

Pengaruh Durasi Kontak dan Jenis Arang Aktif terhadap Karakteristik Buah Alpukat Mentega Selama Penyimpanan

Effect of Contact Duration and Type of Active Charcoal on the Characteristics of Avocado Butter During Storage

Angel Citra Ornella, Ni Luh Yulianti*, I Gusti Ngurah Apriadi Aviantara

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: yulianti@unud.ac.id

Abstrak

Arang aktif merupakan suatu padatan yang mengandung karbon berpori mikro yang dapat digunakan sebagai adsorben dan efektif mengadsorpsi larutan $KMnO_4$. Kemampuan akhir adsorben dalam mengikat etilen dipengaruhi oleh lamanya durasi kontak yang merupakan proses difusi antara arang aktif dengan senyawa $KMnO_4$ yang bertindak sebagai oksidator kuat untuk memecah ikatan rangkap etilen yang dihasilkan secara alami oleh buah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serta kombinasi terbaik dari interaksi jenis arang aktif dan durasi kontak dengan kalium permanganat ($KMnO_4$) terhadap karakteristik buah alpukat mentega selama 10 hari penyimpanan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dua faktor. Faktor pertama adalah durasi kontak yang terdiri dari 3 taraf, yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Faktor kedua adalah jenis arang aktif yang terdiri dari 2 taraf, yaitu arang aktif tempurung kelapa dan bambu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan berpengaruh nyata terhadap umur simpan dan karakteristik buah alpukat mentega terhadap parameter yang diuji, yaitu susut bobot, tekstur, total padatan terlarut, nilai pH, dan umur simpan buah. Perlakuan terbaik diperoleh pada arang aktif tempurung kelapa dan durasi kontak dengan kalium permanganat ($KMnO_4$) selama 20 menit (P2A1) yang menghasilkan nilai susut bobot terendah sebesar 1,39%, nilai tekstur tertinggi sebesar 88,22 N, total padatan terlarut terendah sebesar 6,80°Brix, nilai pH tertinggi sebesar 6,97 dan menghasilkan buah alpukat mentega dengan karakteristik buah alpukat terbaik selama penyimpanan.

Kata kunci: *arang aktif, adsorpsi, alpukat mentega, durasi kontak, etilen, $KMnO_4$.*

Abstract

Activated charcoal is a solid containing micro porous carbon which can be used as an adsorbent and effectively adsorbs $KMnO_4$ solutions. The final ability of the adsorbent to bind ethylene is affected by the duration contact which is a diffusion process between the activated charcoal and $KMnO_4$ compounds which acts as a strong oxidizing agent to break down the ethylene double bond which is produced naturally by the fruit. This study aims to determine effect and the best combination of interactions between the types of activated charcoal and the duration contact with potassium permanganate ($KMnO_4$) on the characteristics of avocado butter during 10 days of storage. This study used a two-factor Randomized Block Design (RBD). The first factor is contact duration consists of 3 levels, namely 10 minutes, 20 minutes and 30 minutes. The second factor is the type of activated charcoal consists of 2 levels, namely coconut shell activated charcoal and bamboo. The results showed that the interaction between treatments had a significant effect on the shelf life and characteristics of butter avocado on the parameters tested, namely weight loss, texture, total dissolved solids, pH value, and fruit shelf life. The best treatment was obtained from activated coconut shell charcoal and the duration contact with potassium permanganate ($KMnO_4$) for 20 minutes (P2A1) resulted in the lowest weight loss value 1,39%, the highest texture value 88,22 N, the lowest total dissolved solids 6,80°Brix, the highest pH value 6,97 and produced butter avocados with the best avocado fruit characteristics during storage.

Keyword: *activated charcoal, adsorption, avocado butter, contact duration, ethylene, $KMnO_4$*

PENDAHULUAN

Alpukat merupakan komoditas unggulan hortikultura yang memiliki peluang pasar yang cukup besar karena banyak dikonsumsi oleh masyarakat

Indonesia. Produksi buah alpukat terus meningkat setiap tahunnya. Namun, peningkatan jumlah produksi tidak dibarengi dengan penanganan pascapanen yang tepat, hingga saat ini sebagian besar penjualan buah alpukat di Indonesia masih dilakukan

di pasar lokal dengan harga yang lebih murah. Penanganan pascapanen yang kurang memadai mengakibatkan buah ini rentan mengalami kerusakan fisik dan mikrobiologis yang dapat menurunkan nilai mutu buah (Yuliana, 2021).

Perubahan mutu buah terjadi karena buah alpukat termasuk ke dalam golongan buah klimakterik, hal ini menyebabkan laju respirasi berlangsung terus-menerus setelah dipanen atau selama penyimpanan yang mengakibatkan buah ini rentan mengalami kerusakan. Berdasarkan hasil penelitian Widjanarko (2012) produksi etilen pada apel yakni sekitar 25-2500 ppm, sedangkan pada jeruk sekitar 0.13 – 0.32 ppm. Dibandingkan dengan buah-buahan klimakterik lainnya, buah alpukat menghasilkan gas etilen dalam jumlah yang lebih tinggi, yaitu sebesar 193.036 ppm saat pemasakan selama 10 hari penyimpanan (Iskandar et al., 2020).

