

JTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 9, No. 3, December 2021



Official Publication of
Indonesian Society of Agricultural Engineering (ISAE)
and
Department of Mechanical and Biosystem Engineering
IPB University



Jurnal Keteknik Pertanian is accredited based on the Decree of the Director General of Strengthening Research and Development of the Ministry of Research, Technology and Higher Education Number I/E/KPT/2015 dated September 21, 2015. In addition, JTEP has also been registered with Crossref and has a Digital Object Identifier (DOI) and has indexed on ISJD, IPI, Google Scholar and DOAJ. JTEP is published three times a year in April, August and December. This scientific periodical is active in the development of engineering science for tropical agriculture and the biological environment. The author of the paper is not limited to PERTETA members but is open to the general public. The scope of the paper includes land and water resources engineering, agricultural cultivation tools and machines, agricultural environment and buildings, alternative energy and electrification, agricultural ergonomics and electronics, food processing techniques and agricultural products, agricultural management and information systems. The papers are grouped into invited papers that present actual national and international issues, reviews of research developments, or the application of science and technology, technical papers of research results, application, or dissemination, and research methodology related to the development of modules, methods, procedures, application programs, and so on. The manuscript writing must follow the writing guidelines as stated on the website and the manuscript is sent electronically (online submission) via <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Advisory Board:

Head of Department of Mechanical and Biosystem Engineering, IPB University
Head of Indonesian Society of Agricultural Engineering (ISAE)

Editorial Team:

Chief Editor : Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, IPB University)
Editorial Board : Abdul Hamid Adom (Scopus ID: 6506600412, University Malaysia Perlis)
Addy Wahyudie (Scopus ID: 35306119500, United Arab Emirates University)
Budi Indra Setiawan (Scopus ID: 55574122266, IPB University)
Balasuriya M.S. Jinendra (Scopus ID: 30467710700, University of Ruhuna)
Bambang Purwantana (Scopus ID: 6506901423, Universitas Gadjah Mada)
Bambang Susilo (Scopus ID: 54418036400, Universitas Brawijaya)
Daniel Saputera (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya)
Han Shuqing (Scopus ID: 55039915600, China Agricultural University)
Hiroshi Shimizu (Scopus ID: 7404366016, Kyoto University)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana)
Agus Arif Munawar (Scopus ID: 56515099300, Universitas Syahkuala)
Armansyah H. Tambunan (Scopus ID: 57196349366, IPB University)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, IPB University)
M. Rahman (Scopus ID: 7404134933, Bangladesh Agricultural University)
Machmud Achmad (Scopus ID: 57191342583, Universitas Hasanuddin)
Muhammad Makky (Scopus ID: 55630259900, Universitas Andalas)
Muhammad Yulianto (Scopus ID: 54407688300, IPB University & Waseda University)
Nanik Purwanti (Scopus ID: 23101232200, IPB University & Teagasc Food Research Center Irelandia)
Pastor P. Garcia (Scopus ID: 57188872339, Visayas State University)
Rosnah Shamsudin (Scopus ID: 6507783529, Universitas Putra Malaysia)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin)
Sate Sampattagul (Scopus ID: 7801640861, Chiang Mai University)
Subramaniam Sathivel (Scopus ID: 6602242315, Louisiana State University)
Shinichiro Kuroki (Scopus ID: 57052393500, Kobe University)
Siswoyo Soekarno (Scopus ID: 57200222075, Universitas Jember)
Tetsuya Araki (Scopus ID: 55628028600, The University of Tokyo)
Tusan Park (Scopus ID: 57202780408, Kyungpook National University)

Executive Editor:

Head : Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, IPB University)
Secretary : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, IPB University)
Financial : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, IPB University)

Technical Editor: Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, IPB University)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, IPB University)
Leopold Oscar Nelwan (Scopus ID: 56088768900, IPB University)
I Wayan Astika (Scopus ID: 43461110500, IPB University)
I Dewa Made Subrata (Scopus ID: 55977057500, IPB University)

Administration : Khania Tria Tifani (IPB University)

Publisher: Indonesian Society of Agricultural Engineering (ISAE) and Department of Mechanical and Biosystem Engineering IPB University

Address: Jurnal Keteknikan Pertanian, Department of Mechanical and Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Engineering, IPB University Campus, Bogor 16680. Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@apps.ipb.ac.id, Website: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Bank account number: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9

Account Holder: Jurnal Keteknikan Pertanian

Printing Office: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Acknowledgement

The Editors of the Agricultural Engineering Journal would like to thank the partners who have reviewed the manuscript for publication **Vol. 9, No. 3 December 2021**. Thanks are given to: Dr. Ir. I Wayan Budiastira, M.Agr (Department of Mechanical and Biosystem Engineering, IPB University), Prof. Dr. Ir. Sutrisno M.Agr (Department of Mechanical and Biosystem Engineering, IPB University), Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, MS,A.Eng (Sriwijaya University), Satria Bhirawa Anoraga, S.TP, M.Sc (Gadjah Mada University), Dr. Liyantono, S.TP, M.Sc (Department of Mechanical and Biosystem Engineering, IPB University), Afik Hardanto, S.TP, M.Sc, Ph.D (Jenderal Soedirman University), Dr. Rudiati Evi Masithoh, S.TP, M.Dev.Tech (Gadjah Mada University), La Choviya Hawa, S.TP, MP, Ph.D (Brawijaya University), Dr. Ir. Supratomo, DEA (Hasanuddin University), Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si (Andalas University), Dr. Ir. Lukman M. Baga, MA.Ec (IPB University), Dr. Ir. Burhanuddin, MM (IPB University), Iman Sabarisman, S.TP, M.Si (Gadjah Mada University), Dewi Maya Maharani, S.TP, M.Sc (Brawijaya University).

