

Pengaruh Arang Aktif Bidara dalam Menunda Kematangan Buah Klimakterik Tomat (*Solanum lycopersicum*)

The Effect of Bidara Active Charcoal in Inhibiting The Climacteric Fruit Ripens of Tomato (*Solanum lycopersicum*)

Lalu Heri Rizaldi^{1*}, Ni Komang Hestningsih²

^{1,2} Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa

Email: ¹rizaldi@uts.ac.id, ²nikomang29@gmail.com

*Penulis korespondensi: rizaldi@uts.ac.id

Direview: 12 September 2023

Diterima: 30 September 2023

ABSTRAK

Tomat (*Solanum lycopersicum*) tergolong dalam buah klimakterik yang mudah rusak terutama selama proses penyimpanan dan pengiriman, sehingga dibutuhkan pengelolaan pascapanen yang tepat. Pengelolaan pascapanen buah klimakterik dapat diatasi dengan menghambat proses respirasi dan tranpirasi menggunakan arang aktif. Arang aktif bekerja dengan cara mengadsorpsi gas etilin selama proses respirasi terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan variasi arang aktif bidara sebagai penghambat kematangan buah tomat dan mengkaji perubahan mutu buah selama 10 hari masa penyimpanan. Penelitian ini menggunakan analisis One Way Anova satu faktor yaitu variasi arang aktif dengan perlakuan kontrol, 1 gr, 3 gr, dan 5 gr. Parameter yang diuji yaitu susut bobot, total padatan terlarut, dan vitamin C. Penggunaan arang aktif bidara pada buah tomat mendapatkan hasil terbaik pada perlakuan 5 gr dengan nilai susut bobot 0,46%, total padatan terlarut 0.10 °brix, dan vitamin C 18,93%. Arang aktif kayu bidara berpengaruh terhadap susut bobot dan total padatan terlarut namun tidak berpengaruh terhadap kandungan vitamin C. Arang aktif kayu bidara bisa dikembangkan menjadi material absorbent untuk buah tomat.

Kata kunci: Arang aktif, Buah klimakterik, Gas etilin.

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is classified as a climacteric fruit that is easily damaged, especially during the storage and shipping process, so proper postharvest management is needed. Postharvest management of climacteric fruit can be overcome by inhibiting the process of respiration and transpiration using activated charcoal. Activated charcoal works by absorbing ethylene gas during the respiration process. This study aims to analyze the use of bidara activated charcoal variations as an inhibitor of tomato ripeness and to examine changes in fruit quality during the 10day storage. The research used One Way Anova analysis with one factor of variation of activated charcoal with control treatment, 1gr, 3gr, and 5gr. Parameters tested were weight loss, Total Soluble Solid, and vitamin C. The use of bidara activated charcoal on tomatoes got the best results in the 5gr treatment with a weight loss value of 0.46%, 0.10 °brix total dissolved solids, and 18.93% vitamin C. Bidara activated charcoal had an effect on weight loss and total soluble solids but had no effect on vitamin C content. Bidara wood activated charcoal can be developed into an absorbent material for tomatoes.

Keywords: Activated charcoal, Climacteric fruit, ethylene gas.

1. PENDAHULUAN

Penanganan pascapanen seringkali terabaikan, sehingga produk buah-buahan sering mengalami kerusakan sebelum sampai pada konsumen. Penanganan pascapanen harus dilakukan dengan lebih hati-hati untuk menjaga kualitas produk. Beberapa kerusakan fisik dan biologi disebabkan oleh getaran dan gesekan, suhu tinggi dan kelembaban yang tidak terkontrol. pascapanen bertujuan untuk memberikan perlakuan pada produk agar dapat mempertahankan kualitas dan mutu selama penyimpanan. Penanganan pascapanen produk segar yang tepat masih jarang ditemukan terutama pada tingkat petani hingga pedagang. Keterbatasan informasi dan peralatan menjadi kendala utama yang menyebabkan penanganan pasca panen sulit diterapkan. Kondisi ini yang menyebabkan petani maupun pedagang mengalami kerugian, terutama ketika panen raya dengan harga yang relative murah. Salah satu cara untuk menangani pasca panen adalah menggunakan arang aktif sebagai adsorben etilin untuk menunda kematangan buah terutama buah yang tergolong klimakterik (Zahara, 2022; Hamid, 2022).

