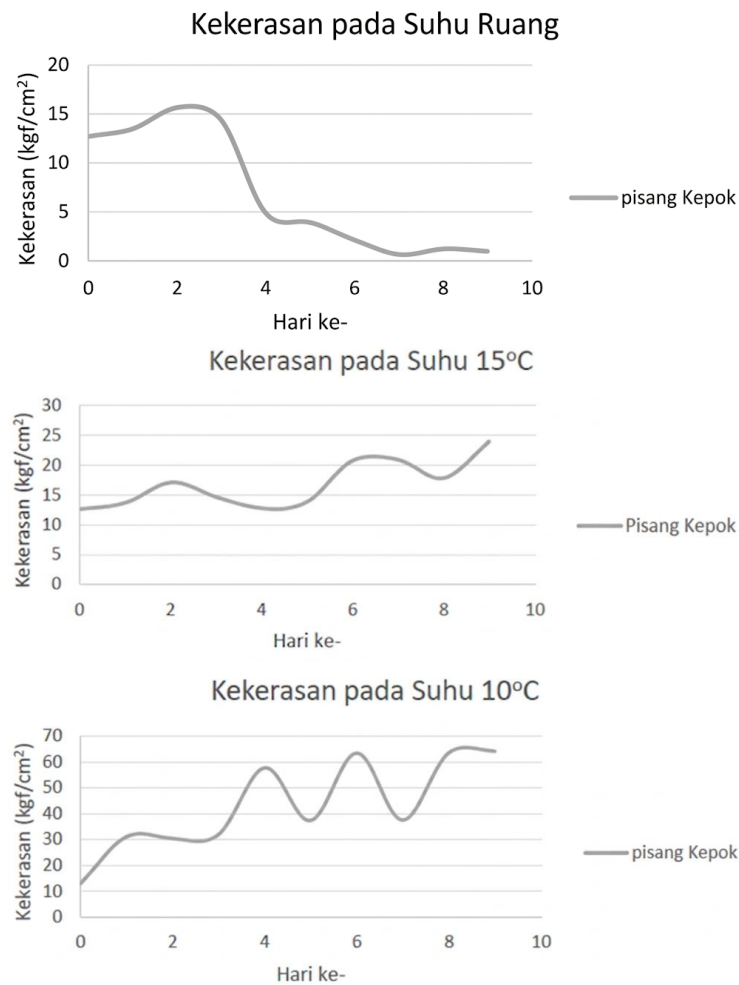


Gambar 9. Perubahan kadar air pisang Kepok selama penyimpanan pada kondisi suhu ruang, T1 (15°C), dan T2 (10°C)

Peningkatan kadar air pada suhu ruang berhubungan erat dengan hidrolisis pati menjadi gula yang menghasilkan air metabolit sebagai produk sampingan reaksi. Akumulasi air metabolit di ruang antar sel melebihi kehilangan air melalui transpirasi, sehingga kadar air total meningkat (Ifmalinda & Windasari, 2018). Limonu et al. (2025) melaporkan pola serupa pada pisang Kepok dengan peningkatan kadar air signifikan pada penyimpanan suhu ruang dibanding suhu dingin.

Kekerasan Daging Buah. Penurunan kekerasan daging buah yang drastis terjadi pada perlakuan suhu ruang, dari 12,68 kgf/cm² pada hari ke-0 menjadi hanya 1,04 kgf/cm² pada hari ke-9. Sebaliknya, T2 menunjukkan nilai kekerasan yang meningkat secara progresif hingga 47,84 kgf/cm², sementara T1