List of Contents

Technical Paper

79

Rapid Assessment of Fresh Beef Spoilage Using Portable Near-Infrared Spectroscopy
Cyril Njume Akeme, Y Aris Purwanto, Dewi Apri Astuti, Slamet Widodo

87

**Sistem Pakar Berbasis Android untuk Identifikasi Jenis Gulma
pada Budidaya Tanaman Kedelai**

Android based Expert System for Weeds Identification in Soybean Cultivation
Mohamad Solahudin dan Giska Priaji

95

Pendugaan Umur Simpan Bubuk Daun Torbangun dalam Berbagai Bahan Kemasan

Estimated Shelf Life of Torbangun Leaf Powder in Various Packaging Materials
Lydia Ariani, Rokhani Hasbullah, Usman Ahmad

103

**Prediksi Indeks Panen Jambu “Kristal” Secara Non Destruktif
Menggunakan Portable Near Infrared Spectrometer**

Non-Destructive harvest indices prediction of “crystal” guava using a portable near-infrared spectrometer
Ayu Putri Ana, Y Aris Purwanto, Slamet Widodo

111

**Pendugaan Umur Simpan Pasta Cabai dengan Penambahan Natrium Benzoat
Menggunakan Metode Akselerasi Arrhenius**

Self Life Estimation of Chili Paste with Additional of Natrium Benzoat Using Arrhenius Acceleration Method
Sri Lestari, Silvia Yuniarti, Hijriah Mutmainah, Maureen C. Hadiatry, Ismatul Hidayah

119

**Karakteristik dan kelayakan Finansial Usahatani Mangga Gedong Gincu
di Kabupaten Indramayu**

Characteristics and Financial Feasibility of Gedong Gincu Mango Farming in Indramayu District
Khoirul Umam* Rokhani Hasbullah, Mohamad Solahudin

127

Studi Model Kinetika Ekstraksi Berbantu Ultrasonik pada Lada (Piper nigrum L.)

Study of Kinetic Model for Ultrasonic-Assisted Extraction of Pepper (Piper nigrum L.)
I Wayan Budiastara, Slamet Widodo, Anggie Yulia Sari*

135

**Aplikasi Zeolit-KMnO₄ dan Silika Gel untuk Memperpanjang Green Life Mangga Arumanis
(Mangifera indica L)**

Application of Zeolite-KMnO₄ and Silica Gel to Extend Green Life of Manggo Arumanis (Mangifera indica L)
Anita Khairunnisa*, Emmy Darmawati, Siti Mariana Widayanti

Publisher:

The Indonesian Agricultural Engineering Association (ISAE) in collaboration with Department of Mechanical and Biosystem Engineering, Bogor Agricultural University
Address Journal of Agricultural Engineering, Department of Mechanical and Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Engineering, Darmaga Campus of IPB, Bogor 16680.
Tel. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id or journaltep@yahoo.com. Website: <http://web.ipb.ac.id/~jtep>.



Technical Paper

Aplikasi Zeolit-KMnO₄ dan Silika Gel untuk Memperpanjang *Green Life* Mangga Arumanis (*Mangifera indica* L)

*Application of Zeolite-KMnO₄ and Silica Gel to Extend Green Life of Manggo Arumanis (*Mangifera indica* L)*

Anita Khairunnisa*, Sekolah Pascasarjana IPB, Program Studi Teknologi Pascapanen
Email: anitakhairunnisaa@gmail.com
Emmy Darmawati, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor
Siti Mariana Widayanti, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen

Abstract

Mangoes are harvested when ripe have an "eating quality" that consumers are them in, but quickly reach the senescence phase. As a climacteric fruit, the ripening process of mango can be slowed down by using an ethylene adsorber. This study aims to determine the combination of zeolite-KMnO₄ and silica gel as ethylene adsorber bag (EAB) to maintain the green life of ripe. EAB which is applied to arumanis mangoes which are packaged with a weight of 1.000±50 g of arumanis mangoes. The EAB is removed from the packaging and the mangoes are left at room temperature for natural ripening and continued until conditions are not acceptable to consumers. The results showed that the EAB application was able to maintain the green life of mangoes by the scenario of the shelf life both at cold and room temperature storage. Natural ripening of mango was achieved 5 days and 2 days after EAB was removed from the packaging, for cold and room temperature storage, respectively. The length of time until the panellists did not receive it was 20 days for cold storage and 12 days for the room, while the control for cold storage was 6 and 3 days at room temperature.

Keywords: *Arumanis mangoes, ethylene adsorber bag (EAB), cold temperature, room temperature*

Abstrak

Mangga yang dipanen saat tua (*mature*) memiliki "eating quality" yang diminati konsumen, namun cepat mencapai fase busuk. Sebagai buah klimaterik, proses kematangan mangga dapat diperlambat dengan menggunakan etilen *adsorber*. Penelitian ini bertujuan menentukan kombinasi zeolit-KMnO₄ dan silika gel sebagai etilen *adsorber bag* (EAB) untuk mempertahankan *green life* mangga yang dipanen tua. EAB diaplikasikan pada mangga arumanis yang dikemas dengan berat mangga arumanis per kemasan 1.000±50 g. EAB dikeluarkan dari kemasan dan mangga dibiarkan disuhu ruang untuk pematangan alami dan dilanjutkan sampai kondisi tidak diterima konsumen. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi EAB mampu mempertahankan *green life* mangga sesuai dengan skenario masa simpan baik pada penyimpanan suhu dingin (13±2°C) maupun suhu ruang (25±2°C). Pematangan secara alami pada mangga tercapai 5 hari dan 2 hari setelah EAB dikeluarkan dari kemasan, masing-masing untuk penyimpanan suhu dingin dan ruang. Lama waktu sampai tidak diterima panelis adalah 20 hari untuk penyimpanan suhu dingin dan 12 hari untuk ruang, sedang kontrol penyimpanan dingin mencapai 6 dan 3 hari pada suhu ruang.

Kata kunci: Mangga arumanis, etilen *adsorber bag* (EAB), suhu dingin, suhu ruang

Received: 08 October 2021; Accepted: 20 December 2021

Latar Belakang

Mangga merupakan buah klimaterik yang dapat melanjutkan proses pematangan setelah dipanen, oleh karena itu mangga dipanen sebelum tua untuk memperpanjang masa simpan. Indeks panen yang kurang tepat mengakibatkan rasa, aroma, dan warna buah kurang optimal, walau praktik ini meningkatkan daya simpan (Farina *et al.* 2017).

Preferensi konsumen saat membeli mangga diketahui bahwa sebanyak 57.2% memilih mangga dengan tingkat kematangan yang optimum. Secara visual mangga dengan tingkat kematangan optimum dilihat dari beberapa parameter mutu seperti warna, rasa, aroma, dan kekerasan (Gomez dan Robertz 2013). Mangga dipanen pada saat tua penuh memiliki mutu cita rasa (*eating quality*) yang baik, tetapi cepat matang dan busuk sehingga berdampak pada daya simpan yang rendah.

Berbagai metode dan aplikasi telah diteliti serta dikembangkan untuk mempertahankan kualitas mangga, diantaranya penyimpanan dingin, *modifikasi atmosphere packaging* (MAP), dan etilen *adsorber* menggunakan zeolit-KMnO₄. Aplikasi untuk memperpanjang masa simpan pada mangga Nam Dok Mai Sri Tong dilakukan perlakuan *modifikasi atmosphere packaging* (MAP), dengan kombinasi etilen *adsorber bag*, pada penyimpanan suhu 15°C, mampu memperpanjang umur simpan selama 30 hari (Phakdee dan Chairasart 2019).

