

PENGGUNAAN ARANG AKTIF KAYU BIDARA (*Zhizipus mauritiana L*) UNTUK MEMPERTAHANKAN UMUR SIMPAN BUAH ALPUKAT (*Persea americana Mill*)

Ramadhani Hasibuan¹, Ariskanopitasari²

^{1,2} Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Teknologi Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

ramadhanihsb92@gmail.com

ABSTRAK

Alpukat (*Persea americana Mill*) merupakan buah klimakterik yang rentan terhadap kerusakan fisik maupun kerusakan fisik selama penyimpanan dan distribusi. Kerusakan pada buah ini yang terjadi karena laju respirasi yang meningkat dapat diantisipasi dengan memodifikasi atmosfer kemasannya. Salah satu material yang dapat digunakan untuk modifikasi atmosfer yang murah dan mudah didapatkan adalah menggunakan arang aktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik buah alpukat dengan penyimpanan menggunakan variasi arang aktif dari kayu bidara (*Zhizipus mauritiana L.*). Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap satu faktor (variasi arang aktif) yang terdiri dari 3 perlakuan yaitu kontrol (0 g), 1 g dan 3 g arang aktif dengan tiga kali pengulangan. Parameter uji terdiri dari susut bobot, total padatan terlarut, vitamin C dan warna. Perubahan karakteristik yang terjadi adalah sekitar 4-7 g, 0.25-0.85 °Brix, dan 6.4-7.6% masing-masing untuk susut bobot, total padatan terlarut, dan vitamin C. Perubahan warna dasar merah dan hijau tidak berbeda signifikan, sedangkan perubahan warna biru terjadi secara signifikan seiring dengan bertambahnya jumlah arang aktif yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang aktif tidak mempengaruhi susut bobot, perubahan total padatan terlarut, vitamin C dan warna pada buah alpukat.

Kata kunci; Alpukat; arang aktif; respirasi; transpirasi.

ABSTRACT

Avocado (Persea americana Mill) is a climacteric fruit that is prone to physical and biological damages during storage and distribution. This damage, caused by the increasing of respiration rate, can be controlled by the modification of the fruit packaging atmosphere. One of the material that can be used is activated charcoal which is a safe and readily available material. This study aimed to determine the characteristics of avocado which was stored using activated charcoal produced from Bidara wood (Zhizipus mauritiana L). This study used a completely randomized design with single factor (activated charcoal variation) which consisted of a control treatment (0 g), 1 g, and 3 g activated charcoal and replicated 3 times. The parameter measured was weight loss, total soluble solids, vitamin C, and colour. The result showed that several changes occurred such as 4-7 g, 0.25-0.85 °Brix, and 6.4-7.6% of weight loss, total soluble solids, and vitamin C, respectively. The red and green color index was not significantly different, while the blue index did differ significantly with the increased of the activated charcoal amount. This study concluded that the use of activated charcoal from Bidara wood was not significantly affect the characteristics of avocado.

Keywords: Activated charcoal; avocado; respiration; transpiration.

PENDAHULUAN

Alpukat (*Persea americana Mill*) merupakan buah yang sangat populer di kalangan konsumen Indonesia. Alpukat biasanya memiliki daging yang tebal berwarna kuning

kehijauan dengan biji kecoklatan di tengahnya. Dalam dunia pengobatan, buah alpukat banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan berbagai jenis penyakit. Daging buah Alpukat dapat mengurangi rasa sakit dan meredakan rasa sakit sariawan (Marlinda *et al.*, 2012). Tercatat di Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2022 produksi buah alpukat di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) sebanyak 5.145 ton, sedangkan di daerah Kabupaten Sumbawa daerah penghasil buah alpukat berada di kecamatan Batu Lanteh.

Buah alpukat memiliki sifat yang mudah rusak terutama karena kondisi lingkungan yang tidak sesuai seperti suhu tinggi, dan udara lembab yang dapat mempercepat proses kerusakan buah setelah pascapanen (Leksikowati, 2013). Kerusakan fisik pada buah Alpukat biasanya diakibatkan karena proses distribusi dari distributor ke konsumen. Pada saat distribusi kerusakan fisik pada buah alpukat selama proses transportasi dapat dipengaruhi oleh varietas buah, kemasan buah, pola susunan buah dalam kemasan dan lama transportasi (Fauzia *et al.*, 2012).

Arang aktif dihasilkan dari berbagai macam bahan-bahan salah satunya contohnya arang aktif dari cangkang kemiri, kelapa, kayu jati, dan tempurung kelapa. Kebutuhan arang aktif semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri baik untuk kebutuhan ekspor maupun impor. Penelitian menggunakan arang aktif telah banyak dilakukan diantaranya penyimpanan buah tomat yang dilakukan oleh Hamid *et al.* (2022), penelitian buah pisang kepok yang dilakukan oleh Hustiany *et al.*, (2020), serta penyimpanan buah papaya yang dilakukan oleh Gustiansyah *et al.*, (2023). Pada penelitian ini arang aktif dihasilkan dari kayu bidara, kayu bidara mengandung lignin sebanyak 33,90% yang dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan arang aktif, lignin pada kayu bidara bersifat adsorben yang mampu menghambat laju etilen pada buah alpukat (Regti *et al.*, 2017).

