

Penundaan Kematangan Buah Mangga Arumanis Pada Berbagai Umur Petik Menggunakan Etilen Adsorber

Delaying the Ripeness of Arumanis Mango Fruit at Various Picking Dates Using Ethylene Adsorber

Chairunnisa Rahmaniar^{1*}, Emmy Darmawati¹, Siti Mariana Widayanti²

¹Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16002, Indonesia

²Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, BRIN, Jalan Raya Serpong, Muncul, Kecamatan Setu, Kota Tangerang Selatan, Banten 15314 Indonesia

*Email korespondensi: chairunnisarahmaniar@apps.ipb.ac.id

Article Info	Abstract
<p><i>Submitted: September 16, 2023</i> <i>Accepted: November 29, 2023</i></p> <p>Keywords: <i>Arumanis mangoes, picking age, ethylene adsorber bag, eating quality.</i></p>	<p><i>Arumanis mango is a tropical fruit with high economic value for export. One of the technologies that can delay fruit ripeness is ethylene adsorber, which is applied according to the picking date of mango and the duration of the delay in ripeness (green life phase) required for export. This study aimed to examine the effect of using ethylene adsorber and mango green life phase on the physical quality and eating quality of Arumanis mangoes at different picking dates, that's 100 (P1) and 110 (P2) HSBM (Days After Flowers Bloom). Ethylene adsorber bag (EAB) was applied to mangoes packaged using LDPE plastic weighing 1,000±50g. The green life phase studied was 32 and 48 days since the EAB was applied. During the green life phase, mangoes were stored at 13±2°C. EAB was removed from the packaging according to the green life phase. The results showed that the EAB application could maintain the green life of mangoes with a shelf-life scenario of 32 days. Mangoes were ready to be consumed from the first day EAB was released. The time from ripe until the panelists did not accept the mangoes was four days, thus the length of time was 36 days from storage until they were not accepted for consumption. Eating quality expressed in °Brix, showed that mangoes delayed with EAB yielded a value of 12,3°Brix for P1 and 17,3°Brix for P1, while the control yielded values of 13,7°Brix for P1 and 16,8°Brix for P2.</i></p>

Doi: <https://doi.org/10.19028/jtep.012.1.102-116>

1. Pendahuluan

Mangga Arumanis (*Mangifera indica* L.) merupakan buah tropis yang disukai oleh konsumen dari berbagai kalangan dan banyak ditanam di Indonesia. Dilihat dari sisi aroma, bau ataupun rasanya, mangga sangat digemari baik dikonsumsi secara segar ataupun dalam bentuk produk olahan (Amanah, 2019). Data Badan Pusat Statistik (BPS, 2022) menunjukkan produksi mangga pada tahun 2021 mencapai 2,835 juta ton. Tiga provinsi sentra produksi mangga terbesar di Indonesia adalah Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Jawa Barat. Kontribusi produksi mangga ketiga provinsi tersebut berturut-turut adalah 1.192.896 ton, 457.674 ton, dan 444.073 ton.

Mangga Arumanis sebagai buah klimakterik mangga dapat dipetik pada berbagai umur sesuai dengan pasar tujuan. Untuk memperpanjang masa simpan, pada umumnya menggunakan penunda kematangan buah dengan penyimpanan dingin. Selain dengan penyimpanan dingin, penundaan kematangan buah klimakterik dapat dilakukan dengan etilen adsorber. Aplikasi etilen *adsorber bag* berbahan zeolit-KMnO₄ secara efektif mampu mempertahankan fase *green life* pada pisang Barangan baik dalam bentuk finger (satuan buah) maupun dalam bentuk sisir, dengan waktu 24-30 hari pada suhu penyimpanan 25±2°C tanpa menyebabkan gagal matang (Faraniti, 2017, Wiranata, 2020). Etilen *adsorber* yang dikembangkan oleh (Wiranata, 2020) menggunakan kemasan kertas jenis tyvek yang dikombinasikan dengan silika gel mampu memperpanjang *green life* pisang Barangan lebih lama dari yang dihasilkan oleh penelitian (Agustiningrum et al., 2018) tanpa mengalami gagal matang saat dilakukan pematangan alami.

Khairunnisa (2022) melaporkan hasil penelitiannya bahwa penggunaan EAB dan silika gel dapat menunda kematangan buah mangga Arumanis matang pohon (kematangan 90%) sesuai skenario hingga 20 hari penundaan pada suhu dingin tanpa memberikan dampak pada pembentukan rasa (nilai TPT tetap tinggi) dan tidak menghambat pembentukan warna daging buah serta mempertahankan nilai *eating quality* (TPT dan kekerasan). Penelitian (Aprilia et al., 2023) menyatakan bahwa penggunaan EAB dan silika gel dapat menunda kematangan buah pisang Mas Kirana sesuai skenario hingga 20 hari tanpa mengurangi rasa, namun masa pajang (*display period*) masih singkat yaitu 3 hari setelah pisang matang. Hasil ini hampir sama dengan penelitian (Agustiningrum et al., 2018; Wiranata, 2020) untuk pisang Barangan yang matang setelah 2 hari pelepasan etilen adsorber dan 2-3 masa *display*. Widayanti (2016) pada penelitiannya melaporkan bahwa sehari setelah etilen adsorber dilepas, pisang Ambon matang dan hanya bertahan dua hari kemudian busuk.

