



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

Artikel Penelitian

Identifikasi Perubahan Sifat Fisik Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Selama Masa Penyimpanan pada Pendingin Evaporatif Termomodifikasi

*Identification of Physical Properties Changes for Guava (*Psidium guajava* L.) During Storage in Modified Evaporative Cooler*

Abdul Mukhlis Ritonga^{1*}, Furqon¹, Razifah Nur Ifadah¹

¹ Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Diterima: 29 Februari 2020/Disetujui: 04 September 2020

ABSTRACT

*Guava (*Psidium guajava* L.) is one of the horticultural products that could live in tropical areas and has a high economic value. Tropical fruit used to be damaged quickly remaining due to the temperature and humidity condition. Postharvest treatment is required to extend the shelf life of products and to maintain the quality of products such as evaporative coolers for storage. This research aims to: 1). Calculating the rate of decrease for red guava fruit quality during storage in an evaporative cooler and room temperature. 2). Analyze transformation in the physical properties of red guava fruit during storage in an evaporative cooler and room temperature. Variables measured are the effectiveness of cooling, temperature, relative humidity, moisture content, weight loss, hardness, brix levels, and colors. The method of this study was experimental with the object of research is guava, which has a diameter of 7-8 cm horizontal and vertical length of 6-8 cm. Guava fruits that used were obtained from guava plantation in Kampung Penyisihan, Ketenger Village. Data analysis in this study using the equations of kinetical reaction. The results showed that the treatment of evaporative cooling storage can maintain the quality of weight loss, color (Lab), and violent guava. While the temperature treatment room can maintain the quality of the water content, brix levels guava during storage.*

Keywords: *Evaporative cooler; Guava; Kinetic reaction; Physical properties; Storage.*

ABSTRAK

Jambu biji merupakan salah satu produk hortikultura yang dapat hidup di daerah tropis dan memiliki nilai ekonomis cukup tinggi. Buah pada daerah tropis cepat mengalami kerusakan terutama disebabkan oleh kondisi suhu dan kelembaban. Diperlukan penanganan pascapanen yang dapat memperpanjang umur simpan produk dan dapat mempertahankan mutu produk seperti alat pendingin evaporatif sebagai tempat penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk: 1). Menghitung laju penurunan mutu buah jambu biji merah selama masa penyimpanan pada pendingin evaporatif dan suhu ruang. 2). Menganalisis perubahan sifat fisik buah jambu biji merah selama penyimpanan pada pendingin evaporatif dan suhu ruang. Variabel yang diukur meliputi efektifitas pendingin, suhu, kelembaban relatif, kadar air, susut bobot, kekerasan, kadar brix dan warna. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen dengan objek penelitian yaitu jambu biji merah dengan ukuran diameter horizontal 7-8 cm dan panjang vertikal 6-8 cm. Jambu biji merah yang digunakan diperoleh dari perkebunan jambu di Kampung Penyisihan, Desa Ketenger. Analisis data pada penelitian ini menggunakan persamaan kinetika reaksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penyimpanan pendingin evaporatif dapat mempertahankan mutu susut bobot, warna (Lab) dan kekerasan jambu biji merah. Sedangkan perlakuan suhu ruang dapat mempertahankan mutu kadar brix jambu biji selama penyimpanan.

Kata kunci: *Jambu biji; Kinetika reaksi; Pendingin evaporatif; Penyimpanan; Sifat fisik.*

*Korespondensi Penulis.

E-mail : abdul.ritonga@unsoed.ac.id (A. M. Ritonga)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.121>

1. Pendahuluan

Jambu biji (*Psidium guajava* L) merupakan tanaman daerah tropis dengan ketinggian antara 5-1200 m dpl, namun dapat tumbuh di daerah sub tropis dengan intensitas curah hujan berkisar antara 1000-2000 mm per tahun dan merata sepanjang tahun. Tanaman ini berkembang dan berbuah dengan optimal pada suhu 23-28°C. Jambu biji dapat berbuah sepanjang tahun, sedangkan musim panen raya antara bulan Desember sampai Februari dan bulan Juni sampai Agustus (Parimin, 2007).

Buah dan sayuran pada daerah tropis cepat mengalami kerusakan terutama disebabkan oleh kondisi suhu dan kelembaban lingkungan. Buah-buahan pada umumnya mempunyai musim dan penyebaran tertentu, sehingga penanganan untuk memperpanjang masa simpan buah sangat diperlukan. Proses pematangan buah yang terjadi ditandai oleh terjadinya peningkatan kelunakan buah (Wills *et al.* 1989). Perubahan mutu selama proses penyimpanan terjadi karena buah-buahan dan sayuran masih melakukan respirasi, dimana selama proses respirasi tersebut produk mengalami pematangan dan kemudian diikuti dengan proses pembusukan. Kecepatan respirasi produk tergantung dari suhu penyimpanan, ketersediaan oksigen untuk berespirasi dan karakteristik produk itu sendiri.