Aktivasi arang aktif dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia dan kombinasi fisika kimia. Arang aktif yang diaktivasi secara fisika yaitu dengan cara karbonisasi atau pembakaran dengan suhu 850°C (Hendra, 2010), sedangkan kombinasi kimia yaitu dengan cara penambahan senyawa kimia, sedangkan aktivasi secara fisika dan kimia yaitu dengan cara karbonisasi dan penambahan senyawa kimia pada arang (Meilestari, 2013).

METODOLOGI

Persiapan Arang Aktif

Batang Bidara yang didapatkan dari daerah Moyo Hulu, Sumbawa, dikeringkan dan dikarbonisasi hingga menjadi arang. Arang tersebut kemudian diperkecil ukurannya (1-2 cm) dan diaktivasi secara kimia dengan NaOH 35% dengan rasio 1:35 (b/v) selama 24 jam pada suhu ruang (27-30 °C). Arang yang sudah diaktivasi kemudian di cuci untuk menghilangkan residu NaOH dan dikeringkan selama 24 jam. Arang kering kemudian diaktivasi kembali dengan

difurnace pada suhu 500°C selama 2 jam (Jamilatun, *et al.*, 2014). Kemudian arang dibersihkan dari abu yang masih menempel pada arang. Arang aktif kemudian dikemas menggunakan kemasan kantong teh dengan masing-masing jumlah arang sebanyak 1 g dan 3 g arang aktif.

Penyimpanan Buah Alpukat

Masing-masing satu buah alpukat yang didapatkan dari daerah Sumbawa dengan tingkat kematangan 70-80% dan bobot 200-300 g dikemas menggunakan *Styrofoam* dan *plastic wrap* serta kemasan arang aktif. Buah kemudian diukur karakteristik sebelum penyimpanan (hari ke-1). Buah kemudian disimpan selama 10 hari dalam suhu ruang (27-30°C). Perubahan karakteristik kemudian diukur kembali setelah 10 hari.

Parameter Uji

1. Susut Bobot

Pengamatan susut bobot merupakan parameter uji yang dilakukan untuk mengetahui kemungkinan adanya perubahan bobot pada sampel buah (Sriwahjuningsih, 2021). Untuk mengetahui adanya penurunan susut bobot, bobot sebelum dan sesudah penyimpanan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Rumus yang digunakan untuk mengetahui susut bobot buah adalah :

$$\text{Susut Bobot} = \frac{W - W_a}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

W : Berat awal sampel (g)

W_a : Berat sampel setelah penyimpanan (g)

2. Total padatan terlarut

Total padatan terlarut yang ada pada buah alpukat diuji menggunakan satuan Brix dengan menggunakan alat Refraktometer. Sebanyak 40 g buah alpukat dihaluskan menggunakan mortar dan alu dicampurkan dengan akuades dengan perbandingan 1:1 (v/v), kemudian diaduk hingga homogen. Saring campuran dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan larutan jernis dengan padatan kasar atau seratnya, lalu didiamkan. Selanjutnya bersihkan refraktometer dengan tisu, kemudian teteskan larutan sampel ke refraktometer dan arahkan ke sumber cahaya,

kemudian baca skala refraktometer dan catat nilai Brix yang terbaca. Nilai pada prisma yang muncul menunjukkan besarnya total padatan terlarut pada buah alpukat dalam satuan Brix (Rivaldi, *et al.*, 2019).

3. Vitamin C

Vitamin C diukur menggunakan metode titrasi dengan penggunaan amilum sebagai indikatornya dan larutan iodin sebagai oksidator yang dapat mengoksidasi vitamin C (Fitriani dan Fitri, 2020). Buah alpukat terlebih dahulu diekstrak untuk diukur kadar vitamin C menggunakan metode titrasi dengan iodin, dengan cara buah alpukat yang sudah di ekstrak sebanyak 100 g, kemudian disiapkan larutan standarisasi 0,11 g NaOH dan 30 mL akuades. Kemudian buah alpukat di ekstrak dengan perbandingan 1:1 akuades kemudian disaring dengan kertas saring. Kemudian membuat larutan standarisasi iodin sebagai standar perhitungan vitamin C pada buah alpukat dengan cara membuat larutan asam askorbat 0,11 g dilarutkan dengan 20 mL akuades, kemudian disiapkan larutan amilum 1 g yang dilarutkan dengan 100 mL akuades kemudian dihomogenkan. Setelah itu, iodin dimasukkan kedalam buret sebanyak 50 mL, membuat standarisasi dengan mencampurkan asam askorbat beberapa tetes amilum di dalam tabung reaksi lalu di teteskan iodin perlahan sampai larutan asam askorbat dan amilum berubah warna menjadi biru violet.