Teknologi penundaan kematangan menggunakan EAB perlu dikembangkan aplikasinya pada rantai pasok yang membutuhkan waktu penundaan yang lebih lama pada kematangan buah yang lebih muda (kematangan 70%) untuk tujuan ekspor. Salah satu cara untuk mempertahankan mutu buah pisang selama transportasi, distribusi dan penyimpanan adalah mempertahankan masa *green life* atau menunda proses kematangan yang disesuaikan dengan waktu distribusi dan masa jualnya baik pada pasar domestik maupun pasar ekspor dengan *eating quality* baik (Aprilia et al., 2023). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji aplikasi EAB pada buah mangga Arumanis dengan tujuan ekspor agar diperoleh umur petik optimum yang dapat ditunda kematangannya sesuai skenario waktu ekspor dan saat matang menghasilkan mutu cita rasa (*eating quality*) yang diterima konsumen.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa mangga Arumanis dengan umur petik 100 dan 110 hari setelah bunga mekar (dihitung setelah bunga pertama kali mekar) diperoleh langsung dari petani di daerah Cirebon, $KMnO_4$, zeolit Sukabumi ukuran 200 mesh, *silica gel* (merk Imco), kertas tyvek tebal 65 gsm, plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) ukuran 23 x 35 x 0,05 mm yang diberi perforasi diameter ± 5 mm sebanyak 16 lubang.

Alat yang digunakan adalah *refrigerator*, *Ethylene analyzer handheld* (F-950) pengukur gas etilen, *hybrid recorder* (MV1000), *Chromameter* Minolta CR-300 pengukur warna, *Hand-held Refractometer* (ATAGO), Rheometer, gelas ukur (pyrex), oven (ISUZU 2-2120), desikator, timbangan digital Mettler PM-4800 dan CMOS DS-30K, *chamber*, *heat sealer* (PFS-200) dan pipet tetes.

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Penelitian pendahuluan dengan menggunakan mangga Arumanis dengan dua umur petik berbeda (100 dan 110 HSBM) yang bertujuan untuk memahami pola produksi etilen dan pengukuran daya adsorpsi uap air dari setiap mangga. Setelah dilakukan proses pengujian pendahuluan dapat menjadi acuan untuk menentukan jumlah EAB (zeolite- $KMnO_4$ dan silika gel) yang ditambahkan dalam penelitian utama.

Penelitian utama yaitu aplikasi EAB pada mangga yang dipetik pada dua umur panen (100 dan 110 HSBM) dan dilakukan penyimpanan pada suhu $13 \pm 2^\circ C$. Aplikasi EAB bertujuan untuk mempertahankan *green life*. Pengamatan parameter mutu dilakukan dengan interval waktu 8 hari sekali.

2.2.1 Pengukuran etilen

Sampel mangga dengan berat $1.000 \text{ g} \pm 50 \text{ g}$ dimasukkan kedalam *chamber* kaca berukuran 3300 ml, ditutup rapat dan diberi plastisin (menggunakan *close system*). Bagian atas tutup diberi lubang dan dipasang selang untuk memasukkan alat pengukur gas. Pengukuran dilakukan secara kontinyu setiap tiga jam sekali gas etilen hingga sampel mangga dalam *chamber* membusuk. Produksi etilen setiap waktu pengukuran dihitung dengan Persamaan (1) (Widayanti, 2016)

$$RC_2H_4 = \frac{yC_2H_4 \text{ } ti - yC_2H_4 \text{ } tf}{100 \times W \times (tf - ti)} \quad (1)$$

Keterangan: R= laju produksi etilen ($\text{ppm kg}^{-1} \text{ jam}^{-1}$), t= waktu (jam), W= berat (kg), y= konsentrasi volumetrik gas etilen (ppm), i= awal, f= akhir

2.2.2 Pembuatan Etilen Adsorber (Zeolit- $KMnO_4$)

Pembuatan etilen adsorber (Zeolit- $KMnO_4$) mengacu pada penelitian (Wiranata, 2020). Zeolit diaktivasi dengan suhu $105^\circ C$ selama 8 jam. Zeolit seberat 500 g direndam ke dalam larutan 1000 ml

KMnO₄ (konsentrasi 6.28%) selama 20 menit, selanjutnya ditiriskan dan dikeringkan pada suhu 40 °C hingga kadar air ±3%.

2.2.3 Perhitungan Kebutuhan Etilen Adsorber

Berat etilen adsorber berbahan zeolit dan KMnO₄ dihitung menggunakan Persamaan 2 (Wiranata, 2020)

$$EO = \frac{Ea}{EOc} + 50\% \left(\frac{Ea}{EOc} \right) \quad (2)$$

Keterangan: EO= jumlah oksidan etilen yang diaplikasikan (g kg⁻¹), Ea= akumulasi etilen endogen (ppm kg⁻¹), EOc= kapasitas oksidasi dari oksidan etilen (ppm kg⁻¹)

2.2.4 Pengukuran Daya Adsorpsi Uap Air dari Silica Gel

Daya adsorpsi uap air oleh *silica gel* dihitung menggunakan metode (Song et al., 2001) dengan Persamaan (3). Daya adsorpsi H₂O oleh silika gel diukur dengan cara silika gel dikeringkan pada suhu 105°C hingga konstan, kemudian diambil sampel sebanyak 5 g dan dimasukkan kedalam *chamber* yang telah diisi air ¼ pada bagian dasar. Sampel yang berada dalam *chamber* disimpan pada suhu 15°C dan kemudian sampel silika gel ditimbang setiap hari hingga berat sampel konstan (Wiranata, 2020).

$$AdH_2O\% = \frac{wn-wa}{wa} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan: AdH₂O= Adsorpsi uap air (%), Wa= Bobot awal *silica gel* (g), Wn= Bobot *silica gel* pada hari ke-n penyimpanan (g)

2.2.5 Penentuan Berat *Silica gel* yang digunakan

Berat *silica gel* dihitung berdasarkan daya adsorpsi *silica gel* dan uap air hasil respirasi mangga, dihitung dengan Persamaan (4) dan (5) (Song et al., 2001).

$$Sg = LR \times (100^{-1}Da) \quad (4)$$

$$\%Sg = \frac{Sg}{w} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan: Sg= Kebutuhan silika gel yang diaplikasikan (g), LR= H₂O hasil respirasi mangga (g), Da= Daya adsorpsi H₂O silika gel (%), W= Berat mangga (g)

2.2.6 Pembuatan dan Aplikasi EAB pada Mangga Arumanis

Zeolit-KMnO₄ dan silika gel dikemas menggunakan kertas Tyvek. Berat EAB dan silika gel per kemasan disesuaikan dengan kebutuhan skenario perlakuan masa *green life*. Mangga Arumanis dikemas di dalam kantong LDPE dengan berat kemasan rata-rata 1.000 g ± 50 g.

