

## EFEKTIVITAS PELAPISAN LILIN LEBAH (BEESWAX COATING) DALAM MEMPERTAHANKAN MUTU FISIK DAN WARNA BUAH PISANG SELAMA PENYIMPANAN PASCAPANEN

*Effectiveness Of Beeswax Coating In Maintaining The Physical Quality And Color Of Bananas During Post-Harvest Storage*

**Agus Budiono<sup>1)\*</sup>, Hariyanto Hariyanto<sup>2)</sup>, Zainur Rozaib<sup>3)</sup>**

<sup>1)\*</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Madura e-mail: [eengoktavian@gmail.com](mailto:eengoktavian@gmail.com)

<sup>2)</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Madura e-mail: [Iyanravenza745@gmail.com](mailto:Iyanravenza745@gmail.com)

<sup>3)</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Madura e-mail: [rozaibzainor@gmail.com](mailto:rozaibzainor@gmail.com)

Penulis Korespondensi: E-mail: [eengoktavian@gmail.com](mailto:eengoktavian@gmail.com)

### ABSTRAK

Buah pisang merupakan komoditas klimakterik yang mudah mengalami penurunan mutu selama penyimpanan pascapanen akibat tingginya laju respirasi dan transpirasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pelapisan lilin lebah (beeswax coating) dalam mempertahankan mutu fisik dan warna buah pisang selama penyimpanan suhu ruang. Penelitian dilaksanakan menggunakan tiga perlakuan, yaitu tanpa pelapisan (kontrol), pelapisan beeswax (P1), serta pelapisan beeswax disertai pembungkusan aluminium foil (P2), dengan dua ulangan dan penyimpanan selama lima hari pada suhu 27–29 °C. Parameter yang diamati meliputi susut bobot serta perubahan warna kulit buah berdasarkan sistem warna CIE L\*, a\*, dan b\*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P1 paling efektif menekan susut bobot buah pisang, dengan total kehilangan bobot hanya 9%, dibandingkan kontrol sebesar 33% dan P2 sebesar 22%. Selain itu, perlakuan P1 mampu mempertahankan nilai kecerahan (L\*) dan menahan peningkatan nilai a\* serta penurunan nilai b\*, sehingga perubahan warna menuju cokelat berlangsung lebih lambat. Dengan demikian, pelapisan lilin lebah terbukti efektif dalam memperlambat pematangan, mempertahankan mutu fisik dan warna, serta memperpanjang umur simpan buah pisang selama penyimpanan pascapanen.

**Kata kunci:** *Efektivitas Pelapisan Lilin Lebah, Nilai Warna Pisang, Susut Bobot.*

### PENDAHULUAN

Belajar pengelolaan pascapanen buah pisang sangat penting karena sejumlah penelitian internasional terbaru menunjukkan bahwa kerugian besar sering terjadi akibat

penanganan yang kurang tepat serta teknologi penyimpanan yang belum memadai (Santoso & Egra, 2022). Buah pisang merupakan buah klimakterik dengan masa simpan yang pendek sehingga diperlukan praktik pascapanen yang

baik mulai dari panen, pengemasan, transportasi, hingga penyimpanan agar kualitas tetap terjaga (Dnyanadev, 2021). Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pelapisan lilin lebah (beeswax coating), yang berfungsi memperpanjang umur simpan, mengurangi kerusakan, dan mempertahankan mutu buah hingga ke tangan konsumen (Ruiz Medina & Ruales, 2024). Beberapa studi internasional terbaru menunjukkan bahwa sistem pelapisan berbasis beeswax mampu membentuk penghalang yang menurunkan laju kehilangan massa karena penguapan serta menekan laju respirasi dan aktivitas patogen pada buah yang sangat mudah rusak seperti pisang (Harahap) Oleh karena itu, memahami mekanisme, formulasi, aplikasi dan implikasi teknis dari pelapisan beeswax sangat relevan bagi mahasiswa agroteknologi maupun praktisi budidaya pisang, agar dapat mengimplementasikan praktik pascapanen yang lebih berkelanjutan, mengurangi kerugian pascapanen, dan meningkatkan nilai tambah komoditas pisang di pasar domestik maupun ekspor.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa buah pisang menghadapi tantangan besar dalam fase pasca panen, antara lain kehilangan bobot yang cepat, pelunakan jaringan, serta respirasi dan pematangan yang cepat yang menurunkan mutu dan umur simpan buah. Misalnya, dalam review komprehensif disebutkan bahwa kerugian pasca panen pada buah pisang berkisar antara 25 %–50 % akibat perubahan fisiologis, pelunakan jaringan, dan kerusakan mikroba, dengan kondisi suhu dan kelembapan tinggi memperburuk situasi (Yuslikhatin, 2025) selain itu, dalam penelitian tentang lapisan lilin lebah berbasis

emulsi ditemukan bahwa meskipun barrier lipid seperti lilin lebah memiliki keunggulan menahan penguapan, mereka seringkali memiliki sifat mekanik yang lemah sehingga sulit diimplementasikan secara praktis di skala besar (Buah & Arifia) Permasalahan lainnya adalah bahwa banyak studi edible coating belum memasukkan analisis ekonomi-teknis (cost-benefit) atau aspek penerimaan konsumen seperti perubahan aroma, rasa dan tekstur setelah pelapisan, sehingga meskipun teknologi menjanjikan, adopsi komersial masih terbatas.