Aplikasi etilen *adsorber* yang berbahan zeolit-KMnO₄ secara efektif mampu mempertahankan fase *green life* pada pisang barangan baik dalam bentuk finger (satuan buah) maupun dalam bentuk sisir selama 24-30 hari pada suhu penyimpanan 25±2°C dan dapat matang secara alami pasca etilen *adsorber* diambil dari kemasannya (Agustiningrum *et al.* 2013; 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.* 2019). Namun penggunaan silika gel dalam penyerapan H₂O sebesar 5 gram tidak terikat secara sempurna, sehingga berpengaruh pada akumulasi uap air dan mengakibatkan terjadinya kebocoran KMnO₄ dalam kemasan etilen *adsorber* (Wiranata 2020).

Zeolit dan KMnO₄ yang dapat memperpanjang masa simpan atau mempertahankan *green life* produk hortikultura perlu diteliti aplikasinya pada buah mangga yang dipanen pada tua penuh atau dikenal oleh petani dengan istilah "matang pohon". Etilen *adsorber* berbahan Zeolit-KMnO₄ yang dikombinasikan dengan silika gel dikemas menggunakan kertas Tyvek diberi nama etilen *adsorber bag* (EAB). Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji aplikasi EAB untuk mempertahankan

green life buah mangga arumanis yang dipanen tua penuh (matang pohon).

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa mangga arumanis dengan umur petik 120 hari setelah bunga mekar (dikenal oleh petani indeks petik 'matang pohon'), diperoleh langsung dari petani di daerah Cirebon, KMnO₄ (merk Rofa), zeolit Sukabumi ukuran 200 mesh, silika gel (merk Imco), kertas Tyvek, plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) 0,04 mm. Alat yang digunakan adalah timbangan digital (CMOS DS30-K) dan (Mettler PM- 4800), *ethylene analyzer handheld ethylene* (F-950), *hidrid recorder* (MV1000), *texture analyzer* (CT3-Brookfield), Chromameter (AMT 501X), *Hand-held Refractometer* (ATAGO), gelas ukur (pyrex), oven (ISUZU 2-2120), *Chamber* (kedaung), *heat sealer* (FPS-200) dan desikator.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP) IPB University, Laboratorium Pengembangan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Cimanggu, Bogor. Serta di Perkebunan mangga di daerah Sedong, Cirebon, Jawa Barat. Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2020 sampai dengan bulan Desember 2020.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Etilen Adsorber (Zeolit-KMnO₄)

Pembuatan etilen *adsorber* (Zeolit-KMnO₄) mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh (Agustiningrum, *et al.* 2019; Faraniti 2017; Wiranata 2020) etilen *adsorber* (Zeolit-KMnO₄), dibuat dari zeolit ukuran 200 mesh dan KMnO₄. Zeolit dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 8 jam, kemudian direndam ke dalam larutan KMnO₄ 6.28% selama 20 menit, Zeolit hasil perendaman ditiriskan dan dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C selama 24 jam.

Pengukuran Produksi Etilen

Berat etilen *adsorber* (Zeolit-KMnO₄) yang dibutuhkan untuk penyimpanan mangga arumanis dihitung dengan mengacu pada penelitian Wiranata (2020) yaitu dengan cara membagi akumulasi etilen yang dihasilkan dalam 1 kg buah dengan kapasitas oksidasi dari (Zeolit-KMnO₄), kapasitas oksidasi etilen dari (Zeolit-KMnO₄) adalah 555 ppm/gram, dan ditambah 50% dari total perhitungan.

Etilen diukur dengan menggunakan *ethylene analyzer handheld ethylene* F-950, dengan

kecepatan pengambilan sampel sebesar 70 ml/ menit dalam waktu 3 jam untuk kontrol (tanpa EAB dalam chamber) dan 12 jam sekali untuk perlakuan. Pengukuran dilakukan hingga buah mangga tidak layak untuk dikonsumsi.

Pengukuran Daya Adsorpsi Uap Air Oleh Silika Gel

Proses pengukuran daya adsorpsi silika gel terhadap uap air dilakukan menggunakan metode (Song *et al.* 2011). Daya adsorpsi H₂O oleh silika gel dihitung sebagai pembagian antara selisih berat akhir dengan berat awal terhadap berat awal silika gel dengan metode gravimetri, dengan persamaan 1. Diagram alir proses pengukuran dapat dilihat pada Gambar 1.

$$\text{Daya adsorpsi H}_2\text{O}\% = \frac{W_n - W_a}{W_a} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana,

W_a = bobot awal (g)

W_n = bobot pada hari ke-n penyimpanan (g).

Pengukuran Jumlah Uap Air Hasil Respirasi Buah Mangga

Metode yang digunakan untuk mengukur jumlah uap air hasil respirasi mengacu pada penelitian Maryati (2016) yang didasarkan pada perubahan RH dalam *chamber* selama mangga disimpan. Mangga arumanis dengan berat total 1.000±50 g disimpan dalam *chamber* tertutup. Suhu bola basah dan bola kering dalam *chamber* diukur menggunakan *Hybrid recorder* setiap 10 menit sekali, pengukuran dilakukan hingga RH mengalami kondisi jenuh. Jumlah uap air dihitung dengan Persamaan 2.

$$LR = (RH_2 \times BU) - (RH_1 \times BU) \quad (2)$$

Dimana,

LR = H₂O hasil respirasi mangga (g)

RH₁ = kelembaban relatif awal dalam chamber mangga (%),

RH₂ = kelembaban relatif akhir dalam chamber mangga (%)

BU = berat udara dalam chamber mangga (g).

Penentuan Berat Silika Gel yang Digunakan

Berat silika gel yang akan diaplikasikan ditentukan dengan mengetahui daya adsorpsi silika gel (DA) terhadap kandungan uap air hasil respirasi mangga (LR). Persamaan 3 dan 4 digunakan untuk menentukan berat silika gel yang akan diaplikasikan (Maryati 2016; Song *et al.* 2001).

$$S_g = LR \times \left(\frac{100}{DA} \right) \quad (3)$$

$$\%S_g = \frac{S_g}{W} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana,

S_g = kebutuhan silika gel yang diaplikasikan (g),

LR = H₂O hasil respirasi mangga (g),

DA = daya adsorpsi H₂O silika gel (%)

W = berat mangga (g).