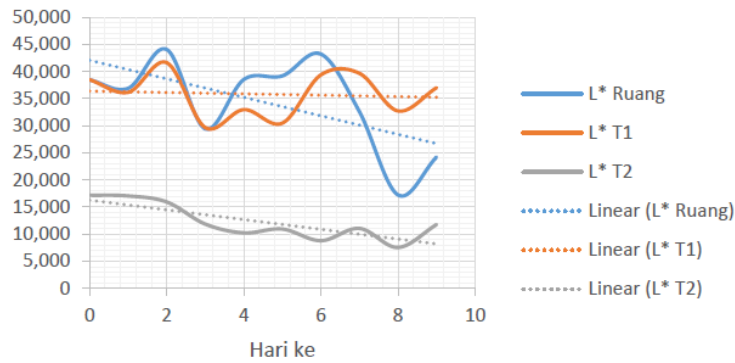
mempertahankan kekerasan di kisaran 23,64 kgf/cm². Grafik perubahan kekerasan pada ketiga kondisi suhu penyimpanan disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Perubahan kekerasan daging buah pisang Kepok selama penyimpanan pada: (a) suhu ruang, (b) T₁ = 15°C, (c) T₂ = 10°C

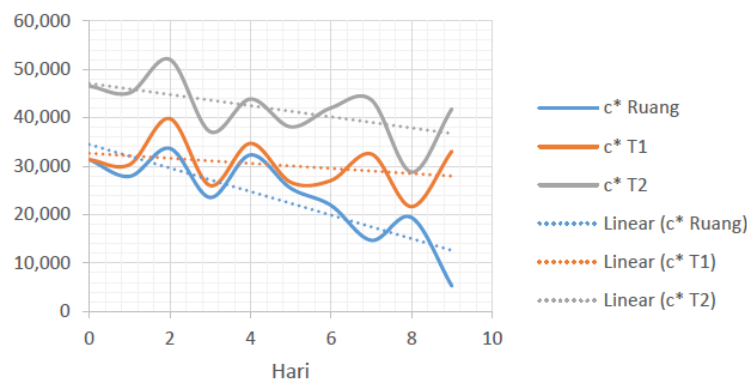
Pelunakan buah terjadi akibat dua mekanisme utama: peningkatan tekanan osmotik akibat hidrolisis pati yang menurunkan tekanan turgor sel, dan degradasi pektin dinding sel oleh poligalakturonase (Adi et al., 2019). Kedua proses ini berlangsung lebih lambat pada suhu rendah. Triardianto et al. (2022) mengonfirmasi bahwa pisang Kepok pada suhu 28°C memiliki kekerasan terendah dibanding 20°C dan 15°C. Peningkatan kekerasan pada T₂ diduga terkait dengan dehidrasi parsial jaringan akibat kondisi O₂ rendah.

Perubahan Warna Kulit (CIE L*a*b*). Nilai L* (kecerahan) pada hari ke-0 berkisar 38–39 untuk semua perlakuan, sesuai dengan warna kulit hijau gelap buah tua-hijau. Pada suhu ruang, L* mengalami penurunan menuju 17–25 pada hari ke-8 dan ke-9, mengindikasikan penggelapan akibat browning dan degradasi pigmen. T₁ dan T₂ mempertahankan L* lebih stabil (25–42). Grafik perubahan L* khusus pisang Kepok disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Perubahan nilai L^* (kecerahan) kulit pisang Kepok pada kondisi suhu ruang, T1 (15°C), dan T2 (10°C)

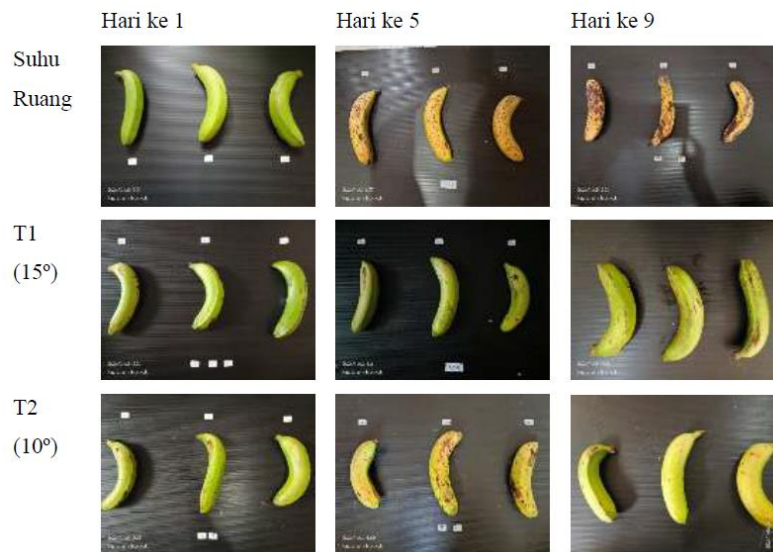
Pergeseran a^* dari negatif (hijau) menuju positif (cokelat/merah) terjadi paling cepat pada suhu ruang (dari $-17,19$ menjadi $-0,96$ pada hari ke-9), mencerminkan degradasi klorofil dan sintesis karotenoid yang dipicu oleh meningkatnya aktivitas enzim klorofilase (Arista et al., 2017). Pada T1 dan T2, a^* tetap negatif hingga hari ke-9 (≈ 11 hingga -18), mengindikasikan penundaan pematangan visual yang efektif. Grafik perubahan nilai chroma (C^*) pisang Kepok ditampilkan pada Gambar 12.



