

Perlakuan Air Panas dan Pengaturan Suhu Simpan untuk Mempertahankan Kualitas Buah Mangga (*Mangifera indica* L.) cv. Gedong [Hot Water Treatment and Storage Temperature Control to Maintain the Quality Mango Fruit (*Mangifera indica* L.) cv. Gedong]

Ilmi, NK¹⁾, Poerwanto, R¹⁾, dan Sutrisno²⁾

¹⁾ Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Jln. Meranti Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

²⁾ Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Jln. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680
E-mail: roedhy8@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal 19 Agustus 2014 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 19 Januari 2015

ABSTRAK. Penanganan pascapanen yang kurang tepat mengakibatkan kualitas buah mangga rendah dan kehilangan hasil. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengujian perlakuan pascapanen berupa perlakuan panas dan suhu penyimpanan pada buah mangga Gedong. Tujuan penelitian adalah menentukan perlakuan yang dapat mempertahankan kualitas pascapanen buah mangga Gedong. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2013 di Laboratorium Pusat Kajian Hortikultura Tropika, Institut Pertanian Bogor. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan pola split plot terdiri atas dua faktor yaitu suhu pencucian ($60\pm 1^\circ\text{C}$, $53\pm 1^\circ\text{C}$, suhu air normal) dan suhu penyimpanan (suhu $18,1\pm 1^\circ\text{C}$, $16,1\pm 1^\circ\text{C}$, suhu ruang). Pencucian dengan suhu $53\pm 1^\circ\text{C}$ dapat digunakan untuk membersihkan buah. Perlakuan yang dapat menghambat perubahan susut bobot, kekerasan buah, kandungan asam (asam tertitrasi total), dan padatan terlarut total adalah penyimpanan pada suhu rendah ($16,1\pm 1^\circ\text{C}$ dan $18,1\pm 1^\circ\text{C}$). Perlakuan yang memberikan penampilan yang baik, dapat menekan perkembangan penyakit antraknos, dan menghambat perubahan warna buah adalah kombinasi perlakuan suhu pencucian $53\pm 1^\circ\text{C}$ dengan suhu simpan $16,1\pm 1^\circ\text{C}$.

Katakunci: Mangga Gedong; Perlakuan panas; Antraknos; Kualitas pascapanen; Suhu penyimpanan

ABSTRACT. The improper postharvest handling lead to a poor mango fruit quality and fresh fruit yield loss. Therefore, this study performed postharvest handling testing focused on heat treatment and storage temperature of Gedong mango. This research aimed to determine the best treatment which can maintain Gedong mango postharvest quality. This research was conducted in July 2013 at Center of Tropical Horticulture Studies Laboratory of Bogor Agricultural University using completely randomized design with split plot, consisted of washing water temperature factor ($60\pm 1^\circ\text{C}$, $53\pm 1^\circ\text{C}$, normal water temperature) and storage temperature factor ($18,1\pm 1^\circ\text{C}$, $16,1\pm 1^\circ\text{C}$, room temperature). The washing with $53\pm 1^\circ\text{C}$ temperature can be utilized for fruit cleaning. Low storage temperature of $16,1\pm 1^\circ\text{C}$ is able to inhibit weight loss, fruit firmness, acid content (total titratable acidity), and total soluble content. The combination of washing temperature treatment of $53\pm 1^\circ\text{C}$ and storage temperature treatment of $16,1\pm 1^\circ\text{C}$ can result a good fruit performance, suppress anthracnose infestation, and slow down the fruit color change.

Keywords: Gedong mango; Heat treatment; Anthracnose; Postharvest quality; Storage temperature

Getah menjadi salah satu penyebab menurunnya kualitas pascapanen buah mangga karena getah dapat menyebabkan buah terlihat kotor, dermatitis, dan menjadi media bagi pertumbuhan cendawan (Yuniarti & Suhardjo 1994). Upaya yang dapat dilakukan untuk menghilangkan getah yaitu dengan pencucian. Penelitian sebelumnya telah menemukan formulasi bahan pencuci yang dapat menghilangkan getah, debu, dan kotoran lain yang melekat pada buah mangga Arumanis dan Gedong yakni menggunakan larutan deterjen dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Poerwanto 2013).

Beberapa tahun terakhir, perlakuan panas (*heat treatment*) menjadi salah satu teknologi pengendalian hama dan penyakit yang banyak dilakukan pada hasil panen hortikultura. Perlakuan *vapour hot treatment*

(VHT) dengan suhu $52\text{--}55^\circ\text{C}$ selama 10 menit menjadi salah satu cara untuk mengatasi penyakit diplodia (*Diplodia natalensis*) yang diaplikasikan setelah buah mangga Arumanis dipanen (Deptan 2008). Pada buah mangga Gedong Gincu telah dilakukan pengendalian lalat buah menggunakan teknik VHT. *Vapour hot treatment* dengan suhu $46,5^\circ\text{C}$ yang diikuti pelilinan dapat mempertahankan buah mangga hingga 28 hari dalam penyimpanan (Marlisa 2007). Selain itu, perlakuan panas digunakan untuk memperpanjang umur simpan buah-buahan yang didasarkan pada pengaruhnya terhadap aktivitas enzim dalam buah (Ketsa *et al.* 2000). Perlakuan panas sebelum penyimpanan dapat menghambat sintesis enzim yang terlibat dalam proses pemasakan buah tomat termasuk