2.2.7 Pengamatan Perubahan Mutu Mangga Arumanis

Penyimpanan mangga dilakukan pada suhu rendah ($13\pm 2^{\circ}\text{C}$) dengan skenario masa *green life* selama 32 dan 48 hari dan dilakukan pengamatan mutu setiap delapan hari sekali dengan parameter yang diukur yaitu: adalah total padatan terlarut, kekerasan dan perubahan warna daging. Sampel mangga yang telah mencapai skenario penundaan dibuka dari kemasan dan EAB dilepas, kemudian mangga dibiarkan di suhu ruang.

Sampel mangga yang telah matang saat EAB dilepas tetap disimpan pada suhu ruang sampai tidak diterima oleh panelis menggunakan uji organoleptik. Perubahan mutu sampel mangga diamati setiap dua hari sekali sejak dibuka dari kemasan hingga tidak layak konsumsi yang ditentukan oleh panelis menggunakan uji organoleptik. Parameter yang diukur pada saat pelepasan EAB diantaranya: TPT, kekerasan, warna daging dan uji organoleptik (rasa, tekstur dan warna) untuk menentukan *eating quality*.

2.2.8 Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut diukur menggunakan *Hand-held Refractometer* ATAGO Master Serial (ATC) dan dinyatakan dalam skala Brix dengan satuan persen (%). Metode pengukuran mengacu pada (AOAC International, 1995), dimana sampel berupa daging buah mangga Arumanis dihancurkan dan disaring hingga diperoleh filtratnya, kemudian diteteskan pada prisma refraktometer.

2.2.9 Kekerasan

Pengukuran kekerasan dilakukan menggunakan Rheometer Model CR-300 dan diatur pada mode 20 dengan mengatur kedalaman penekanan 15 mm, beban maksimum 10 kg, kecepatan turun beban 60 mm menit⁻¹ dan diameter jarum 5 mm. Pengujian kekerasan dilakukan pada tiga titik yang berbeda, yaitu bagian pangkal buah, tengah dan ujung (Agustiningrum et al., 2018).

2.2.10 Warna daging buah

Warna daging mangga dievaluasi secara kalorimetri menggunakan sebuah *Chomameter* Minolta CR-300. Sistem alat ini menggunakan sistem notasi hunter, yang menunjukkan tingkat kecerahan, dimana $L^* = 0$ (hitam) dan $L^* = 100$ (putih). Nilai a^* terdiri atas nilai positif (0 hingga 60) yang menunjukkan warna merah, sedangkan nilai negatif (0 hingga -60) menunjukkan warna hijau. Nilai b^* positif (0 hingga 60) menunjukkan warna kuning, sedangkan b^* negatif (0 hingga -60) menunjukkan warna biru. (Aprilia et al., 2023)

Hasil pengukuran nilai a^* dan b^* dikonversikan ke dalam satuan kromatik $^{\circ}\text{Hue}$ (H). Nilai H mendeskripsikan warna dominan atau warna murni dalam campuran beberapa warna. Konversi nilai a^* dan b^* menjadi H menggunakan persamaan 6 (Zhu et al., 2015):

$$H = \tan^{-1} (b^*/a^*) \quad (10)$$

Dimana: H = nilai warna Hue ($^{\circ}$), b^* = parameter warna kuning-biru, a^* = parameter warna merah-hijau.

2.2.11 Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik diperlukan setelah pelepasan EAB (saat pematangan alami) dan dilakukan setiap dua hari sekali pasca pelepasan EAB. Uji organoleptik dilakukan untuk menentukan batas waktu penerimaan mangga masih layak dikonsumsi. Tujuan uji organoleptik untuk mengetahui respon atau kesan konsumen terhadap produk yang diperoleh panca indra manusia (Setyaningsih et al., 2010). Metode pengujian organoleptik yang digunakan selama produk disimpan adalah uji mutu hedonik atau kesukaan Panelis yang digunakan sebanyak 25 orang (semi terlatih) dari kalangan mahasiswa. Skala hedonis digunakan skor 1-7 dengan deskripsi: 7 sangat suka, 6 suka, 5 agak suka, 4 netral, 3 agak tidak suka, 2 tidak suka dan 1 sangat tidak suka.

2.3 Pengolahan dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dua faktor: (1) umur petik (100 dan 110 HSBM) dan (2) skenario penundaan (32 dan 48 hari). Penentuan skenario 32 dan 48 hari berdasarkan hasil pengamatan mandiri dengan menggunakan mangga dengan umur petik yang berbeda dan tanpa perlakuan, didapatkan hasil bahwa pada P1 dapat bertahan selama 12 hari dan pada P2 selama 15 hari. Setiap kombinasi perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali, sehingga didapatkan sampel sebanyak 8 rancangan perlakuan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji sidik ragam (ANOVA) jika data berdistribusi normal dan dengan uji Kruskal Wallis jika data tidak berdistribusi normal menggunakan software IBM SPSS 25 dan dilakukan uji lanjut Duncan Multiple range Test (DMRT) dengan selang kepercayaan 95% untuk membedakan taraf pada tiap perlakuan. Kode perlakuan penelitian utama dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kode perlakuan penelitian utama