Buah-buahan adalah salah satu produk pangan yang banyak mengandung vitamin, serat, mineral dan kandungan gizi yang tinggi. Buah tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan tanaman hortikultura dan sayuran serbaguna. Tomat mengandung vitamin A dan C, serta antioksidan seperti likopin (Hok *et al.*, 2017). Tomat tergolong dalam buah klimakterik. Buah klimakterik merupakan buah yang mengalami peningkatan laju respirasi sebelum buah matang, sehingga menyebabkan buah menjadi cepat rusak dan busuk (Nairfana & Rizaldi, 2022). Menurut (Arti & Manurung, 2018) buah klimakterik mengalami lonjakan kematangan yang diakibatkan oleh laju respirasi yang tinggi sehingga buah tersebut mengalami perubahan tekstur dan peningkatan kadar gula.

Proses pematangan buah disebabkan oleh laju respirasi yang terus terjadi setelah proses pemanenan. Selain itu hormon etilen berperan penting dalam mempercepat kematangan buah. Hormon etilen dihasilkan selama proses respirasi. Etilen merupakan senyawa organik hidrokarbon sederhana bentuk gas yang berperan dalam proses penuaan dan kematangan buah serta tergolong sebagai hormon alami (Mubarok *et al.*, 2019). Untuk menjaga buah tetap segar maka dibutuhkan material adsorben untuk menyerap gas etilen. Buah mengalami aktivitas metabolisme yang ditandai dengan proses respirasi. Proses respirasi akan menghasilkan peningkatan suhu yang menyebabkan produk tersebut menjadi kehilangan air dan layu. Proses respirasi adalah proses perombakan karbohidrat kompleks menjadi karbohidrat sederhana seperti gula yang dioksidasi menghasilkan energi. Hasil dari respirasi bisa berupa CO₂, uap air, dan panas. Laju respirasi berbanding lurus dengan proses perombaknya, artinya semakin cepat proses respirasinya maka semakin cepat pula perombakan karbohidrat mejadi gula sederhana sehingga produk tersebut menjadi cepat layu dan bobot beratnya berkurang (Mubarok *et al.*, 2020). Respirasi berpengaruh pada produk yang akan menyebabkan kehilangan air, menurunnya kandungan nutrisi, mempengaruhi bentuk fisik, dan menurunnya nilai cita rasa. Produk segar dapat diperpanjang masa simpannya dengan cara menurunkan laju respirasi seperti menurunkan suhu lingkungan produk, mengurangi keberadaan O₂ atau menambah konsentrasi CO₂, mengontrol kelembaban udara yang disekitar lingkungan produk.

Metode yang banyak digunakan dalam penanganan pasca panen buah-buahan seperti control atmosfer storage, pelapisan kitosan, penggunaan KMnO₄ (Kafiya & Wicaksono, 2023; Aprilia *et al.*, 2023). Fokus penelitian ini yaitu penggunaan arang aktif sebagai material adsorben penyerap gas etilen. Pemilihan bahan kayu bidara sebagai arang aktif dikarenakan bahan tersebut sangat banyak tumbuh di wilayah studi dan belum dimanfaatkan secara luas. Pengembangan kayu bidara masih sangat terbatas hanya dijadikan sebagai kayu bakar dan bahan pembuatan perahu oleh masyarakat sekitar (Latifah *et al.*, 2019). Arang aktif merupakan karbon amorf yang memilki pori-pori yang berfungsi untuk menyerap gas. Beberapa aplikasi dari arang aktif adalah untuk penjernihan air, penyerap bau, penyerap gas, dan penyerap logam berat (Darajat & Septiani, 2023; Ninef *et al.*, 2023). Cara kerja arang aktif adalah dengan menyerap gas etilen dan uap air yang ada pada lingkungan penyimpanan menggunakan kemasan sehingga dapat menghambat dan mempertahankan kematang buah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan arang aktif dalam menghambat kematangan buah tomat. Pemanfaatan arang aktif dalam bidang pangan adalah sebagai material absorben penyerap etilen untuk memperpanjang masa simpan buah. Permasalahan yang sering terjadi dalam petani adalah hasil pertanian yang cepat rusak setelah dipanen, sehingga ketika proses pengiriman produk menjadi cepat busuk sebelum sampai konsumen.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Laboratorium Pangan dan Agroindustri, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa. Jenis penelitian kuantitatif dengan melakukan percobaan di laboratorium. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial tunggal yaitu berat arang aktif dengan perlakuan berat yaitu 0 gr (kontrol), 1 gr, 3 gr, 5gr dan diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diukur adalah susut bobot, total padatan terlarut (TPT), vitamin C. Analisis data menggunakan aplikasi minitab 17.