4. Warna

Pengujian warna dilakukan dengan menggunakan aplikasi *colorimeter* versi 1.6.6.6, pengukuran warna dilakukan untuk melihat perbedaan antara perlakuan pada buah alpukat dengan menggunakan pengukur warna. *colorimeter* sistem kerjanya adalah mengelompokkan warna dan mengurutkannya dengan warna yang dominan. Presentase warna, nama warna, *Red Green Blue* (RGB) dan Hex Code diperoleh saat melakukan pengujian dengan aplikasi *colorimeter* (Nurhayati, 2019).

Rancangan Penelitian

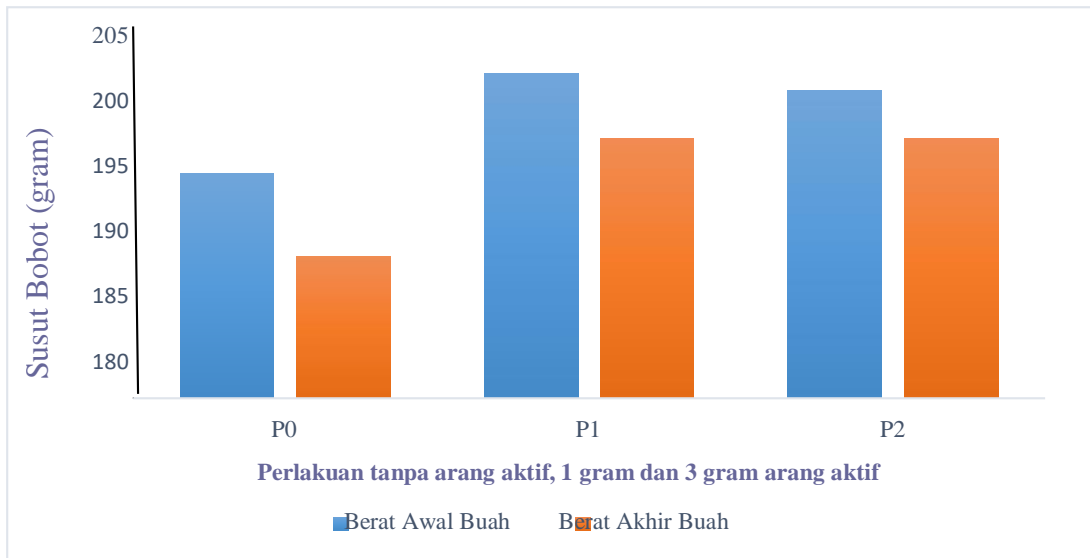
Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu berat dari arang aktif dengan variasi tiga perlakuan dengan menggunakan tanpa arang aktif (kontrol), 1 dan 3 g arang aktif serta setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali

sehingga didapatkan 9 unit percobaan. Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini akan dianalisis dengan menggunakan software SPSS versi 25 dengan One Way ANOVA dan Duncan pada $\alpha = 5\%$.

PEMBAHASAN

1. Susut Bobot

Susut bobot buah alpukat pada penelitian ini mengalami penurunan bobot selama penyimpanan 10 hari dengan perlakuan tanpa arang aktif dan arang aktif (Gambar 1).

