

Optimasi Perlakuan Panas dan Suhu Penyimpanan terhadap Kualitas Buah Mangga cv Arumanis Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)¹

(*Optimization of Heat Treatment and Storage Temperature on Mango cv Arumanis Quality Using a Response Surface Methodology (RSM)*)

Nadirah Karimatul Ilmi , Roedhy Poerwanto, Sutrisno

Institute Pertanian Bogor, Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Darmaga, Bogor

E-mail: dhirahkarimah@yahoo.co.id

Abstrak

Buah-buahan tropis Indonesia telah menembus pasar dunia termasuk Eropa, namun Indonesia belum mampu memenuhi peluang ekspor lebih banyak lagi, salah satunya karena kondisi pascapanen yang belum memadai. Perlakuan panas menjadi salah satu teknologi pengendalian hama dan penyakit pada hasil panen, dan digunakan untuk menghambat pemasakan buah. Suhu rendah merupakan cara efektif dalam menghambat proses pemasakan. Perbaikan kualitas buah mangga dapat dilakukan dengan mengkombinasikan beberapa perlakuan pascapanen. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi optimum kombinasi perlakuan panas dan suhu penyimpanan dengan menggunakan metode respon permukaan terhadap kualitas buah mangga kultivar Arumanis. Ditetapkan 2 faktor perlakuan yaitu perlakuan panas (50 ± 1 °C, 55 ± 1 °C, dan 60 ± 1 °C, selama 5 menit) dan suhu simpan (13 ± 1 °C, 20 ± 1 °C, dan 27 ± 1 °C). Respon kualitas yang dioptimasi adalah kekerasan, asam tertitrasi total, dan padatan terlarut total. Rancangan yang digunakan adalah *Central Composite Design* dengan $\alpha=1$. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi perlakuan yang optimum terhadap respon kekerasan, asam tertitrasi total, dan padatan terlarut total adalah perlakuan panas dengan suhu 50 °C dan suhu simpan 13 ± 1 °C.

Kata Kunci: Metode respon permukaan, Pemasakan buah, Penyimpanan

Abstract

Indonesian tropical fruit has exported to the world market including Europe. However, Indonesia has not been able to meet export demand due to inappropriate postharvest technologies. Heat treatment has become one of the preferred technologies for controlling postharvest pest and disease, and also to inhibit fruit ripening. Low temperatures are effective when attempting to inhibit fruit ripening. Mango fruit quality improvement can be achieved by combining postharvest treatments. This study aims to determine an optimum combination of heat treatment and storage temperature using Response Surface Methodology for optimum quality characteristics of Arumanis mango cultivar. There are two treatment factors; heat treatments (50 ± 1 °C, 55 ± 1 °C, and 60 ± 1 °C, each for 5 minutes) and storage temperatures (13 ± 1 °C, 20 ± 1 °C, and 27 ± 1 °C). The quality responses were observed included firmness, total titratable acidity, and total soluble solids. This project was arranged using Central Composite Design with $\alpha=1$. The optimum combination for the observed responses were 50 ± 1 °C of heat treatment and 13 ± 1 °C of storage temperature.

Keywords: Response surface methodology, Ripening, Storage

Pendahuluan

Buah-buahan tropis Indonesia telah menembus pasar dunia termasuk Eropa diantaranya adalah buah mangga kultivar Gedong Gincu dan Arumanis karena memiliki nilai ekonomi tinggi, namun Indonesia belum mampu memenuhi peluang ekspor lebih banyak lagi. Salah satu penyebabnya adalah penanganan pascapanen buah yang kurang tepat yang mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas sehingga buah tidak memenuhi syarat ekspor.