Selain itu produk hortikultura segar juga sangat mudah mengalami kerusakan yaitu kerusakan fisik akibat berbagai penanganan yang dilakukan. Gesekan dan tekanan kecilpun dapat menyebabkan kerusakan yang dapat langsung dilihat secara kasat mata dan dapat tidak terlihat pada saat aktifitas fisik tersebut terjadi. Salah satu produk hortikultura yang tingkat keringkannya relatif tinggi adalah buah jambu biji dengan potensi masa simpan kurang lebih hanya 1 – 2 minggu setelah buah matang penuh (Ali & Lazan 2001). Daya simpan jambu biji merah yang relatif singkat mengharuskan pemanenan jambu biji merah sebaiknya dilakukan pada saat jambu biji masih dalam kondisi mentah. Keterbatasan umur simpan inilah yang mendorong upaya untuk mempertahankan umur simpan buah dengan menyimpan pada pendingin evaporatif.

Kondisi iklim tropis yang hangat dan lembab masih dapat menawarkan kemungkinan yang baik untuk penggunaan pendinginan evaporatif, efek yang menguntungkan dari pendinginan evaporatif digabungkan dengan efek fisiologi pendinginan yang tersedia untuk meningkatkan kualitas udara dalam ruangan (Arandara *et al.* 2010). Duan *et al.* (2012), telah mengulas bahwa teknologi *Indirect*

Evaporative Cooling memiliki potensi untuk menjadi alternatif untuk mekanik kompresi uap sistem pendingin konvensional untuk mengambil tugas AC pada bangunan

Metode baru dalam penanganan pascapanen produk-produk hortikultura seperti sayuran dan buah telah banyak dikembangkan untuk memperlambat laju pematangan dan memperpanjang masa simpan produk tersebut. Sunarwo (2011), menjelaskan pendingin evaporatif merupakan proses pelembaban dan penurunan suhu udara. Pendingin evaporatif terbagi menjadi 2 yaitu langsung dan tidak langsung. Pendingin ini menggunakan air sebagai media pendinginnya. Penggunaan air sebagai media pendingin dapat mengurangi kebutuhan terhadap refrigeran senyawa halokarbon, senyawa organik dan senyawa hidrokarbon sehingga dapat mengurangi dampak kerusakan lingkungan. Menggunakan air untuk penguapan sebagai cara menurunkan suhu udara merupakan sistem pendingin yang paling ramah lingkungan dan efektif (Amer *et al.* 2015).

Hasil penelitian yang dilakukan BPTP Sumatera Barat (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2006) menunjukkan bahwa tomat dapat bertahan dalam ruang pendingin evaporatif selama 15 hari dengan kerusakan hanya 30,2%, sedangkan jika disimpan di luar sistem pendingin evaporatif kerusakan mencapai 90,1%. Buah tomat yang disimpan pada suhu 12-20°C dapat bertahan hingga 1-3 minggu, sedangkan suhu rata-rata pada ruang pendingin evaporatif sekitar 18-22°C. Penelitian ini mengkaji mengenai pengaruh penyimpanan pada suhu pendingin evaporatif terhadap perubahan sifat fisik buah jambu biji merah, dengan harapan dapat mempertahankan mutu dan umur simpan produk. Penelitian ini bertujuan untuk: menghitung laju penurunan mutu buah jambu biji merah selama masa penyimpanan pada pendingin evaporatif dan suhu ruang, serta menganalisis perubahan sifat fisik buah jambu biji merah selama penyimpanan pada pendingin evaporatif dan suhu ruang.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2018 sampai dengan bulan Januari 2019, bertempat di Laboratorium Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jambu biji merah dengan tingkat kematangan kuning gemading dan memiliki ukuran diameter horizontal 7-8 cm dan panjang vertikal 6-8 cm. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendingin evaporatif termodifikasi, Color Reader Conica Minolta CR-10, oven, desikator, cawan, *stopwatch*,

timbangan digital, pnetrometer, pisau, refraktometer, termometer bola basah, termometer bola kering, laptop, kamera.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Jambu biji merah disimpan pada pendingin evaporatif termodifikasi sampai batas ketika buah jambu biji tersebut menunjukkan sudah tidak layak untuk dikonsumsi ditandai dengan warna yang semakin coklat dan tekstur lembek. Variabel yang diamati selama penyimpanan yaitu :

Efektifitas pendingin evaporatif (EPE)

$$EPE = \frac{Outdoor\ Db - Indoor\ Db}{Outdoor\ Db - outdoor\ Wb} \times 100\%$$

Keterangan: Indoor Db = suhu di dalam evaporatif cooling (basis kering); Outdoor Db = suhu di luar evaporatif cooling (basis kering); Outdoor Wb = suhu di luar evaporatif cooling (basis basah)

Kadar air (AOAC, 2005)

$$Kandungan\ air\ (bb\%) = \frac{W1 - W2}{W0} \times 100\%$$

Keterangan: W0 = berat sampel (gram); W1 = berat cawan + sampel sebelum dikeringkan (gram); W2 = berat cawan + sampel sesudah dikeringkan (gram)