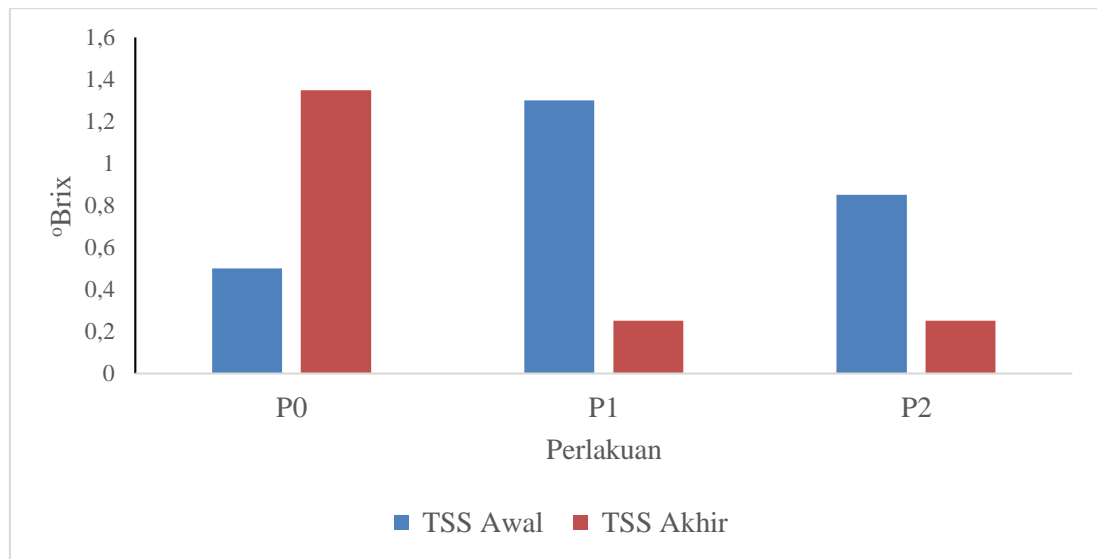


Gambar 1. Grafik pengukuran susut bobot selama penyimpanan

Gambar 1. menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif selama penyimpanan buah alpukat menunjukkan bahwa adanya penurunan susut bobot seiring dengan bertambahnya jumlah arang aktif pada setiap perlakuan. Penyimpanan buah alpukat tanpa arang aktif (P0) mengalami penurunan susut bobot sebanyak 7 g. Sedangkan pada perlakuan P1 (1 gram arang aktif) penurunan susut bobot sebanyak 5,5 g. Kemudian hal serupa juga terjadi pada perlakuan P2 penurunan susut bobot sebanyak 4 g. Namun, Secara statistik penurunan susut bobot ini tidak signifikan dengan nilai P-value 0.740. Berkurangnya susut bobot pada buah disebabkan oleh proses respirasi dan proses transpirasi yang terjadi pada buah selama penyimpanan. Terjadinya peningkatan laju respirasi dan menyebabkan pombakan karbohidrat menjadi CO₂ dan energi. Selain proses respirasi yang menyebabkan hilangnya susut bobot buah juga diakibatkan oleh proses transpirasi yang terjadi pada buah, transpirasi pada buah menyebabkan penguapan air dipermukaan kulit buah sehingga bobot buah berkurang setelah dipanen dan dalam proses penyimpanan (Siagian, 2009). Susut bobot pada buah alpukat dipengaruhi oleh kelembapan, suhu, aliran udara dan luas permukaan buah. Penurunan susut buah pada perlakuan menggunakan rang aktif 1 g dan 3 g secara perlakuan dan data mampu menyerap etilen yang dihasilkan buah, tetapi secara uji statistik arang aktif tidak mampu menghambat penyerapan etilen yang terjadi pada buah alpukat.

Total Soluble Solid

Total *Soluble solid* dinyatakan dalam bentuk °Brix, pada penelitian ini mengalami penurunan selama penyimpanan 10 hari dengan perlakuan tanpa arang aktif dan menggunakan arang aktif.

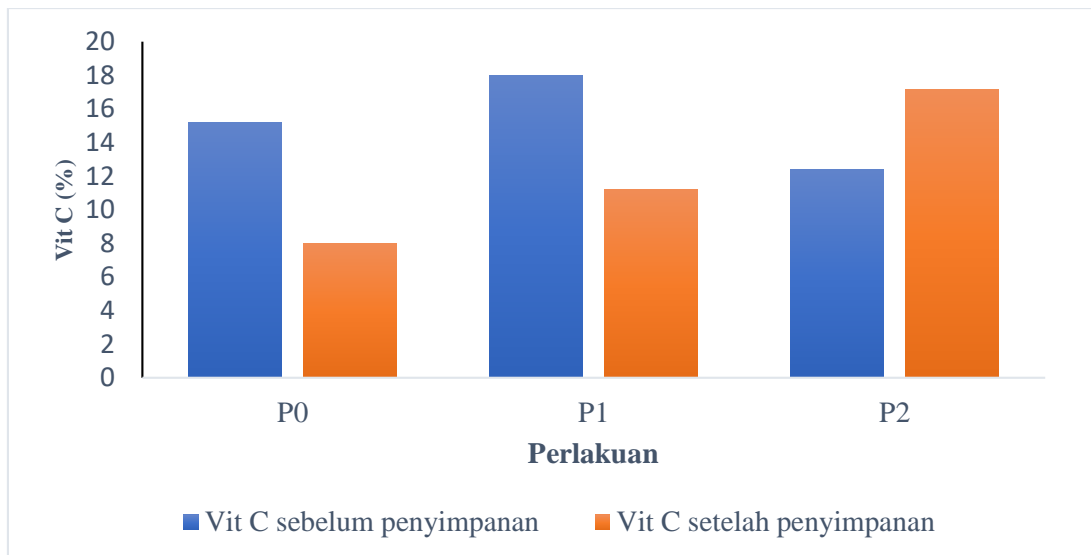


Gambar 2. Grafik pengujian total *soluble solid* selama penyimpanan.