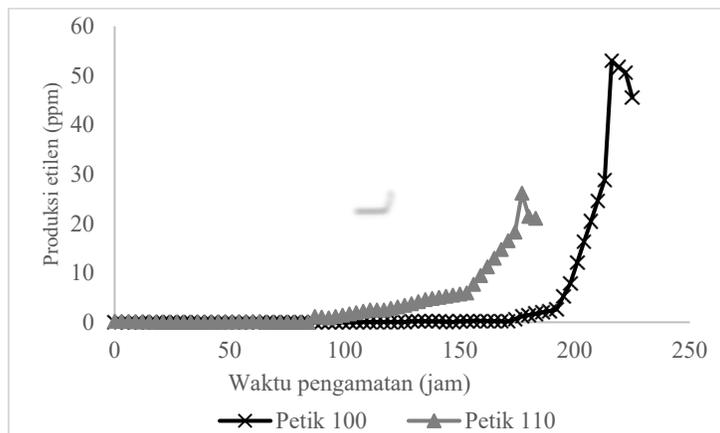
Kode Perlakuan	Keterangan
D1P1	Umur petik 100 SBM pada suhu $13\pm 2^{\circ}\text{C}$, selama 32 hari
D2P1	Umur petik 100 SBM pada suhu $13\pm 2^{\circ}\text{C}$, selama 48 hari
D1P2	Umur petik 110 SBM pada suhu $13\pm 2^{\circ}\text{C}$, selama 32 hari
D2P2	Umur petik 110 SBM pada suhu $13\pm 2^{\circ}\text{C}$, selama 48 hari

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Produksi Etilen Mangga Arumanis

Pola produksi etilen buah mangga Arumanis menunjukkan adanya puncak klimakterik yang berbeda waktu dan besarnya dari kedua umur petik. Total produksi etilen dihitung secara akumulasi sejak awal terdeteksi sampai dengan buah mangga mulai busuk. Hasil pengukuran produksi etilen

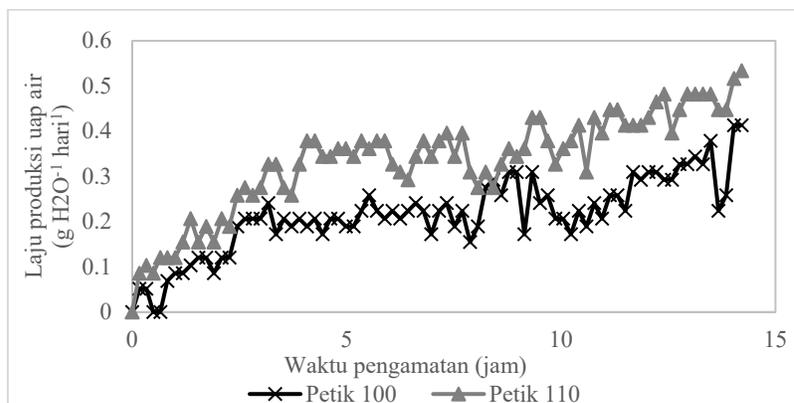
sampel mangga Arumanis ditunjukkan pada Gambar 1. Total produksi etilen pada sampel mangga Arumanis untuk umur petik 100 dan 110 HSBM masing-masing sebesar 331,91 ppm dan 234,76 ppm. Berdasarkan Persamaan 2, kebutuhan Zeolit-KMnO₄ untuk 1 kg mangga Arumanis adalah sebesar 0,897 g untuk P1 dan 0,635 g untuk P2. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Arifiya et al. (2015), dimana proses pematangan buah pada umur petik muda tidak berlangsung dengan optimum dan masih berada pada tahapan pertumbuhan dan pembesaran sel.



Gambar 1. Produksi etilen mangga Arumanis dengan 2 umur petik yang berbeda

3.2 Uap Air Hasil Respirasi

Uap air menyebabkan kelembapan di lingkungan sekitar tinggi dan akan mempengaruhi mutu buah selama disimpan. Menurut penelitian Aprilia et al. (2023) bahwa zeolit juga dapat menyerap uap air di udara sehingga pada saat jenuh maka uap air akan melarutkan KMnO₄ yang terikat pada pori zeolit. Laju produksi uap air per hari pada penyimpanan mangga pada suhu ruang dapat dilihat pada Gambar 2. Laju uap air yang dihasilkan P1 dan P2 selama penyimpanan di suhu ruang (25±2°C) masing-masing sebesar 0,14 g H₂O hari⁻¹ pada RH 95-99% dan 0,41 g H₂O hari⁻¹ pada RH 83-99%.



Gambar 2. Laju uap air (H₂O) mangga Arumanis pada *chamber*, T=13±2°C

3.3 Daya Adsorpsi dan Berat Silika Gel yang Digunakan

Jumlah silika gel yang dibutuhkan sesuai skenario lama simpan pada masing-masing umur petik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Berat silika gel (g) pada umur petik berbeda dengan masing-masing skenario lama simpan

Umur Petik	Skenario lama penyimpanan (hari)	
	D1 (32 hari)	D2 (48 hari)
P1 (13±2°C)	12,740 g	19,110 g
P2 (13±2°C)	37,786 g	56,678 g

Keterangan: D1P1: 32 hari, D2P1: 48 hari, D1P2: 32 hari, D2P2: 48 hari

Hasil pengukuran berat silika gel dengan menggunakan Persamaan 5, diperoleh daya adsorpsi silika gel sebesar 35% (persentase silika gel dapat menyerap air). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian (Wiranata, 2020) bahwa daya adsorpsi silika gel menggunakan silika gel jenis yang sama sebesar 35% pada suhu 13±2°C). Daya adsorpsi tersebut digunakan untuk menghitung jumlah kebutuhan silika gel menggunakan Persamaan 3 dan 4. Perbedaan hasil pengukuran berat antara D1 dan D2 yaitu terletak pada jumlah kebutuhan yang telah didapatkan oleh persamaan 3 dan 4, kemudian masing-masing dikalikan dengan jumlah hari skenario penundaan (32 dan 48 hari).