Getah menjadi salah satu masalah dalam mempertahankan kualitas buah mangga segar. Getah mengandung komponen karbohidrat (Yuniarti dan Suhardjo 1994), komponen fenol (Ajila dan Prasada Rao 2013), asam dan minyak (Negi *et al.* 2002). Upaya yang dapat dilakukan untuk menghilangkan getah pada kulit mangga yakni dengan pencucian. Penelitian sebelumnya telah menemukan formula bahan pencuci mangga yang dapat menghilangkan getah, debu, dan kotoran lain yang melekat pada buah (Poerwanto *et al.* 2013).

Perlakuan panas menjadi salah satu teknologi yang dilakukan pada hasil panen hortikultura untuk mengendalikan penyakit dan untuk memperpanjang umur simpan buah-buahan. Lurie *et al.* (1996) menyatakan bahwa perlakuan panas dapat menghambat sintesis enzim yang terlibat dalam proses pemasakan buah termasuk enzim yang terlibat dalam sintesis etilen. Penelitian Ketsa *et al.* (2000) menunjukkan bahwa perlakuan panas dengan suhu 38 °C tidak dapat menghambat pemasakan buah mangga cv. Nam Dok Mai, namun mengalami kerusakan dan *chilling injury* yang lebih rendah dibandingkan dengan buah mangga yang tidak diberi perlakuan panas.

Perbaikan kualitas buah mangga dapat dilakukan dengan mengkombinasikan beberapa perlakuan pascapanen, untuk mengoptimalkan pengaruhnya terhadap perubahan fisiologis yang dapat mencegah penurunan kualitas buah. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan kombinasi perlakuan panas dan suhu penyimpanan. Suhu rendah merupakan cara efektif dalam menghambat proses pemasakan jika dalam kisaran yang tidak menyebabkan *chilling injury* (Purwoko dan Magdalena 1999). Yahia dan Campos (2000) menyatakan bahwa perlakuan air panas yang tidak diterapkan dengan baik dan penyimpanan buah mangga pada suhu rendah tidak segera setelah dapat menyebabkan kerusakan pada kualitas buah mangga perlakuan panas dapat menyebabkan kerusakan pada kualitas buah mangga.

Pada penelitian ini dilakukan kajian optimasi kombinasi perlakuan panas dan suhu simpan untuk memprediksi respon kualitas buah menggunakan metode respon permukaan (*Response Surface Methodology/ RSM*). RSM merupakan teknik optimasi yang banyak digunakan dalam bidang teknik dan pertanian. Metode tersebut memungkinkan permasalahan dengan beberapa variabel bebas dapat dianalisis respon optimalnya (Iriawan dan Astuti 2006). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum kombinasi perlakuan panas dan suhu penyimpanan dengan menggunakan metode respon permukaan (RSM) terhadap kualitas buah mangga kultivar Arumanis

Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2013 di kebun mangga Desa Girinata Kabupaten Cirebon, dilanjutkan di Laboratorium Pascapanen Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, menggunakan *Response Surface Methodology* dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu suhu perlakuan panas (50±1 °C, 55±1 °C, 60±1 °C, selama 5 menit) dan faktor kedua yaitu suhu penyimpanan (13±1 °C, 20±1 °C, 27±1 °C).

Respon yang dioptimumkan adalah kekerasan buah, padatan terlarut total, dan asam tertitrasi total. Rancangan untuk orde kedua yang digunakan pada penelitian ini adalah *Central Composite Design* dengan nilai $\alpha=1$.

Data respon dari peubah bebas diolah menggunakan *Design Expert 7 (DX7)*. Model regresi yang dihasilkan diuji dan dianalisis dengan nilai koefisien determinasi (R^2) dan *lack of fit*. Apabila nilai *lack of fit* dari model kurang dari nilai α (0.05) dan R^2 kurang dari 50% menunjukkan bahwa ada model orde yang lebih tinggi yang tepat untuk mempresentasikan data yang ada sehingga dilanjutkan pengolahan orde kedua.