Pembuatan dan Aplikasi EAB untuk Menunda Kematangan Buah Mangga

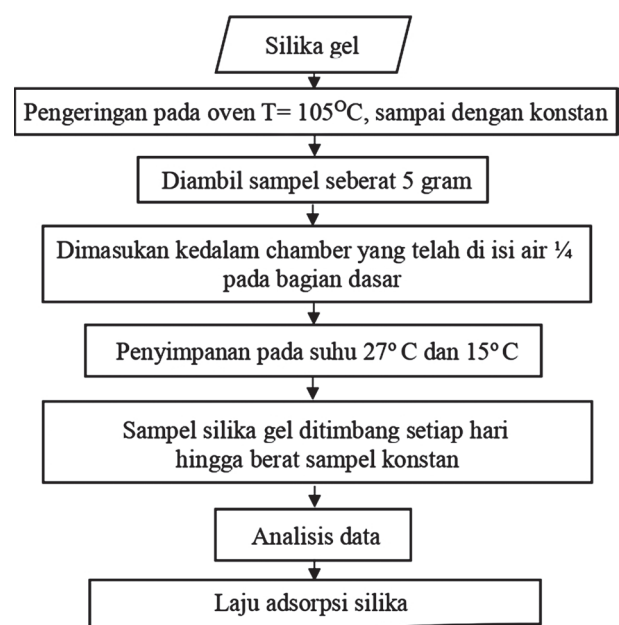
EAB adalah etilen *adsorber bag* berbahan Zeolit-KMnO₄ dan silika gel dikemas menggunakan kertas Tyvek. Sampel mangga dikemas bersama EAB dalam kantong plastik LDPE dengan berat per kemasan 1.000±50 gram. Kemudian sampel mangga yang sudah dikemas disimpan pada suhu 13±2°C (suhu dingin/T1) dan suhu 25±2°C (suhu ruang/T2). Berat EAB disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing skenario lama simpan. Lama simpan untuk suhu dingin yaitu 9, 12, dan 15 hari, sedangkan untuk suhu ruang selama 6, 8, dan 10 hari. Kontrol merupakan sampel mangga tanpa aplikasi EAB pada suhu penyimpanan yang sama. Pengukuran perubahan mutu dilakukan setiap 3 hari sekali.

Pengamatan Perubahan Mutu Pasca Perlakuan

Setelah disimpan selama perlakuan tercapai, EAB dikeluarkan dari kemasan, dan disimpan pada suhu ruang (25±2°C), kemudian dilakukan proses pengamatan mutu setiap 1 hari sekali. Selain itu dilakukan uji organoleptik untuk menentukan tingkat kelayakan untuk dikonsumsi, dengan menggunakan metode uji hedonik, parameter yang digunakan yaitu warna daging buah dan rasa, pengujian organoleptik tersebut dilakukan kepada 25 panelis terhadap panelis terlatih.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan untuk mengetahui



Gambar 1. Diagram alir daya adsorpsi uap air oleh silika gel.

pengaruh aplikasi EAB dalam mempertahankan **green life** mangga matang pohon adalah dengan rancangan acak lengkap (RAL). Pada perlakuan dengan EAB sesuai masa simpan untuk suhu penyimpanan yaitu suhu $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ (T1) dengan masa simpan diantaranya D1T1 (9 hari), D2T1 (12 hari), dan D3T1 (15 hari). Pada penyimpanan dengan suhu $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ (T2) terdapat masa simpan diantaranya D1T2 (6 hari), D2T2 (8 hari), dan D3T2 (10 hari).

Hasil dan Pembahasan

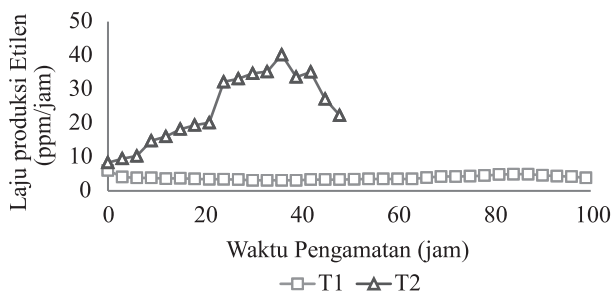
Produksi Etilen Buah Mangga Selama Penyimpanan

Etilen merupakan hormon yang dominan dalam proses pematangan buah. Faktor yang dapat mempengaruhi produktifitas etilen salah satunya adalah suhu. Hasil penelitian menunjukkan (Gambar 2) pengaruh suhu penyimpanan terhadap produksi etilen. Secara statistik pengaruh suhu berbeda nyata dengan $p < 0.05$. Penyimpanan dingin (T1) mampu menekan produksi etilen yang menunjukkan terjadinya autoinhibisi pada buah. Aktivitas ACC sintase dan ACC oksidase ditekan sehingga terjadi penekanan biosintesis etilen selama pematangan.

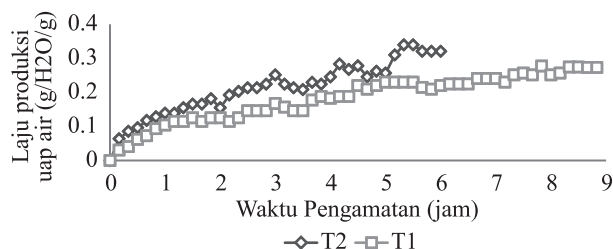
Berat KMnO_4 -Zeolit ditentukan berdasarkan jumlah akumulasi produksi etilen yang dihasilkan. Jumlah akumulasi produksi etilen sebesar 131.33 ppm untuk penyimpanan suhu T1, dan 409.8 ppm untuk suhu T2. Berdasarkan data tersebut diperoleh berat KMnO_4 -Zeolit untuk T1 dan T2 masing-masing sebesar 0.3549 g dan 1.1076 g.

Produksi Uap Air Hasil Respirasi

H_2O hasil respirasi pada mangga dihitung



Gambar 2. Produksi etilen pada mangga Arumanis



Keterangan T1 suhu $13\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan T2 suhu $25\pm 2^{\circ}\text{C}$

Gambar 3. Laju Uap air (H_2O) mangga arumanis pada chamber.