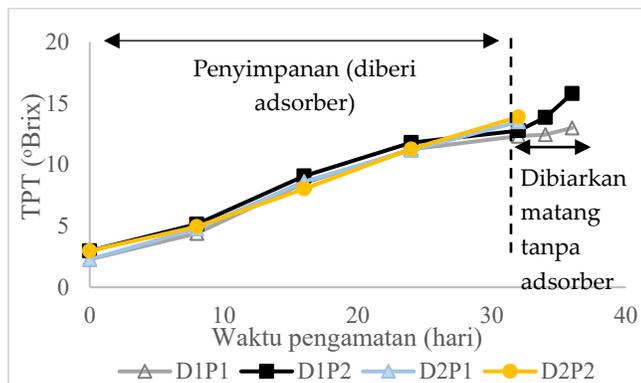
3.4 Perubahan Mutu Selama Proses Penundaan sampai dengan Pematangan

Sampel mangga Arumanis pada proses penundaan pada skenario 1 dapat dipertahankan hingga 32 hari dan pematangan alami selama 4 hari hingga hari ke-36. Hasil penelitian pada skenario ke-2 hanya dapat dipertahankan hingga 32 hari dan tidak mencapai skenario hari ke-48 karena mangga terpapar cendawan dan mikroba pada saat penyimpanan. Proses pematangan secara alami P1 membutuhkan waktu 2 hari, sedangkan P2 telah matang saat EAB dilepas. Hal ini menunjukkan bahwa umur petik berpengaruh pada waktu proses matang alami. Saat mangga sudah matang dilakukan uji organoleptik untuk menentukan lama pajang (*display period*) setelah mangga matang.

3.5 Total Padatan Terlarut (TPT)

Nilai TPT sampel mangga pada saat pelepasan EAB skenario 1 terukur sebesar 12,3 °Brix untuk P1, sedangkan pada P2 sebesar 12,8 °Brix. Pada skenario 2, TPT buah mangga terakhir yang dapat terukur yaitu 13,5 °Brix untuk P1 dan sebesar 13,9 °Brix untuk P2 pada hari ke-32. Hasil uji statistik menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan antara umur petik terhadap TPT selama proses penundaan kematangan ($p>0,05$), sedangkan pada fase pematangan alami juga tidak terdapat pengaruh signifikan antara umur petik terhadap TPT ($p>0,05$).

Hal ini sesuai dengan penelitian Rosales et al. (2023) yang menyatakan bahwa umur petik pada buah labu tidak berpengaruh signifikan terhadap total padatan terlarut. Menurut penelitian (Widodo et al., 2021) hal tersebut dikarenakan pada buah yang dipetik saat belum mencapai puncak kematangan sehingga kandungan kimia pada buah tersebut belum optimal. Peningkatan TPT pada masing-masing kedua umur petik menunjukkan adanya kematangan buah meningkat seiring dengan pencapaian puncak klimakterik yang dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

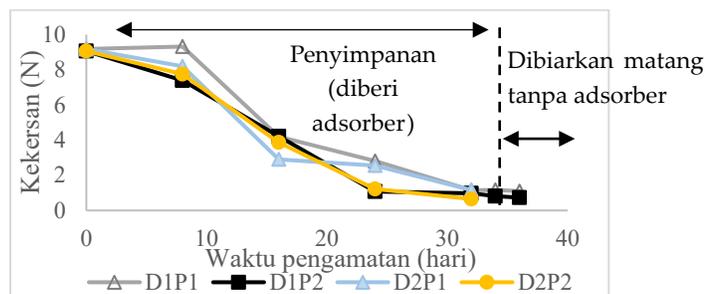


Gambar 3. Perubahan TPT selama penggunaan EAB di suhu rendah selama fase *green life* dan pasca pelepasan EAB

Pasca pelepasan EAB, nilai TPT buah pada kedua umur petik di skenario 1 mengalami peningkatan. Nilai TPT P1 pada akhir penyimpanan di skenario 1, mengalami kenaikan dari 12,3°Brix menjadi 13,0°Brix di hari-36. Sedangkan nilai TPT P2 pada akhir penyimpanan di skenario 1, mengalami kenaikan dari 12,8°Brix menjadi 15,8°Brix pada hari ke-36. Buah mangga Arumanis pasca pelepasan EAB dengan umur petik tua (P2), memiliki nilai TPT lebih tinggi dibandingkan dengan nilai TPT buah pada umur petik muda (P1). Hal tersebut didukung dengan hasil penelitian Widodo et al. (2021) bahwa pada tingkat kematangan muda memiliki glukosa yang lebih rendah dibanding tingkat kematangan yang lebih tua. Hal tersebut disebabkan karena buah berada pada fase klimakterik, dimana gula digunakan untuk proses respirasi.

3.6 Kekerasan

Hasil penelitian perubahan kekerasan sampel mangga saat pelepasan EAB skenario 1 terukur sebesar 1,15 N untuk P1, sedangkan pada P2 sebesar 0,92 N. Pada skenario 2, kekerasan buah mangga terakhir yang dapat terukur yaitu pada hari ke-32 sebesar 3,09 N untuk P1 dan sebesar 3,43 N untuk P2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mangga P1 mengalami penurunan kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan mangga P2. Perubahan kekerasan mangga Arumanis ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Perubahan kekerasan selama penggunaan EAB di suhu rendah selama fase *green life* dan pasca pelepasan EAB

Arifiya et al. (2015) menyatakan pada saat buah dipetik masih berada pada tahapan pertumbuhan dan pembesaran sel, sehingga kondisi buah belum optimum yang ditandai oleh kandungan pati yang masih rendah (berkisar antara 1,25 – 0,5mg g⁻¹ berat kering) dan menyebabkan proses pematangan tidak dapat berlangsung secara sempurna. Kekerasan P1 pada akhir penyimpanan (pasca pelepasan EAB) di skenario 1, mengalami kenaikan dan penurunan dari 1,15 N menjadi 1,10 N di hari-36. Sedangkan kekerasan P2 pada akhir penyimpanan di skenario 1, menurun dari 0,97 N menjadi 0,73 N pada hari ke-36.