Bahan yang digunakan ialah arang aktif batang bidara, tomat, aquades, NaOH 35%, tisu, kertas saring, amylum, iodine, asam askorbat, sterofom, plastik wrap dan kemasan teh. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah furnace, saringan, neraca digital, batang pengaduk kaca, pipet tetes, rak tabung reaksi, tabung reaksi, refraktometer, corong kaca, pisau, gelas ukur, talenan, breaker glass, mikro pipet, labu erlenmeyer, buret, alu dan mortar, klem dan statif. Persiapan bahan dimulai dengan membuat arang aktif kayu bidara. Pembuatan arang aktif kayu bidara mengacu pada (Nasution, 2023). Buah yang digunakan yaitu tomat (*Solanum lycopersicum*). Karakteristik tomat yang digunakan yaitu buah dengan tingkat kematangan stage dua (Saiduna & Madkar, 2013). Arang aktif kemudian dibungkus dengan kemasan teh sebanyak 1 gr, 3 gr, dan 5 gr. Berat buah tomat yang digunakan 150 gr. Buah dan arang aktif kemasan teh dikemas menggunakan sterofom dan plastik wrap dan disimpan selama 10 hari di suhu ruang.

2.1. Pengujian Susut Bobot

Susut bobot merupakan proses penurunan bobot buah akibat proses respirasi. Susut bobot diukur dengan membandingkan bobot buah pada hari ke-0 dengan bobot buah akhir pada hari ke-10, atau sebelum dan sesudah penyimpanan. Berikut adalah Persamaan yang digunakan untuk menghitung susut bobot (Tarihoran et al., 2023).

$$\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100 \quad (1)$$

2.2. Pengujian Total Soluble Solid (TSS)

Total Padatan Terlarut yang diuji menggunakan alat Refraktometer dengan satuan Brix. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu membuat larutan buah dengan cara dihancurkan kemudian dicampur aquades menggunakan perbandingan 1:1, lalu disaring, larutan tomat diteteskan pada refraktometer.

2.3. Pengujian Vitamin C

Pengujian vitamin C dilakukan dengan membuat larutan tomat. Masing-masing buah dihancurkan lalu dilarutkan dengan aquades menggunakan perbandingan 1:1, lalu disaring. Membuat larutan standar iodine dengan cara membuat larutan asam askorbat 0.11 gr dilarutkan dengan 30 mL aquades. Membuat larutan amylum 1 gr, kemudian dilarutkan dengan 100 ml aquades. langkah selanjutnya masukkan iodine ke dalam buret sebanyak 50 ml dan buatlah standarisasi dengan mencampurkan asam askorbat dengan beberapa tetes amylum di dalam tabung reaksi. Diteteskan iodine secara perlahan sampai campuran asam askorbat dan amylum berubah warna menjadi biru. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung vitamin C (Fitriana & Fitri, 2020).

$$\text{Vitamin C (\%)} = \frac{\text{total iodine (ml)}}{\text{asam askorbat (mg/ml)}} \times 100 \quad (2)$$

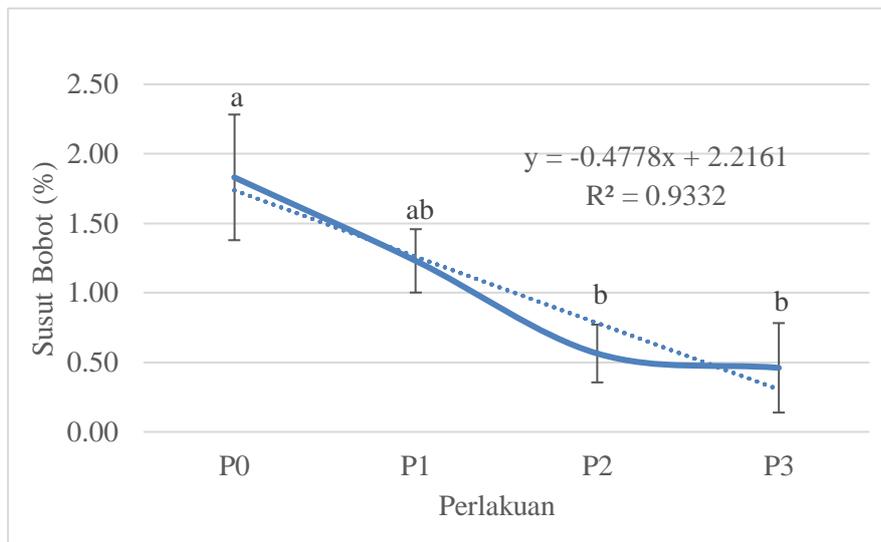
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Susut Bobot