Indeks panen buah mangga Arumanis yang digunakan adalah warna buah hijau, bentuk lekukan bagian pangkal dan ujung hampir hilang, umur buah 90-100 hari setelah anthesis dan lentisel tersebar merata pada permukaan buah. Kemudian buah disortasi berdasarkan standar minimum buah mangga (BSN 2009), dilakukan penandaan getah, kemudian dicuci menggunakan Ca(OH)_2 0.25% b/v + deterjen 1% b/v pada 6 jam setelah dipanen. Setelah kering, buah dibungkus dengan kertas koran dan dikemas dalam keranjang, kemudian diangkut menggunakan mobil menuju laboratorium. Aplikasi perlakuan panas dengan suhu yang telah ditetapkan menggunakan *water bath*, setelah itu buah dikering-anginkan selama 1 jam, lalu buah disimpan dalam lemari pendingin dengan suhu penyimpanan yang telah ditetapkan. Pengamatan dilakukan pada beberapa variabel yaitu daya simpan, persentase getah yang menempel, kerusakan selama penyimpanan (bintik lentisel, *mango scab*, busuk buah, dan antraknosa), kekerasan buah menggunakan penetrometer laboratorium, asam tertitrasi total, padatan terlarut total, dan kenampakan buah.

Hasil dan Pembahasan

Daya Simpan

Daya simpan buah mangga pada penelitian ini ditentukan berdasarkan kesegaran buah, dan waktu buah mulai busuk. Tabel 1 merupakan hasil penentuan periode buah tetap terlihat segar, dan hari buah mulai busuk.

Tabel 1. Pengaruh kombinasi suhu perlakuan panas dan suhu simpan terhadap daya simpan buah mangga Arumanis

Perlakuan	Kriteria		Daya Simpan
	Periode Kesegaran	Mulai Busuk	
		hari ke- (HSP)	
60±1 °C * 27±1 °C	12.00	21.00	12.00
60±1 °C * 20±1 °C	12.00	15.00	12.00
60±1 °C * 13±1 °C	21.00	21.00	21.00
55±1 °C * 27±1 °C	15.00	15.00	15.00
55±1 °C * 20±1 °C	19.50	17.00	17.00
55±1 °C * 13±1 °C	21.00	>21	21.00
50±1 °C * 27±1 °C	15.00	15.00	15.00
50±1 °C * 20±1 °C	18.00	21.00	18.00
50±1 °C * 13±1 °C	21.00	>21	21.00

Keterangan: Data tidak dianalisis statistika

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya simpan terbaik dimiliki buah mangga dengan perlakuan kombinasi suhu 60 ± 1 °C dengan 13 ± 1 °C, kombinasi suhu 55 ± 1 °C dengan 13 ± 1 °C, kombinasi suhu 50 ± 1 °C dengan 13 ± 1 °C selama 21 hari setelah panen (HSP). Bahkan, buah mangga yang diberikan perlakuan kombinasi suhu 55 ± 1 °C dengan 13 ± 1 °C, dan kombinasi suhu 50 ± 1 °C dengan 13 ± 1 °C tidak mengalami kebusukan hingga 21 HSP.

Kekerasan Buah

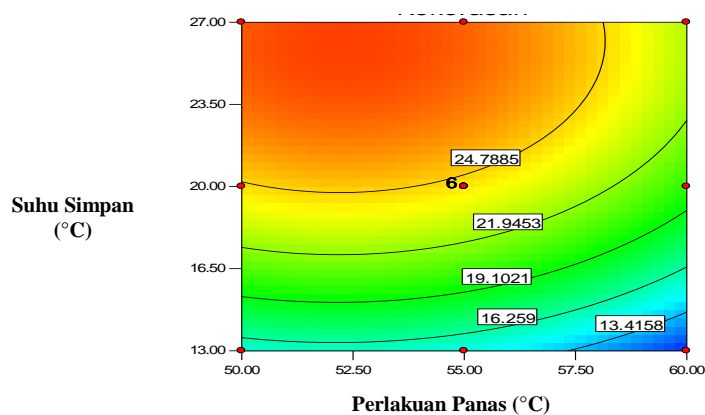
Analisis data menggunakan DX7 memungkinkan diperoleh model kuadratik tanpa melakukan analisis orde pertama secara khusus sesuai model yang disarankan dalam DX7. Hasil analisis data respon kekerasan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa model *full quadratic* yang digunakan sudah sesuai dengan sebaran data yang dihasilkan dan model mampu menjelaskan respon kekerasan buah mangga Arumanis.