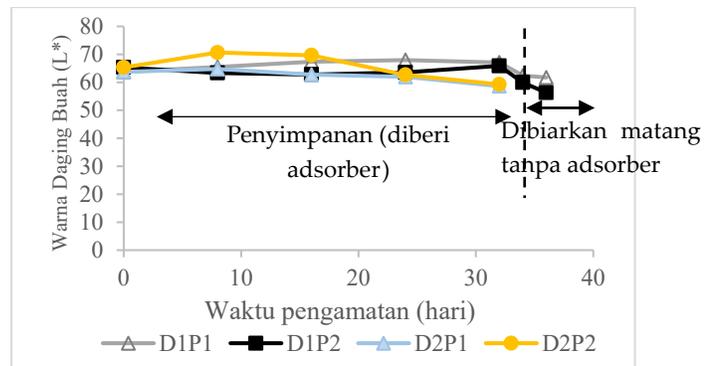
Hasil uji statistik menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan antara umur petik terhadap kekerasan selama proses penundaan kematangan ($p>0,05$), sedangkan pada fase pematangan alami terdapat pengaruh signifikan antara umur petik terhadap kekerasan ($p<0,05$). Penelitian Widodo et al. (2021) menyatakan bahwa semakin muda tingkat kematangan maka nilai kekerasan buah semakin rendah. Tekstur alpukat berubah menjadi lembut akibat proses degradasi pati dan polisakarida pada dinding sel serta aktivitas metabolisme sel.

3.7 Perubahan Warna Daging Mangga

Perubahan warna daging buah (L^*) mangga Arumanis ditunjukkan oleh Gambar 5. Berdasarkan data penelitian, semakin muda umur petik buah maka akan semakin lambat proses penurunan kecerahan pada warna daging buah. Hasil uji statistik menunjukkan umur petik buah tidak berpengaruh nyata terhadap warna daging buah (L^*) selama penundaan ($p>0,05$), sedangkan selama fase pematangan alami umur petik berpengaruh nyata terhadap warna daging buah (L^*).

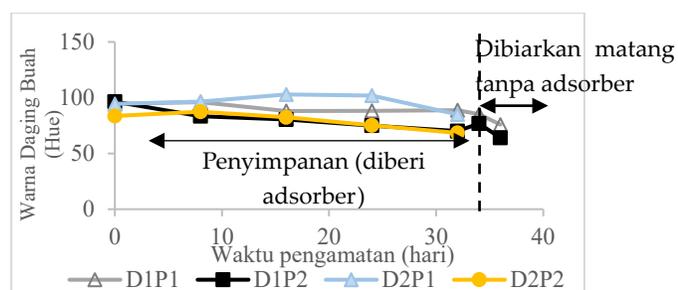
Hasil penelitian perubahan warna daging buah (L^*) mangga Arumanis pada saat pelepasan EAB skenario 1 terukur sebesar 67,11 untuk P1, sedangkan pada P2 sebesar 65,89. Pada skenario 2, nilai L terakhir yang dapat terukur yaitu pada hari ke-32 sebesar 58,63 untuk P1 dan 59,25 untuk P2. P2 selama proses penundaan mengalami peningkatan dan penurunan tingkat kecerahan (*lightness*) dengan ditandai perubahan warna dari kuning pucat menjadi oranye dan kemudian menjadi kuning gelap. Pasca pelepasan EAB, warna daging buah pada kedua umur petik di skenario 1 mengalami

penurunan. Menurut penelitian Kour et al. (2018), hal itu disebabkan oleh perkembangan pigmen warna yang cepat pada buah yang dipanen lebih tua sehingga menurunkan kecerahan daging buah, Penelitian Sharma dan Ramana Rao (2013) juga mengemukakan bahwa karatenoid pada labu meningkat drastis pada tahap matang, sehingga berubah warna dari kuning menjadi oranye pada saat matang.



Gambar 5. Perubahan warna daging buah (L) selama penggunaan EAB di suhu rendah selama fase *green life* dan pasca pelepasan EAB

Warna daging buah (L) P1 pada akhir penyimpanan di skenario 1, mengalami penurunan dari 67,11 menjadi 61,74 di hari-36. Sedangkan pada P2 pada akhir penyimpanan di skenario 1, menurun dari 65,89 menjadi 56,31 pada hari ke-36. Perubahan kecerahan warna daging buah setelah pelepasan EAB, menunjukkan bahwa umur petik muda lebih lambat dan memiliki kecerahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan umur petik tua. Perubahan warna daging buah ($^{\circ}$ Hue) mangga Arumanis selama penyimpanan menggunakan EAB dan pasca pelepasan EAB ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Perubahan warna daging buah ($^{\circ}$ Hue) selama penggunaan EAB di suhu rendah selama fase *green life* dan pasca pelepasan EAB

Hasil penelitian perubahan warna daging buah ($^{\circ}$ H) mangga Arumanis pada saat pelepasan EAB skenario 1 terukur sebesar 88,79 untuk P1, sedangkan pada P2 sebesar 70,04. Pada skenario 2, nilai $^{\circ}$ Hue terakhir yang dapat terukur yaitu pada hari ke-32 sebesar 85,01 untuk P1 dan 68,42 untuk P2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa daging mangga Arumanis P1 mengalami perubahan warna yang

lambat seiring buah matang dan kembali menurun seiring buah menuju fase pembusukan. Warna daging mangga P1 tidak berubah cukup signifikan, sedang P2 mengalami perubahan warna yang cukup signifikan dari kuning kehijauan menjadi kuning oranye. Hal ini sejalan dengan penelitian Khairunnisa et al. (2021) bahwa penurunan nilai Hue mangga Arumanis menunjukkan terjadinya proses pematangan yang menyebabkan peningkatan karetenoid. Penelitian Widayanti et al. (2023) menyatakan bahwa Nilai H pada mangga menurun selama penyimpanan yang disebabkan oleh peningkatan nilai a^* dan b^* yang disebabkan oleh degradasi klorofil.

Pasca pelepasan EAB, nilai $^{\circ}$ Hue P1 pada akhir penyimpanan di skenario 1, mengalami penurunan dari 88,79 menjadi 75,89 di hari-36. Sedangkan nilai $^{\circ}$ Hue P2 pada akhir penyimpanan di skenario 1, menurun dari 70,04 menjadi 63,97 pada hari ke-36. Hasil uji statistik menunjukkan umur petik buah tidak berpengaruh nyata terhadap warna kulit buah ($^{\circ}$ Hue) selama penundaan maupun fase pematangan alami ($p>0.05$). Nilai $^{\circ}$ Hue yang tidak berbeda nyata disebabkan oleh fase kematangan menuju proses pembusukan pada kedua umur petik hampir sama. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Kour et al. (2018) menyatakan bahwa tidak ada perbedaan nilai H yang signifikan pada mangga dengan umur petik yang berbeda.