Tabel 1. Berat silika gel (g) pada penyimpanan suhu T1 ($13\pm 2^{\circ}\text{C}$) dan T2 ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) untuk masing-masing skenario lama simpan.

| Suhu Penyimpanan | Skenario lama penyimpanan (hari) | | |
|---------------------------------|----------------------------------|----------|-----------|
| | D1 | D2 | D3 |
| T1($13\pm 2^{\circ}\text{C}$) | 7.2584 g | 9.6778 g | 12.0973 g |
| T2($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) | 5.4439 g | 7.2585 g | 9.6778 g |

Keterangan : T1D1 : 9 hari; T1D2: 12 hari; T1D3: 15 hari
T2D1 : 6 hari; T2D2: 8 hari; T2D3: 10 hari.

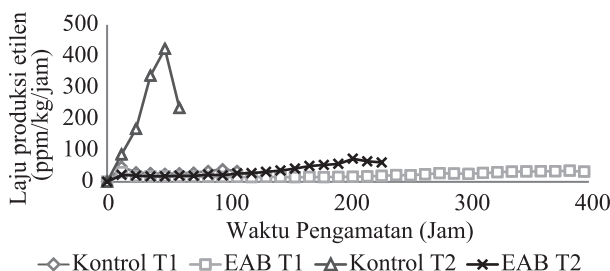
berdasarkan uap air yang dihasilkan pada *chamber*. Laju uap air yang dihasilkan pada penyimpanan suhu T1 dan T2 masing-masing sebesar 0.27421 g/ H_2O /hari pada RH 90-98.7% dan 0.32028 g/ H_2O /hari pada RH 88-98%. Hasil ini menunjukkan pengaruh suhu terhadap produksi uap air dikarenakan adanya proses penekan laju respirasi pada suhu rendah (Gambar 3).

Daya Absorpsi dan Berat Silika Gel yang Digunakan

Kapasitas penyerapan silika gel terhadap uap air dalam chamber pada ke dua suhu penyimpanan sebesar 34% untuk T1 dan 35% untuk T2. Berdasarkan data tersebut, diperoleh berat silika gel untuk kemasan 1 kg mangga arumanis sesuai dengan skenario lama simpan pada masing-masing suhu penyimpanan seperti pada Tabel 1.

Pengaruh Aplikasi EAB dan Silika Gel Terhadap Produksi Etilen Selama Penyimpanan

Berat EAB adalah berat zeolit- KMnO_4 pada masing-masing suhu penyimpanan ditambah dengan berat silika gel untuk masing-masing skenario masa simpan. Aplikasi EAB dalam kemasan mangga dapat menurunkan laju produksi etilen. Pada suhu ruang (T2), pengaruh EAB yang diberikan pada kemasan mangga terlihat sangat nyata dibanding kontrol (Gambar 4). Suhu dingin berpengaruh terhadap penurunan laju etilen, namun adanya EAB dalam kemasan membuat laju produksi etilen menjadi lebih rendah di banding dengan kontrol. Hasil uji statistik menunjukkan



Keterangan : T1 ($13\pm 2^{\circ}\text{C}$), T2 ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$)

Gambar 4. Laju produksi etilen pada mangga arumanis

Tabel 2. Mutu mangga pada akhir penyimpanan untuk suhu 13±2°C (T1).

| Lama Simpan | 0 hari | 9 hari (D1T1) | 12 hari (D2T1) | 15 hari (D3T1) | 6 hari (T1) |
|-----------------|--------|---------------|----------------|----------------|-------------|
| Parameter mutu | | EAB | EAB | EAB | Kontrol |
| TPT (° Briks) | 17.53 | 18.33 | 18.40 | 18.47 | 17.4 |
| Kekerasan (kgf) | 13.35 | 8.92 | 8.53 | 7.68 | 5.19 |
| Warna (L*) | 59.67 | 55.99 | 58.00 | 52.69 | 45.39 |
| Warna (b*) | 88.81 | 78.90 | 81.37 | 81.32 | 103.87 |
| Warna (a*) | 6.75 | 6.65 | 5.74 | 5.54 | 5.96 |

Tabel 3. Mutu mangga pada akhir penyimpanan untuk suhu 25±2°C (T2).

| Lama Simpan | 0 hari | 6 hari (D1T2) | 8 hari (D2T2) | 10 hari (D3T2) | 3 hari (T2) |
|-----------------|--------|---------------|---------------|----------------|-------------|
| Parameter mutu | | EAB | EAB | EAB | Kontrol |
| TPT (° Briks) | 17.53 | 18.80 | 19.13 | 19.00 | 16.60 |
| Kekerasan (kgf) | 13.35 | 8.50 | 7.31 | 7.38 | 7.09 |
| Warna (L*) | 59.67 | 54.86 | 50.56 | 56.15 | 51.83 |
| Warna (b*) | 88.81 | 102.64 | 94.39 | 89.13 | 100.42 |
| Warna (a*) | 6.75 | 8.82 | 8.77 | 8.16 | 8.15 |

ada pengaruh aplikasi EAB terhadap kontrol pada kedua suhu penyimpanan dengan beda nyata ($p < 0.05$). Selain KMnO₄ yang bersifat sebagai pengoksidasi etilen, silika gel yang ada dalam EAB dapat menyerap uap air hasil proses respirasi sehingga KMnO₄ tetap terikat kuat pada zeolit. Hal ini terlihat dari kondisi EAB yang tetap kering sampai dengan waktu yang ditetapkan dalam skenario. Bhattacharjee (2017) menyatakan bahwa aplikasi KMnO₄ dan silika gel mampu mengoksidasi etilen dan memperpanjang masa simpan buah labu runcing. KMnO₄ dan zeolit sebagai oksidator dalam mengurangi fungsi etilen endogen sehingga dapat memperpanjang umur simpan pisang Barangan (Wiranata 2020).

Pengaruh Aplikasi EAB Terhadap Perubahan Mutu Selama Fase Green Life

Pengaruh aplikasi EAB selama kurun waktu penyimpanan sebagai perlakuan untuk mempertahankan fase *green life* mangga dinyatakan dengan komponen mutu fisiko kimia yaitu kekerasan, TPT dan warna daging buah. Adapun nilai-nilai mutu tersebut sebelum disimpan (pada hari ke 0) dan pada akhir penyimpanan sesuai skenario dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Hasil pada Tabel 2 maupun 3 menunjukkan bahwa mangga yang mendapat perlakuan EAB masih mengalami peningkatan nilai TPT di akhir penyimpanan baik untuk penyimpanan suhu ruang maupun suhu rendah, sementara kontrol (tanpa EAB) telah mengalami penurunan nilai TPT dibanding nilai awalnya. Sebagai buah klimaterik, mangga akan mengalami proses perombakan yang meningkat sampai pada batas tertinggi dan kemudian akan menurun yang menandakan terjadi

proses menuju busuk. Hal ini menunjukkan bahwa EAB mampu memperlambat proses kematangan atau mempertahankan *green life* buah mangga. Nilai TPT diakhir penyimpanan secara statistik nyata berbeda antara kontrol dengan perlakuan baik yang disimpan pada suhu dingin maupun suhu ruang. Sedangkan perlakuan antara suhu, nilai TPT diakhir penyimpanan untuk mangga yang di beri EAB tidak berbeda nyata.