enzim yang terlibat dalam sintesis etilen (Lurie *et al.* 1996), yakni 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) sintase dan oksidase (Zhou *et al.* 2002). Pembentukan etilen dari metionin yakni melalui senyawa intermedier S-adenosil-metionin (SAM) dan ACC. Perubahan SAM menjadi ACC dilakukan oleh enzim ACC-sintase, kemudian ACC dirubah menjadi etilen oleh ACC-oksidase. ACC-oksidase merupakan enzim yang labil dan sensitif terhadap oksigen, dan suhu tinggi di atas 35°C. ACC-oksidase menjadi tidak aktif akibat perlakuan panas, dan penurunan sintesis ACC-oksidase terjadi melalui penurunan m-RNA. Akibatnya, ACC meningkat tajam, sedangkan etilen mengalami penurunan (Lurie *et al.* 1996, Lurie 1998, Sudjatha & Wisaniyasa 2008).

Hasil penelitian Ketsa *et al.* (2000) menunjukkan bahwa perlakuan panas pada suhu 38°C tidak dapat menghambat pemasakan buah mangga cv. Nam Dok Mai. Diduga bahwa perlakuan panas akan berpengaruh terhadap pemasakan buah mangga jika suhu ditingkatkan. Namun demikian, perlakuan panas dengan suhu 38°C dapat memperbaiki kualitas buah setelah disimpan pada suhu rendah. Selain itu, buah mangga mengalami kerusakan yang lebih rendah dibandingkan dengan buah mangga yang tidak diberi perlakuan panas.

Perbaikan kualitas buah mangga dapat dilakukan dengan mengombinasikan beberapa perlakuan pascapanen untuk mengoptimalkan pengaruhnya terhadap perubahan fisiologis yang selanjutnya dapat menghambat penurunan kualitas buah (Prawaningrum 2012). Penyimpanan pada suhu kamar dapat mempercepat proses respirasi dan meningkatkan kehilangan hasil (Napitupulu 2013). Sementara itu, Yahia & Campos (2000) menyatakan bahwa perlakuan air panas dapat menyebabkan kerusakan pada kualitas buah mangga jika perlakuan tidak diterapkan dengan baik dan buah mangga tidak segera disimpan pada suhu rendah setelah diberikan perlakuan panas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengujian perlakuan panas dan suhu penyimpanan pada buah mangga Gedong. Aplikasi perlakuan panas dilakukan bersamaan dengan proses pencucian. Penyimpanan pada suhu rendah digunakan karena merupakan cara efektif dalam menghambat proses pemasakan jika dalam kisaran yang tidak menyebabkan *chilling injury* (Purwoko & Magdalena 1999). Hasil penelitian Baloch *et al.* (2011) menunjukkan bahwa buah mangga Langra dan Samar Baghist Caunsa yang direndam pada suhu air 15°C (*precooling*) kemudian disimpan pada suhu 15°C dapat menghambat perubahan warna kulit buah yang menunjukkan pemasakan buah terhambat.

Tujuan penelitian adalah menentukan perlakuan panas dan suhu penyimpanan yang dapat mempertahankan kualitas pascapanen buah mangga kultivar Gedong. Hipotesis yang diajukan adalah terdapat suhu perlakuan panas dan suhu penyimpanan yang dapat mempertahankan kualitas pascapanen buah mangga kultivar mangga Gedong.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2013 di Laboratorium Pusat Kajian Hortikultura Tropika, Institut Pertanian Bogor. Tempat pengambilan buah mangga Gedong di Desa Girinata, Kecamatan Duku Puntang, Kabupaten Cirebon.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain buah mangga cv. Gedong, deterjen komersial, dan Ca(OH)₂. Alat yang digunakan antara lain *waterbath*, refraktometer digital, timbangan analitik, *hardness tester*, dan lemari pendingin.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap pola split plot, digunakan dua faktor perlakuan yaitu suhu pencucian terdiri atas suhu 60±1°C, 53±1°C, dan suhu air normal (27±1°C), dan suhu penyimpanan terdiri atas suhu 18,1°C, 16,1°C, dan suhu ruang (25–28°C), dengan tiga ulangan sehingga terdapat 27 unit percobaan dan setiap unit percobaan terdiri atas dua sampel. Data nonparametrik dianalisis menggunakan Kruskal-Wallis. Jika terdapat pengaruh nyata, diuji lanjut dengan uji Duncan pada taraf 5%. Data parametrik dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf nyata 5%, apabila hasil menunjukkan ada pengaruh nyata perlakuan, diuji lanjut dengan DMRT pada taraf 5%.

Pelaksanaan Penelitian

Buah mangga Gedong dipanen menggunakan galah yang dilengkapi keranjang penampung dan pisau. Indeks panen 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. Setelah itu, dilakukan sortasi berdasarkan keutuhan, bebas memar, ukuran buah, layak konsumsi, serta bebas dari hama dan penyakit (Badan Standardisasi Nasional 2009). Bagian kulit buah yang terkena getah ditandai untuk menentukan persentase getah. Buah diangkut menuju laboratorium menggunakan kemasan kardus

yang dilengkapi ventilasi setelah buah dibungkus kertas koran. Buah mangga dicuci menggunakan larutan Ca(OH)_2 0,25% + deterjen 1% pada 24 jam setelah dipanen. Buah mangga dimasukkan ke dalam *waterbath* berisi larutan bahan pencuci dengan suhu $60\pm 1^\circ\text{C}$ dan $53\pm 1^\circ\text{C}$, dan sebagian buah dimasukkan dalam larutan bahan pencuci pada suhu air normal ($27\pm 1^\circ\text{C}$). Buah dibersihkan menggunakan busa halus, kemudian dibilas dengan air bersih, lalu dikering-anginkan. Kemudian, buah disimpan dalam lemari pendingin bersuhu $18,1\pm 1^\circ\text{C}$, $16,1\pm 1^\circ\text{C}$, dan disimpan pada suhu ruang ($25\text{--}28^\circ\text{C}$).