Etilen merupakan senyawa *volatile* (mudah menguap) yang dihasilkan secara alami dan memiliki peran dalam proses pematangan produk hortikultura (Jumeri et al., 1997). Hal ini dapat berdampak pada perubahan fisiologis dan biokimia yang terjadi pada buah alpukat selama pemasakan akibatnya umur simpan buah ini relatif pendek. Proses pemasakan buah alpukat tidak dapat dihentikan, tetapi dapat diperlambat untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitasnya (Husna, 2022). Salah satu cara untuk menekan laju produksi etilen adalah penggunaan bahan kimia penyerap gas etilen, yaitu pemberian senyawa $KMnO_4$ selama masa penyimpanan.

Kalium permanganat ($KMnO_4$) merupakan senyawa yang dapat mengoksidasi gas etilen, menurut kajian Napitupulu (2013) dalam penelitiannya membuktikan bahwa pengaplikasian $KMnO_4$ mampu memperpanjang umur simpan buah pisang barangan selama 10 hari. Implementasi senyawa ini disarankan berupa larutan agar dapat diserap oleh media penyerap sehingga dalam penggunaannya menjadi lebih efektif dan optimal. Disamping itu, karakteristik bahan penyerap yang baik harus bersifat inert (tidak reaktif) dan memiliki luas permukaan yang besar (Hamid, 2022). Salah satu material yang dapat dipertimbangkan sebagai adsorben adalah arang aktif.

Arang aktif merupakan senyawa karbon amorf yang berasal dari bahan berkarbon atau arang yang telah diolah secara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas (Jamilatun & Setyawan, 2014). Dewasa ini, penggunaan arang aktif semakin meningkat sehingga arang aktif banyak diproduksi dari berbagai macam limbah pertanian. Material limbah pertanian yang memiliki keunggulan sebagai

bahan baku arang aktif yang baik adalah tempurung kelapa dan bambu. Selain jenis arang aktif, durasi kontak antara arang aktif dengan senyawa $KMnO_4$ juga berpengaruh terhadap kemampuan arang aktif sebagai adsorben.

Kemampuan adsorben dalam proses adsorpsi dipengaruhi oleh durasi kontak, dimana durasi kontak merupakan lamanya durasi yang dibutuhkan adsorben dan larutan adsorbat melakukan proses difusi atau penempelan senyawa adsorbat (Nasution et al., 2015). Berdasarkan hasil penelitian oleh Anwar et al. (2022) menyatakan bahwa durasi kontak selama 60 menit dan massa adsorben sebanyak 2 g dapat mempengaruhi penurunan konsentrasi limbah sintesis kadmium dan merkuri. Namun, hasil penelitian yang telah dikemukakan hanya mengacu pada massa dan perlakuan adsorben yang berbeda. Berdasarkan hal ini belum banyak diketahui informasi mengenai pengaruh perbedaan jenis arang aktif dengan durasi kontak terhadap kalium permanganat ($KMnO_4$) yang paling efektif menghasilkan karakteristik buah alpukat mentega paling baik selama penyimpanan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis arang aktif dan durasi kontak dengan kalium permanganat ($KMnO_4$) dan perlakuan yang menghasilkan karakteristik buah alpukat mentega paling baik selama penyimpanan..

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pasca Panen, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Sudirman, Universitas Udayana. Periode pelaksanaan penelitian pada bulan Maret hingga bulan Mei 2023.

Bahan, Alat dan Software

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah alpukat mentega, arang aktif tempurung kelapa dan bambu berukuran 200 *mesh*, kalium permanganat ($KMnO_4$), kantong teh celup (*teabag*) ukuran 5 cm x 7 cm, toples PET (*polyethylene terephthalate*) ukuran 500 ml dengan tinggi 10 cm dan lebar 9 cm, plastik *stretch film*, dan *aquades* (H_2O). Adapun alat yang digunakan adalah pH meter *model number*: EZ-9902, larutan buffer (pH 4, pH 7, dan pH 10), timbangan analitik (*Pioneer*), alat uji mekanik *Texture Analyzer*, *refraktometer* digital (Atago), *beaker glass* 500 ml (*Iwakicte33*), *beaker glass* 100 ml (*Iwakicte33*), *stopwatch*, pipet tetes ukuran 5 ml, sarung tangan lateks, gunting, *stopwatch*, *tissue*, spatula, pengaduk kaca, kertas saring, *paper filter* V60.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktor. Faktor pertama adalah durasi kontak (P) yang terdiri dari tiga taraf, yaitu: 10 menit (P₁), 20 menit (P₂), dan 30 menit (P₃). Faktor kedua adalah jenis arang aktif (A) yang terdiri dari dua taraf, yaitu: arang aktif tempurung kelapa (A₁), arang aktif bambu (A₂), dan kontrol. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga akan diperoleh 21 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan bahan penyerap

Pembuatan bahan penyerap diawali dengan menimbang serbuk KMnO₄ sebanyak 20 g lalu dilarutkan dengan aquades hingga mencapai 500 ml, kemudian diaduk secara perlahan hingga larutan merata dan jenuh selama 15 menit lalu larutan disimpan dalam ruang kedap cahaya selama 24 jam (Desmonda et al., 2016). Selanjutnya, pengontakan arang aktif tempurung kelapa dan bambu dengan larutan KMnO₄, masing-masing perlakuan diberikan sebanyak 20 g arang aktif. Setelah itu, ditiriskan menggunakan paper filter V60 ukuran V01 dan dibiarkan pada suhu ruang (26±1°C) selama 5 menit (Hamid, 2022). Kemudian dikemas menggunakan kantong teh celup (*teabag*) sebanyak 5 g.