Tabel 2. Koefisien regresi orde kedua respon kekerasan buah pada 12 HSP

Variabel	Hasil Analisis Statistika	
	Koefisien	Nilai p
Model		0.0076 *
Konstanta	24.37	-
X_1 (Perlakuan Panas)	-2.28	0.0821 ^{tn}
X_2 (Suhu Simpan)	6.01	0.0011 *
$X_1 * X_2$ (Perlakuan Panas * Suhu Simpan)	0.058	0.9677 ^{tn}
$X_1 * X_1$ (Perlakuan Panas * Perlakuan panas)	-2.04	0.2621 ^{tn}
$X_2 * X_2$ (Suhu Simpan * Suhu Simpan)	-3.41	0.0804 ^{tn}
R^2	75.11 %	-
Lack of fit		0.9962 ^{tn}

Keterangan: *, artinya berpengaruh nyata (nilai $p < 0.05$)
^{tn}, artinya tidak ada pengaruh nyata (nilai $p > 0.05$)

Nilai koefisien determinasi (R^2) menunjukkan perlakuan yang digunakan dapat menjelaskan respon kekerasan buah sebesar 75.11%. Nilai R^2 sebesar 75.11% berarti bahwa terdapat hubungan yang kuat antara respon kekerasan buah dengan perlakuan panas dan suhu simpan. Suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kekerasan yang diamati. Visualisasi kontur dari model respon kekerasan buah mangga Arumanis menggunakan metode RSM dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kontur respon kekerasan buah mangga Arumanis pada 12 HSP

Semakin biru warna yang ditunjukkan pada kontur, nilai semakin rendah artinya jaringan buah mangga Arumanis semakin tegar. Meningkatnya kekerasan buah seiring dengan meningkatnya suhu perlakuan panas dan semakin rendahnya suhu simpan. Hal ini diduga karena perlakuan panas memberikan stres panas selama 5 menit dapat menghambat enzim-enzim yang berperan dalam degradasi komponen penyusun dinding sel, demikian pula dengan suhu rendah selama penyimpanan, seperti enzim selulase, enzim hemiselulase, enzim protopektinase, enzim pektin metilesterase dan poligalakturonase yang menghidrolisis pektin (Efendi 2005). Hasil penelitian Lurie *et al.* (1996) menunjukkan perlakuan panas sebelum penyimpanan dapat menghambat sintesis enzim yang terlibat dalam proses pemasakan buah termasuk enzim yang terlibat dalam sintesis etilen.

Padatan Terlarut Total

Hasil analisis data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa model *full quadratic* yang digunakan sudah sesuai dengan sebaran data yang dihasilkan oleh percobaan dan model mampu menjelaskan respon PTT.

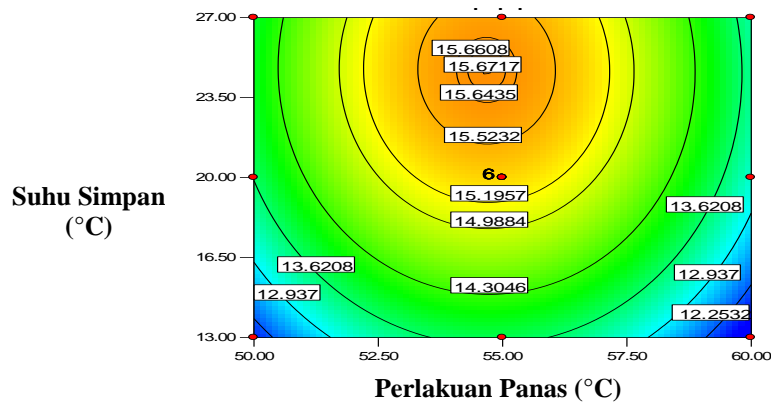
Tabel 3. Koefisien regresi orde kedua respon padatan terlarut total buah (PTT) pada 12 HSP