Grafik pengujian TSS menunjukkan penurunan kadar sukrosa pada perlakuan menggunakan arang aktif (P1 dan P2) P1 sebanyak 0,25 °Brix dan P2 sebanyak 0,25 °Brix. Sedangkan, penyimpanan buah alpukat tanpa arang aktif (P0) terjadi peningkatan kadar sukrosa sebanyak 0,85 °Brix. Penurunan kadar sukrosa disebabkan oleh adanya penambahan arang aktif yang menghambat laju respirasi pada buah alpukat. Hal ini disebabkan adanya proses pemecahan polisakarida menjadi gula (glukosa, sukrosa dan fruktosa) yang terjadi pada buah alpukat setelah pasca panen. Arang aktif dapat menghambat proses pemecahan polisakarida buah alpukat. Sedangkan peningkatan (P0) kadar sukrosa diakibatkan oleh tidak adanya penambahan arang aktif yang mampu memperlambat proses respirasi buah. Namun, secara statistik pada penelitian penyimpanan buah alpukat tidak signifikan dengan nilai P-value 0,624 sehingga penggunaan arang aktif dengan dosis arang 1 g dan 3 g tidak mampu menyerap laju respirasi buah alpukat. Namun, secara data yang didapatkan berdasarkan penelitian ada pengaruh arang aktif pada perlakuan P01 dan P2, tetapi pada uji statistik tidak ada pengaruh arang aktif terhadap penyimpanan arang aktif. Perubahan ukuran menjadikan gula pada karbohidrat sumber gula dan semakin lama akan menjadi asam.

Uji Vitamin C

Vitamin C atau dikenal juga sebagai asam askorbat, merupakan nutrisi yang ditemukan dalam berbagai jenis buah, pada penelitian ini dilakukan uji vitamin C dengan penyimpanan 10 hari dengan perlakuan tanpa arang aktif dan menggunakan arang aktif (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik pengukuran uji vitamin C selama penyimpanan.

Grafik uji vitamin C menunjukkan proses penyimpanan buah alpukat selama 10 hari mengalami fluktuasi. Pada perlakuan P0 setelah penyimpanan mengalami penurunan kadar vitamin C sebanyak 7,2%. Pada perlakuan P1 kadar vitamin C juga mengalami penurunan setelah proses penyimpanan sebanyak 7,6% selama proses penyimpanan. Sedangkan pada perlakuan P2 vitamin C setelah penyimpanan mengalami peningkatan sebanyak 6,4%. Namun secara statistik P – value 0.887 tidak ada pengaruh arang aktif untuk vitamin C selama penyimpanan buah alpukat dengan arang aktif.

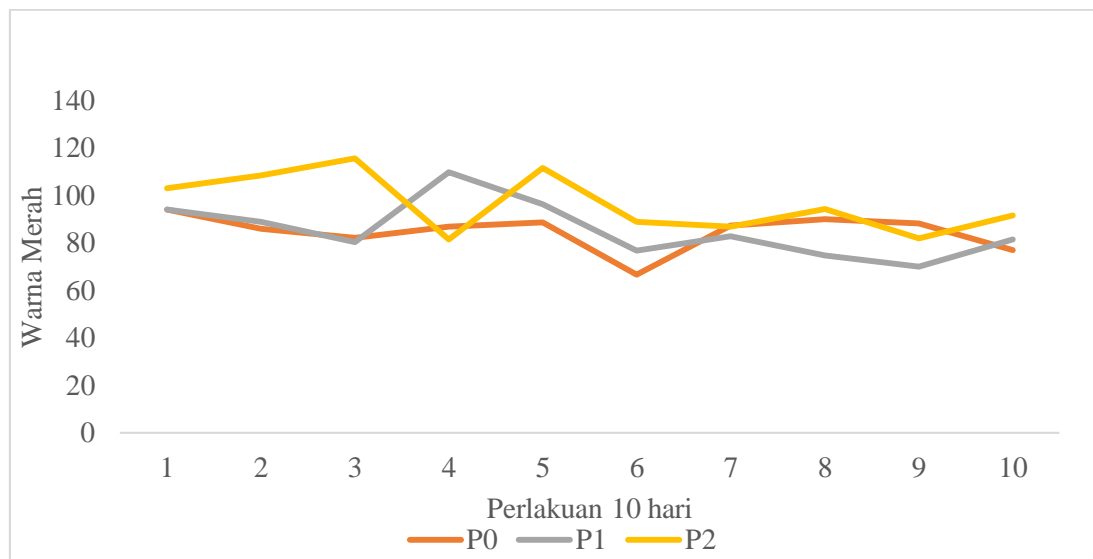
Vitamin C dapat mengalami penurunan atau peningkatan selama penyimpanan buah, dikarenakan ada beberapa faktor seperti oksidasi, vitamin C adalah antioksidan yang rentan terhadap oksidasi. Saat buah terpapar udara atau sinar matahari secara berlebihan selama penyimpanan, vitamin C dapat teroksidasi dan mengalami penurunan kandungannya, sehingga pada saat penyimpanan buah berada pada kondisi yang tidak terpapar cahaya matahari secara langsung dan terus – menerus. Selain itu, suhu juga dapat mempengaruhi vitamin C pada buah selama penyimpanan, vitamin C dapat terdegradasi lebih cepat pada suhu tinggi, oleh karena itu, penyimpanan buah pada suhu rendah dapat memperlambat degradasi vitamin C pada buah. Dalam hal ini, arang aktif pada penelitian ini tidak mampu mempertahankan kadar vitamin C pada buah, hal ini dikarenakan oleh vitamin C yang mudah terdegradasi oleh faktor lain.