Dalam berbagai penelitian internasional terkini mengenai pengelolaan pascapanen buah pisang, terdapat sejumlah kelemahan utama yang masih belum teratasi secara memadai. Pertama, banyak studi masih berskala laboratorium dan belum diuji di kondisi komersial atau skala besar, sehingga aspek translasi ke lapangan masih terbatas. Kedua, analisis ekonomi-teknis atau cost-benefit dari penerapan teknik seperti edible coating (termasuk pelapisan lilin lebah) masih kurang—termasuk perhitungan biaya bahan baku, proses, dan potensi pengembalian investasi. Ketiga, aspek penerimaan konsumen sering kurang diperhatikan: misalnya dampak pelapisan terhadap tekstur, rasa, aroma atau persepsi kualitas oleh pengguna akhir belum banyak dilaporkan. Keempat, teknologi pelapis terkadang belum disesuaikan dengan kondisi nyata di lapangan, seperti suhu tinggi tropis, transportasi panjang, kelembapan tinggi, atau mekanisme rantai pasok lokal yang kompleks—yang menyebabkan efektivitasnya menurun di praktis. Kelima, regulasi, standarisasi dan aspek keamanan dari penggunaan pelapis baru (termasuk sumber bahan, residu, biodegradasi) masih menjadi hambatan untuk

adopsi industri secara luas. Dengan mengakui kelemahan-kelemahan ini, maka penelitian dan penerapan di masa depan harus lebih fokus pada skala komersial, aspek ekonomi, penerimaan konsumen, dan adaptasi teknologi terhadap kondisi nyata di lapangan (Sari & Ansiska, 2024)

Maka dari itu, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan menguji penerapan pelapisan edible coating berbasis lilin lebah serta bahan tambahan bioaktif guna: pertama, menurunkan laju respirasi dan kehilangan berat badan buah pisang selama penyimpanan; kedua, memperlambat perubahan fisiko-kimia seperti pelunakan jaringan, peningkatan TSS dan penurunan keasaman yang umum terjadi pada buah klimakterik seperti pisang. Penelitian juga bertujuan untuk menekan pertumbuhan patogen (misalnya *Colletotrichum musae*) melalui pelapisan lilin lebah yang berfungsi sebagai penghalang fisik maupun sebagai pembawa senyawa antimikroba. Selanjutnya, tujuan berikutnya adalah mengevaluasi kepraktisan aplikatif teknik pelapisan ini dalam kondisi penyimpanan komersial (termasuk suhu ruang dan transportasi) serta menilai aspek ekonomi-teknis dan penerimaan konsumen dari buah pisang berlapis. Akhirnya, penelitian ini diharapkan memberikan rekomendasi teknis yang dapat diadopsi oleh petani, pengemas dan distribusi buah pisang guna mengurangi kerugian pasca panen dan meningkatkan nilai tambah produk dalam rantai pasok buah tropis.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan bahan

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Poto'an Daja, Kecamatan Palengaan, Kabupaten Pamekasan, Provinsi Jawa Timur dengan titik kordinat  $7^{\circ}44.796''S$   $113^{\circ}28'4.692''E$   $7^{\circ}4'45''S$   $113^{\circ}28'2''E$ . Bahan Utama yang digunakan dalam studi ini adalah buah pisang kepok yang diambil dari pasar. 17 Pamekasan. Selain itu, digunakan pula beberapa bahan tambahan untuk proses perlakuan, yaitu lilin lebah (beeswax) sebagai bahan pelapis alami, asam oleat yang berfungsi meningkatkan sifat plastisitas lapisan, trietanolamin (TEA) sebagai agen pengemulsi, serta aquades sebagai pelarut utama dalam proses pencampuran bahan. Seluruh bahan kimia, kecuali buah pisang, diperoleh melalui pembelian daring melalui platform Shopee (Abdurrahman, 2022)

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas berbagai instrumen pendukung yang berfungsi menunjang proses pengolahan, pengukuran, dan dokumentasi. Timbangan analitik merek *Good Wife* dengan kapasitas  $5 \text{ kg} \times 1 \text{ g}$  digunakan untuk menimbang berat basah buah pisang. Hand mixer merek *Philips* digunakan untuk menghomogenkan campuran bahan pelapis agar memperoleh konsistensi yang seragam. Selain itu, pisau digunakan untuk memotong lilin lebah menjadi ukuran kecil agar mudah dilelehkan, sedangkan kompor gas berfungsi untuk memanaskan aquades serta mencairkan lilin lebah. Proses pemanasan dilakukan menggunakan panci stainless steel sebagai wadah utama, sementara mangkok aluminium digunakan untuk mencampurkan lilin lebah dan asam oleat hingga membentuk larutan homogen. Selama proses perlakuan,

aluminium foil dan nampan digunakan untuk menampung serta melapisi bahan yang telah diberi perlakuan. Sebagai alat dokumentasi, digunakan telepon genggam Oppo Reno 7 untuk merekam dan mendokumentasikan setiap tahapan kegiatan penelitian.