Kemampuan etilen *adsorber* berbahan zeolit-KMnO₄ dalam menunda kematangan yang ditunjukkan oleh nilai TPT juga dinyatakan oleh (Yimmongkol *et al.* 2018) pada penelitiannya menggunakan buah pisang. Peningkatan kandungan TPT pada pisang Barangan yang diberi etilen adsorber dalam kemasannya dan disimpan pada suhu ruang (25±2°C), juga ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh (Faraniti 2017), Agustiningrum (2019) dan Wiranata (2020). Peningkatan nilai TPT tersebut tidak diikuti dengan perubahan indeks kematangan yang ditunjukkan warna kulit buah pisang yang tetap hijau. Hal ini menunjukkan bahwa etilen *adsorber* berbahan zeolit-KMnO₄ berhasil menunda laju kematangan buah. Perlakuan etilen *adsorber* berbahan zeolit-KMnO₄ berhasil menunda laju kematangan buah dengan mengurangi laju respirasi sehingga proses perombakan polisakarida menjadi gula-gula sederhana yang terjadi selama proses respirasi dapat dihambat.

Kekerasan buah akan menurun seiring dengan lama simpan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 baik untuk suhu ruang maupun suhu dingin. Namun penurunan kekerasan pada mangga yang mendapat perlakuan EAB lebih lambat dibanding kontrol. Secara statistik, nilai kekerasan buah

mangga yang diberi EAB di akhir penyimpanan lebih tinggi dan berbeda nyata dengan kontrol ($p < 0.05$). Nilai kekerasan pada akhir penyimpanan untuk perlakuan EAB yang disimpan dalam dua taraf suhu yaitu suhu dingin dan suhu ruang, secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini membuktikan bahwa penambahan EAB dalam kemasan mangga mampu memperlambat proses perubahan struktur dan komposisi dinding sel yang berhubungan dengan kekerasan buah. Penambahan zeolit-KMnO₄ pada pisang mampu memperlambat penurunan tingkat kekerasan, hal ini dikarenakan KMnO₄ berperan dalam mengoksidasi etilen, sehingga fungsi etilen sebagai pengaktifasi enzim polygalacturonase dan selulase menjadi berkurang (Yi *et al.* 2020).

Penurunan tingkat kekerasan diakibatkan oleh aktifitas enzim. Enzim yang dapat bekerja sebagai perusak dinding sel diantaranya polygalacturonase, pectinlyase, endo-1,4-β-Dglucanase, galactanase, arabinanase dan β-galactosidase. Jika enzim ini berkerja tanpa adanya hambatan maka akan meningkatkan biosintesis etilen sebagai hormon pertumbuhan dan pematangan pada buah, sehingga akan berpengaruh pada tingkat kekerasan (Prasanna *et al.* 2003; Zaharah *et al.* 2013).

Penyimpanan pada suhu rendah (T1) mampu menghambat aktifitas enzim. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu rendah (T1) mampu mempertahankan tingkat kekerasan lebih lama dibandingkan dengan suhu ruang (T2). (Hossain *et al.* 2014) menyatakan bahwa penyimpanan mangga pada suhu -10°C - -4°C

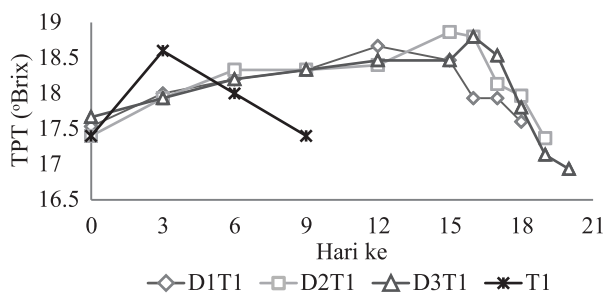
mengakibatkan aktivitas enzim berjalan dengan konstan, sebaliknya penyimpanan pada suhu 30±1°C ada peningkatan aktifitas β-galaktosidase, sehingga terjadi pelunakan jaringan selama penyimpanan.

Tingkat kecerahan daging buah mengalami penurunan selama penyimpanan, namun penurunan tingkat kecerahan pada kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan yang mendapat perlakuan EAB. Uji statistik menunjukkan berbeda nyata antara kontrol dengan perlakuan ($p < 0.05$). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Yungyuen *et al.* 2021) yang menyatakan bahwa mangga dengan tingkat kematangan penuh (*full ripening*) akan mengalami penurunan tingkat kecerahan.

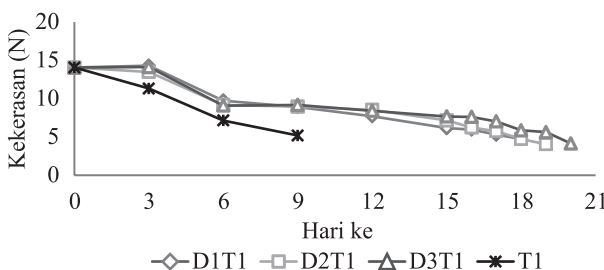
Nilai b* dan a* pada daging buah merupakan komponen karetenoid (kuning-kemerahan). Nilai b* dan a* mengalami peningkatan untuk buah yang disimpan pada suhu ruang (T2), dibandingkan dengan nilai pada awal penyimpanan. Peningkatan nilai b* dan a* menunjukkan peningkatan kandungan kareteoid karena ada proses pematangan (Yungyuen *et al.* 2021) Sedangkan pada penyimpanan T1 tidak terjadinya peningkatan dikarenakan adanya kombinasi penyimpanan suhu dingin dan EAB pada mangga sehingga proses peningkatan kandungan karetenoid lebih lambat.