Persentase Susut Bobot

$$\% \text{ susut bobot} = \frac{(\text{bobot awal} - \text{bobot akhir})}{\text{bobot awal}} \times 100\%$$

Kekerasan

$$P = F/A$$

Keterangan: P = kekerasan/nilai tekan (kg/mm²); F = massa tekanan (kg); A = luas permukaan tekan (mm²)

Kadar brix

$$Kadar\ brix\ (\%) = \frac{\text{brix pangkal} + \text{tengah} + \text{ujung}}{3}$$

*Warna (L*C*h)*

Nilai warna yang diperoleh dan diolah yaitu berupa data L*,C*,h dengan ketentuan sebagai berikut :

L* = kecerahan warna (0 = gelap; 100 = cerah)
C* = kroma, nilai C* adalah 0 pada pusatnya dan meningkat ketika menjauh dari pusat

h = sudut rona (Hue Angle), bermula pada sumbu +a* dan diekspresikan dalam derajat; 0° adalah +a* (merah); 90° adalah +b* (kuning); 180° adalah -a* (hijau); 270° adalah -b* (biru).

$$Kroma\ C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$Hue\ Angle\ h_{ab} = \text{Tan}^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

Suhu dan Kelembaban

Pengukuran suhu dengan termometer atau termokopel, sedangkan kelembaban diukur dengan *software psycocal*.

Kinetika reaksi

$$-dQ/dt = kQ^n$$

Ordo satu (n = 1)

$$-dQ/dt = kQ^1$$

$$-dQ/Q = kdt$$

$$\int_{Q_0}^{Q_t} \left(\frac{dQ}{Q} \right) = \int_0^t -kdt$$

$$\ln Q_t - \ln Q_0 = -kt$$

$$\text{atau } \ln (Q_t/Q_0) = -kt$$

Keterangan: Q = kualitas (mutu); t = waktu ; k = konstanta laju penurunan mutu ; n = ordo reaksi penurunan mutu.

Total Color Difference (ΔE) dan Perbedaan Hue Angle (ΔH)

Total Color Difference (ΔE) dinyatakan dengan rumus :

$$(\Delta E) = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$$(\Delta H) = \sqrt{(\Delta E)^2 - (\Delta L)^2 - (\Delta C)^2}$$

Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan perubahan sifat fisik antara jambu biji yang disimpan di dalam pendingin evaporatif termodifikasi dengan yang disimpan pada suhu ruang

3. Hasil

Hasil rancangan pendingin evaporatif ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban relatif udara, diperoleh suhu rata-rata pada penyimpanan suhu ruang sebesar 29,88°C dan RH 85,26%, kemudian untuk penyimpanan suhu pendingin evaporatif suhu rata-rata yang diperoleh sebesar 26,48°C dan RH sebesar 91,70 %.

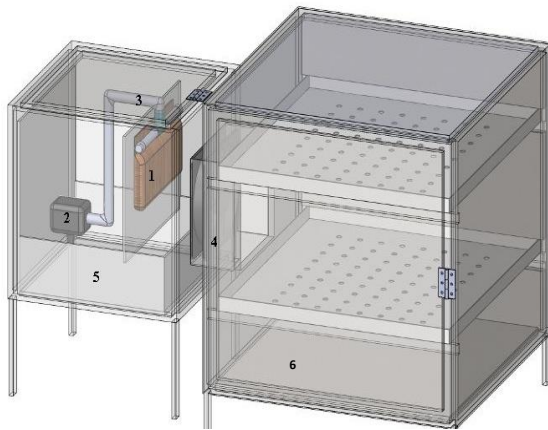
Pengukuran efektifitas pendinginan diperoleh hasil sebesar 32,23 %. Nilai efektifitas pendingin evaporatif dipengaruhi oleh suhu pendingin.

Semakin rendah suhu pendinginan maka nilai efektifitas pendinginannya semakin tinggi.

Susut Bobot

Gambar 2 menunjukkan nilai konstanta yang paling lambat dapat dilihat dari nilai konstanta yang nilainya paling kecil, yaitu penyimpanan suhu pendingin evaporatif (R2) dengan nilai persentase susut bobot sebesar 0,1828 setiap harinya. Hal

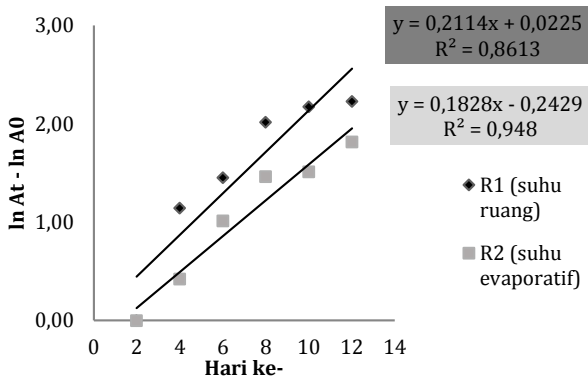
tersebut berarti, penyimpanan pada suhu pendingin evaporatif lebih mampu mempertahankan mutu susut bobot. Berdasarkan grafik nilai k pada Gambar 2, juga diperoleh persamaan matematis seperti terlihat pada Tabel 1. Persamaan matematis pada Tabel 1 dapat digunakan untuk menentukan nilai prediksi susut bobot masing-masing perlakuan selama masa penyimpanan.