### Persiapan bahan

Sebelum proses perlakuan terlebih dahulu, buah pisang dicuci menggunakan air yang bersih untuk membersihkan noda dan zat-zat yang terkontaminasi yang melekat pada permukaan kulit buah. Setelah itu, buah dikeringkan dengan cara diangin-anginkan hingga tidak terdapat sisa air pada permukaan.

Selanjutnya, dilakukan persiapan larutan pelapis atau *edible coating*. Lilin lebah ditimbang sebanyak 30 g, asam oleat ditakar sebanyak 10 ml. Kemudian cairkan lilin lebah dalam mangkok tahan panas dengan cara *double boiler* (wadah lilin diletakkan di atas air mendidih), setelah lilin lebah mencair campurkan sedikit demi sedikit asam oleat sambil di aduk merata. Selanjutnya, panaskan aquadesh, takar triethanolamin sebanyak 20 ml. kemudian campur triethanolamin dan aquadesh hingga larut sempurna (Yolanda *et al.*, 2021)

Sehingga nanti ada dua larutan dalam wadah yang berbeda. Wadah pertama berisi larutan minyak hasil dari campuran asam oleat dan lilin lebah. Wadah kedua berisi larutan air hasil dari campuran triethanolamin dan aquadesh. Selanjutnya tahap yang paling penting yaitu emulsifikasi, tuangkan larutan air kedalam larutan minyak secara perlahan sambil diaduk cepat dan terus-menerus menggunakan handmixer. Sampai campuran menjadi emulsi halus, homogen dan stabil. Pastikan larutan minyak dan larutan air berada di kisaran suhu yang sama atau tidak jauh

berbeda sekitar 60-70°C. Setelah emulsi terbentuk dan stabil, diamkan sambil di aduk pelan hingga suhu turun sampai suhu ruang. Dan lapisan edible coating beeswax tersebut siap di aplikasikan (Harahap, 2022)

### Perlakuan

Penelitian ini menggunakan tiga jenis perlakuan yang masing-masing diulang dua kali. Perlakuan pertama (P1) adalah buah pisang yang dilapisi edible coating berbasis lilin lebah (beeswax). Perlakuan kedua (P2) yaitu buah pisang yang dilapisi beeswax dan dibungkus aluminium foil. Perlakuan ketiga

Gambar 1. Diagram alir penelitian

(Kontrol) adalah buah pisang tanpa pelapisan. Penyimpanan dilakukan pada suhu ruang (sekitar 27–29 °C) selama lima hari dengan pengamatan harian terhadap perubahan berat dan warna kulit buah.

### Pengamatan

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan tiga jenis perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak dua kali untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan terukur. Perlakuan pertama (P1) yaitu buah pisang yang dilapisi dengan edible coating berbahan dasar lilin lebah (beeswax) sebagai upaya untuk memperlambat proses respirasi dan memperpanjang masa simpan buah. Perlakuan kedua (P2) yaitu buah pisang yang dilapisi dengan edible coating berbahan dasar lilin lebah (beeswax) serta dibungkus menggunakan aluminium foil, yang bertujuan untuk memberikan perlindungan ganda terhadap kehilangan air dan paparan udara luar. Sementara itu, perlakuan ketiga berfungsi sebagai kontrol tanpa perlakuan tambahan, sehingga dapat digunakan sebagai pembandingan terhadap dua perlakuan lainnya

## Diagram alir penelitian

### Data analisis

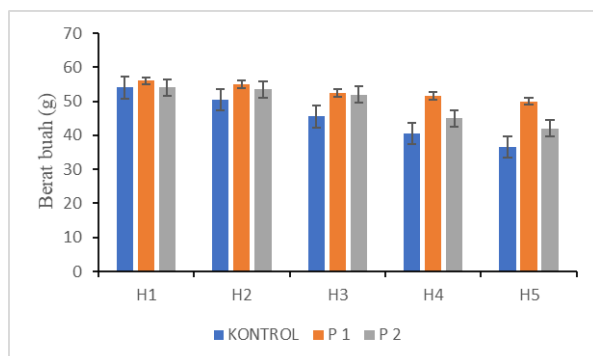
Data yang diperoleh dari pengamatan Susut Bobot dan nilai warna Lab diolah menggunakan Microsoft Excel. Setiap hari pengamatan dimasukkan ke dalam tabel, kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik garis dan grafik batang untuk memudahkan analisis visual terhadap perubahan berat dan warna.

Grafik tersebut digunakan untuk membandingkan tiga perlakuan penyimpanan dan melihat kecenderungan penurunan berat serta perubahan warna. Hasil grafik menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan terhadap efektivitas metode penyimpanan dalam memperlambat proses pematangan dan menjaga kualitas buah pisang.

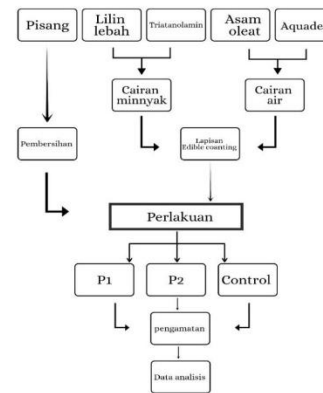
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Susut bobot buah pisang

Berdasarkan Gambar terlihat bahwa berat buah pisang mengalami penurunan bertahap selama penyimpanan lima hari. Penurunan paling besar terjadi pada perlakuan kontrol dengan susut bobot mencapai 33%, sedangkan pada P1 hanya sebesar 9% dan pada P2 sebesar 22%. Perlakuan P1 terbukti paling efektif dalam menekan laju kehilangan



berat karena lapisan beeswax mampu



mengurangi transpirasi dan respirasi buah.