Pengaruh Aplikasi EAB Terhadap Pematangan Alami dan Daya Simpan Mangga

EAB dikeluarkan dari kemasan mangga sesuai dengan perlakuan lama simpan (*fase green life*). Pelepasan EAB pada mangga mengakibatkan terjadinya perubahan mutu baik secara fisik maupun kimia yang menunjukkan proses kematangan buah mangga yaitu perubahan nilai TPT dan kekerasan buah. Gambar 5 menunjukkan perubahan nilai TPT dan Gambar 6 menunjukkan perubahan nilai kekerasan buah mangga yang disimpan pada suhu dingin. Pada penyimpanan suhu dingin, perlakuan EAB mampu mempertahankan *fase green life* sesuai skenario waktu simpan. Hal ini ditunjukkan oleh puncak nilai TPT (puncak klimaterik) terjadi setelah EAB dilepas dari kemasan. Waktu yang diperlukan untuk mencapai puncak klimaterik pada rentang waktu 1-3 hari pasca EAB dilepas dari kemasan. Nilai TPT kemudian terus menurun sampai tidak diminati oleh panelis setelah hari ke 4 pasca puncak klimatrik tercapai. Secara keseluruhan, buah mangga yang disimpan disuhu rendah dan diberi EAB dalam kemasannya mempunyai daya simpan sampai 14-20 hari berdasarkan kesukaan panelis terhadap rasa, sedang mangga yang tidak diberi EAB (kontrol) hanya sampai dengan hari ke 6. Nilai TPT tertinggi pada kontrol adalah 18.6 °Briks, sedang puncak nilai TPT pada mangga yang diperpanjang *fase green life* pada rentang 18.70 – 18.90 °Briks. Hal ini menjelaskan bahwa penundaan kematangan dengan menggunakan



Gambar 5 Perubahan nilai TPT mangga pada penyimpanan suhu dingin (13±2°C).



Gambar 6 Perubahan nilai kekerasan mangga pada penyimpanan suhu dingin (13±2°C).

Keterangan : D1T1 = fase green life (EAB) 9 hari, D2T1 = fase green life (EAB)12 hari, D3T1 = fase green life (EAB)15 hari, T1 = kontrol

Tabel 4. Uji Organoleptik terhadap mangga arumanis selama pematangan.

| Parameter | Perlakuan | Waktu Pengamatan (hari ke pasca EAB diambil) | | | |
|--------------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|
| | | Hari ke-1 | Hari ke-2 | Hari ke-4 | Hari ke-5 |
| Warna daging | D1T1 | 6.20 | - | 5.8 | 5.56 |
| | D2T1 | 5.88 | - | 6.2 | 5.48 |
| | D3T1 | 6.08 | - | 6 | 5.2 |
| | D1T2 | 6.52 | 5.4 | - | - |
| | D2T2 | 6.72 | 5.24 | - | - |
| | D3T2 | 6.48 | 4.98 | - | - |
| Rasa | D1T1 | 6.40 | - | 5.96 | 5.4 |
| | D2T1 | 6.04 | - | 6.12 | 5.3 |
| | D3T1 | 6.04 | - | 5.96 | 5.44 |
| | D1T2 | 6.68 | 5.56 | - | - |
| | D2T2 | 6.72 | 5.48 | - | - |
| | D3T2 | 6.56 | 5.2 | - | - |

Keterangan : 1 = Sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak tidak suka, 4 = netral, 5 = agak tidak suka, 6 = suka, dan 7 = sangat suka.

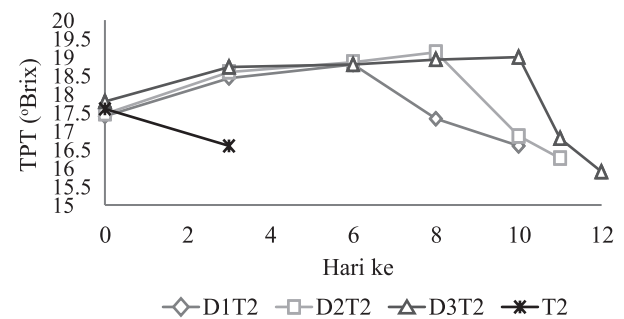
EAB tidak menghambat proses kematangan alami buah mangga.

Nilai kekerasan yang sudah tidak disukai oleh panelis pada kisaran 4 N – 5 N. Nilai tersebut tercapai pada hari ke 6 untuk mangga yang disimpan tanpa ditambah EAB, sementara yang diberi EAB mencapai 14-20 hari. Hasil ini sama dengan penilaian panelis terhadap rasa mangga yaitu pada hari ke 14-20 sudah tidak diterima panelis. Pemberian EAB pada kemasan mangga, selain tidak berdampak pada pembentukan rasa (nilai TPT tetap tinggi) juga tidak menghambat pembentukan warna daging buah. Berdasarkan uji kesukaan panelis terhadap warna daging, masih layak diterima dengan nilai 5.2 – 5.5 (skala 7) pada 5 hari setelah *fase green life*.

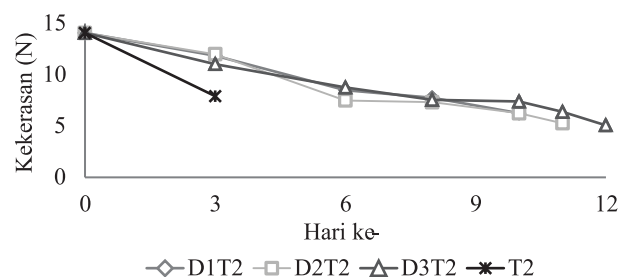
Penyimpanan pada suhu 25±2°C (suhu ruang), memiliki waktu simpan yang lebih singkat dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 13±2°C (suhu dingin). Suhu yang tinggi membuat laju produksi etilen tinggi seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Namun dengan penambahan EAB, etilen yang dihasilkan teroksidasi sehingga membuat buah masih dalam fase *green life*. Pada saat EAB dikeluarkan dari kemasan, terjadi penurunan nilai TPT yang terus berlanjut sampai kondisi tidak disukai oleh panelis. Puncak nilai TPT terjadi pada akhir *fase green life* untuk masing-masing perlakuan (Gambar 7) dengan nilai pada kisaran 18.80-19.13°Brix. Pada saat EAB dilepaskan nilai TPT terus mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan perombakan karbohidrat (monosakarida) menurun dan terjadi perombakan pada disakarida yang menghasilkan asam, membuat nilai TPT menurun. Nilai TPT berhubungan dengan rasa buah. Hasil uji sensoris terhadap rasa mangga arumanis pada hari ke-2 setelah EAB dilepaskan menyatakan masih diterima konsumen dengan nilai 5-5.5 (skala 8). Secara keseluruhan waktu simpan mangga

arumanis pada suhu ruang dengan perlakuan EAB mencapai 8-12 hari, sedangkan kontrol (tanpa EAB) 3 hari.