Warna

Pengukuran warna dilakukan menggunakan aplikasi *colorimeter*. Komponen warna yang di ukur adalah *Red*, *Green* dan *Blue*. Perubahan warna RGB pada hari pertama penyimpanan sampai hari terakhir mengalami perubahan secara bertahap selama pematangan. Warna kulit buah merupakan perubahan yang dapat dilihat secara signifikan dan salah satu kriteria konsumen dalam menentukan buah yang sudah matang atau belum. Klorofil pada buah yang sudah matang lambat laun akan berkurang (Pratiwi, 2014).

Warna Red (Merah)

Penurunan nilai warna pada buah alpukat selama penyimpanan selama 10 hari terjadi perubahan pada perlakuan tanpa arang aktif dan menggunakan arang aktif pada warna merah (Gambar 4).



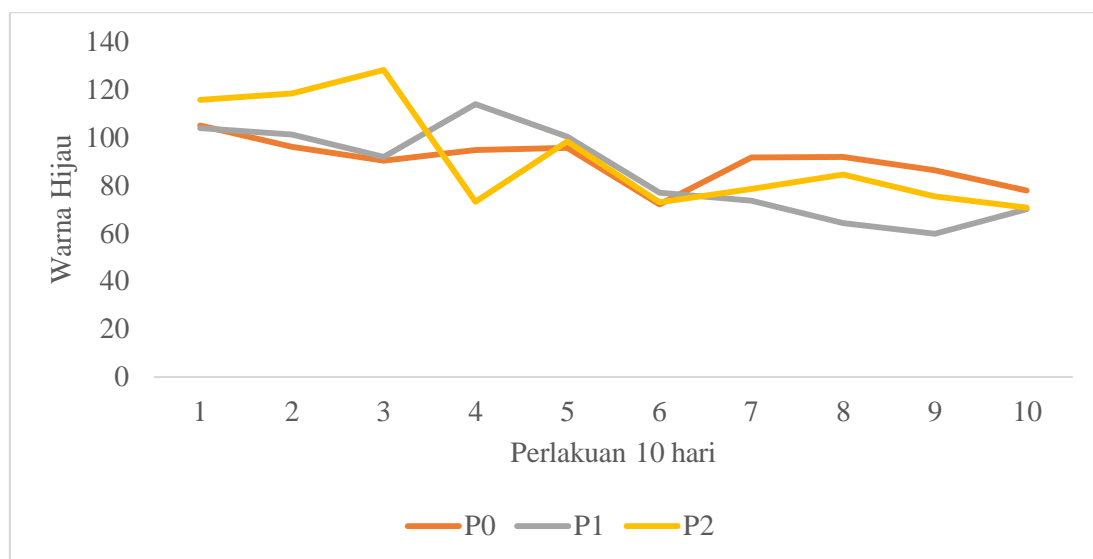
Gambar 4. Perubahan warna merah selama penyimpanan 10 hari

Grafik warna merah menunjukkan kecenderungan penurunan indeks warna merah yang makin lama makin menurun. Pada perlakuan tanpa arang aktif (P0) warna merah mengalami penurunan yang fluktuatif hari pertama penyimpanan dengan nilai 94,11 dan dihari kesepuluh penyimpanan turun menjadi 76,89. Pada perlakuan P1 (1 g arang aktif) terjadi penurunan warna secara fluktuatif juga

dimana, hari pertama penyimpanan indeks warna merah sebanyak 94 dan pada hari kesepuluh indeks warna merah sebanyak 81,44. Hal yang serupa terjadi pada perlakuan P2 (3 g arang aktif) indeks warna merah hari pertama sebanyak 103 dan indeks warna hari kesepuluh sebanyak 91,56. Pengaruh perubahan warna kulit buah alpukat disebabkan oleh terjadinya degradasi senyawa klorofil sehingga kandungan klorofil menjadi rendah dan muncul warna dari pigmen lain sehingga buah berubah warna. Senyawa klorofil pada buah membantu buah mendapatkan nutrisi dalam proses pematangannya dengan sinar matahari. Perubahan warna yang diakibatkan oleh senyawa klorofil yang rusak dan digantikan oleh senyawa lain, senyawa yang mengganti warna merah yaitu antosianian

Warna Green (Hijau)

Penurunan nilai warna pada buah alpukat selama penyimpanan selama 10 hari terjadi perubahan pada perlakuan tanpa arang aktif dan menggunakan arang aktif pada warna hijau (Gambar 5).