B Gambar 12. Perubahan nilai Chroma (C^*) kulit pisang Kepok pada kondisi suhu ruang, T1 (15°C), dan T2 (10°C)

Bukti visual perubahan warna kulit pisang selama penyimpanan dapat dilihat pada dokumentasi foto yang disajikan pada Gambar 13. Pola perubahan warna yang terjadi dapat dijadikan referensi visual untuk menggambarkan dinamika perubahan warna pada pisang Kepok, mengingat keduanya merupakan buah klimakterik dengan mekanisme degradasi klorofil yang serupa.

Temuan perubahan warna ini konsisten dengan laporan Dahlan et al. (2024) yang menyatakan pisang pada suhu ruang mengalami penurunan warna lebih cepat dibanding suhu dingin. Triardianto & Bintoro (2024) dalam analisis PCA mengonfirmasi bahwa parameter hue angle dan chroma berkorelasi positif dengan parameter respirasi dan etilen, menunjukkan bahwa penekanan metabolisme oleh MAS secara langsung menghambat perubahan warna buah.



Gambar 13. Dokumentasi perubahan warna pisang Kepok selama penyimpanan pada kondisi suhu ruang, T1 (15°C), dan T2 (10°C): Hari ke-1, 5, dan 9 (Sumber: Dokumentasi penelitian)

KESIMPULAN

Kondisi penyimpanan Modified Atmosphere Storage (MAS) menunjukkan perbedaan respons yang nyata secara deskriptif terhadap seluruh parameter karakteristik fisik dan kimia pisang Kepok yang diamati. Penyimpanan MAS pada T2 (10°C dengan konsentrasi O₂ 5%) terbukti paling efektif dalam menghambat deteriorasi kualitas pisang Kepok dibandingkan T1 (15°C) dan suhu ruang. Susut bobot pada T2 hingga hari ke-9 hanya mencapai 7,90%, jauh lebih rendah dibandingkan suhu ruang (42,20%). Nilai TPT pada suhu ruang melonjak hingga 26,57 °Brix, sementara T1 dan T2 mempertahankan TPT di bawah 12 °Brix, mengindikasikan penghambatan signifikan hidrolisis pati. Penurunan pH yang lebih lambat, kekerasan yang lebih terjaga, serta perubahan warna yang lebih terkendali pada kedua perlakuan dingin menunjukkan bahwa MAS mampu memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kenampakan segar pisang Kepok. Di antara seluruh parameter yang diamati, susut bobot merupakan indikator paling responsif terhadap perbedaan kondisi penyimpanan, dengan selisih antarperlakuan mencapai lebih dari 34 poin persentase pada hari ke-9, menjadikannya parameter kunci dalam evaluasi efektivitas sistem MAS. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji variasi konsentrasi O₂ yang lebih luas serta mengintegrasikan analisis kinetika perubahan kualitas untuk optimasi sistem MAS pada skala komersial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia atas dukungan dana penelitian melalui DIPA PEPI Tahun Anggaran 2024. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh staf Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian PEPI atas bantuan teknis selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, D. D., Oduro, I. N., & Tortoe, C. (2019). Physicochemical changes in plantain during normal storage ripening. *Scientific African*, 6, e00190.
- Anyasi, T. A., Jideani, A. I. O., & Mchau, G. A. (2015). Morphological, physicochemical, and antioxidant profile of noncommercial banana cultivars. *Food Science and Nutrition*, 3(3), 221–232.
- Arista, M. L., Widodo, W. D., & Suketi, K. (2017). Penggunaan kalium permanganat sebagai oksidan etilen untuk memperpanjang daya simpan pisang Raja Bulu. *Agrohorti*, 5(3), 334–341.