Penurunan berat buah semakin nyata pada hari ketiga (H3), di mana perlakuan Kontrol turun hingga sekitar 46 gram, sedangkan P1 tetap lebih tinggi, yaitu 52 gram, dan P2 sebesar 51 gram. Pada hari keempat (H4) berat buah Kontrol menurun lebih lanjut menjadi 40 gram, P1 masih bertahan di 50 gram, dan P2 berada di kisaran 45 gram. Hingga hari kelima (H5), berat buah pada perlakuan Kontrol mencapai titik terendah, yaitu 36 gram, sementara P1 tetap tertinggi dengan 49–50 gram, dan P2 sebesar 42–43 gram. Jika dibandingkan dengan berat awal, maka total susut bobot selama lima hari penyimpanan adalah 33% pada perlakuan Kontrol, 9% pada P1, dan 22% pada P2.

Pola ini menunjukkan bahwa semakin lama buah pisang disimpan, semakin besar pula penurunan berat yang terjadi. Perlakuan P1 terbukti paling efektif dalam menekan laju susut bobot, diikuti oleh P2, sedangkan Kontrol mengalami penurunan paling besar. Fenomena ini terjadi karena proses fisiologis pascapanen, yaitu respirasi dan transpirasi, yang menyebabkan buah kehilangan air dan zat cadangan dari jaringan (Iswahyudi *et al.*,

2024; Yang *et al.*, 2025). Pada perlakuan kontrol, tidak adanya pelindung atau perlakuan penghambat respirasi membuat penguapan air berlangsung cepat, sehingga berat buah menurun secara signifikan (Büchele, 2024). Sebaliknya, pada perlakuan P1, kemungkinan adanya teknik pelapisan (edible coating) atau penyimpanan pada kondisi yang lebih terkendali mampu memperlambat kehilangan air dan menekan aktivitas respirasi, sehingga berat buah dapat dipertahankan lebih lama.

buah pisang yang diberi perlakuan edible coating berbasis kitosan hanya mengalami penurunan berat sebesar 8–12% selama lima hari, jauh lebih kecil

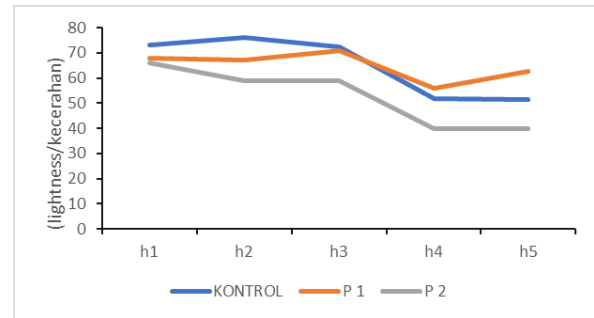
Gambar 2. Susut bobot buah pisang

dibandingkan kontrol yang mencapai 30–35% (Aziz *et al.*, 2021). Hal ini serupa dilaporkan oleh (Odetayo, 2021) bahwa penggunaan pelapis nanopartikel ZnO–chitosan dapat menurunkan susut bobot pisang dari 17.9% menjadi 12.1% setelah tujuh hari penyimpanan. Sementara itu, (Qu *et al.*, 2022) menyatakan bahwa perlakuan suhu rendah dan kemasan berpori dapat menurunkan kehilangan berat hingga 40% lebih rendah dibandingkan penyimpanan suhu ruang

### Nilai warna L

Pada Gambar terlihat perubahan nilai warna L (lightness/kecerahan) pada kulit buah pisang selama proses penyimpanan dari hari ke (H1) hingga hari ke (H5) dengan tiga perlakuan berbeda yaitu Kontrol, P1, dan P2. Nilai warna L menggambarkan tingkat kecerahan permukaan kulit buah, di mana nilai mendekati 100 menunjukkan warna semakin cerah (putih) sedangkan nilai mendekati 0 menunjukkan warna semakin gelap (kehitaman). Pada hari pertama (H1),

nilai L tertinggi terdapat pada perlakuan Kontrol sekitar 75, diikuti oleh P1 sekitar 68, dan P2 sekitar 65. Namun seiring bertambahnya waktu penyimpanan, seluruh perlakuan mengalami penurunan tingkat kecerahan secara bertahap.