Gambar 5. Perubahan warna hijau selama penyimpanan 10 hari

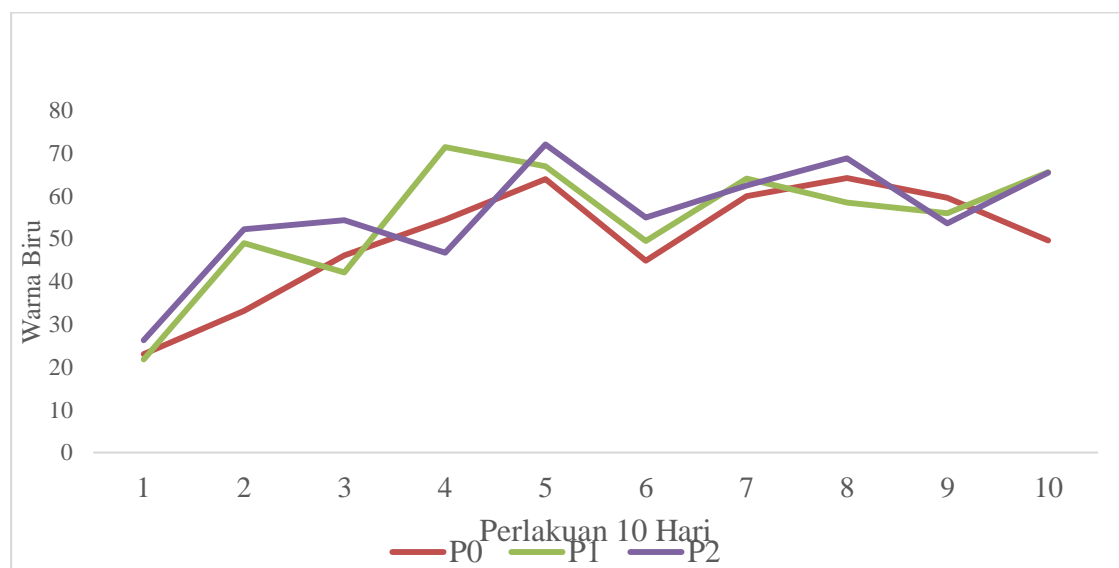
Grafik warna hijau menunjukkan kecenderungan penurunan indeks warna hijau yang makin lama makin menurun. Perlakuan tanpa arang aktif (P0) warna hijau mengalami penurunan yang fluktuasi dimana hari penyimpanan indeks warna hijau yaitu 105 pada hari pertama dan dihari kesepuluh turun menjadi 77,78. Pada perlakuan P1 pada hari pertama penyimpanan 103,89 dan terjadi penurunan warna hijau dihari kesepuluh sebanyak 69,89. Pada perlakuan P2 hari pertama

penyimpanan dengan nilai 115,56 pada hari kesepuluh turun menjadi 70,67. Dari uji statistik ANOVA nilai P-value 0,244 yang artinya tidak ada pengaruh arang aktif selama proses penyimpanan.

Perubahan rasio warna hijau yang di uji statistik tidak ada pengaruh nyata hal ini disebabkan perubahan warna pada buah alpukat dipengaruhi oleh laju respirasi yang sangat tinggi. Sedangkan arang aktif dengan jumlah 1 g dan 3 g tidak dapat memperlambat laju respirasi pada buah alpukat. Perubahan warna hijau pada buah disebabkan oleh zat klorofil yang rusak dan digantikan senyawa lain. Dalam hal ini buah alpukat yang semula berwarna hijau setelah penyimpanan berwarna merah hal ini disebabkan oleh senyawa antosianin senyawa ini dapat menghambat pematangan buah dan pembusukan buah akibat udara.

Warna Blue (Biru)

Perubahan nilai warna biru pada buah alpukat selama penyimpanan selama 10 hari terjadi perubahan pada perlakuan tanpa arang aktif dan menggunakan arang aktif pada warna biru.