Persiapan buah

Penelitian ini menggunakan buah alpukat mentega berasal dari Buleleng, Bali. Buah alpukat mentega yang digunakan terlebih dahulu disortasi dengan berat setiap buah sekitar 250-300 g dan memiliki umur panen 6-7 bulan dari saat bunga mekar serta tingkat kematangan sebesar 75-80 persen (Azrita, 2020) dengan memenuhi standar mutu II, yaitu berwarna hijau, memiliki tekstur keras, bebas dari kotoran, tidak memiliki memar maupun kerusakan mekanis lainnya. Kemudian, buah dibersihkan menggunakan *tissue* untuk menghilangkan segala kotoran maupun debu saat transportasi, setelah bersih lalu dikemas (Malinda, 2020).

Pengemasan dan penyimpanan

Pengemasan buah menggunakan toples PET (*polyethylene terephthalate*) dan plastik *stretch film* ketebalan 17 *micron*. Setiap toples PET berisi 1 buah dan 1 *sachet* arang aktif yang telah diberi perlakuan dan diletakkan pada bagian atas toples agar tidak bersentuhan langsung dengan buah. Selanjutnya, disimpan pada suhu ruang (26±1°C). Pengamatan dilaksanakan setiap 2 hari sekali selama 10 hari, pada waktu pagi hari pukul 09.00 Wita sampai 17.00 Wita.

Variabel yang diamati

Susut bobot

Pengujian susut bobot menggunakan timbangan analitik. Hasil data susut bobot dinyatakan dalam bentuk persen (%) dengan rumus (Palungki et al., 2022).

$$\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{M_o - M_f}{M_o} \times 100\% \dots\dots\dots [1]$$

Keterangan:

M_o: Bobot awal berat alpukat setelah diberi perlakuan

M_f: Bobot akhir buah

Tekstur

Pengujian tekstur menggunakan *Texture Analyzer* yang dihubungkan ke perangkat komputer dan dilengkapi dengan *software 'Texture Exponent 32'*. Pada bagian ujung, tengah, dan pangkal buah. Nilai tekstur akan ditampilkan pada layar monitor dan dinyatakan dengan Newton (N).

Total padatan terlarut (TPT)

Pengujian total padatan terlarut digunakan untuk mengetahui total padatan yang sebagian besar terkandung di dalam produk hortikultura (Faraniti, 2017) menggunakan *refraktometer* digital merk Atago dan dinyatakan dengan satuan °Brix.

Nilai pH

Pengujian nilai pH menggunakan pH meter *model number: EZ-9902* dengan standarisasi nilai pH adalah 4 dan 7. Sampel disiapkan dalam perbandingan 1:1 dengan *aquades* (Mutiarahma et al., 2019).

Umur simpan

Pengujian umur simpan dilakukan secara visual. Parameter kerusakan buah berdasarkan pada Codex, *United State Department of Agriculture, Standard for Avocado* (CXS 197-1995) (Fao, 2015).

Analisis data

Penelitian ini terdapat 7 perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, maka diperoleh data pengamatan sebanyak 21 unit. Data yang telah diperoleh kemudian dikumpulkan dalam aplikasi *Microsoft Excel* dan dianalisis keragamannya menggunakan aplikasi SPSS versi 26. Kemudian dilanjutkan dengan uji sidik ragam atau ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk menguji secara sistematis nyata atau tidaknya pengaruh perlakuan, pengaruh pengelompokan, serta pengaruh interaksinya. Apabila terjadi perbedaan yang signifikan atau hasil analisis ragam berpengaruh nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Apabila rata-rata antara dua populasi sampel lebih dari 0,05, maka dinyatakan tidak terdapat beda signifikan. Perbedaan antara dua sampel akan dinotasikan untuk mengetahui rata-rata yang memiliki perbedaan yang signifikan dan mendapatkan perlakuan terbaik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Susut bobot

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan interaksi antara perlakuan jenis arang aktif (A) dan durasi kontak (P) dengan KMnO_4 berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap susut bobot buah alpukat mentega. Nilai susut bobot buah alpukat mentega dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa nilai susut bobot tertinggi diperoleh pada kontrol sebesar 3,46%, sedangkan nilai susut bobot terendah diperoleh pada perlakuan arang aktif tempurung kelapa dan durasi kontak dengan KMnO_4 selama 20 menit (P2A1) yaitu sebesar 1,39% dan berdasarkan hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1A1 dan P2A2.

Rendahnya nilai susut bobot yang diperoleh pada perlakuan P2A1 dan P2A2 menunjukkan bahwa 20 menit merupakan durasi kontak paling optimal arang aktif dalam mengadsorpsi KMnO_4 , mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Dewi et al. (2015) menyatakan kondisi optimal adsorpsi ion Pb(II) oleh arang aktif membutuhkan durasi kontak selama 20 menit. Sedangkan, pada durasi kontak selama 30 menit diduga terjadi mekanisme kejenuhan dalam mengikat etilen oleh karbon arang aktif yang diperjelas oleh hasil penelitian Sholihati et al. (2015) menjelaskan bahwa akibat adanya endapan hasil mangan dioksida (MnO_2) yang menempel pada permukaan karbon arang aktif yang terlalu banyak menyerap KMnO_4 sehingga hasil reaksi antara KMnO_4 dengan etilen tersebut menutupi pori-pori karbon arang aktif dan menghambat efektivitas senyawa KMnO_4 dalam mengoksidasi etilen.