Gambar 3. Nilai warna L

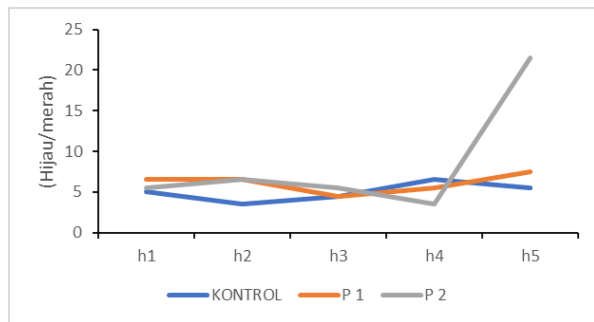
Penurunan nilai L paling drastis terjadi antara hari ke (H3) hingga hari ke (H4), di mana pada perlakuan Kontrol nilai L turun dari sekitar 74 menjadi 55, P1 turun dari 70 menjadi 58, sedangkan P2 mengalami penurunan paling besar yaitu dari 60 menjadi 42. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan P2 mempercepat proses perubahan warna kulit pisang menjadi lebih gelap dibandingkan perlakuan lainnya. Hingga hari ke (H5), nilai L pada semua perlakuan cenderung stabil dengan sedikit peningkatan pada P1, namun masih jauh lebih rendah dibandingkan hari pertama.

Perbedaan pola perubahan nilai warna ini dapat disebabkan oleh pengaruh lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan cahaya yang mempercepat degradasi pigmen kulit buah. Dalam penelitian oleh (Anggreani, 2024) disebutkan bahwa penggunaan edible coating berbasis aloe vera mampu mempertahankan nilai L buah pisang lebih stabil selama penyimpanan hingga 10 hari dibandingkan buah tanpa perlakuan. Hasil ini

konsisten dengan tren pada perlakuan 1 dalam grafik, yang memperlihatkan ketahanan warna kulit buah terhadap perubahan lingkungan. paparan etilen dan suhu tinggi mempercepat pencoklatan dan penurunan nilai L secara signifikan (Ingsavitri, 2025; Iswahyudi, 2015)

### Nilai warna A

Pada Gambar tersebut menunjukkan grafik perubahan nilai warna (a) pada kulit buah pisang selama lima hari penyimpanan (H1–H5) dengan tiga perlakuan berbeda,



Gambar 4 Nilai warna A

yaitu Kontrol, P1, dan P2. Nilai a merepresentasikan perubahan warna dari hijau ke arah merah atau coklat. Pada hari pertama (H1), nilai a pada ketiga perlakuan masih relatif rendah dan tidak jauh berbeda, yaitu sekitar 5 hingga 7, menandakan bahwa kulit pisang masih berwarna hijau kekuningan. Memasuki hari kedua (H2), nilai a pada perlakuan kontrol sedikit menurun menjadi sekitar 4, sementara pada perlakuan P1 dan P2 nilainya tetap stabil di kisaran 6–7.

Pada hari ketiga (H3), seluruh perlakuan menunjukkan nilai yang hampir sama, sekitar 5–6, yang menandakan bahwa proses perubahan warna belum terlalu signifikan. Namun, pada hari keempat (H4),

nilai a pada kontrol dan P1 mulai meningkat menjadi sekitar 6–8, sementara perlakuan P2 justru mengalami penurunan hingga mencapai 3, yang menunjukkan keterlambatan perubahan warna. Menariknya, pada hari kelima (H5) perlakuan P2 mengalami lonjakan tajam nilai a hingga sekitar 22, jauh lebih tinggi dibandingkan kontrol (6) dan P1 (8). Lonjakan ini menunjukkan bahwa pada perlakuan P2 terjadi percepatan perubahan warna kulit pisang ke arah merah atau coklat, yang menandakan proses pematangan dan kemungkinan awal terjadinya pencoklatan kulit.

Pola perubahan pada grafik menunjukkan bahwa perlakuan P2 mengalami lonjakan nilai a yang sangat tajam pada hari kelima, menandakan terjadinya proses oksidasi yang jauh lebih intens dibandingkan perlakuan lainnya. Lonjakan tersebut berkaitan dengan meningkatnya aktivitas enzim pencoklatan seperti polifenol oksidase (PPO) dan peroksidase (POD) yang mengubah senyawa fenolik menjadi pigmen kecoklatan. Kondisi ini biasanya muncul pada buah yang memasuki fase senescence atau mengalami stres fisiologis tinggi (Maghoumi *et al.*, 2022).

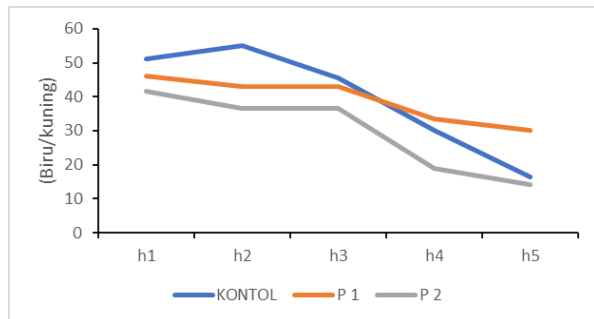
Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian (Yang *et al.*, 2024) yang melaporkan bahwa peningkatan nilai a\* pada penyimpanan pisang berkorelasi kuat dengan tingginya reaksi oksidatif dan meningkatnya aktivitas enzim pencoklatan pada tahap akhir penyimpanan. Penelitian tersebut juga mencatat bahwa nilai a dapat melonjak tajam ketika kulit mengalami kerusakan mikro atau paparan oksigen meningkat selama penyimpanan. Temuan ini konsisten dengan pola pada perlakuan P2, yang menunjukkan

bahwa kondisi penyimpanan pada perlakuan tersebut mempercepat pencoklatan

Sementara itu, perlakuan P1 dan kontrol menunjukkan perubahan nilai  $a$  yang relatif stabil dari hari ke hari. Pola ini menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut mampu menghambat laju peningkatan aktivitas berlangsung lebih lambat. Hasil ini didukung oleh penelitian (Rodrigues *et al.*, 2024) yang menyatakan bahwa perlakuan penyimpanan yang mampu menurunkan paparan oksigen atau menekan laju respirasi dapat menahan peningkatan nilai  $a^*$  pada kulit pisang, sehingga perubahan warna menjadi lebih lambat.