- Arti, I. M., & Manurung, A. N. H. (2018). Pengaruh etilen apel dan daun mangga pada pematangan buah pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*). *Jurnal Pertanian Presisi*, 2(2), 77–88.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Produksi Tanaman Buah-buahan 2021. <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Barbosa, A. A., et al. (2018). Effect of modified atmosphere packaging on respiration rate and quality of Golden papaya. *Postharvest Biology and Technology*, 141, 9–17.
- 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. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 9(1), 15–23.
- FAOSTAT. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistical Databases. <http://www.fao.org/faostat>
- Fonseca, S. C., Oliveira, F. A. R., & Brecht, J. K. (2002). Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *Journal of Food Engineering*, 52(2), 99–119.
- Ifmalinda, I., & Windasari, A. (2018). Pengaruh edible coating berbasis kitosan terhadap kualitas buah pisang Barangan selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(1), 27–34.
- Iswara, N. W., Niam, M. A., Pramana, B. T. A., Al Aflah, A. N., & Rachma, Y. A. (2023). Pengaruh kondisi penyimpanan terhadap susut bobot, tekstur, dan warna pisang Kepok Kuning. *Jurnal Agrifoodtech*, 2(1), 1–6.
- Kader, A. A. (2013). Postharvest technology of horticultural crops: An overview from farm to fork. *Journal of Applied Sciences and Technology*, 1(1), 1–8.
- Kader, A. A. (2016). *Postharvest Technology of Horticultural Crops* (4th ed.). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.
- Kader, A. A., & Saltveit, M. E. (2003). Respiration and gas exchange. In J. A. Bartz & J. K. Brecht (Eds.), *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. Marcel Dekker.
- Kiptiah, M., Nuryati, Amalia, R. R., & Hayati, M. (2019). Substitusi tepung pisang Kepok dalam pembuatan produk soes kering pisang Kepok. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 6(2), 108–117.
- Limonu, M., Dahlan, S. A., Ahmad, L., Lanur, S., Hippy, N., Duhe, S. T., & Kaku, S. (2025). Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap karakteristik fisik pisang Kepok. *Jambura Journal of Food Technology (JJFT)*, 7(3), 435–448.
- Mutia, A. K. (2019). Pengaruh kadar air awal pada bawang merah terhadap susut bobot dan tingkat kekerasan selama penyimpanan suhu rendah. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 2(1), 30–37.
- Nurjanah, S. (2002). Study on respiration rate and ethylene production of fruit and vegetables to predict their storage time. *Bionatura*, 4(3), 148–156.
- Paul, V., Pandey, R., & Srivastava, G. C. (2012). The fading distinctions between classical patterns of ripening in climacteric and non-climacteric fruit and the ubiquity of ethylene—an overview. *Journal of Food Science and Technology*, 49(1), 1–21.
- Saltveit, M. E. (2016). Respiratory metabolism. In *USDA Agricultural Handbook*. UC Postharvest Outreach Program.

- Triardianto, D., Adhamatika, A., & Sucipto, A. (2022). Pengaruh suhu terhadap parameter fisik pisang Kepok (*Musa acuminata*) selama penyimpanan. *Agrosaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 5(1), 11–16.
- Triardianto, D., & Bintoro, N. (2024). Analisis korelasi parameter fisik pasca panen buah pisang Kepok selama penyimpanan dengan metode Principal Component Analysis (PCA). *JTPT: Jurnal Teknik Pertanian Terapan*, 1(2), 74–82.