Laju respirasi berkaitan erat dengan kehilangan air, kehilangan bobot, perubahan bentuk fisik, menurunnya nutrisi dan berkurangnya nilai cita rasa. Produk segar dapat diperpanjang penyimpanannya dengan memperhatikan lingkungan yaitu lingkungan yang bisa menurunkan laju respirasi dan transpirasi. Beberapa cara yang dapat menurunkan proses respirasi yaitu dengan membatasi keberadaan O₂, menurunkan temperatur produk, menambah CO₂ dan mengontrol kelembaban. Menurut (Utama, 2015) Proses perombakan karbohidrat menjadi CO₂ dan energi dijelaskan menggunakan reaksi berikut.



Susut bobot merupakan kehilangan air pada buah yang diakibatkan oleh proses respirasi yang menyebabkan penurunan berat buah. Pada saat proses respirasi berlangsung air menguap melalui permukaan buah sehingga menyebabkan penurunan bobot selama waktu penyimpanan (Roiana *et al.*, 2012). Selama proses pematangan buah laju respirasi akan meningkat dan menyebabkan karbohidrat dirombak menjadi CO₂ dan energi (Kusumiyati *et al.*, 2018). Selama pengamatan penyimpanan buah tomat terjadi perubahan susut bobot yang ditandai dengan penurunan berat buah. Hasil analisis susut bobot mendapatkan nilai sebagai berikut perlakuan Kontrol P0 1.83%, P1 1.23%, P2 0.56%, P3 0.46%. Grafik susut bobot dapat dilihat pada gambar-1 dibawah ini.



Gambar-1. Grafik hubungan susut bobot buah tomat dengan perlakuan arang aktif P0=kontrol, P1=1gr, P2=3gr, P3=5gr (Huruf yang sama menunjukkan tidak ada pengaruh pada taraf 0,05)

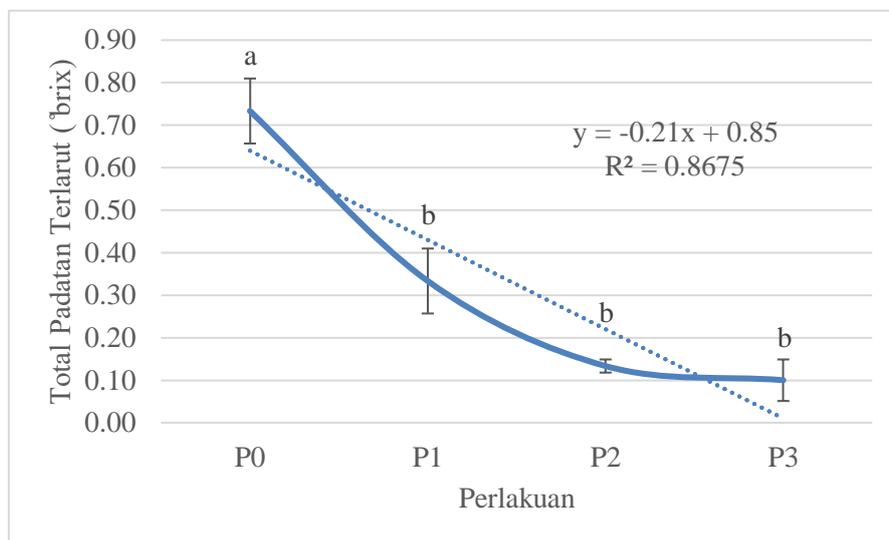
Gambar-1 diatas menjelaskan grafik hubungan antara susut bobot buah tomat dengan penggunaan arang aktif kayu bidara. Terlihat penurunan yang terjadi pada grafik tersebut, dimana nilai susut bobot tertinggi ada pada perlakuan control (P0) dengan nilai 1,83% dan nilai susut bobot terendah pada perlakuan 5 gr arang aktif (P3) dengan nilai 0,46%. Semakin banyak penggunaan arang aktif maka nilai susut bobot semakin rendah. Penurunan nilai susut bobot disebabkan oleh kemampuan arang aktif dalam menyerap etilen dan uap air yang merupakan hasil dari proses respirasi dan transpirasi (Maros & Juniar, 2016). Arang aktif berperan sebagai absorber yang memiliki pori-pori untuk mengikat gas etilen (Sagala *et al.*, 2016). Menurut (Mulyadi *et al.*, 2014) selama peyimpanan susut bobot buah mengalami peningkatan di suhu ruang, hal tersebut disebabkan oleh transpirasi yaitu terurainya air dalam bentuk uap melalui permukaan buah selama penyimpanan. Menurut (Sitinjak, 2017) faktor yang mempengaruhi susut bobot adalah luas permukaan buah, kelembaban dan suhu.