Variabel yang diamati sebagai data nonparametrik yaitu persentase getah yang menempel, persentase yang menunjukkan gejala antraknos, dan warna buah. Pengamatan data nonparametrik menggunakan teknik skoring berdasarkan Holmes *et al.* (2009). Variabel yang diamati sebagai data parametrik yaitu susut bobot dengan cara mengukur bobot buah setiap hari pengamatan, tingkat kekerasan menggunakan *hardness tester*, asam tertitrisasi total menggunakan metode titrasi, dan padatan terlarut total buah menggunakan refraktometer digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Kehilangan Getah

Penentuan persentase kehilangan getah dilakukan untuk memastikan pencucian dapat menghilangkan getah yang menempel pada buah. Banyaknya getah yang hilang setelah pencucian ditunjukkan pada Gambar 1.

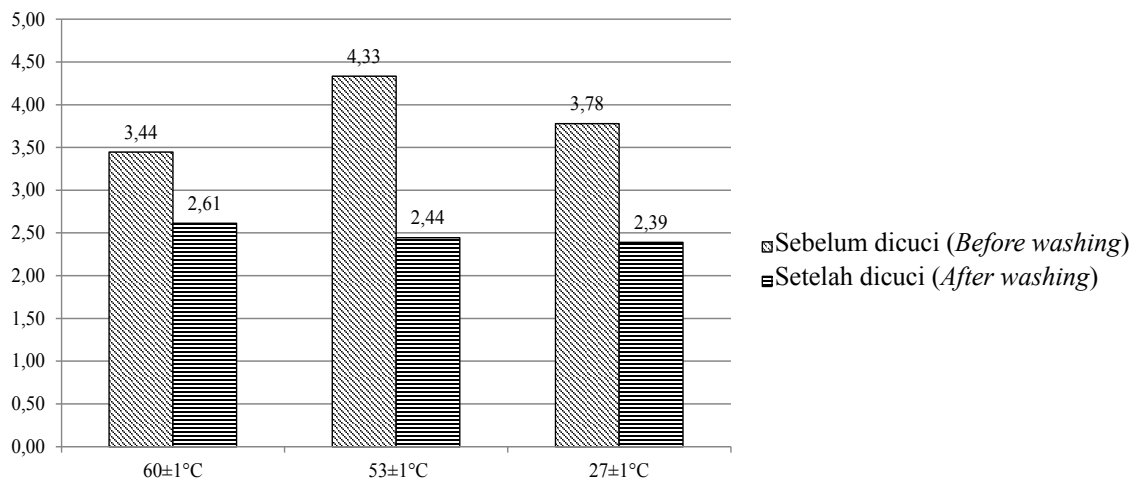
Gambar 1 menunjukkan adanya kehilangan getah pada kulit buah mangga setelah dicuci. Pencucian buah pada suhu $53\pm 1^\circ\text{C}$ dan $27\pm 1^\circ\text{C}$ memiliki skor

getah sebelum dicuci yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu $60\pm 1^\circ\text{C}$, namun yang dinilai adalah banyaknya getah yang hilang akibat pencucian. Oleh karena itu, pencucian buah mangga Gedong pada suhu $53\pm 1^\circ\text{C}$ mampu menghilangkan getah pada kulit buah lebih banyak dibandingkan pada suhu $60\pm 1^\circ\text{C}$. Secara umum, penampilan buah setelah dicuci lebih baik dibandingkan buah sebelum dicuci. Berdasarkan data yang diperoleh, pencucian dengan suhu $53\pm 1^\circ\text{C}$ lebih baik digunakan untuk membersihkan buah mangga Gedong dari getah yang menempel selama 24 jam sejak buah dipanen. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Jabbar *et al.* (2012) yang menunjukkan bahwa kombinasi penghilangan getah secara kimia dan perlakuan air panas efektif menekan kerusakan akibat getah pada buah mangga Samar Bahist Chaunsa. Perlakuan air panas perlu dilakukan karena memiliki efek membersihkan dan kemungkinan ini berkaitan dengan kandungan minyak dalam getah.