Reaksi oksidasi etilen oleh senyawa KMnO_4 juga dipengaruhi oleh karakteristik jumlah permukaan dan ukuran pori arang aktif sebagai adsorben, diketahui arang aktif tempurung kelapa memiliki efektifitas adsorpsi lebih baik dibandingkan arang aktif bambu. Hal ini didukung oleh penelitian Mendame et al. (2021) bahwasannya setiap arang aktif yang diaktivasi secara fisika memiliki karakteristik

permukaan pori yang berbeda, arang aktif tempurung kelapa memiliki jumlah permukaan pori lebih banyak dengan ukuran pori yang lebih besar, jika dibandingkan dengan arang aktif bambu yang memiliki jumlah permukaan pori yang lebih sedikit dengan ukuran pori yang lebih kecil. Hal ini juga didukung oleh penelitian Laos et al. (2016) menyatakan semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Sehingga mengakibatkan peningkatan kemampuan adsorpsi oleh karbon aktif. Oleh karena itu, dalam peranannya sebuah arang aktif menurut karakteristik jumlah permukaan dan struktur pori memiliki peran penting dalam fungsi penyerapannya. Meskipun demikian, karakteristik kedua karbon arang aktif tersebut memiliki daya adsorpsi yang baik, sehingga efektif dalam mengadsorpsi KMnO_4 dan mengikat etilen.

Peningkatan jumlah etilen dapat berdampak pada meningkatnya susut bobot yang mengarah pada kerusakan buah, hal ini disebabkan oleh hilangnya air akibat transpirasi serta terurainya glukosa menjadi CO_2 dan H_2O selama proses respirasi. Oleh karena itu, jaringan buah akan mengalami pengerutan dan penurunan pada bobot buah. Hilangnya air selama penyimpanan juga menimbulkan kerusakan dan turunnya mutu buah alpukat mentega. Pemberian senyawa KMnO_4 terbukti dapat mempertahankan nilai susut bobot terendah hingga 10 hari penyimpanan, hal ini berkaitan dengan peran senyawa KMnO_4 dalam mengoksidasi gas etilen (C_2H_4) dengan cara memecah ikatan rangkapnya membentuk etilen glikol dan mangandioksida yang mampu menurunkan kadar gas etilen dan menghambat proses transpirasi (Purwanti et al., 2017).

Tekstur

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan jenis arang aktif (A) dan durasi kontak (P) dengan KMnO_4 berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai tekstur buah alpukat mentega. Nilai tekstur buah alpukat mentega dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai susut bobot (%) alpukat mentega

Durasi kontak	Jenis arang aktif		
	A1	A2	Kontrol
P1	1,56 ^a	1,98 ^b	
P2	1,39 ^a	1,43 ^a	
P3	2,05 ^b	2,15 ^b	
Kontrol			3,46 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Tabel 2. Nilai tekstur (N) alpukat mentega

Durasi kontak	Jenis arang aktif		
	A1	A2	Kontrol
P1	81,14 ^d	66,82 ^b	
P2	88,22 ^c	83,23 ^d	
P3	74,14 ^c	63,84 ^b	
Kontrol			29,41 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Berdasarkan data hasil pengamatan pada Tabel 2 diketahui bahwa nilai tekstur terendah diperoleh pada kontrol yaitu sebesar 29,41 N sedangkan, nilai tekstur tertinggi diperoleh pada perlakuan arang aktif tempurung kelapa dan durasi kontak dengan KMnO_4 selama 20 menit (P2A1), yaitu sebesar 88,22 N. Berdasarkan hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan nilai tekstur tanpa perlakuan (kontrol) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, selanjutnya perlakuan P2A1 juga berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tingginya nilai tekstur yang diperoleh pada perlakuan P2A1 menunjukkan interaksi antar subjek tersebut menghasilkan adsorben yang efektif menyerap KMnO_4 karena arang aktif tempurung kelapa memiliki struktur pori yang lebih besar, sehingga luas permukaan penyerapan karbon arang aktif semakin bertambah. Disamping itu, adsorpsi juga dipengaruhi oleh durasi kontak yang menghasilkan kapasitas akhir adsorben dalam mengikat etilen. Durasi kontak selama 20 menit dalam penelitian ini dianggap optimal dalam menyerap KMnO_4 , hal ini mengacu pada penelitian Desiana et al. (2022) bahwa perlakuan durasi kontak selama 20 menit efektif dalam penurunan konsentrasi mangan (Mn) sebesar 0,0344 mg/L. Sedangkan, durasi kontak selama 30 menit menghasilkan adsorben yang jenuh dalam mengikat gas etilen, hal ini didukung oleh penelitian Zunifer & Ayu (2021) yang mengatakan semakin lama durasi kontak, maka akan semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi. Hal inilah yang akan mendesak pori-pori kecil (*micropore*) arang aktif yang sudah padat terisi oleh KMnO_4 untuk kembali menangkap gas etilen hingga mencapai titik keseimbangan dan tidak dapat lagi menangkap gas etilen yang dihasilkan selama penyimpanan.