Variabel	Hasil Analisis Statistika	
	Koefisien	Nilai p
Model		0.0238 [*]
Konstanta	15.35	-
X ₁ (Perlakuan Panas)	-0.23	0.5475 ^{tn}
X ₂ (Suhu Simpan)	0.93	0.0394 [*]
X ₁ *X ₂ (Perlakuan Panas *Suhu Simpan)	-0.02	0.9575 ^{tn}
X ₁ * X ₁ (Perlakuan Panas*Perlakuan panas)	-1.94	0.0093 [*]
X ₂ *X ₂ (Suhu Simpan*Suhu Simpan)	-0.69	0.2450 ^{tn}
R ²	64.66%	-
<i>Lack of fit</i>		0.8197 ^{tn}

Keterangan: ^{*}, artinya berpengaruh nyata (nilai p < 0.05)

^{tn}, artinya tidak ada pengaruh nyata (nilai p > 0.05)

Nilai R² menunjukkan bahwa perlakuan dapat menjelaskan respon PTT sebesar 64.66% sedangkan 35.34% dijelaskan oleh faktor lain. Tabel 3 juga menunjukkan adanya pengaruh nyata suhu simpan terhadap PTT buah mangga Arumanis pada 12 HSP. Visualisasi kontur dari model respon PTT buah mangga Arumanis dapat dilihat pada Gambar 2, menunjukkan PTT buah mangga Arumanis meningkat seiring meningkatnya suhu simpan dan menurunnya suhu perlakuan panas hingga batas tertentu, kemudian terjadi penurunan.



Gambar 2. Kontur respon PTT buah mangga Arumanis pada 12 HSP

Saat proses pemasakan buah, terjadi proses hidrolisis pati menjadi gula akibatnya kandungan padatan terlarut buah meningkat secara bertahap setelah panen selama proses pemasakan dan sebagian padatan terlarut adalah gula (Poerwanto dan Susila 2014). Suhu rendah dapat memperlambat laju metabolisme buah. Peningkatan PTT buah hingga batas tertentu, kemudian terjadi penurunan pada suhu tertentu diduga karena buah telah melewati batas kemasakannya.

Asam Tertitiasi Total

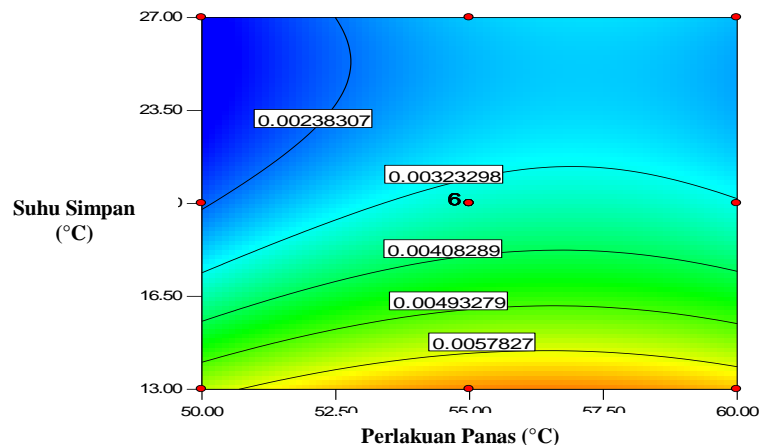
Setelah dilakukan analisis data, diperoleh model respon asam tertitiasi total berupa model orde kedua. Hasil analisis pada Tabel 4 menunjukkan bahwa model yang digunakan sudah sesuai dengan sebaran data respon ATT buah mangga Arumanis, dan mampu menjelaskan respon ATT.