Daya Simpan

Daya simpan ditentukan berdasarkan periode buah tetap terlihat segar, tidak busuk, dan rasa yang tetap normal selama dalam penyimpanan sehingga masih layak dikonsumsi. Daya simpan buah mangga Gedong setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa daya simpan buah mangga Gedong terlama adalah 12 hari setelah panen (HSP). Buah mangga Gedong yang memiliki daya simpan 12 HSP yakni buah pada kombinasi perlakuan suhu pencucian $53\pm 1^\circ\text{C}$ dengan suhu simpan $18,1\pm 1^\circ\text{C}$, suhu pencucian $53\pm 1^\circ\text{C}$ dengan suhu simpan $16,1\pm 1^\circ\text{C}$, dan suhu pencucian $53\pm 1^\circ\text{C}$ dengan suhu ruang. Selanjutnya, buah pada kombinasi pencucian pada suhu air normal dengan suhu simpan $16,1\pm 1^\circ\text{C}$ juga memiliki daya simpan 12 HSP. Buah mangga Gedong yang paling cepat membusuk adalah



Gambar 1. Banyaknya getah yang menempel pada kulit buah sebelum dan sesudah buah dicuci (*The amount of sap on the mango peel before and after washing*)

Tabel 1. Pengaruh suhu pencucian, suhu simpan, dan kombinasi keduanya terhadap daya simpan buah mangga Gedong (*Effect of washing temperature, storage temperature, and the combination both of those*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Kriteria (<i>Criteria</i>) HSP (<i>DAH</i>)		Daya simpan (<i>Shelf life</i>) HSP (<i>DAH</i>)
	Periode kesegaran (<i>Fresh period</i>)	Mulai busuk (<i>Start of rot</i>)	
Suhu pencucian* Suhu simpan (<i>Washing temperature* storage temperature</i>)			
60±1°C * suhu ruang	9	12	9
60±1°C * 18,1±1°C	10	12	10
60±1°C * 16,1 ±1°C	11	13	11
53±1°C * suhu ruang	12	12	12
53±1°C * 18,1±1°C	12	12	12
53±1°C * 16,1±1°C	12	12	12
27±1°C * suhu ruang	12	9	9
27±1°C * 18,1±1°C	12	10	10
27±1°C * 16,1±1°C	12	12	12

Data tidak dianalisis statistika (*No statistically analyzed data*)
HSP = Hari setelah panen, DAH = *Days after harvesting*

buah yang dicuci pada suhu 27±1°C (air normal), dan buah yang dicuci pada 27±1°C kemudian disimpan pada suhu ruang (25–28°C). Daya simpan yang telah diketahui tersebut harus didukung oleh data sifat fisik, kimia buah, dan kerusakan yang tampak pada permukaan buah. Oleh karena itu, lebih lanjut dibahas pada pembahasan setiap variabel pengamatan.

Penampilan Buah

Buah mangga Gedong pada setiap suhu pencucian yang disimpan pada suhu ruang mengalami perubahan warna pada bagian eksokarp (kulit buah) dan mesokarp (daging buah) yang lebih cepat yaitu sejak 6 HSP. Kulit buah mangga Gedong yang dicuci pada suhu 53±1°C kemudian disimpan pada suhu ruang masih didominasi warna hijau.

Buah mangga Gedong yang memiliki penampilan baik hingga 12 HSP adalah buah yang dicuci pada suhu 53±1°C kemudian disimpan pada suhu 18,1±1°C maupun 16,1±1°C, dan buah yang dicuci pada suhu normal kemudian disimpan pada suhu 16,1±1°C. Penampilan buah yang paling tidak menarik adalah buah mangga Gedong yang dicuci pada suhu normal kemudian disimpan pada suhu ruang disebabkan adanya penyakit antraknos. Sementara itu, buah mangga Gedong yang dicuci pada suhu 60±1°C memiliki warna kulit buah yang tidak menarik dan terdapat bagian yang mengisut, walaupun serangan antraknos tidak begitu parah. Hal ini diduga akibat suhu pencucian yang terlalu tinggi sehingga jaringan buah mangga Gedong lebih cepat rusak.

Susut Bobot

Susut bobot ialah kehilangan bobot buah setelah buah dipanen, akibat penurunan kadar air (Darmajana 2008). Perubahan susut bobot selama penyimpanan ditampilkan pada Tabel 2 yang menunjukkan susut bobot buah mangga Gedong semakin meningkat seiring bertambahnya waktu simpan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu simpan berpengaruh nyata terhadap susut bobot sejak 2 HSP hingga 12 HSP, sedangkan pengaruh nyata suhu pencucian hanya terlihat pada 2 HSP, dan kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap susut bobot buah mangga Gedong. Susut bobot buah mangga pada suhu ruang nyata lebih tinggi dibandingkan pada suhu rendah (16,1±1°C dan 18,1±1) dengan nilai susut bobot tertinggi mencapai 19,18% pada 12 HSP dan penampilan buah yang lebih cepat berubah menjadi masak (Gambar 3), namun suhu simpan 16,1±1°C dan 18,1±1 cenderung tidak berbeda nyata.

Penurunan bobot terjadi secara alami karena buah tetap melakukan proses metabolik yaitu respirasi dan transpirasi selama proses penyimpanan dan pematangan sehingga terjadi kehilangan air dan bahan organik lain (Sudjatha & Wisaniyasa 2008). Susut bobot buah merupakan salah satu komponen yang dipengaruhi oleh suhu simpan dan suhu simpan memengaruhi laju respirasi buah (Candelario-Rodriguez *et al.* 2014, Lubis 2010). Suhu rendah dapat menunda proses pemasakan pada buah klimakterik (Sudjatha & Wisaniyasa 2008). Persentase susut bobot yang rendah menunjukkan bahwa suhu rendah



Gambar 2. Penampilan buah mangga Gedong pada setiap suhu pencucian yang disimpan pada suhu ruang pada 6 HSP (*Appearance of Gedong mango on each washing temperature in the room storage temperature at 6 DAH*)

$16,1 \pm 1^\circ\text{C}$ maupun $18,1 \pm 1^\circ\text{C}$ menghambat transpirasi dan respirasi sehingga susut bobot buah mangga Gedong pun terhambat. Laju transpirasi buah mangga pada suhu rendah terhambat kemungkinan disebabkan oleh tekanan uap air dalam buah telah seimbang atau bahkan lebih rendah daripada tekanan uap air dalam ruang pendinginan (Winarno 2002).