Analisis statistik varians (ANOVA) menunjukkan bahwa ada pengaruh dari penggunaan arang aktif terhadap susut bobot yaitu P-value < α (0.002<0.05). semakin banyak arang aktif yang digunakan maka semakin kecil penurunan susut bobot. Perlakuan arang aktif terbaik didapatkan pada perlakuan 5 gr (P3) dengan nilai 0,43%, ini lebih rendah jika dibandingkan (Talenta, 2022) yang menghasilkan nilai susut bobot dengan rata-rata 12,36%. Selama penyimpanan 10 hari, perlakuan P3 memiliki penurunan nilai yang paling rendah terhadap susut bobot tomat.

3.2. Total Padatan Terlarut (TPT)

Total padatan terlarut menunjukkan nilai derajat brix pada buah. Selama proses kematangan buah terjadi maka akan meningkatkan nilai total padatan terlarut. TPT mengindikasikan rasa manis pada buah. TPT merupakan hasil dari proses respirasi yaitu proses perombakan karbohidrat kompleks menjadi gula sederhana (Agniati, 2017). Total padatan terlarut merupakan ukuran konsentrasi berbagai zat, seperti gula, asam organik garam, mineral dan senyawa lainnya dalam buah-buahan. Kandungan TPT dalam buah bervariasi tergantung pada jenisnya, tingkat kematangan dan kondisi lingkungan (Bayu *et al.*, 2017). Buah memiliki beberapa komponen yang dapat larut dalam air seperti glukosa, fruktosa, sukrosa dan pektin. Selain itu, gula merupakan

komponen padatan terlarut paling banyak. Hasil analisis total padatan terlarut mendapatkan nilai sebagai berikut perlakuan kontrol (P0) 0.73 °brix, 1 gr (P2) 0.33 °brix, 3 gr (P3) 0.13 °brix, dan 5 gr (P3) 0.10 °brix. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai total padatan terlarut pada buah tomat selama penyimpanan 10 hari. Berikut adalah grafik hubungan antara total padatan terlarut dengan perlakuan arang aktif bidara.



Gambar-2. Grafik hubungan total padatan terlarut buah tomat dengan perlakuan arang aktif P0=kontrol, P1=1gr, P2=3gr, P3=5gr (Huruf yang sama menunjukkan tidak ada pengaruh pada taraf 0,05)

Grafik diatas memberikan gambaran terjadinya tren penurunan nilai total padatan terlarut buah tomat selama penyimpanan 10 hari. Nilai tertinggi didapatkan pada perlakuan P0 yaitu 0.73 °brix sedangkan nilai terendah didapatkan pada perlakuan P3 sebesar 0.10 °brix. Menurut (Silalahi et al., 2014) perombakan karbohidrat menjadi gula sederhana disebabkan oleh besarnya proses respirasi yang terjadi secara terus menerus yang dipengaruhi oleh lama penyimpanan serta aktivitas enzim.

Analisis statistik varians (ANOVA) menunjukkan ada pengaruh dari penggunaan arang aktif terhadap Penurunan total padatan terlarut yaitu P-value < α (0.00<0.05), semakin banyak arang aktif yang digunakan maka penurunan nilai total padatan terlarut semakin rendah. Perlakuan terbaik didapatkan pada penggunaan arang aktif 5 gr.