Tabel 4. Koefisien regresi orde kedua respon asam tertitiasi total pada 12 HSP

Variabel	Hasil Analisis Statistika	
	Koefisien	Nilai p
Model		0.0191 *
Konstanta	0.0035	-
X ₁ (Perlakuan Panas)	0.0005	0.2865 ^{tn}
X ₂ (Suhu Simpan)	-0.0019	0.0014 *
X ₁ *X ₂ (Perlakuan Panas *Suhu Simpan)	-0.0001	0.8089 ^{tn}
X ₁ * X ₁ (Perlakuan Panas*Perlakuan panas)	-0.0007	0.2907 ^{tn}
X ₂ *X ₂ (Suhu Simpan*Suhu Simpan)	0.0013	0.0661 ^{tn}
R ²	66.97%	-
<i>Lack of fit</i>		0.3214 ^{tn}

Keterangan: *, artinya berpengaruh nyata (nilai p < 0.05)
^{tn}, artinya tidak ada pengaruh nyata (nilai p > 0.05)

Perlakuan panas tidak berpengaruh terhadap respon ATT, sedangkan suhu simpan berpengaruh terhadap respon ATT buah mangga Arumanis. Perlakuan memiliki hubungan yang kuat dengan respon ATT dengan nilai R² sebesar 66.97%.



Gambar 3. Kontur respon ATT buah mangga Arumanis pada 12 HSP

Gambar 3 menunjukkan suhu perlakuan panas yang tinggi dan suhu simpan yang rendah, menghasilkan nilai ATT yang tinggi. Hal ini menunjukkan adanya penghambatan penurunan kandungan asam pada buah mangga Arumanis. Suhu rendah dapat menghambat proses perubahan asam organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Hasil penelitian Baloch *et al.* (2011) menunjukkan bahwa kandungan asam sitrat pada buah yang diberikan perlakuan suhu rendah lebih tinggi dibandingkan kontrol. Diduga bahwa asam sitrat terlibat sebagai substrat dalam respirasi, sehingga dengan tingginya kandungan asam buah menunjukkan proses perubahan asam organik menjadi senyawa sederhana terhambat.

Kombinasi Optimum

Setelah mendapatkan model dari respon kekerasan, PTT, dan ATT buah mangga Arumanis, dapat ditentukan optimasi secara keseluruhan untuk tujuan penyimpanan. Penentuan tujuan optimasi ditentukan terlebih dahulu, yaitu optimasi respon kekerasan yang diinginkan berupa minimisasi, respon PTT berupa minimisasi, dan respon ATT berupa maksimisasi, kemudian dilakukan uji *desirability*.

Nilai target optimasi yang dapat dicapai disebut *desirability* yang memiliki nilai 0-1. Kualitas pascapanen buah mangga Arumanis terpilih dan nilai prediksi respon kekerasan, PTT, dan ATT disajikan pada Tabel 5. Pada Tabel 5, terdapat 4 opsi titik optimasi artinya perlakuan panas dan suhu simpan tersebut yang akan menghasilkan kualitas buah mangga dengan karakteristik (kekerasan, PTT, ATT) optimum untuk tujuan penyimpanan sebesar 91.2 %, 91.1%, 91 %, atau 76.9%.