Apabila air yang digunakan oleh buah untuk transpirasi tidak mencukupi maka akan terjadi kerusakan seperti kulit buah keriput (Sudjatha & Wisaniyasa 2008). Hal ini ditunjukkan oleh buah mangga yang dicuci pada suhu air $60 \pm 1^\circ\text{C}$ kemudian disimpan pada suhu ruang yang memiliki kesegaran hanya selama 9 HSP. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tingginya laju transpirasi dan respirasi akibat suhu tinggi. Penelitian Paramitha (2009) menunjukkan bahwa puncak klimakterik pada proses respirasi semakin cepat terjadi pada suhu tinggi.

Kekerasan Buah

Kekerasan buah merupakan salah satu karakter kualitas buah yang diamati. Nilai kekerasan buah mangga Gedong selama penyimpanan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa suhu pencucian dan kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata. Data kekerasan buah pada 2 HSP tidak ditampilkan karena merupakan data awal dimana nilai kekerasan sama

untuk setiap perlakuan. Suhu simpan berpengaruh nyata terhadap kekerasan buah. Suhu rendah dan suhu ruang menunjukkan beda nyata selama penyimpanan, sedangkan suhu rendah $18,1 \pm 1^\circ\text{C}$ dan $16,1 \pm 1^\circ\text{C}$ tidak berbeda nyata pada 6 dan 12 HSP.

Kekerasan buah mangga Gedong mengalami perubahan selama penyimpanan. Nilai pada Tabel 3 berarti bahwa semakin kecil nilainya menunjukkan buah semakin lunak. Nilai kekerasan buah pada suhu rendah cenderung lebih tinggi daripada suhu ruang. Kekerasan terendah setiap perlakuan suhu simpan terjadi pada 12 HSP, namun buah yang disimpan pada suhu rendah memiliki kekerasan yang lebih tinggi daripada suhu ruang.

Nilai kekerasan buah terendah pada perlakuan suhu ruang kemungkinan disebabkan oleh enzim pektinase dan selulase yang berperan dalam proses perombakan protopektin dan hemiselulosa bekerja lebih aktif daripada enzim pada buah mangga yang disimpan pada suhu rendah. Perombakan tersebut mengakibatkan lemahnya dinding sel dan menurunnya daya kohesi yang mengikat sel satu dengan sel lainnya (Broto 2003).

Penyimpanan pada suhu rendah dapat menunda pelunakan buah diduga akibat terhambatnya aktivitas enzim-enzim yang berperan dalam proses degradasi senyawa-senyawa penyusun dinding sel. Enzim-enzim



Gambar 3. Penampilan buah mangga Gedong yang dicuci pada suhu normal kemudian disimpan pada suhu ruang, dan buah mangga yang dicuci pada suhu $60 \pm 1^\circ\text{C}$, pada 12 HSP (*Appearance mango Gedong washed at normal temperature and then stored at room temperature, and washed mango at $60 \pm 1^\circ\text{C}$, at 12 HSP*)

Tabel 2. Perubahan susut bobot buah mangga Gedong selama penyimpanan (*Changes of Gedong mango weight loss during storage*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Susut bobot (<i>Weight loss</i>), %				
	2 HSP (<i>DAH</i>)	3 HSP (<i>DAH</i>)	6 HSP (<i>DAH</i>)	9 HSP (<i>DAH</i>)	12 HSP (<i>DAH</i>)
Suhu pencucian (<i>Washing temperature</i>)					
60±1°C	1,42 a	4,45	7,31	10,48	13,75
53±1°C	0,87 b	3,96	6,77	9,39	11,09
27±1°C	1,32 a	4,27	6,89	9,41	12,86
Suhu simpan suhu ruang (<i>Storage temperature</i>)					
18,1±1°C	1,13 b	3,64 b	6,13 b	8,42 b	9,92 b
16,1 ±1°C	1,01 b	3,12 b	4,91 c	7,30 b	8,60 b
KK (<i>CV</i>), %	9,74	14,23	16,68	10,98	15,93

Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT 5% , KK: koefisien keragaman (*Mean followed by the same letter in the same column are not significantly different based on DMRT, p=0,05, CV: coefficient of variance*)

yang dimaksud yakni enzim selulase yang memecah selulosa menjadi selubiosa, enzim hemiselulase yang memecah hemiselulosa, enzim protopektinase yang merubah protopektin menjadi pektin, enzim pektin metilesterase, dan poligalakturonase yang menghidrolisis pektin (Sudjata & Wisaniyasa 2008, Efendi 2005).

Asam Titrasi Total (ATT)

Selama penyimpanan terjadi perubahan kandungan asam organik buah. Menurut Amiarsi & Mulyawanti (2013), asam titrasi total (ATT) dapat digunakan untuk mengidentifikasi asam-asam organik pada buah mangga. Nilai ATT buah mangga Gedong ditunjukkan dalam Tabel 4.