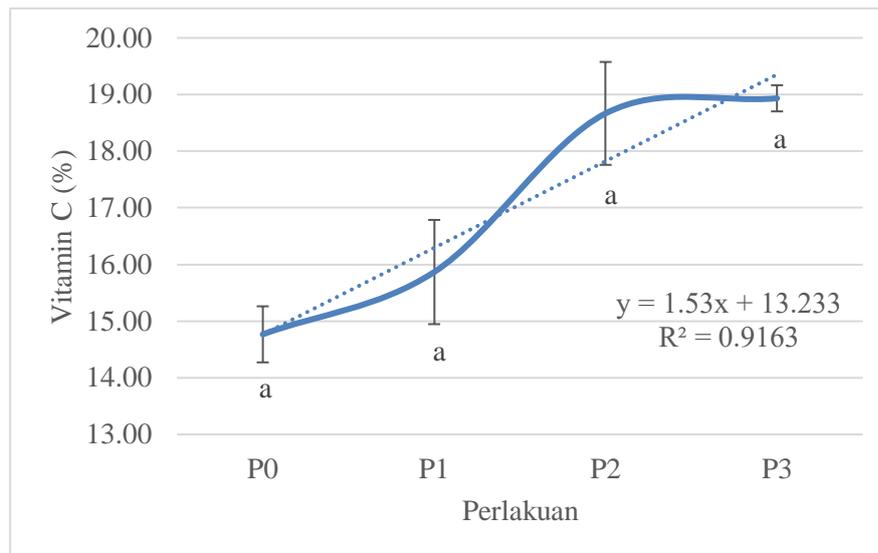
3.3. Vitamin C

Vitamin C dapat ditemukan pada buah segar dan sayuran, memiliki fungsi sebagai antioksidan yang memiliki kemampuan untuk mengatasi radikal bebas (Fitriana & Fitri, 2020). Vitamin C dihasilkan oleh aktivitas metabolisme sekunder dari glukosa. Menurut (Fitriana et al., 2020) selama penyimpanan buah akan mengalami penurunan kandungan vitamin C. Hasil pengukuran kandungan vitamin C dapat dilihat pada **Tabel-1** dibawah ini.

Tabel -1. Hasil Pengukuran Kandungan Vitamin C Pada Hari Ke-0 dan Hari Ke-10

Perlakuan	Hari ke-0 (%)			Hari ke-10 (%)		
	Ulangan			Ulangan		
	1	2	3	1	2	3
P0	11.2	3.2	8.8	23.2	21.1	23.2
P1	2.4	10.4	3.2	22.4	20.0	21.2
P2	4.0	7.2	3.2	28.8	21.6	20.0
P3	4.0	3.2	3.2	18.4	22.4	22.4

Tabel diatas menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kandungan vitamin C pada hari ke-10 disetiap masing-masing ulangan. Menurut (Sari *et al.*, 2021) Tomat yang matang memiliki kandungan vitamin C yang lebih tinggi dibandingkan dengan tomat mentah. Tomat yang mentah memiliki kemampuan biosintetik vitamin C yang masih tergolong rendah (Valsikova *et al.*, 2017). Dilakukan perhitungan selisih antara hari ke-0 dengan hari ke-10 sehingga didapatkan rata-rata perlakuan kontrol (P0) 14,77%, 1 gr (P2) 15,87%, 3 gr (P3) 18,67%, dan 5 gr (P3) 18,93%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai vitamin C pada buah tomat selama penyimpanan 10 hari. Menurut (Dewi, 2019) peningkatan vitamin C pada tomat diakibatkan oleh lama penyimpanan dan tingkat kematangan. Grafik hubungan antara vitamin C dengan perlakuan arang aktif bidara dapat dilihat pada **Gambar-3**.



Gambar-3. Grafik hubungan vitamin C buah tomat dengan perlakuan arang aktif P0=kontrol, P1=1gr, P2=3gr, P3=5gr (Huruf yang sama menunjukkan tidak ada pengaruh pada taraf 0,05)

Analisis statistik varians (ANOVA) menunjukkan tidak ada pengaruh dari penggunaan arang aktif terhadap kandungan vitamin C pada buah tomat, yaitu P-value > α ($0.55 > 0,05$). Banyaknya arang aktif yang digunakan tidak memberikan pengaruh pada kandungan vitamin C, ini disebabkan karena Selama proses penyimpanan enzim pektinase merombak senyawa pektin menjadi lebih sedikit, sehingga jaringan sel akan melunak yang menyebabkan air pada kandungan sel terhidrolisis bersamaan dengan vitamin C (Fitriana *et al.*, 2020). Peningkatan vitamin C terjadi karena akibat respirasi. Arang aktif tidak mampu menghambat kerja enzim pektinase sehingga vitamin C terus meningkat. Kandungan vitamin C tertinggi terdapat pada perlakuan 5 gr (P3) dengan nilai 18.93%, sedangkan kandungan vitamin C terendah terdapat pada perlakuan kontrol (P0) dengan nilai 14.77%. Jika dibandingkan dengan (Silalahi *et al.*, 2014) yang menggunakan arang aktif pada buah terung belanda dengan masa simpan 10 hari mendapatkan nilai vitamin C sebesar 39.34%, nilai ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan vitamin C buah tomat menggunakan arang aktif bidara. Hasil penyimpanan tomat selama 10 hari dapat dilihat pada **Gambar-4**.