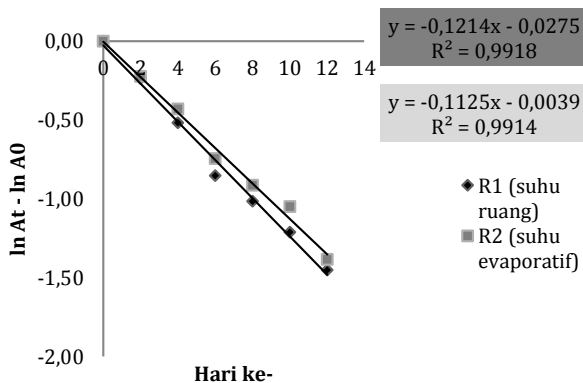
Gambar 1. Bagian-bagian pendingin evaporatif

Keterangan :

1. Gabus dengan ketebalan 3 cm.
2. Pompa air jenis SN-4500.
3. Kipas angin model 109S025.
4. Selang dengan panjang 56 cm.
5. Ruang pendinginan dengan ukuran 40 cm x 40 cm.
6. Ruang penyimpanan dengan ukuran 60 cm x 60 cm.



Gambar 2. Rasio perubahan susut bobot jambu biji merah terhadap waktu penyimpanan



Gambar 3. Rasio perubahan kekerasan terhadap waktu penyimpanan

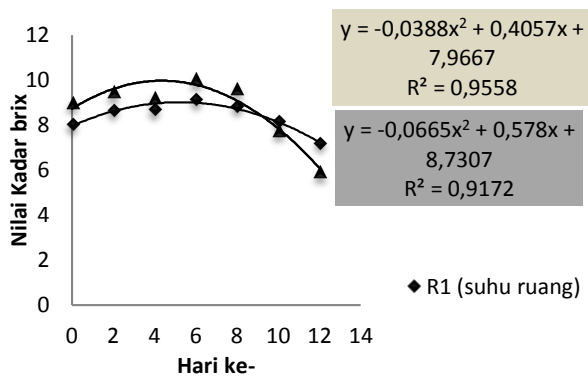
Kekerasan

Gambar 3 menunjukkan laju perubahan nilai kekerasan yang paling kecil terjadi pada perlakuan suhu pendingin evaporatif (R2) dengan nilai konstanta -0,1125 setiap harinya. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa penyimpanan suhu pendingin evaporatif lebih baik mempertahankan mutu kekerasan dibandingkan dengan penyimpanan suhu ruang. Berdasarkan grafik nilai k (Gambar 3) diperoleh persamaan matematis yang dapat dilihat pada Tabel 1. Persamaan matematis pada Tabel 1 dapat digunakan untuk menentukan nilai prediksi kekerasan masing-masing perlakuan selama masa penyimpanan.

Kadar Brix

Nilai kadar brix jambu biji merah selama penyimpanan menunjukkan kenaikan dan penurunan pada masing-masing perlakuan berbeda, namun sama-sama mengalami tingkat kemanisan paling tinggi yaitu pada hari ke-6 dan kembali mengalami penurunan pada hari ke-8 sampai hari ke-12. Perbandingan nilai kadar brix prediksi dan observasi dalam bentuk polynomial secara grafis terlihat pada Gambar 4. Persamaan matematis pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, besarnya nilai koefisien determinasi pada masing-masing perlakuan menunjukkan korelasi sangat kuat

antara waktu penyimpanan dan jenis perlakuan terhadap nilai kadar brix.



Gambar 4. Grafik perubahan nilai kadar brix selama penyimpanan

Perubahan Warna

Laju perubahan warna dari hijau ke kuning kecoklatan yang terjadi pada buah jambu biji yang disimpan selama 12 hari pada pendingin evaporatif lebih lambat jika dibandingkan dengan laju perubahan warna pada jambu biji yang disimpan pada suhu ruangan. Hasil pengamatan dan perhitungan terhadap perubahan warna seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Visualisasi perubahan warna buah jambu biji dari awal dan akhir penyimpanan ditunjukkan pada Gambar 5.