Lamanya penyimpanan mengakibatkan penurunan nilai tekstur buah yang terjadi setelah mencapai puncak klimakterik. Hal ini disebabkan oleh turgor sel yang selalu berubah selama proses pematangan buah yang mengakibatkan pecahnya karbohidrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dan degradasi hemiselulosa dan pektin dari dinding sel yang menyebabkan perubahan tekstur buah (Swara, 2011). Pemberian senyawa KMnO_4 dengan media penyerap arang aktif tempurung kelapa dan durasi kontak selama 20 menit (P2A1) dapat mengoksidasi etilen yang berperan dalam pengaktifan enzim yang dapat merombak protopektin menjadi pektin, degradasi lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Sehingga mampu menghambat dan mengurangi aktivitas enzim selama proses pematangan buah.

Total Padatan Terlarut (TPT)

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan jenis arang aktif (A) dan durasi kontak (P) dengan KMnO_4 berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai total padatan terlarut. Nilai total padatan terlarut buah alpukat mentega dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan data hasil pengamatan yang terdapat pada Tabel 3 diketahui bahwa nilai total padatan terlarut tertinggi diperoleh pada kontrol yaitu sebesar 8,28°Brix sedangkan, nilai total padatan terlarut terendah diperoleh pada perlakuan karbon arang aktif tempurung kelapa dan durasi kontak dengan KMnO_4 selama 20 menit (P2A1) yaitu sebesar 6,80°Brix. Selanjutnya, hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) perlakuan ini berbeda nyata dengan perlakuan P1A1, P1A2, P3A1, dan P3A2. Namun, tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A2.

Tabel 3. Total Padatan Terlarut (°Brix) alpukat mentega

Durasi kontak	Jenis arang aktif		
	A1	A2	Kontrol
P1	7,53 ^{cd}	7,52 ^{cd}	
P2	6,80 ^a	6,98 ^{ab}	
P3	7,18 ^{bc}	7,83 ^d	
Kontrol			8,28 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Hasil tidak berbeda nyata pada perlakuan P2A1 dan P2A2 dengan rendahnya nilai total padatan terlarut menunjukkan durasi kontak selama 20 menit efektif mengadsorpsi senyawa kalium permanganat (KMnO_4). Hal ini didukung oleh penelitian Dewi et al. (2015) yang menyimpulkan durasi kontak selama 20 menit mencapai kondisi optimal adsorpsi ion Pb(II) oleh arang aktif kulit pisang raja. Sedangkan, durasi kontak selama 10 menit menyebabkan proses adsorpsi berlangsung cepat karena sisi aktif pada adsorben masih cukup banyak (Zian et al., 2016) mengakibatkan kurangnya senyawa KMnO_4 yang teradsorpsi dan menghasilkan penurunan efektivitas arang aktif sebagai adsorben dalam mengikat gas etilen. Seiring bertambahnya durasi kontak jumlah adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben akan semakin meningkat, sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan Widwastuti et al. (2019) durasi 30 menit merupakan waktu seimbang, namun setelahnya menghasilkan penurunan jumlah H_2PO_4^- dalam filtrat yang tidak teradsorpsi. Keseimbangan durasi kontak 30 menit juga terjadi pada penelitian ini, namun pada akhir pengamatan didapatkan bahwa banyaknya adsorpsi senyawa KMnO_4 oleh arang aktif dengan pengontakan selama 30 menit mengakibatkan jenuhnya adsorben dalam mengikat gas etilen karena luas permukaan penyerapan etilen pada arang aktif menjadi terbatas.

Arang aktif memiliki karakteristik jumlah permukaan pori yang mempengaruhi kemampuannya dalam mengadsorpsi. Berdasarkan hasil penelitian Ardiwinata (2005) terhadap 15 jenis bahan perbandingan atau bahan baku arang aktif menunjukkan bahwa arang aktif berbahan tempurung kelapa memiliki kualitas dan kemampuan adsorpsi lebih baik dibandingkan bahan baku arang aktif lainnya termasuk arang aktif bambu menurut SNI 06-3730-1995. Selama penyimpanan nilai total padatan terlarut akan mengalami peningkatan lalu menurun diakhir pengamatan karena tingginya proses degradasi glukosa dalam memproduksi gas etilen. Berdasarkan hasil penelitian Azrita et al. (2020) menjelaskan saat laju respirasi meningkat lemak dan protein justru lebih banyak teroksidasi pada buah alpukat, sehingga pati yang terkandung tidak banyak berubah. Perlakuan P2A1 dalam penelitian ini efektif

mengikat gas etilen sebab penggunaan senyawa KMnO_4 yang merupakan senyawa kimia anorganik bertindak sebagai oksidator kuat yang mampu mengoksidasi etilen dan mengubahnya ke dalam bentuk mangandioksida, kalium hidroksida, dan karbondioksida (Hamid, 2022).

Nilai pH

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan jenis arang aktif (A) dan durasi kontak (P) dengan KMnO_4 berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap nilai pH buah alpukat mentega. Nilai pH buah alpukat mentega dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan data hasil pengamatan yang terdapat pada Tabel 4 diketahui bahwa nilai pH terendah diperoleh pada kontrol yaitu sebesar 5,60 sedangkan, nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan arang aktif tempurung kelapa dan durasi kontak dengan KMnO_4 selama 20 menit (P2A1) yaitu sebesar 6,97. Selanjutnya, hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan perlakuan ini berbeda nyata dengan perlakuan P1A1, P1A2, P3A1, dan P3A2. Namun, tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2A2.