### Nilai warna B

Pada Gambar ini menunjukkan bahwa grafik perubahan nilai warna ( $b$ ) pada kulit buah pisang selama lima hari penyimpanan



Gambar 5 Nilai warna B

(H1–H5) dengan tiga perlakuan berbeda, yaitu Kontrol, P1, dan P2. Nilai  $b$  pada sistem warna CIE LAB menggambarkan pergeseran warna dari biru menuju kuning. Semakin tinggi nilai  $b$ , maka semakin kuat komponen warna kuning pada kulit buah pisang.

Pada hari pertama (H1), nilai  $b$  tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan Kontrol dengan rata-rata sekitar 52, diikuti oleh P1

sekitar 45, dan P2 sebesar 40. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada awal penyimpanan, kulit pisang sudah mulai memperlihatkan warna kuning akibat proses degradasi klorofil awal. Pada hari kedua (H2), nilai  $b$  pada Kontrol sedikit meningkat hingga 55, sedangkan P1 dan P2 menunjukkan penurunan ringan masing-masing sekitar 43–45 dan 35–37. Memasuki hari ketiga (H3), ketiga perlakuan mulai mengalami penurunan nilai  $b$ , di mana Kontrol menurun ke sekitar 48, P1 sekitar 42, dan P2 sekitar 36, menandakan bahwa intensitas warna kuning mulai berkurang seiring berjalannya penyimpanan.

Penurunan yang lebih signifikan

Tabel 1. Documentasi visual gambar buah pisang

	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5
KONTROL					
P 1					
P 2					

terjadi pada hari keempat (H4) dan kelima (H5). Nilai  $b$  untuk perlakuan Kontrol menurun tajam menjadi sekitar 34–17, P1 bertahan di kisaran 30, sedangkan P2 menunjukkan penurunan paling drastis hingga sekitar 12–14. Pola ini menunjukkan bahwa selama penyimpanan, kulit buah pisang kehilangan intensitas warna kuning dan mulai mengarah ke warna kecoklatan (Sinanoglou *et al.*, 2023). Hal ini disebabkan oleh proses fisiologis pascapanen seperti degradasi pigmen karotenoid, oksidasi senyawa fenolik, dan aktivitas enzim polifenol oksidase (PPO) serta peroksidase (POD) yang memicu pencoklatan kulit (Maghoumi *et al.*, 2022).

Perbedaan antarperlakuan menunjukkan bahwa P1 mampu memperlambat laju penurunan nilai  $b^*$  dibanding Kontrol dan P2, kemungkinan karena perlakuan tersebut menekan laju respirasi dan pembentukan etilen, sehingga memperlambat proses pematangan dan pencoklatan.

### Documentasi visual gambar buah pisang

Pada Tabel 1 ditampilkan bahwa perubahan visual kulit buah pisang selama penyimpanan dari hari ke (H1) hingga hari ke (H5) pada tiga perlakuan berbeda, yaitu kontrol, perlakuan (P1), dan perlakuan (P2). Gambar ini menunjukkan perbedaan tingkat perubahan warna kulit pisang akibat proses pematangan dan penuaan. Pada perlakuan kontrol, terlihat bahwa sejak hari ke-2 hingga ke-5 terjadi perubahan warna yang cukup signifikan, dari kuning menjadi kecokelatan, bahkan kehitaman. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa perlakuan pelapisan, pisang mengalami proses respirasi dan etilenisasi lebih cepat, yang mempercepat degradasi klorofil dan meningkatkan aktivitas enzim polifenol oksidase (PPO) yang memicu pencoklatan kulit

Sementara itu, pada perlakuan (P1), perubahan warna kulit pisang berlangsung lebih lambat. Warna kuning tetap lebih stabil hingga hari ke-4 dan baru menunjukkan tanda-tanda pencoklatan ringan pada hari ke-5. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perlakuan tersebut mampu memperlambat proses pematangan dan menjaga tampilan kulit buah lebih segar lebih lama. Perlakuan ini kemungkinan mengandung lapisan pelindung alami seperti beeswax atau bahan bio-coating lain yang dapat menurunkan laju respirasi dan kehilangan air pada buah. Sebaliknya, perlakuan (P2) menunjukkan

hasil yang kurang optimal, meskipun buah tampak terlindungi secara fisik (misalnya dengan pembungkus), namun warna buah menjadi lebih pucat dan tidak seragam, menandakan kemungkinan adanya kelembapan berlebih atau kurangnya sirkulasi udara yang mempercepat proses kerusakan mikrobiologis.