3.8 Organoleptik

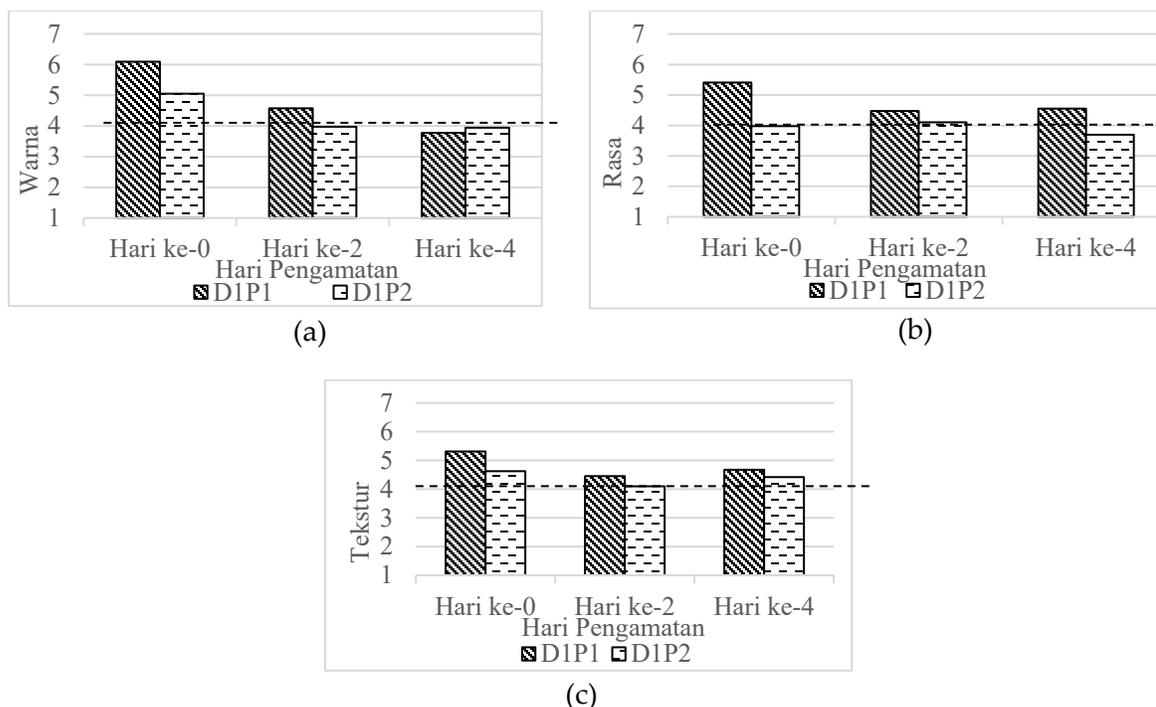
Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui batas terima konsumen terhadap mutu buah mangga Arumanis saat matang ditunjukkan pada Gambar 7.

Pada saat EAB dilepas, skor uji hedonik warna mangga P1 pada hari ke-0 yaitu sebesar 6,09 (suka) lebih tinggi dibandingkan P2 yaitu sebesar 5,05 (agak suka). Sedang pada hari ke-4 pematangan alami, sampel mangga P1 lebih rendah dibandingkan P2 dengan nilai masing-masing 3,78 untuk P1 dan 3,94 untuk P2. Skor uji hedonik rasa mangga P1 pada hari ke-0 yaitu sebesar 5,41 (suka) lebih tinggi daripada P2 yaitu sebesar 3,98 (netral). Sedang pada hari ke-4 pematangan alami, sampel mangga P1 lebih tinggi dibandingkan P2 dengan nilai masing-masing 4,55 untuk P1 dan 3,69 untuk P2.

Skor uji hedonik tekstur mangga P1 pada hari ke-0 yaitu sebesar 5,31 (suka) lebih tinggi daripada P2 yaitu sebesar 4,63 (netral). Sedang pada hari ke-4 pematangan alami, sampel mangga P1 lebih tinggi dibandingkan P2 dengan nilai masing-masing 4,68 untuk P1 dan 4,41 untuk P2. Berdasarkan hasil penelitian, skor hedonik rasa P2 lebih rendah dikarenakan semakin lama penyimpanan, maka akan mengakibatkan terbentuknya etanol dan acetaldehyde dalam daging buah sehingga akan berdampak pada ketidaksukaan panelis (Utama et al., 2016). Sedangkan pada hedonik tekstur disebabkan oleh penurunan kekerasan buah yang cukup signifikan atau terlalu lunak.

Secara umum batas penerimaan nilai uji organoleptik pada batas netral (4). Berdasarkan uji statistik menunjukkan pada uji hedonik warna pengamatan hari ke-0 dan ke-4 berbeda nyata antara kedua umur petik ($P>0.05$). Sedangkan pada uji hedonik rasa dan tekstur pada pengamatan hari ke-0 dan

ke-4 tidak berbeda nyata antara kedua umur petik ($P < 0.05$). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Khairunnisa et al., 2021) pada mangga Arumanis bahwa masa pematangan setelah EAB dilepas dapat bertahan hingga 5 hari diterima konsumen.



Gambar 7. Nilai organoleptik pada dua umur petik dan garis vertikal di dalam grafik mempresentasikan rata-rata batas penerimaan: (a) warna, (b) rasa, dan (c) tekstur.