Hasil tidak berbeda nyata yang diperoleh pada perlakuan P2A1 dan P2A2, sejalan dengan hasil uji lanjut bahwa perlakuan jenis arang aktif tidak berpengaruh nyata dalam perubahan nilai pH buah alpukat mentega. Hal ini terjadi karena ukuran 200 mesh kedua jenis arang aktif memiliki pengaruh terhadap daya adsorpsi, mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Zunifer & Ayu (2021) bahwa semakin kecil ukuran partikel berarti luas permukaan semakin besar, semakin luas permukaan adsorben maka semakin banyak zat adsorbat yang teradsorpsi. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran partikel dan durasi kontak selama 20 menit berpengaruh menghasilkan adsorben yang efektif mengadsorpsi senyawa KmnO . Pemberian senyawa KMnO_4 dapat menekan laju produksi etilen yang disebabkan oleh kerusakan buah. Hal ini sejalan dengan nilai pH yang mengalami peningkatan lalu menurun secara signifikan akibat rasa asam yang berasal dari perombakan lemak oleh mikroorganisme dan teroksidasi oleh oksigen.

Tabel 4. Nilai pH alpukat mentega

Durasi kontak	Jenis arang aktif		
	A1	A2	Kontrol
P1	6,77 ^b	6,82 ^{bc}	
P2	6,97 ^d	6,96 ^d	
P3	6,88 ^{cd}	6,75 ^b	
Kontrol			5,60 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Menurut Arini (2017) buah alpukat mentega lebih banyak mengandung asam lemak tak jenuh tunggal oleat, saat proses pematangan terjadi kerusakan mikrobiologis akibat kontaminasi mikroba, sekaligus penyimpanan buah dalam suhu ruang ($26\pm 1^{\circ}\text{C}$) yang mendukung pertumbuhan mikroba. Hal ini dapat menstimulasi produksi etilen dan mempercepat proses pematangan buah. Penggunaan senyawa KMnO_4 sebagai pengoksidasi etilen dapat menahan penurunan nilai pH dan mempertahankan karakteristik buah alpukat mentega selama penyimpanan

Umur simpan

Umur simpan merupakan parameter yang dapat menentukan daya tahan produk hortikultura selama penyimpanan. Kondisi fisik buah dan tekstur menjadi tolak ukur dalam pemilihan buah, sehingga penampilan secara visual menjadi penilaian pertama konsumen saat memilih suatu produk (Sihombing, 2015). Parameter umur simpan dianalisis secara fisik dari segi visual, dimana kerusakan fisik pada buah akan diamati berdasarkan standar mutu buah yang telah ditetapkan pada *Codex United State Department of Agriculture, Standard for Avocado* (CXS 197-1995). Selain secara visual, buah alpukat mentega akan diamati daging buahnya berdasarkan pengukuran nilai pH. Menurut Pitayati et al. (2021) nilai pH mampu menjadi tolak ukur munculnya kontaminan biologis seperti bakteri, jamur, reaksi enzim, dan mikroorganisme lainnya yang dapat menyebabkan rusaknya tekstur, maupun perubahan pada total padatan terlarut, hal ini dapat

mengindikasikan tingkat kerusakan yang mempengaruhi umur simpannya. Disamping itu, tekstur menjadi parameter utama yang digunakan untuk menentukan umur simpan, penurunan mutu, dan tingkat kematangan pada buah (Azrita, 2020). Penampilan fisik buah alpukat mentega perlakuan P2A1 dan kontrol hari ke-0 hingga hari ke-10 ditampilkan pada Gambar 1. Berdasarkan pada Gambar 1 selama pengamatan buah alpukat mentega tanpa perlakuan (kontrol) memperlihatkan tanda-tanda kerusakan yang signifikan. Pada hari ke-10 buah tanpa perlakuan (kontrol) menunjukkan adanya jamur pada seluruh bagian buah, sejumlah air, dan menghasilkan bau busuk. Hal ini sejalan dengan Leksikowati (2013) yang menyatakan buah alpukat memiliki umur simpan 7 ± 1 hari sejak buah dipetik hingga siap untuk dikonsumsi. Berdasarkan *Standard for Avocado* (CXS 197-1995) buah alpukat tanpa perlakuan sudah mengalami kerusakan yang tidak dapat ditoleransi, karena telah mengalami perubahan kualitas pada daging buah, seperti terdapat jamur, dan menghasilkan bau tak sedap. Hal ini sejalan dengan pengukuran tekstur pada buah alpukat mentega tanpa perlakuan (kontrol) yang menunjukkan nilai tekstur sebesar 29,41 N dibandingkan buah alpukat mentega yang diberikan perlakuan P2A1 sebesar 88,22. Perbedaan nilai tekstur yang signifikan menunjukkan bahwa buah alpukat tanpa perlakuan mengalami pelunakan tekstur yang mengarah pada pembusukan buah. Disamping itu, hasil rata-rata nilai pH yang dimiliki buah alpukat mentega tanpa perlakuan (kontrol) sebesar 5,59 menunjukkan nilai pH yang mengarah pada asam.