Suhu simpan berpengaruh nyata terhadap ATT pada 9 dan 12 HSP dengan nilai ATT tertinggi pada buah mangga yang disimpan pada suhu 16,1±1°C. Suhu pencucian dan kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap ATT buah mangga Gedong. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan asam buah mangga Gedong cenderung menurun seiring bertambahnya umur simpan. Adanya nilai ATT yang

meningkat maupun konstan diduga akibat buah yang digunakan dalam analisis destruktif adalah buah yang memiliki perbedaan tingkat kemasakan yang tidak terdeteksi saat buah dipanen.

Pada buah mangga Arumanis perubahan kandungan total asam dan pH disebabkan oleh perubahan kandungan asam organik (Mulyawanti *et al.* 2010). Suhu simpan dapat menghambat proses perubahan asam organik menjadi senyawa yang lebih sederhana yang menunjukkan bahwa proses respirasi terhambat. Hal ini juga dibuktikan pada penelitian Baloch *et al.* (2011) yakni pada dua varietas mangga yang diberikan perlakuan suhu rendah dapat menghilangkan sejumlah panas dari buah. Bersamaan dengan itu, kandungan asam sitrat menurun dan diduga asam sitrat terlibat sebagai substrat dalam respirasi. Adanya penghambatan perubahan asam organik pada suhu rendah sejalan dengan penghambatan susut bobot dan penurunan kekerasan buah mangga Gedong.

Padatan Terlarut Total (PTT)

Padatan terlarut total dapat digunakan untuk menunjukkan kandungan gula dalam buah mangga

Tabel 3. Perubahan kekerasan buah mangga Gedong selama penyimpanan (*Change of Gedong mango firmness during storage*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Kekerasan (<i>Firmness</i>), kg/detik			
	3 HSP (<i>DAH</i>)	6 HSP (<i>DAH</i>)	9 HSP (<i>DAH</i>)	12 HSP (<i>DAH</i>)
Suhu simpan suhu ruang (<i>Storage temperature</i>)				
18,1±1°C	1,23 a	1,24 a	0,60 c	0,21 b
16,1 ±1°C	0,96 b	1,67 b	0,87 a	0,45 a
16,1 ±1°C	1,18 a	1,87 b	1,40 b	0,54 a
KK (<i>CV</i>), %	14,73	14,84	23,70	9,06

Tabel 4. Perubahan asam tertitrasi total (ATT) buah mangga Gedong selama penyimpanan (*Change of Gedong mango total titratable acidity during storage*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	ATT (<i>Total titratable acidity</i>), %			
	3 HSP (<i>DAH</i>)	6 HSP (<i>DAH</i>)	9 HSP (<i>DAH</i>)	12 HSP (<i>DAH</i>)
Suhu simpan suhu ruang (<i>Storage temperature</i>)	1,41	0,70	0,70 b	0,33 b
18,1±1°C	1,67	0,84	0,72 b	0,36 b
16,1±1°C	1,59	0,71	0,97 a	0,52 a
KK (CV) %	8,55	7,33	20,68	11,87

Gedong karena gula adalah zat padat terlarut terbanyak yang terdapat dalam jus buah-buahan (Kitinoja & Kader 2003). Perubahan PTT buah mangga Gedong ditunjukkan pada Tabel 5.

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa suhu pencucian dan kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap PTT buah mangga Gedong. Suhu simpan berpengaruh nyata terhadap PTT buah mangga Gedong pada 6 HSP dengan nilai PTT tertinggi dicapai oleh buah yang disimpan pada suhu ruang. Suhu 18,1±1°C dan 16,1±1°C tidak berbeda nyata, namun memberikan efek penghambatan terhadap peningkatan PTT buah mangga Gedong. Pada 12 HSP kandungan PTT buah mangga pada suhu 18,±1°C nyata lebih rendah. Nilai PTT menunjukkan adanya penurunan kandungan PTT buah dari hari pengamatan 9 HSP pada suhu ruang dan 18,1±1 C, sedangkan pada suhu 16,1±1°C terjadi peningkatan PTT.

Nilai PTT yang rendah pada suhu 18,1±1°C maupun 16,1±1°C menunjukkan adanya penghambatan peningkatan PTT buah. Saat proses pemasakan buah, terjadi proses hidrolisis pati menjadi gula akibatnya kandungan PTT buah meningkat secara bertahap setelah panen selama proses pematangan (Sivakumar *et al.* 2011, Poerwanto & Susila 2014). Peningkatan PTT yang terhambat oleh suhu rendah kemungkinan disebabkan oleh adanya penghambatan proses hidrolisis pati menjadi gula. Berbeda dengan kandungan ATT yang cenderung menurun, PTT meningkat hingga hari penyimpanan tertentu kemudian

mengalami penurunan. Kandungan PTT buah yang disimpan pada suhu ruang menurun pada 12 HSP, kemungkinan disebabkan karena substrat (pati) telah banyak digunakan pada awal penyimpanan (Purwoko & Magdalena 1999).

Warna Kulit Buah

Selama penyimpanan terjadi perubahan warna kulit buah mangga Gedong. Perubahan warna buah dapat dilihat pada Tabel 6. Suhu simpan berpengaruh nyata terhadap warna buah mangga Gedong, sedangkan suhu pencucian tidak berpengaruh nyata. Data pada Tabel 6 menunjukkan adanya interaksi suhu pencucian dengan suhu simpan pada 6 HSP. Kombinasi pencucian pada suhu 53±1°C dan suhu simpan 16,1±1°C menunjukkan skor warna terendah yaitu 2,67 sehingga dapat dikatakan bahwa kombinasi tersebut menghambat perubahan warna buah mangga Gedong.