Tabel 5. Hasil optimasi program DX7 untuk respon kekerasan, PTT, dan ATT pada 12 HSP

No.	Perlakuan Panas	Suhu Simpan	Kekerasan (mm 50 g ⁻¹ 5 d ⁻¹)	PTT (°Brix)	ATT (%)	<i>Desirability</i>
1	60.00 °C	13±1°C	10.572	11.569	0.6	0.912
2	59.90 °C	13±1°C	10.703	11.652	0.6	0.911
3	59.79 °C	13±1°C	10.840	11.739	0.6	0.910
4	50.00 °C	13±1°C	15.256	11.986	0.5	0.769

Optimasi merupakan kegiatan untuk mencapai nilai *desirability* maksimum namun tujuan optimasi bukan untuk mencari nilai *desirability* sebesar 1 melainkan untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan (Puspitojati dan Santoso 2012). Opsi ke-4 dipilih sebagai perlakuan yang optimum untuk tujuan penyimpanan karena didukung oleh beberapa variabel pengamatan lain. Kombinasi perlakuan 50 °C dengan suhu simpan 13±1 °C belum terserang antraknosa dan busuk buah pada 12 HSP, dan *mango scab* pada kulit buah hanya 1 cm. Selain itu, bintik lentisel juga mencapai 10% pada kulit buah. Walau demikian, penilaian panelis lebih baik terhadap kenampakan buah mangga Arumanis pada perlakuan panas 50±1 °C dengan suhu simpan 13±1°C dibandingkan dengan perlakuan panas 60±1 °C dengan suhu simpan 13±1°C yang memiliki nilai *desirability* tertinggi.

Suhu rendah dapat menghambat proses metabolisme dalam buah. Hal ini juga dibuktikan pada penelitian Baloch *et al.* (2011) yakni pada 2 varietas mangga yang diberikan perlakuan suhu rendah dapat menghilangkan sejumlah panas dari buah sehingga kekerasan dan kandungan asam buah lebih tinggi dibandingkan kontrol. Selain itu, gula total dan kandungan karotenoid buah lebih rendah dibandingkan kontrol, yang menunjukkan proses metabolisme terhambat.

Perlakuan panas juga dapat menghambat proses metabolisme buah dan menghambat perkembangan patogen yang menyerang buah. Dilaporkan bahwa perlakuan panas pada kondisi tidak mematikan dapat menyebabkan stres ringan pada buah, merangsang penghambatan sementara metabolisme, kemudian kembali normal pada suhu yang tidak menyebabkan stres (Martinez dan Civello 2008). Perkembangan patogen terhambat dapat dijelaskan oleh hasil penelitian Spadoni *et al.* (2014) yang menunjukkan suhu panas 60 °C selama 20 detik efektif menekan pertumbuhan hifa dan konidia jamur *Monilia laxa* pada buah peach.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Kombinasi perlakuan panas dengan suhu 50±1 °C selama 5 menit dengan suhu simpan 13±1°C memiliki nilai *desirability* 76.9%, merupakan kombinasi perlakuan yang memberikan kondisi optimum, yaitu untuk respon kekerasan dengan nilai 15.266 mm·50 g⁻¹ 5 d⁻¹, padatan terlarut total dengan nilai 11.986 °Brix, dan asam tertitrasi total dengan nilai 0.5%. Kenampakan yang terlihat akibat perlakuan tersebut adalah meskipun ada kerusakan pada buah mangga tetapi buah masih agak disukai panelis, belum terinfeksi antraknosa dan busuk buah, bintik lentisel 10% dan *mango scab* hanya 1 cm.