Menurut (Ayu Puspitasari, 2025) pelapisan buah dengan beeswax atau pelapis alami lainnya dapat membentuk barrier semi-permeabel yang efektif menahan kehilangan air dan oksigen, sehingga memperlambat proses oksidasi dan pematangan. Selain itu, (Hertha & Jati) bahwa buah pisang yang disimpan dengan edible coating berbasis bahan alami dapat mempertahankan warna kulit yang lebih cerah dan menekan pencoklatan hingga 40% lebih lama dibandingkan kontrol. Hasil ini juga sejalan dengan temuan (Imansyah, 2024) yang menunjukkan bahwa perlakuan pasca panen menggunakan lapisan lilin alami meningkatkan umur simpan dan mutu visual buah tropis, termasuk pisang

Dengan demikian, Gambar 5 memperkuat hasil dari grafik nilai  $L$ ,  $a$ , dan  $b$  sebelumnya, di mana perlakuan (P1) terbukti paling efektif dalam mempertahankan penampilan kulit buah pisang selama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa strategi pelapisan pasca panen memiliki peran penting dalam menjaga kualitas estetika dan memperpanjang masa simpan buah pisang, sehingga sangat relevan diterapkan dalam sistem penyimpanan dan distribusi hasil pertanian.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap perubahan berat, nilai warna (L, a, dan b), serta tampilan visual buah pisang selama penyimpanan, dapat disimpulkan bahwa pelapisan lilin lebah (beeswax coating) berpengaruh nyata terhadap mutu fisik dan warna buah pisang. Perlakuan P1 menunjukkan hasil terbaik dengan penurunan susut bobot paling rendah, tingkat kecerahan warna yang lebih stabil, serta penundaan perubahan warna ke arah merah dan cokelat. Beeswax membentuk lapisan semi-permeabel yang mampu menekan laju respirasi dan kehilangan air, serta menghambat oksidasi pigmen yang menyebabkan pencokelatan. Secara keseluruhan, pelapisan lilin lebah terbukti efektif dalam memperlambat pematangan, memperpanjang umur simpan, dan mempertahankan tampilan visual buah pisang lebih lama dibandingkan kontrol dan P2.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh civitas akademika Universitas Islam Madura, khususnya Program Studi Agroteknologi, atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada dosen pengampu, Bapak Iswahyudi S.TP., M.Si, atas bimbingan, arahan, serta motivasi yang diberikan sejak perencanaan hingga selesainya penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, N. 2022. Transaksi Jual Beli Bahan Kimia Berbahaya Sianida Secara Komersial Melalui Marketplace Shopee Sebagai Perbuatan Melawan Hukum. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/42118>
- Anggreani, L. (2024). *Morfologi Sel Darah Pada Sediaan Apusan Darah Tepi (Sadt) Tipis Menggunakan Pewarna Alternatif Ekstrak Bunga Senduduk (Melastoma Malabathricum L.)*. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Borneo Cendekia Medika Pangkalan Bun, Retrieved from <https://repository.stikesbcm.ac.id/id/eprint/498/>
- Ayu Puspitasari, P. (2025). *Kajian Penundaan Waktu Precooling Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Air, Kekerasan, Vitamin C Dan Ph Pada Jambu Biji Merah*. Universitas Andalas, Retrieved from <http://scholar.unand.ac.id/487965/>
- Aziz, T., Hassan, M. K., Talukder, F. U., & Rahman, M. S. 2021. Effects of different concentrations of chitosan on shelf life and quality of banana fruit. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 8(1), 1-12. [https://ijhst.ut.ac.ir/ijhst.ut.ac.ir/article\\_78666.html](https://ijhst.ut.ac.ir/ijhst.ut.ac.ir/article_78666.html)
- Buah, B. S. D. P. K., & Arifia, N. Aplikasi Edible Coating Menggunakan Beeswax Pada. <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/185914/1/nisa%20arifia%20-%2020165100101111025.pdf>
- Büchle, F. (2024). *Effects of a two-factorial dynamic storage system on apple fruit metabolism, quality attributes, disorder incidences and biochemical properties*. Dissertation, Hohenheim, Universität Hohenheim, 2024, Retrieved from <https://d-nb.info/134502679X/34>