Buah mangga yang disimpan pada suhu ruang memiliki skor warna tertinggi yaitu 4,39 pada 6 HSP, 5,11 pada 9 HSP, dan 5,89 pada 12 HSP (Gambar 2 dan 3). Sebaliknya, buah pada suhu 16,1±1°C memiliki skor warna terendah hingga 12 HSP, namun pada 6 dan 9 HSP pengaruh suhu 16,1±1°C tidak berbeda dengan 18±1°C. Hasil ini menunjukkan bahwa suhu rendah baik 16,1±1°C maupun 18±1°C dapat mempertahankan warna hijau buah mangga Gedong.

Kehilangan warna hijau pada kulit buah disebabkan oleh proses degradasi warna hijau dan diikuti dengan proses pembentukan warna lain (Ritonga *et al.* 2008).

Tabel 5. Perubahan padatan terlarut total (PTT) buah mangga Gedong selama penyimpanan (*Change of Gedong mango total soluble solid during storage*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	PTT (<i>Total soluble solid</i>), °brix			
	3 HSP (<i>DAH</i>)	6 HSP (<i>DAH</i>)	9 HSP (<i>DAH</i>)	12 HSP (<i>DAH</i>)
Suhu simpan suhu ruang (<i>Storage temperature</i>)	11,20	15,52 a	15,51	14,80 ab
18,1±1°C	11,99	13,40 b	14,50	14,17 b
16,1±1°C	11,52	13,25 b	14,14	15,90 a
KK (CV), %	16,78	10,80	7,90	13,09

Tabel 6. Perubahan warna buah mangga Gedong selama penyimpanan (*Change of Gedong mango color during storage*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Warna (<i>Color</i>)					
	6 HSP (<i>DAH</i>)		9 HSP (<i>DAH</i>)		12 HSP (<i>DAH</i>)	
	S	P	S	P	S	P
Suhu simpan suhu ruang (<i>Storage temperature</i>)						
18,1±1 °C	4,39	19,78 a	5,11	19,28 a	5,89	18,00 a
16,1±1 °C	3,94	13,11 ab	4,50	13,67 ab	5,00	15,00 a
	3,22	9,11 b	4,00	9,06 b	4,56	9,00 b
Suhu pencucian*suhu simpan (<i>Washing temperature*storage temperature</i>)						
60±1°C * suhu ruang	4,33	20,67 a	4,83	16,83	5,83	18,00
60±1°C * 18,1±1°C	4,00	14,33 abc	4,50	14,00	5,00	13,00
60±1°C * 16,1 ±1°C	4,00	17,00 ab	4,67	14,00	5,00	13,00
53±1°C *suhu ruang	4,67	20,67 a	5,17	20,50	5,83	18,00
53±1°C * 18,1±1°C	4,17	14,33 abc	4,83	16,83	5,17	18,00
53±1°C * 16,1 ±1°C	2,67	3,33 c	3,33	3,33	4,33	4,50
27±1°C *suhu ruang	4,17	18,00 ab	5,33	20,50	6,00	18,00
27±1°C *18,1±1°C	3,67	10,67 abc	4,17	9,50	4,83	13,50
27±1°C * 16,1 ±1°C	3,00	7,00 bc	4,00	7,33	4,33	9,00

Penyebab terjadinya degradasi adalah terjadinya perubahan pH, perubahan enzim oksidatif, dan adanya enzim klorofilase (Sudjatha & Wisaniyasa 2008). Pengaruh suhu simpan rendah yang dapat menghambat perubahan warna kulit buah diduga akibat suhu tersebut dapat menghambat kerja enzim klorofilase yang berperan dalam degradasi klorofil.

Hasil penelitian Paramitha (2009) dan Badriyah (2011) menunjukkan bahwa penurunan kandungan warna hijau terjadi lebih lambat pada buah mangga Gedong Gincu yang disimpan pada suhu 8°C daripada suhu 13°C. Hasil penelitian Baloch *et al.* (2011) juga menunjukkan bahwa perlakuan perendaman buah mangga Langra dan Samar Baghist Caunsa dalam air dengan suhu 15°C selama 20 menit kemudian disimpan selama 120 menit pada suhu 15°C dapat menghambat perubahan warna kulit buah. Hal ini terbukti dari jumlah total karotenoid yang lebih rendah daripada perlakuan lain yang berarti bahwa rendahnya aktivitas klorofilase. Selain itu, diketahui pula bahwa total karotenoid berkorelasi negatif dengan tingkat kemasaman buah sehingga perubahan warna dapat pula dikaitkan dengan ATT. Nilai ATT buah mangga Gedong yang disimpan pada suhu 16,1±1°C pada 9 dan 12 HSP lebih tinggi daripada perlakuan suhu simpan lainnya. Oleh karena itu, diduga bahwa laju respirasi terhambat ketika kandungan asam masih tinggi, kemudian degradasi klorofil terhambat sehingga kandungan karotenoid sedikit.