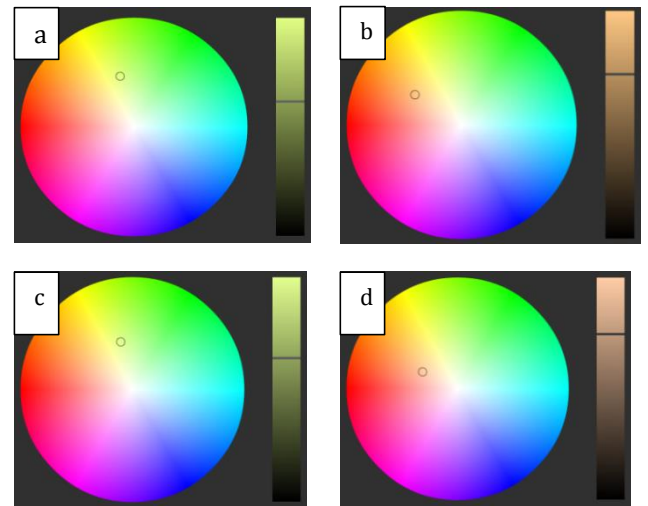
Total Color Difference (ΔE)

Hasil perhitungan terhadap total perbedaan warna antara buah jambu biji merah yang disimpan pada suhu ruangan dengan yang disimpan pada pendingin evaporatif seperti pada Tabel 3,

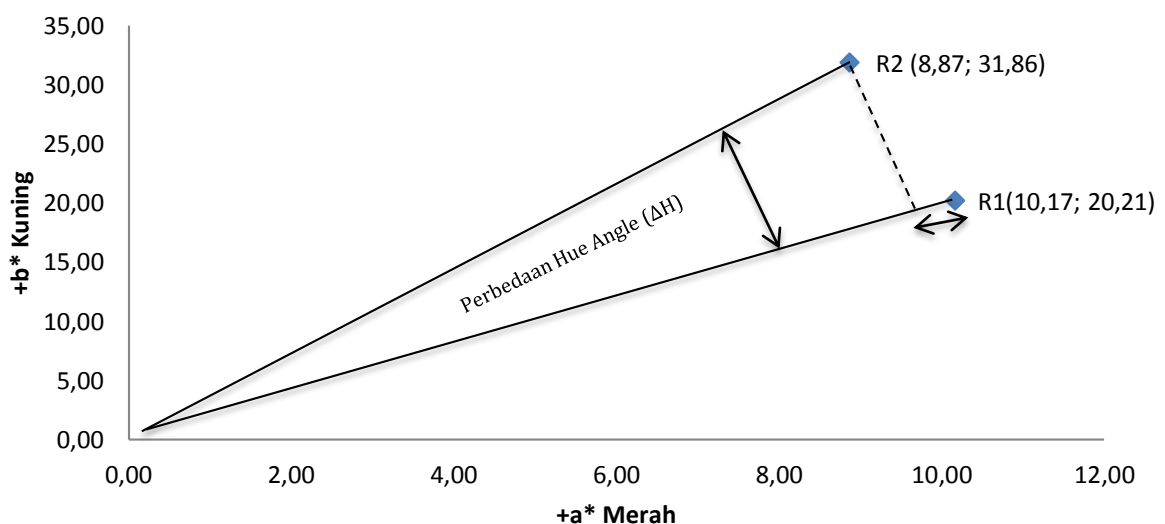
diperoleh bahwa nilai rata-rata $\Delta E = 10,16$ yang menunjukkan perbedaan warna yang besar.

Perbedaan Hue Angle (ΔH)

Perbedaan Hue Angel dari buah jambu biji merah yang disimpan pada suhu ruangan dan pendingin evaporatif ditunjukkan pada Tabel 3, diperoleh nilai rata-rata sebesar $\Delta H = 4,87$. Perbedaan Hue angle akan menunjukkan kecenderungan perubahan warna jambu biji merah selama penyimpanan seperti yang ditunjukkan Gambar 6.



Gambar 5. Visualisasi perubahan warna jambu biji merah selama penyimpanan (a) suhu ruangan pada hari ke 0; (b) suhu ruangan pada hari ke 12; (c) pendingin evaporatif pada hari ke 0; (d) pendingin evaporatif pada hari ke 12.



Gambar 6. Diagram kromatisitas bagian a* dan b* hue angle pada penyimpanan hari ke 12.

Tabel 1. Persamaan matematis untuk parameter perubahan mutu jambu biji merah selama penyimpanan

Parameter	Persamaan Matematis	
	R1	R2
Kadar air	$A_t = (A_0) \exp (0,0037 t)$	$A_t = (A_0) \exp (0,0049 t)$
Susut bobot	$A_t = (A_0) \exp (0,2114t)$	$A_t = (A_0) \exp (0,1828t)$
Kekerasan	$A_t = (A_0) \exp (-0,1214t)$	$A_t = (A_0) \exp (0,1125t)$
Kadar brix	$y = -0,0388x^2 + 0,4057x + 7,9667$	$y = -0,0665x^2 + 0,578x + 8,7307$