Penurunan tingkat kekerasan pada penyimpanan suhu ruang (25±2°C), hingga tidak disukai oleh konsumen mencapai 7.9-5.0 N. Nilai tersebut terjadi pada hari ke-3 pada mangga arumanis kontrol sedang yang mendapat perlakuan EAB terjadi pada hari ke 9-12 (Gambar 7). Penurunan tingkat kekerasan diakibatkan oleh degradasi



Gambar 7. Perubahan nilai TPT mangga pada penyimpanan suhu ruang (25±2°C).



Gambar 8. Perubahan nilai kekerasan mangga pada penyimpanan suhu ruang (25±2°C)

Keterangan : D1T2 = fase green life (EAB) 6 hari, D2T2 = fase green life (EAB) 8 hari, D3T2 = fase green life (EAB) 10 hari, T2 = kontrol

pectin. Adanya peningkatan aktifitas enzim seperti polygalacturase dan pectinase mengakibatkan dinding sel menjadi rusak.

Hasil uji tingkat kesukaan terhadap warna daging buah (Tabel 4) menunjukkan bahwa pada perlakuan suhu rendah masih diterima panelis baik rasa maupun warna daging buah sampai dengan hari ke 5 pasca EAB diambil dari kemasan dengan. Nilai penerimaan panelis adalah 5.2-5.5 dari skala 1-7. Pada buah yang disimpan di suhu ruang, nilai tersebut sudah tercapai di hari ke 2 pasca EAB dilepas dari kemasan.

Kesimpulan

Aplikasi EAB mampu mempertahankan *fase green life* mangga arumanis baik pada suhu dingin ($13\pm 2^{\circ}\text{C}$) maupun suhu ruang ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$). *Fase green life* pada suhu dingin mampu dipertahankan sesuai dengan skenario penelitian yaitu 9, 12, dan 15 hari. Kematangan buah terjadi dengan meningkatnya nilai TPT dan mencapai puncaknya pada hari ke 1 pasca EAB diambil dari kemasan. Nilai puncak TPT pada kisaran $18.7 - 18.9^{\circ}\text{Brix}$. Buah mangga masih diterima oleh panelis sampai hari ke 5 pasca EAB diambil dengan skor pada kisaran 5.2-5.5 dari skor 1-7. Totalitas umur simpan dan masa pajang mangga yang mendapat perlakuan EAB dan disimpan pada suhu dingin adalah 14-20 sementara kontrol sudah tidak disukai panelis pada hari ke 6 penyimpanan. *Fase green life* pada penyimpanan suhu ruang tercapai selama 6, 8, dan 10 hari. Dengan total umur simpan dan masa pajang mangga selama 8-12 hari, sementara untuk kontrol hanya bertahan hingga 3 hari.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih atas dukungan dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, serta Beasiswa Pendidikan dari Provinsi Jawa Barat melalui Jabar Future Leaders (JFL) sebagai penyandang beasiswa Magister di Institut Pertanian Bogor.

Daftar Pustaka

- Agustiningrum, D.A., E. Darmawati, dan S.M. Widayanti. 2018. Penundaan kematangan menggunakan oksidan etilen dan pengaruhnya terhadap perubahan fisiologi pisang barangan. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 53(9):1689–1699.
- Bhattacharjee, D. and R.S. Dhua. 2017. Ethylene absorbents improve the shelf life of pointed gourd *Trichosanthes dioica roxb* fruits. *Journal Internasional Pure Appl. Biosci.* 5(1):64-71. <https://doi.org/10.18782/2320-7051.2450>
- Faraniti, D.R. 2017. Kombinasi zeolit dan kalium permanganat (KMnO_4) untuk memperpanjang masa simpan pisang barangan *Musa paradisiaca var. sapientum I* (Thesis) IPB. Bogor.
- Farina, V.A., D'Asaro., A. Mazzaglia, G. Gianguzzi, and E. Palazzolo. 2017. Chemical-physical and nutritional characteristics of mature-green and mature-ripe "Kensington Pride" mango fruit cultivated in Mediterranean area during cold storage. *Journal Internasional Tropical and Subtropical Horticulture.* 72(4):221-229. <https://doi.org/10.17660/th2017/72.4.4>
- Gomez, R., and Robertz. 2013. Buying In Chinese Supermarkets: An Insight Into Mango Consumers. *Queensl. Gov.* 53(9):1689–1699.
- Hossain, M.A., M.M. Rana, Y. Kimura, H.A. Roslan. 2014. Changes in biochemical characteristics and activities of ripening associated enzymes in mango fruit during the storage at different temperatures. *Journal Internasional Biomed Res.* <https://doi.org/10.1155/2014/232969>.
- Maryati, S. 2016. Aplikasi moisture adsorber pada kemasan bioplastik untuk pengemasan tomat. (Thesis) IPB. Bogor.
- Prasanna, V., H.M. Yashoda, T.N. Prabha, and R.N. Tharanathan. 2003. Pectic polysaccharides during ripening of mango (*Mangifera indica L.*). *Journal Science Food Agric.* 83(11):1182–1186. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1522>.
- Wiranata, M. 2020. Aplikasi zeolit- KMnO_4 sebagai oksidator etilen dengan kombinasi silika gel untuk penundaan kematangan pisang barangan. (Thesis). IPB. Bogor.
- Yin, C.Y., M.A.M. Akhir, M.N.A. Uda, and M.A. Nuradibah. 2020. Effect of Potassium Permanganate and Zeolite on Shelf Life and Quality of *Musa Acuminata*. *Journal Material Science and Engineering.* 864(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/864/1/012141>
- Yimmongkol, S., P. Pratumpong, S. Boonyuen, and C. Pechyen. 2018. Preparation and evaluation of ethylene adsorbers from Zeolite/ KMnO_4 composite for monitoring of silk banana *Musa sapientum L.* ripening. *Journal Chiang Mai. Sci.* 45(5):2152–2167.
- Yungyuen, W., T.T. Vo, A. Uthairatanakij, M. Gang, L. Zhang, N. Tatmala, S. Kaewsuksaeng, P., Jitareerat, and M. Kato. 2021. Carotenoid accumulation and the expression of carotenoid metabolic genes in mango during fruit development and ripening. *Journal Applied Science.* 11(9):1–16. <https://doi.org/10.3390/app11094249>.
- Zaharah, S.S., Z. Singh, G.M. Symons, and J.B. Reid. 2013. Mode of action of abscisic acid in triggering ethylene biosynthesis and softening during ripening in mango fruit. *Journal Postharvest Biology and Technology.* 7537–44. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.07.009>.