Perlakuan	HARI					
	0	2	4	6	8	10
P2A1						
Kontrol						

Gambar 1. Perubahan fisik buah alpukat mentega selama pengamatan

Peningkatan nilai pH yang mengarah pada keasaman dapat menjadi salah satu indikasi kerusakan pada buah alpukat (Kassim & Workneh, 2020). Buah alpukat yang diberikan perlakuan arang aktif tempurung kelapa dan durasi kontak dengan kalium permanganat (KMnO₄) selama 20 menit (P2A1) secara visual mampu mempertahankan warna buah dan tampilan yang baik selama 10 hari penyimpanan, walaupun di hari ke-10 perlakuan ini menunjukkan gejala kerusakan dengan munculnya warna kecoklatan di pangkal buah, menurut *Standard for Avocado* (CXS 197-1995) buah alpukat masih tergolong kelas 1 apabila luas total maksimum kerusakan kulit tidak melebihi 4 cm. Oleh karena itu, buah alpukat yang memiliki kualitas baik, walaupun memiliki cacat kecil akibat proses respirasi tetap diperbolehkan, asalkan kerusakan tersebut tidak mempengaruhi kualitas daging buah dan penampilan umum dari produk secara signifikan. Sehingga buah alpukat mentega dengan perlakuan P2A1 tergolong buah alpukat kelas 1 dan layak dikonsumsi meskipun telah melewati masa klimateriknya. Hal ini dikarenakan, perlakuan P2A1 menghasilkan kualitas adsorben yang unggul dan bekerja secara maksimal mengikat gas etilen, sehingga dapat menghambat perombakan secara enzimatik, mengurangi laju penurunan pH, dan mampu mempertahankan umur simpan buah alpukat mentega hingga 10 hari penyimpanan dengan karakteristik buah terbaik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian perlakuan jenis arang aktif dan durasi kontak dengan kalium permanganat (KMnO₄) berpengaruh nyata pada parameter mutu buah dan mampu menunda kematangan buah alpukat mentega. Perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan arang aktif jenis tempurung kelapa dan durasi kontak dengan kalium permanganat (KMnO₄) selama 20 menit (P2A1) yang bekerja optimal dalam menyerap senyawa KMnO₄ yang berperan sebagai pengoksidasi etilen sehingga dapat menghasilkan buah alpukat mentega dengan karakteristik buah paling baik selama 10 hari penyimpanan dengan nilai susut bobot terendah sebesar 1,39%, tekstur buah alpukat mentega tertinggi sebesar 88,22 N, nilai total padatan terlarut terendah sebesar 6,80°Brix, dan nilai pH tertinggi sebesar 6,97.

Saran

Berdasarkan rangkaian dan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai variasi durasi kontak dengan jenis arang aktif yang berbeda pada buah klimaterik lainnya dan diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai variasi

massa dan bentuk adsorben serta perbedaan konsentrasi adsorbat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, F., N. A., Meicahayanti, I., & Rahayu., E., D. (2022). Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Massa Adsorben Kulit Jeruk Siam (*Citrus Nobilis*) terhadap Penyisihan Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg). *Journal of Environmental Technology*, 6(1), 45–52.
- Ardiwinata, A. N. (2005). Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Sekam Padi di Tanah Terhadap Residu Karbofuran (2,3-dihidro-dimetil-7-benzofuranil-N-metil karbamat) di dalam Tanah, Air, dan Tanaman Padi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(1), 49.
- Arini, L. D. D. (2017). Faktor-faktor Penyebab dan Karakteristik Makanan Kadaluarsa yang Berdampak Buruk pada Kesehatan Masyarakat. Universitas Sriwijaya. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 2(1), 15–24.
- Azrita, M. W., Ahmad, U., & Darmawati, E. (2020). Rancangan Kemasan dengan Indikator Warna untuk Deteksi Tingkat Kematangan Buah Alpukat. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 7(2), 155–162.
<https://doi.org/10.19028/jtep.07.2.155-162>
- Codex Alimentarius Commission. (2015). Codex Standard for Avocado. *Food and Agriculture Organization of The United Nations World Health Organization, Rome*. 1–5.
- Desiana, N., Ngatijo, & Lagowa, M. I. (2022). Pengelolaan Air Limbah Tambang dengan Metode Bioadsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 18(2), 97–103.
<https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol18.No2.2022.1175>
- Desmonda, Y., Novita, D., & Lanya, B. (2016). Pengaruh Kalium Permanganat dan Berbagai Massa Arang Kayu Terhadap Mutu Buah Jambu Biji ‘Crystal’ (*Psidium Guajava L.*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknotan*, 10(2), 27–33. <https://doi.org/10.24198/jt.vol10n2.5>
- Dewi, M. S., Susatyo, E. B., & Susilaningih, E. (2015). Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Raja Untuk Menurunkan Kadar Ion Pb(II). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(3), 228–233.
- Farantini, D. (2017). Kombinasi Zeolit dan Kalium Permanganat (KMnO₄) untuk Memperpanjang Masa Simpan Pisang Barangan (*Musa Paradisiaca Var. Sapientum L.*). Thesis Institute Pertanian Bogor, 1–14.
- Hamid, N. N. F. Al. (2022). Model Kinetika Perubahan Kualitas Tomat Selama Penyimpanan Dengan Penambahan KMnO₄