Tabel 2. Hasil pengamatan dan perhitungan perubahan warna selama penyimpanan

R1 (suhu ruang)	Pengamatan			Perhitungan		
	Hari	L*	a*	b*	h	C*
	0	61,71	-18,74	36,73	117	41,23
	2	55,97	-17,52	37,64	115,00	41,52
	4	62,12	-13,33	37,64	109,50	39,93
	6	64,99	-6,67	38,75	99,80	39,32
	8	63,46	3,79	36,98	84,10	37,17
	10	60,67	7,21	35,29	78,50	36,02
	12	62,38	8,87	31,86	74,40	33,07
R2 (suhu evaporatif)	0	64	-18,51	34,55	118,20	39,20
	2	39,06	-16,66	39,27	113,00	42,66
	4	65,36	-4,59	37,92	96,90	38,20
	6	62,08	5,97	35,25	80,40	35,75
	8	60,66	4,52	35,36	82,70	35,65
	10	49,38	10,40	30,30	71,10	32,04
	12	65,52	10,17	20,21	63,30	22,62

Tabel 3. Total perbedaan warna dan hue angle

Hari	ΔL	Δa	Δb	ΔC	Δh	ΔE	ΔH
0	2,29	0,23	-2,18	-2,03	1,20	3,17	0,83
2	-16,91	0,86	1,63	1,14	-2,00	17,01	1,45
4	3,24	8,74	0,28	-1,73	-12,60	9,33	8,57
6	-2,91	12,64	-3,50	-3,57	-19,40	13,43	12,62
8	-2,80	0,73	-1,62	-1,52	-1,40	3,32	0,92
10	-11,29	3,19	-4,99	-3,98	-7,40	12,75	4,39
12	3,14	1,30	-11,65	-10,45	-11,10	12,14	5,31
						Rata-rata	
						10,16	4,87

4. Pembahasan

Pada pendingin evaporatif, pengurangan daya atau penggunaan daya yang hemat merupakan tuntutan yang sangat penting (Moshari *et al.* 2017), namun pada naskah ini pengukuran daya bukan menjadi fokus utama. Nilai suhu dan RH pada pendingin evaporatif ini mendekati jika dibandingkan dengan nilai suhu dan RH pendingin evaporatif yang dilakukan oleh Aziz *et al.* (2014)

sebesar 25,88°C dan RH 91%. Hal tersebut dimungkinkan karena rancangbangun alat pendingin evaporatif yang digunakan mirip, baik pada komponen-komponen alat yang digunakan maupun spesifikasi masing-masing komponennya. Kabeel *et al.* (2017) melakukan penelitian tentang uji performansi pendingin evaporatif hibrid hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada sistem pengkondisian udara hibrid untuk menggunakan evaporatif tidak langsung lebih dingin dengan baffle internal sebagai unit pra-pendinginan, suhu udara

pasokan berkurang sebesar 21% dan koefisien kinerja meningkat 71%. Pendingin evaporatif dapat menjadi alternatif karena pendingin evaporatif ramah lingkungan dan memiliki biaya operasi yang rendah. Namun, pendingin evaporatif tidak menguntungkan untuk menghasilkan udara dengan kelembaban relatif tinggi (Fikri *et al.* 2020). Elmetenania *et al.* (2011) melakukan investigasi pendingin evaporatif di daerah yang panas dan gersang dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energinya, menunjukkan bahwa peralatan pendingin evaporatif bekerja dengan baik tidak memiliki dampak apapun terhadap lingkungan dan konsumsi energi jauh lebih sedikit dari pada di udara klasik (tanpa memanfaatkan sinar matahari). Oleh karena itu meningkatkan efisiensi teknologi pendingin sangat penting terutama teknologi yang memiliki potensi kinerja tinggi dengan konsumsi daya yang rendah (Vakiloroaya *et al.* 2014).

Jambu biji adalah buah yang mudah rusak yang rentan terhadap kerugian pascapanen (Francisco *et al.* 2020). Penurunan kadar air terjadi karena hilangnya air akibat buah masih mengalami respirasi dan transpirasi selepas panen yang menyebabkan air keluar melalui pori-pori permukaan buah. Penguapan cairan di ruang-ruang antar sel menyebabkan sel menyusut sehingga ruang antarsel menyatu dan zat pektin saling berikatan (Qanytah, 2004). Buah jambu biji selain dikonsumsi langsung juga bisa diolah menjadi selai, minuman dan makanan (Irshad *et al.* 2020), oleh karena itu perubahan bobot dalam penyimpanan perlu diperhatikan. Persentase susut bobot merupakan salah satu parameter mutu yang mencerminkan tingkat kesegaran buah yang berkaitan dengan banyaknya air yang hilang. Nilai persentase susut bobot pada suhu pendingin evaporatif (R2) lebih tinggi dibandingkan dengan suhu ruang (R1). Kenaikan nilai persentase susut bobot pada pendingin evaporatif dikarenakan buah jambu biji merah mengalami penguapan lebih banyak dari penguapan pada suhu ruang, sehingga kehilangan air pada jambu biji merah lebih besar dan bobot jambu biji merah berkurang. Selain itu, peningkatan susut bobot terjadi karena buah selama penyimpanan mengalami proses respirasi dan transpirasi. Transpirasi merupakan faktor dominan penyebab susut bobot, yaitu terjadi perubahan fisiokimia berupa penyerapan dan pelepasan air ke lingkungan. Kehilangan air berpengaruh langsung terhadap kerusakan tekstur, kandungan gizi, kelayuan, dan pengerutan.