Gambar 6. Perubahan warna biru selama 10 hari penyimpanan

Perubahan warna biru pada Gambar 6 menunjukkan peningkatan selama penyimpanan 10 hari. Perlakuan tanpa arang aktif (P0) pada hari keenam terjadi penurunan perubahan warna yang fluktuasi. P1 (1 g) arang aktif pada hari keempat terjadi peningkatan warna, namun pada hari keenam terjadi penurunan warna yang signifikan. Sedangkan P2 perubahan warna sangat fluktuasi namun, pada hari keenam

penurunan warna turun secara signifikan. Dari uji statistik ANOVA nilai P-value (0,043) yang artinya ada pengaruh arang aktif selama penyimpanan buah alpukat. Perubahan rasio biru pada perlakuan P0 dan P1 tidak ada pengaruh yang nyata, sementara pada perlakuan P2 menggunakan arang aktif 3 g ada pengaruh nyata arang aktif terhadap penurunan dan perubahan warna biru. Hal ini dikarenakan rasio biru perubahannya dapat dipengaruhi oleh arang aktif 3 g. Selain itu, senyawa klorofil yang rusak selama pematangan dan digantikan oleh senyawa antosianin yang dapat menghambat pematangan dan pembusukan buah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan pengaplikasian arang aktif kayu bidara untuk mempertahankan umur simpan buah alpukat dengan parameter uji susut bobot, total padatan terlarut, vitamin C serta warna merah dan hijau tidak ada pengaruh dalam penggunaan arang aktif. Sementara, pada warna biru ada pengaruh penggunaan arang aktif dengan variasi 1 g, dan 3 g dengan nilai P-value Susut bobot sebanyak 0.740, nilai P-value total padatan terlarut sebanyak 0,624, nilai P-value Vitamin C sebanyak 0.887 dan nilai P-value warna merah sebanyak 0.374, nilai warna hijau sebanyak 0,244 dan warna biru sebanyak 0,043.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzia. Khusna. Musthofa Lutfi.and La Choviya Hawa. 2012. Penentuan tingkat kerusakan buah alpukat pada posisi pengangkutan dengan simulasi getaran yang berbeda." *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, Vol 1, No.1, Hal. 50 – 54
- Fitriani, Y.A.N., & Fitri, A. S. (2020). Analisis Kadar Vitamin C Pada Buah Jeruk Menggunakan Metode Titrasi Iodometri. *Sainteks*, Vol. 17, No. 1, Hal. 27 – 32.
- Gustiansyah, A. R. 2023. *Efektivitas Asap Cair Cangkang Kelapa Muda Terhadap Patogen Colletotrichum Gloeosporioides (Penz.) Sacc. Pada Penyimpanan Buah Pepaya Calina (Carica papaya L.)*. Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi
- Hamid, N. N. F. A. 2022. *Model Kinetika Perubahan Kualitas Tomat Selama Penyimpanan Dengan Penambahan KMnO4 dan Arang Aktif Bambu Sebagai Ethylene Scavenger*. Doctoral dissertation, Universitas Jenderal Soedirman
- Hustiany, R., & Rahmi, A. 2020. Upaya Mempertahankan Umur Simpan Pisang Kepok Dengan Kemasan Aktif Berbahan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, Vol.30, No.2
- Jamilatun, Siti., dan Martono Setyawan. 2014. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung

Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair, Spektrum Industri, Vol. 12, No.1, Hal.1-112, ISSN : 1963-6590

- Leksikowati, S.S, 2013. *Perlakuan Kitason dan Suhu Dingin Pada Buah Alpukat (persea americana mill) Untuk Meningkatkan daya Simpan*. Skripsi. Jurusan Biologi. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Marlinda, M., Sangia M.S., dan Wuntu, A.D., 2012. Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Biji Buah Alpukat (Persea americana Mill.), *Jurnal MIPA Unsrat*, Vol.1, No.1, Hal. 24-28
- Meisrilestari, Y., Khomaini, R., & Wijayanti, H. 2013. Pembuatan arang aktif dari cangkang kelapa sawit dengan aktivasi secara fisika, kimia dan fisika- kimia. *Konversi*, Vol. 2. No.1, Hal. 45 - 50.
- Nurhayati, N., Utami, R. R., & Yusdianto, Y. 2019. Teknologi Digital Sensor Warna Untuk Mengukur Tingkat Fermentasi Kakao (Ulasan). *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, Vol. 14, No.2, Hal. 16-23.
- Pratiwi Dita. 2014. *Aplikasi Karbon Aktif Sebagai Penyerap Etilen Untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Jambu Biji (Psidium guajava L.)*. Skripsi. Bogor : Insitut Pertanian Bogor.
- Regti , A. dkk., 2017. Potensi Penggunaan Arang Aktif dari Pohon Bidara untuk Menghilangkan Warna dari Air Limbah, *Appl Water Sci*, Vol. 7, No. 7, Hal. 4099 – 4108
- Sriwahjuningsih, Kurniawan W, Mulyani LS. 2021. Pengaruh larutan krokot (Portulaca oleracea L.) sebagai bahan edible coating terhadap susut bobot buah tomat (Solanum lycopersicum L.). *Journal Scientific of Mandalika*. Vol. 2, No.8. Hal 407-415.