4. Kesimpulan

Etilen adsorber dan silika gel dapat menunda kematangan mangga Arumanis baik umur petik 100 (P1) maupun 110 HSBM (P2) pada suhu rendah dengan skenario 32 hari, sedangkan pada skenario 48 hari mangga hanya bertahan pada hari ke-32 yang disebabkan oleh terpaparnya cendawan dan mikroba pada saat penyimpanan. Pada saat pelepasan EAB sesuai skenario 32 hari, warna daging mangga P1 masih berwarna hijau pucat dan mangga P2 telah berwarna kuning oranye. *Eating quality* mangga Arumanis P2 memberikan nilai TPT lebih tinggi sehingga semakin tua umur petik maka berpengaruh nyata terhadap nilai TPT selama penyimpanan. Setelah EAB diambil dari kemasan dan sampel mangga dibiarkan di suhu ruang, diperlukan 2 hari proses matang alami pada P1. Sedangkan pada P2 telah matang saat EAB di ambil. Waktu dari matang sampai dengan mangga tidak diterima panelis ada 4 hari (*display period*), dengan demikian lama waktu 36 hari dari simpan sampai tidak layak dikonsumsi. Perlakuan yang direkomendasikan yaitu pemberian EAB pada mangga Arumanis

dengan umur petik 110 yang ditunda selama 32 hari pada suhu $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ serta dengan perlakuan pascapanen tambahan sebelum mangga diaplikasikan EAB.

5. Daftar Pustaka

- Abu-Goukh, A.-B., & Shattir, A. E.-T. (2010). Physico-chemical changes during growth and development of papaya fruit. I: Physical changes. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(5), 866–870. <https://doi.org/10.5251/abjna.2010.1.5.866.870>
- Agustiningrum, D. A., Darmawati, E., & Widayanti, S. M. (2018). Penundaan kematangan menggunakan oksidan etilen dan pengaruhnya terhadap perubahan fisiologi pisang Barangan. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 6(3), 311–318. <https://doi.org/10.19028/jtep.06.3.311-318>
- Amanah, U. Al. (2019). *Aplikasi edible coating polisakarida sebagai upaya pengurangan kerusakan pascapanen buah mangga Harumanis (Mangifera indica L.)* [Skripsi]. Universitas Jember.
- AOAC International. (1995). *Official methods of analysis of AOAC International*. AOAC International.
- Aprilia, T., Sutrisno, & Darmawati, E. (2023). Aplikasi etilen absorber untuk menunda kematangan dan pengaruhnya terhadap mutu dan eating quality pisang Mas Kirana (*Musa sp.* AA Group). *Jurnal Keteknik Pertanian*, 11(1), 16–28.
- Arifiya, N., Purwanto, Y. A., & Budiastra, I. W. (2015). Analisis perubahan kualitas pascapanen pepaya varietas IPB9 pada umur petik yang berbeda. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 3(1), 41–48.
- BPS. (2022). *Produksi tanaman buah-buahan*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/3/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Faraniti, D. R. (2017). *Kombinasi zeolit dan kalium permanganat (KMnO₄) untuk memperpanjang masa simpan pisang Barangan (Musa paradisiaca var. Sapientum L.)*. [Skripsi]. IPB University.
- Khairunnisa, A. (2022). *Aplikasi zeolit-KMnO₄ dan silika gel untuk memperpanjang green life mangga Arumanis (Mangifera indica L)* [Tesis]. IPB University.
- Khairunnisa, A., Darmawati, E., & Widayanti, S. M. (2021). Aplikasi zeolit-KMnO₄ dan silika gel untuk memperpanjang green life mangga Arumanis (*Mangifera indica L.*). *Jurnal Keteknik Pertanian*, 9(3), 135–142.
- Kour, R., Singh, M., Gill, P. P. S., & Jawandha, S. K. (2018). Ripening quality of Dusehri mango in relation to harvest time. *Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2395–2400. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3156-4>
- Rosales, R., Photchanachai, S., Khanobdee, C., Boonyariththongchai, P., & Wongs-Aree, C. (2023). Store or not to store: A comparative study on the physicochemical properties of pumpkin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1182(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1182/1/012070>

- Setyaningsih, D., Apriyantun, A., & Sari, M. P. (2010). *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro* (1st ed.). IPB Press.
- Sharma, S., & Ramana Rao, T. V. (2013). Nutritional quality characteristics of pumpkin fruit as revealed by its biochemical analysis. *International Food Research Journal*, 20(5), 2309–2316.
- Song, Y., Lee, D. S., & Yam, K. L. (2001). Predicting Relative Humidity in Modified Atmosphere Packaging System Containinf Blueberry and Moisture Absorbent. *Journal of Food Processing and Preservation*, 49–70.
- Utama, I. M. S., Yulianti, N. L., Apriadi, I. G. N., & Arda, G. (2016). Respon fisiologis dan eating quality buah mangga Arumanis setelah penyimpanan pada suhu dingin dalam pengemasan individu. *Jurnal Universitas Hasanudin*.
- Widayanti, S. M. (2016). *Desain penyerap etilen berbahan nano zeolit- KMnO4 sebagai kemasan aktif untuk penyimpanan buah klimakterik* [Disertasi]. IPB University.
- Widayanti, S. M., Mulyawanti, I., Dewandari, K., Winarti, C., & Hayuningtyas, M. (2023). Effect of maturity stage on physico-chemical properties of Garifita-merah mango fruit. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1172(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1172/1/012050>
- Widodo, S. E., Waluyo, S., & Putri, M. D. (2021). Measurement of fruit thermal radiation to identify optimal harvestable maturity of avocado (*Persea americana* Mill.). *International Conference on Science, Infrastructure Technology and Regional Development (ICoSITeR)*, 1–6.
- Wiranata, M. (2020). *Aplikasi zeolit-KMnO4 sebagai oksidator etilen dengan kombinasi silica gel untuk penundaan kematangan pisang Barangan* [Tesis]. IPB University.
- Zhu, X., Shen, L., Fu, D., Si, Z., Wu, B., Chen, W., & Li, X. (2015). Effects of the combination treatment of 1-MCP and ethylene on the ripening of harvested banana fruit. *J. Postharvest Biol. Technol*, 107, 23–32.