Gambar-4. Perbandingan hasil pengujian buah tomat Hari Ke-0 dan Ke-10

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penyimpanan buah tomat selama 10 hari dengan penggunaan variasi arang aktif bidara mampu memberikan berpengaruh pada susut bobot dan total padatan terlarut, namun tidak berpengaruh pada kandungan Vitamin C perlakuan terbaik didapatkan pada penggunaan arang aktif 5 gr dengan nilai susut bobot 0,46%, total padatan terlarut 0,10 brix, dan vitamin C 18,93%. Arang aktif kayu bidara berpeluang untuk dikembangkan menjadi adsorben dalam menyerap gas etilen pada buah tomat.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa saran yaitu penggunaan arang aktif untuk menunda pematangan buah tomat memerlukan penelitian lebih lanjut dengan menambah waktu penyimpanan buah serta membandingkan dengan material adsorben lain seperti zeolite dan KMnO_4 .

DAFTAR PUSTAKA

- Agniati, K. I. (2017). *Kajian Pengaruh Jenis Pelapis Dan Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Fisika Dan Kimia Buah Stroberi*. Universitas Pasundan.
- 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 Keteknikaan Pertanian*, 11(1), 54–65.
- Arti, I. M., & Manurung, A. N. H. (2018). Pengaruh Etilen Apel Dan Daun Mangga Pada Pematangan Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*). *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 2(2). <https://doi.org/10.35760/jpp.2018.v2i2.2514>
- Bayu, M. K., Rizqiati, H., & Nurwantoro, N. (2017). Analisis Total Padatan Terlarut, Keasaman, Kadar Lemak, dan Tingkat Viskositas pada Kefir Optima dengan Lama Fermentasi yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(2), 33–38. <https://doi.org/10.14710/jtp.2017.17468>
- Darajat, Z., & Septiani, M. (2023). Pengaruh Waktu Aktivasi Terhadap Karakterisasi Arang Aktif Tongkol Jagung dengan Menggunakan Aktivator H 2 SO 4. *Jurnal Juara, Aktif, Global, Optimis STTI Bontang*, 3(1), 8–15.
- Fitriana, I. R., Khanifah, F., & Baderi. (2020). Buah Sawo (*Achras zapota*) Berdasarkan Lama Penyimpanan. *Jurnal Insan Cendekia*, 7(1), 34–39.
- Fitriana, Y. A. N., & Fitri, A. S. (2020). Analisis Kadar Vitamin C pada Buah Jeruk Menggunakan Metode Titrasi Iodometri. *Sainteks*, 17(1), 27. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v17i1.8530>
- Hamid, N. N. F. Al. (2022). Model Kinetika Perubahan Kualitas Tomat Selama Penyimpanan Dengan Penambahan KmnO_4 Dan Arang Aktif Bambu Sebagai Ethylene Scavenger. In *Universitas Jenderal Soedirman*. Universitas Jenderal Soedirman.
- Hok, K. T., Setyo, W., Irawaty, W., & Soetaredjo, F. E. (2017). Pengaruh Suhu dan Waktu Pemanasan terhadap Kandungan Vitamin A dan C Pada Proses Pembuatan Pasta Tomat. *Widya Teknik*, 6(2), 111–120.
- Kafiya, M., & Wicaksono, D. (2023). Pengaruh Pelapisan Kitosan Dan Trichoderma Sp. Terhadap Sifat Fisiokimia Cabai Merah Keriting Selama Penyimpanan Suhu Ruang. *AGRIVET*, 29(1), 74–81. <https://doi.org/https://doi.org/10.31315/agrivet.v29i1.9996>
- Kusumiyati, Farida, Sutari, W., Hamdani, J. S., & Mubarak, S. (2018). The Effect of Storage Time On The Value of Total Dissolved Solids, Hardness and Weight Loss of Arumanis Mangoes. *J. Cultivation*, 17(3), 766–711.
- Latifah, H., Molo, H., & Apriani, J. (2019). Analisis Kebutuhan Kayu Dalam Pembuatan Perahu Tradisional Bego Oleh Masyarakat Sumbawa. *Gorontalo Journal of Forestry Research*, 2(2), 88–104. <https://doi.org/10.32662/gjfr.v2i2.696>
- Maros, H., & Juniar, S. (2016). *Kemasan Aktif Berbasis Arang Aktif Tandan Kosong Dan Cangkang Kelapa Sawit* (Issue July 2020).
- Mubarak, S., Al Adawiyah, A. R., Rosmala, A., Rufaidah, F., Nuraini, A., & Suminar, E. (2020). Hormon Etilen dan Auksin serta Kaitannya dalam Pembentukan Tomat Tahan Simpan dan Tanpa Biji. *Kultivasi*, 19(3), 1217–1222. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.29408>
- Mubarak, S., Ezura, H., Qonit, M. A. H., Prayudha, E., Anas, Suwali, N., Kusumiyati, & Kurnia, D. (2019). Alteration of nutritional and antioxidant level of ethylene receptor tomato mutants, *Sletr1-1* and *Sletr1-*