- dan Arang Aktif Bambu Sebagai Ethylene Scavenger. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, 5(3), 248–253.
- Husna, U. M. (2022). Pengaruh Lama Pencelupan Alpukat Mentega (*Persea americana Mill*) pada Edible Coating Pati Kulit Singkong Terhadap Kualitas Selama Masa Simpan. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/66336>
- Iskandar, A., Yuliasih, I., & Warsiki, E. (2020). *Performance Improvement of Fruit Ripeness Smart Label Based on Ammonium Molibdat Color Indicators. Indonesian Food Science & Technology Journal*, 3(2), 48–57. <https://doi.org/10.22437/iftj.v3i2.10178>
- Jamilatun, S., & Setyawan, M. (2014). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*, 12(1), 73. <https://doi.org/10.12928/si.v12i1.1651>
- Jumeri, Suhardi & Tranggono. (1997). Pola Produksi Etilen, Respirasi dan Sifat Sensoris Beberapa Buah pada Kondisi Udara Terkendali. *Agritech* 17(3): 4-10. <https://doi.org/10.22146/agritech.19333>
- Kassim, A., & Workneh, T. S. (2020). *Influence of Postharvest Treatments and Storage Conditions on the Quality of Hass Avocados. Heliyon*, 6(6), e04234. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04234>
- Laos, L. E., Masturi, M., & Yulianti, I. (2016). Pengaruh Suhu Aktivasi terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri. V, SNF2016-MPS-135-SNF2016-MPS-140. <https://doi.org/10.21009/0305020226>
- Malinda, U. F., Mahendra, M. S., & Sukewijaya, I. M. (2020). Pengaruh Aplikasi Kalium Permanganat (KMnO₄) Terhadap Umur Simpan Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypical ABB Group*). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 9(4), 208–217. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT208>
- Mendame, L. L., Silangen, P., & Rampengan, A. (2021). Perbandingan Karakterisasi Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa dan Arang Tempurung Kemiri Menggunakan Scanning Electron Microscopic dan Fourier Transform Infra Red. *Jurnal Fista: Fisika dan Terapan*, 2(2), 105–108.
- Mutiarahma, S., Pramono, Y. B., & Nurwantoro. (2019). Evaluasi Kadar Gula, Kadar Air, Kadar Asam dan pH pada Pembuatan *Tablet Effervescent* Buah Nangka. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 36–41. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/teknangan/article/view/20519>
- Napitupulu. (2013). Kajian Beberapa Bahan Penunda Kematangan Terhadap Mutu Buah Pisang Barangan Selama Penyimpanan. *Jurnal Hortikultura*. Balai pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara. 23(3):263-275.
- Nasution, H., M., & Siregar, S., H. (2015). Penentuan Waktu Kontak dan pH Optimum Penyerapan Zat Warna *Direct Yellow* Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Batubara. *Prosiding Semirata*. 2(4): 747-756. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/semirata2015/article/view/14296>
- Palungki., R., A., Auliah, N., & Imani., A., C., N. (2022). Preparasi Komposit Polimer Alami Berbasis Pektin Kulit Jeruk Bali sebagai Edible Coating pada Tomat *Preparation of Natural Polymer Composites Based on Pomelo Peel Pectin as Edible Coating on Tomatoes*. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 11(1), 2022–2030. <https://talenta.usu.ac.id/jtk>
- Pitayati, P. A., Herpandi, H., Lestari, S., & Ulfadillah, S. A. (2021). Perendaman Pempek Dengan Larutan Kitosan Sebagai Edible Coating dan Pengaruhnya Terhadap Umur Simpan. *Jurnal Fishtech*, 10(1), 35–52. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v10i1.14418>
- Purwanti, E., Rakhmawati, A., & Yuliati, Y. (2017). Pengaruh Variasi Dosis KMnO₄ Pada Buah Tomat (*Lycopersico lycopersicum .L*) Varietas Servo Pascapanen Terhadap Keberadaan Yeast. *Kingdom (The Journal of Biological Studies)*, 5(5), 1–8. <https://doi.org/10.21831/kingdom.v5i5.5871>
- Sholihati, Rokhani, A., & Suroso. (2015). Kajian Penundaan Kematangan Pisang Raja (*Musa paradisiaca Var. Sapiantum L.*) Melalui Penggunaan Media Penyerap Etilen Kalium Permanganat. *Fakultas Teknologi Pertanian. Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 8(2), 76–89. <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>
- Sihombing, Y. (2015). Kajian Simulasi Pendugaan Umur Simpan Untuk Menentukan Kualitas Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Jurnal Informatika Pertanian*, 24(2), 257–267.
- Swara, E. P. (2011). Perlakuan Pendahuluan Buah Pisang Cavendish (*Musa cavendishii*) untuk Penyimpanan. Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Widjanarko, S.B. 2012. Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen – Fisiologi dan Handling Buah, Sayur, Bunga dan Herbal. UB Press. Malang.
- Widwastuti, H., Bisri, C., & Rumhayati, B. (2019). Pengaruh Massa Adsorben dan Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Fosfat menggunakan Kitin Hasil Isolasi dari Cangkang Udang. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri*, 93–98.

-
- Wirawan, T. (2012). Adsorpsi Fenol oleh Arang Aktif dari Tempurung Biji Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L.*). *Mulawarman Scientifie*, Volume 11, Nomor 1, April 2012 ISSN 1412-498X, 11(April), 11–18.
- Yuliana. (2021). Pembuatan Indikator Kesegaran Buah Alpukat (*Persea americana Mill*) dengan Memanfaatkan Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) Sebagai Elemen *Smart Packaging*. Skripsi, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Zian, Ulfin, I., & Harmami. (2016). Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi. *Jurnal Sains dan Seni Institut Teknologi Sepuluh November*, 5(2), 107–110.
- Zunifer, A., & Ayu, D. F. (2021). Ukuran Partikel dan Waktu Kontak Karbon Aktif dari Kulit Singkong Terhadap Mutu Minyak Jelantah. *Jurnal Sagu*, 19(2), 27. <https://doi.org/10.31258/sagu.v19i2.7896>