Saran

1. Aplikasi perlakuan panas menggunakan suhu 50 °C dengan cara perendaman selama 5 menit setelah buah mangga dicuci menggunakan bahan pencuci, kemudian buah disimpan pada suhu 13±1°C setelah 1 hari dipanen dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas buah mangga Arumanis.
2. Sebaiknya dilakukan percobaan sekali lagi menggunakan kombinasi optimum yang dipilih untuk mengkonfirmasi hasil pengamatan yang diperoleh pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ajila, C.M. and U.J.S. Prasada Rao. 2013. Mango peel dietary fibre: Composition and associated bound phenolics. *J fungsional food*. 5(2013): 444-450.
- Baloch, M.K., F. Bibi, and M.S. Jilani. 2011. Quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) fruit: as affected by cooling at harvest time. *Scientia Hort*. 130(2011): 642-646.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. Standar nasional Indonesia-mangga. [diunduh 2013 September 14]
http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/9481
- Efendi, D. 2005. Rekayasa genetika untuk mengatasi masalah-masalah pascapanen. *Bul. Agron*. (33) (2): 49-56.
- Iriawan, N. and S.P. Astuti. 2006. *Mengolah Data Statistika dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta (ID). Penerbit Andi.
- Ketsa, S., S. Chidragoo, and S. Lurie. 2000. Prestorage heat treatment and poststorage quality of mango fruit. *Hort Science*. 35(2): 247-249.
- Lurie, S., A. Handros, E. Fallik, and R. Shapira. 1996. Reversible inhibition of tomato fruit gene expression at high temperature-effects on tomato fruit ripening. *Plant Physiol*. (1996)110: 1207-1214. doi:10.2135/1984
- Martinez, G.A., and P.M. Civello. 2008. Effect of heat treatment on gene expression and enzyme activities associated to cell wall degradation in strawberry fruit. *Postharvest Biol. Technol*. (49): 38-45.
- Negi, P.S., K.S. John, and U.J.S.P. Rao. 2002. Antimicrobial activity of mango sap. *Eur Food Res Techn*. 214 (2002):327-330.doi:10.1007/s00217-001-0485-7.
- Poerwanto, R, Sobir, and D. Efendi. 2013. Perbaikan kualitas buah manggis dan mangga sebagai upaya peningkatan ekspor buah tropika nusantara (Laporan akhir). Program Hibah Kompetensi. Jakarta (ID). Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Poerwanto, R. and A.D. Susila. 2014. *Teknologi Hortikultura*. Bogor (ID). IPB Press.
- Purwoko, B.S. and F.S. Magdalena. 1999. Pengaruh perlakuan pascapanen dan suhu simpan terhadap daya Simpan dan kualitas buah mangga (*Mangifera indica* L.) varietas Arumanis. *Bul. Agron*. 27 (1): 16-24.
- Puspitojati, E. and H. Santoso. 2012. Optimasi fermentasi pada pembuatan ekstrak temulawak sebagai bahan baku es krim. *J Ilmu-ilmu Pert*. 16 (2): 91-99.
- Spadoni, A., M. Guidarelli, S.M. Sanzani, A. Ippolito, and M. Maria. 2014. Influence of hot water treatment on brown rot of peach and rapidfruit response to heat stress. *Postharv Bio*. 94 (2014): 66-75.
- Yahia, E.M. and P. Campos. 2000. The Effect of Hot Water Treatment Used for Insect Control on The Ripening and Quality of Mango Fruit. *Acta Hort* (509): 495-501.
- Yuniarti dan Suhardjo. 1994. Pengaturan waktu dan teknik pemanenan buah mangga arumanis. *Agritech*. 17(3): 1-3.

Diskusi

1. Nama Penanya : Ismadi
Pertanyaan/saran/komentar : - teknologi yang dipraktikkan seperti apa perlakuannya
- Kriteria buah yang diperlakukan
- Umur panen sampai rusak
- Jawab : Perlakuan faktor 1 dengan air panas menggunakan waterbath pada buah mangga yang sudah disortasi, dibiarkan 1 jam, ditiriskan lalu diletakkan di lemari pendingin
Harapannya bisa diaplikasikan oleh petani tetapi ternyata pembuatan alatnya sulit.
Buah yang digunakan yang berumur 80-90 hari setelah antesis
Buah busuk 6 HSP (kontrol), ada yang 9 HSP
2. Nama Penanya : Anang Triwiratno
Pertanyaan/saran/komentar : - apakah dapat diaplikasikan untuk proteksi tanaman dan kualitas buah
- saran: kata scab sebaiknya diganti dengan kudis
- Jawab : Untuk pengendalian lalat buah suhunya $\pm 46^{\circ}\text{C}$ dengan waktu 75 menit dengan uap panas bukan dengan menggunakan waterbath.