Kekerasan merupakan salah satu parameter yang menunjukkan kesegaran buah dan sayur. Kekerasan tergantung pada ketebalan kulit luar

buah, kandungan total zat padat, dan kandungan pati yang terdapat pada bahan. Nilai kekerasan jambu biji merah pada perlakuan suhu ruang (R1) lebih besar jika dibandingkan dengan perlakuan suhu pendingin evaporatif (R2). Hal tersebut terjadi karena proses penguapan jambu biji merah pada suhu ruang lebih kecil, sehingga kadar air bahan yang terkandung lebih banyak, dapat dikatakan bahwa penyimpanan suhu pendingin evaporatif lebih baik mempertahankan mutu kekerasan dibandingkan dengan penyimpanan suhu ruang. Proses pematangan buah yang terjadi ditandai oleh terjadinya peningkatan kelunakan buah (Wills *et al.* 1989).

Suatu kematangan buah dapat diindikasikan dengan kadar gula dan asam. Buah yang masih muda mengandung asam lebih banyak sedangkan semakin tua maka akan bertambah berkurang asamnya dan semakin manis. Buah jambu biji termasuk kedalam buah klimakterik sehingga kandungan gula meningkat sedangkan kandungan asam menurun. Buah jambu biji mengalami fase pematangan yang ditandai dengan meningkatnya kandungan gula dalam buah. Setelah mencapai optimal, buah jambu biji mengalami fase lewat matang yang ditandai dengan menurunnya kandungan gula buah. Perbedaan perubahan kekerasan jambu biji antara penyimpanan evaporatif dan ruangan tidak berbeda nyata seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Peranan warna merupakan salah satu indeks mutu bahan pangan yang perlu diperhatikan karena pada umumnya konsumen sebelum mempertimbangkan parameter lain (rasa, nilai gizi) pertama-tama akan tertarik pada warna bahan. Untuk mempertahankan warna penyimpanan suhu ruang lebih baik jika dibandingkan dengan penyimpanan pendingin evaporatif. Santos *et al.* (2018), melakukan penelitian tentang peningkatan stabilitas penyimpanan jambu biji dengan pelapisan asam zein tannic, hasil penelitian menunjukkan bahwa buah yang dilapisi menunjukkan perubahan yang lebih rendah dalam hal tampilan visual, isi klorofil dan warna. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa dalam pengujian perubahan sifat fisik buah jambu biji variabel warna menjadi sangat penting. Francisco *et al.* (2020) melakukan penelitian tentang umursimpan jambu biji merah yang dilapisi dengan tepung dan selulosa memperoleh hasil bahwa jambu biji yang dilapisi dengan 75% selulosa, 25% tepung ubi dan 100% film selulosa mampu meningkatkan kekencangan, mempertahankan warna kulit hijau dan mengurangi kematangan yang berlangsung selama 13 hari.

Visualisasi perubahan warna seperti pada Gambar 5 menunjukkan bahwa perubahan warna dari hari pertama sampai hari ke 12 pada dua kondisi penyimpanan jambu biji merah terjadi perbedaan. Visualisasi perubahan warna pada kondisi R1 lebih ekstrem jika dibandingkan dengan pada kondisi penyimpanan R2. Perbedaan warna yang sangat kecil memang sangat memusingkan, namun dengan mengubahnya kedalam bentuk numeris menjadi mudah dimengerti. Pada satuan warna $L^*a^*b^*$ perbedaan warna dapat dinyatakan dalam sebuah nilai numeris, ΔE^*ab yang menunjukkan ukuran perbedaan warna, demikian juga jika mengukur perbedaan warna menggunakan satuan warna L^*C^*h . ΔH merupakan perbedaan hue jambu biji dari kedua kondisi penyimpanan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Pada Gambar 6 nilai ΔH buah jambu biji dari kedua kondisi penyimpanan sampai akhir (hari ke 12) adalah +5.31. Hal ini berarti bahwa warna jambu biji merah pada penyimpanan ruangan (R1) lebih dekat kesumbu $+a^*$ dan juga lebih merah. Sedangkan pada penyimpanan evaporatif (R2) lebih dekat ke sumbu $+b^*$ dan lebih kuning.

5. Kesimpulan

Laju penurunan mutu jambu biji merah yang dianalisis menggunakan persamaan kinetika reaksi, hasil dari analisis tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil nilai konstanta pada perlakuan, maka semakin baik perlakuan tersebut dalam mempertahankan mutu. Sifat fisik jambu biji mengalami perubahan pada perlakuan penyimpanan suhu ruang dan suhu pendingin evaporatif selama penyimpanan 12 hari. Penyimpanan pada pendingin evaporatif sangat baik untuk mempertahankan nilai persentase susut bobot dengan nilai konstanta 0,1828, kekerasan dengan nilai konstanta 0,1125 dan warna, sedangkan penyimpanan suhu ruangan baik untuk mempertahankan kadar brix.

6. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan hibah dana penelitian pada Skim Penelitian Dosen Pemula pada tahun 2018, dengan No Kontrak. 2352/UN23.14/PN.01.00/2018.

7. Daftar Pustaka

- Ali ZM, Lazan H. 2001. Guava-Postharvest Physiology And Storage. *CAB International*, UK.
- Agustin Y. 2015. Pengaruh Warna Kemasan Terhadap Warna Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Selama Penyimpanan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Ahmad U. 2013. *Teknologi Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Amer O, Boukhanouf R, Ibrahim AG. 2015. A Review of Evaporative Cooling Technologies. *International Journal of Environmental Science and Development*. Vol. 6, No. 2, pp 111-117
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists *International. J Assoc Off Agric Chem*. 2005; 41; 12.
- Arandara KP, Attalage RA, Jayasinghe MTR. 2010. Thermal Comfort with Evaporative Cooling for Tropical Climates, *International Conference on Sustainable Built Environment (ICSBE-2010)*.
- Aziz A, Ari F, Ade I. 2014. Penerapan Pendingin Udara Evaporatif Untuk Kenyamanan Termal. SNTI IV-2014. Universitas Trisakti. Hal 145-1 – 145-6. DOI: [10.13140/RG.2.1.2658.7289/1](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2658.7289/1)
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. 2006. Teknik Penyimpanan Evaporasi Untungkan Petani Tomat. <http://sumbar.litbang.pertanian.go.id/eng/index.php/component/content/article/13-info-aktual/60-teknik-penyimpanan-evaporasi-untungan-petani-tomat> [28 Februari 2020]
- Cahyono B. 2010. *Sukses Budi Daya Jambu Biji di Pekarangan dan Perkebunan*. Lily Publisher, Yogyakarta.
- Duan Z, Zhan C, Zhang X, Mustafa M, Zhao X, Alimohammadisagvand B, Hasan A. 2012. Indirect Evaporative Cooling: Past, Present and Future Potentials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol 16, 6823–6850. DOI : [10.1016/j.rser.2012.07.007](https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.07.007).
- Elmetenania S, M.L. Yousfia, L. Merabetia, Z. Belgrouna, A. Chikouchea. 2011. Investigation of an evaporative air cooler using solar energy under Algerian climate. *Energy Procedia*. 6 : 573–582. DOI : [10.1016/j.egypro.2011.05.066](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.05.066).
- Fikri B, Sofia E, Putra N. 2020. Experimental Analysis of a Multistage Direct-Indirect Evaporative Cooler Using a Straight Heat Pipe. *Applied Thermal Engineering*. In Press, Journal Pre-Proof. DOI : [10.1016/j.applthermaleng.2020.115133](https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115133)
- Francisco CB, Michelly GP, Otavio AS, Keila FR, Josiane C, Giani AL, Nelson BC, Douglas CD.

2020. Shelf-life of guavas coated with biodegradable starch and cellulose-based films. *Internasional Journal of Biological Macromolecules*. In Press, Journal Pre-Proof. DOI : [10.1016/j.ijbiomac.2020.02.249](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.249)
- Irshad Z, Muhammad Asif H, Muhammad Adnan A, Muhammad Idrees J, Vahid T. 2020. Guava. *Medical Platns of South Asia*. Pp 341-354. DOI : [10.1016/B978-0-08-102659-5.00026-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102659-5.00026-4)
- Kabeel AE, Mohamed Abdelgaied, Ravishankar Sathyamurthy, T. Arunkumar. 2017. Performance improvement of a hybrid air conditioning system using the indirect evaporative cooler with internal baffles as a pre-cooling unit. *Alexandria Engineering Journal*. 56, 395–403. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.04.005>.
- Moshari S, Ghassem H. 2017. Analytical estimation of pressure drop in indirect evaporative coolers for power reduction. *Energy and Buildings*. Volume 150, 2017, pp.149-162. DOI : [10.1016/j.enbuild.2017.05.080](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.080)
- Parimin. 2007. *Budidaya dan Pemanfaatan Jambu Biji*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Qanytah. 2004. Kajian perubahan mutu buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan perlakuan precooling dan penggunaan giberelin selama penyimpanan [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Santos TM, Men de Sá Filho MS, Silva ED, da Silveira MR, de Miranda MR, Lopes MM, Azeredo HM. 2018. Enhancing storage stability of guava with tannic acid-crosslinked zein coatings. *Food Chemistry*. Volume 257. pp. 252-258. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.021>
- Sunarwo. 2011. Pembuatan dan Pengujian *Evaporative Cooling*. *Jurnal Teknik Energi*. 7(1): 31 – 34.
- Vakiloroaya V, Samali B, Fakhar A, Pishghadam K. 2014. A Review of Different Strategies for HVAC Energy Saving. *Energy Conversion and Management*. Vol. 77, pp. 738-754.
- Wills RBH, Lee TH, McGlasson WB, Graham D and Hall EG. 1989. *Postharvest: An Introduction to The Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. New South Wales University Press. Australia. 163 p.