2. *Scientia Horticulturae*, 256. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108546>
- Mulyadi, A. F., Kumalaningsih, S., & Giovanny, D. L. (2014). Aplikasi Edible Coating untuk Menurunkan Tingkat Kerusakan Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) : Kajian Konsentrasi Karagenan dan Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Program Studi Teknologi Pertanian Dan Asosiasi Profesi Teknologi Agroindustri (APTA), January 2013*, 507–516. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3732.5845>
- Nairfana, I., & Rizaldi, L. H. (2022). Sifat Fisikokimia Tepung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Yang Ditanam Di Lokasi Berbeda Di Kabupaten Sumbawa. *Pro Food*, 8(1), 44–52. <https://doi.org/10.29303/profood.v8i1.233>
- Ninef, A. M., Nge, S. T. M., Solle, H. R. L., & Nitsae, M. (2023). The Used of Shell Activated Charcoal *Borassus flabellifer* L. for The Absorption Fe(III) Metal in The Wellspring in Kupang City. *Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 7(2), 7–14. <https://doi.org/10.31289/agr.v7i2.9690>
- Roiyana, M., Izzati, M., & Prihastanti, E. (2012). Potensi Dan Efisiensi Senyawa Hidrokolloid Nabati Sebagai Bahan Penunda Pematangan Buah. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, xx(2), 40–50.
- Sagala, Z., Sutrisno, & Sobir. (2016). Pengaruh Pemberian Kalium Permanganat Dan Asam Askorbat Serta Suhu Penyimpanan Dalam Mempertahankan Warna Hijau Kelopak Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 1(1), 81–91.
- Sari, L. D. A., Ningrum, R. S., Ramadani, A. H., & Kurniawati, E. (2021). Kadar Vitamin C Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) Tiap Fase Kematangan Berdasar Hari Setelah Tanam. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 8(1), 74–82.
- Silalahi, J. M., Julianti, E., & Karo, T. (2014). Penggunaan Bahan Penjerap Etilen Pada Penyimpanan Terung Belanda Dengan Kemasan Atmosfer Termodifikasi Aktif. *Ilmu Dan Teknologi Pangan J.Rekayasa Pangan Dan Pert*, 2(4), 32–40.
- Sitinjak, L. (2017). *Penggunaan bahan penunda kematangan (kalium permanganat, zeolit, dan arang aktif) pada penyimpanan buah tomat*. Universitas Brawijaya.
- Talenta, M. (2022). *Karakteristik Respon Buah Dan Sayur Yang Dilapisi Dengan Bahan Alami*. Unika Soegijapranata Semarang.
- Tarihoran, A. S., Adriadi, A., Anggraini, J. H., & Purba, C. A. (2023). Efektivitas Edible Coating Dari Pati Singkong Terhadap Susut Bobot Dan Daya Simpan Buah Duku (*Lansium Domesticum*). *Bio-Lectura : Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 74–81. <https://doi.org/10.31849/bl.v10i1.12567>
- Utama, I. M. S. (2015). Prinsip Dasar Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran Segar. In *Prinsip Dasar Penanganan Pascapanen Buah Dan Sayuran Segar*. https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_dir/5f781f687c140f7241ed2bdf2f080013.pdf
- Valsikova, M., Komar, P., & Rehus, M. (2017). The Effect of Varieties and Degree of Ripeness to Vitamin C Content in Tomato Fruits. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*, 20(2), 44–48. <https://doi.org/10.1515/ahr-2017-0010>
- Zahara, R. D. P. (2022). Pengaruh Pemberian Ethylene Scavenger Film dari Campuran Kalium Permanganat (KMnO₄) dan Arang Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Perubahan Kualitas Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Selama Penyimpanan. In *Universitas Jenderal Soedirman*. Universitas Jenderal Soedirman.