- Dnyanadev, M. S. (2021). *Effect Of Pre And Post Harvest Practices On Shelf Life And Quality Of Banana (Musa Paradisiaca L.) Cv. Grand Naine*. Anand Agricultural University, Retrieved from <https://krishikosh.egranth.ac.in/bitstreams/77648630-783e-46ed-bca1-5dacb1332550/download>
- Harahap, R. S. D. Pengaruh Perlakuan Perendaman Ozon Dan Pelapisan Lilin Lebah Dengan Variasi Suhu Ruang Untuk Mempertahankan. <https://repository.ub.ac.id/cgi/users/login?target=http%3A%2F%2Frepository.ub.ac.id%2Fid%2Fprint%2F191900%2F1%2FRahma%2520Sari%2520Dewi%2520Harahap.pdf>
- Harahap, R. S. D. 2022. Pengaruh Perlakuan Perendaman Ozon Dan Pelapisan Lilin Lebah Dengan Variasi Suhu Ruang Untuk Mempertahankan. <https://repository.ub.ac.id/cgi/users/login?target=http%3A%2F%2Frepository.ub.ac.id%2Fid%2Fprint%2F191900%2F1%2FRahma%2520Sari%2520Dewi%2520Harahap.pdf>
- Hertha, D., & Jati, I. R. A. Aplikasi Edible Coating Berbasis Nanoteknologi Pada Buah Klimaterik. <https://jurnal.ukwms.ac.id/index.php/zigma/article/view/7487>
- Imansyah, F. 2024. Inovasi Atmosfer Terkendali: Pemeliharaan Kesegaran Buah Pisang Untuk Peningkatan Ketersediaan Dan Kualitas Konsumsi. *Jurnal Abdi Insani*, 11(3), 77-89. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i3.1678>
- Ingsavitri, F. (2025). *Potensi Pektin Dari Ekstrak Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Edible Coating Untuk Menjaga Kualitas Dan Memperpanjang Masa Simpan Tomat Apel (Lycopersicon Esculentum Mill, Var. Pyrivorme.) Pada Variasi Suhu Penyimpanan*. Institut Pertanian Stiper Yogyakarta,
- Iswahyudi, I., Darmawati, E., Mardjan, S., & Garfansa, M. P. 2024. Color and firmness quality changes of java apple during postharvest transportation and storage. *Current Applied Science And Technology*, 24(4), E0257493-E0257493. <https://doi.org/10.55003/cast.2024.257493>
- Iswahyudi, I. D., Emmy Sutrisno, Sutrisno. 2015. Perancangan Kemasan Transportasi Buah Jambu Air (Syzygium aqueum) cv Camplong. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 3(1). <https://doi.org/10.19028/jtep.03.1.%25p>
- Maghoumi, M., Amodio, M. L., Fatchurrahman, D., Cisneros-Zevallos, L., & Colelli, G. 2022. Pomegranate husk scald browning during Storage: A review on factors involved, their modes of action, and its association to postharvest treatments. *Foods*, 11(21), 3365. <https://doi.org/10.3390/foods11213365>
- Odetayo, T. 2021. *Development of nanoparticle-enriched edible coatings to improve fruit quality and extend the shelf life of Cavendish bananas: University of Johannesburg (South Africa)*. <https://www.proquest.com/openview/c493df16191a5da7d2bc9cab0531ce45/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Qu, P., Zhang, M., Fan, K., & Guo, Z. 2022. Microporous modified atmosphere packaging to extend shelf life of fresh foods: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(1), 51-65. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1811635>

- Rodrigues, M., Ordoñez-Trejo, E. J., Rasori, A., Varotto, S., Ruperti, B., & Bonghi, C. 2024. Dissecting postharvest chilling injuries in pome and stone fruit through integrated omics. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1272986. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1272986/full>
- Ruiz Medina, M. D., & Ruales, J. 2024. Post-Harvest Alternatives in Banana Cultivation. *Agronomy*, 14(9), 2109. <https://doi.org/10.3390/agronomy14092109>
- Santoso, D., & Egra, S. 2022. *Teknologi Penanganan Pascapanen*: Syiah Kuala University Press. <https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=PuBkEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq>
- Sari, I. M., & Ansiska, P. 2024. Meningkatkan daya saing dan keberlanjutan produk hortikultura melalui pengelolaan pascapanen: Enhancing Competitiveness and Sustainability of Horticultural Products through Post-Harvest Management. *Insight Mediatama*, 1-124. [epository.insightmediatama.co.id/books/article/view/13](https://repository.insightmediatama.co.id/books/article/view/13)
- Sinanoglou, V. J., Tsiaka, T., Aouant, K., Mouka, E., Ladika, G., Kritsi, E., Konteles, S. J., Ioannou, A.-G., Zoumpoulakis, P., & Strati, I. F. 2023. Quality assessment of banana ripening stages by combining analytical methods and image analysis. *Applied Sciences*, 13(6), 3533. <https://doi.org/10.3390/app13063533>
- Yang, C., Xu, Y., Xie, X., Wu, Y., Gao, Z., Li, K., Guo, J., Zhang, X., Wang, H., & Liu, M. (2025). Post-harvest Physiology of Vegetable Crops and Its Regulation. In G. J. Ahammed & J. Zhou (Eds.), *Growth Regulation and Quality Improvement of Vegetable Crops: Physiological and Molecular Features* (pp. 495-557). Singapore: Springer Nature Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-96-0169-1\\_17](https://doi.org/10.1007/978-981-96-0169-1_17)
- Yang, J., Yin, J., Wang, K., Zhao, L., Yang, Z., Cai, Y., Lou, J., Huang, C., & Shen, Q. 2024. Advanced technology in fruit preservation: Effects of nanoscale charged water particles on storage quality and reactive oxygen species in blueberries. *Food Research International*, 198, 115331. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115331>
- Yolanda, N., Khamidah, N., & Rizali, A. 2021. *Teknologi Edible Coating Menggunakan Lilin Lebah (Beeswax) Dan Kitosan Terhadap Mutu Buah Jambu Kristal (Psidium guajava L. VAR. KRISTAL)*. *Agroekotek View*, 4(2), 114-124. <https://doi.org/10.20527/agtview.v4i2.2848>
- Yuslikhatin, Y. (2025). *Analisis pengaruh jenis kemasan terhadap kualitas buah mangga harum manis (Mangifera indica L.) selama penyimpanan*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Retrieved from <http://etheses.uin-malang.ac.id/79319/>