Antraknos

Antraknos ialah penyakit yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum gloeosporioides* (Martoredjo 2009). Perkembangan penyakit antraknos sejak muncul pada 6 HSP disajikan pada Tabel 7. Suhu pencucian menunjukkan pengaruh nyata terhadap pengendalian serangan antraknos, sedangkan suhu simpan tidak berpengaruh nyata. Suhu pencucian 53±1°C dan 60±1°C tidak berbeda nyata pada 9 dan 12 HSP, namun berbeda nyata dengan suhu 27±1°C (suhu normal). Skor menunjukkan tingkat serangan antraknos yang lebih rendah baik pada suhu 53±1°C maupun suhu 60±1°C daripada suhu normal.

Hasil penelitian pada Tabel 7 menunjukkan bahwa serangan antraknos paling cepat terjadi pada 6 HSP pada buah yang dicuci menggunakan air normal (suhu 27±1°C) dan kombinasi suhu air normal dengan penyimpanan suhu ruang. Kombinasi perlakuan berpengaruh nyata terhadap antraknos pada 9 dan 12 HSP. Kombinasi perlakuan suhu pencucian 60±1°C dengan suhu simpan 16,1±1°C, 53±1°C dengan suhu ruang, dan 53±1°C dengan 16,1±1°C masing-masing menunjukkan skor 0,0; 0,33; dan 0,17 dengan nilai peringkat yang sama. Skor yang rendah menunjukkan kombinasi perlakuan tersebut dapat menekan serangan antraknos pada 12 HSP.

Hasil penelitian Spadoni *et al.* (2014) menunjukkan bahwa suhu panas 60°C selama 20 detik efektif menekan pertumbuhan hifa dan konidia *Monilia*

Tabel 7. Perkembangan penyakit antraknos pada buah mangga Gedong selama penyimpanan (*Development of Gedong mango anthracnose during storage*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Antraknosa pada hari ke- (<i>Anthrachnose at-</i>)					
	6 HSP (<i>DAH</i>)		9 HSP (<i>DAH</i>)		12 HSP (<i>DAH</i>)	
	S	P	S	P	S	P
Suhu pencucian (<i>Washing temperature</i>)						
60±1°C	0,00	13,50	0,22	12,00 b	0,83	12,33 b
53±1°C	0,00	13,50	0,00	12,00 b	0,33	8,00 b
27±1°C	0,28	15,00	1,06	18,00 a	2,61	21,67 a
Suhu pencucian *Suhu simpan (<i>Washing temperature* storage temperature</i>)						
60±1°C * suhu ruang	0,00	13,50	0,50	12 b	2,00	20,00 abc
60±1°C * 18±1°C	0,00	13,50	0,17	12 b	0,50	10,00 bcd
60±1°C * 16,1±1°C	0,00	13,50	0,00	12 b	0,00	7,00 d
53±1°C * suhu ruang	0,00	13,50	0,00	12 b	0,33	7,00 d
53±1°C * 18,1±1°C	0,00	13,50	0,00	12 b	0,50	10,00 bcd
53±1°C * 16,1 ±1°C	0,00	13,50	0,00	12 b	0,17	7,00 cd
27±1°C * suhu ruang	0,83	18,00	2,00	21 a	3,83	26,00 a
27±1°C * 18,1±1°C	0,00	13,50	1,17	21 a	1,83	19,00 ab
27±1°C * 16,1 ±1°C	0,00	13,50	0,00	12 b	2,17	20,00 ab

laxa pada buah peach. Cendawan pembusuk buah umumnya tumbuh optimal pada suhu 20 sampai 25°C dan suhu pertumbuhan minimum yakni 5 sampai 10°C (Utama 2006). Penyimpanan pada suhu rendah dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan mikrob. Jika suhu cukup rendah, spora fungi tidak dapat tumbuh (Sudjata & Wisaniyasa 2008). Perlakuan yang diuji dalam penelitian ini merupakan suhu di luar kondisi optimum. Namun suhu rendah tidak berpengaruh terhadap perkembangan penyakit antraknos, diduga bahwa pengaruh suhu rendah terhadap serangan penyakit tersebut dapat terlihat jika terlebih dahulu diberi perlakuan panas.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pencucian menggunakan suhu 53±1°C dapat digunakan untuk membersihkan buah mangga Gedong dari getah.
2. Perlakuan yang dapat menghambat perubahan susut bobot, kekerasan buah, asam tertitrasi total, dan padatan terlarut total adalah penyimpanan pada suhu 16,1±1°C dan 18,1±1°C.
3. Perlakuan yang memberikan penampilan yang baik termasuk dapat menekan serangan antraknos dan menghambat perubahan warna buah adalah kombinasi perlakuan suhu pencucian 53±1°C dengan suhu simpan 16,1±1°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membantu mendanai penelitian ini melalui program Hibah Kompetensi dengan judul Perbaikan Kualitas Buah Manggis dan Mangga Sebagai Upaya Peningkatan Ekspor Buah Tropika Nusantara.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amiarsi, D & Mulyawanti, I 2013, 'Pengaruh metode pembekuan terhadap karakteristik irisan buah mangga beku selama penyimpanan', *J. Hort.*, vol. 23, no.3, hlm. 255-62.
2. Badan Standardisasi Nasional 2009, '*Standar nasional Indonesia-mangga*', diunduh, 14 September 2013, <http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/9481>.
3. Badriyah, HO 2011, 'Kajian gejala *chilling injury* terhadap perubahan mutu buah mangga varietas Gedong Gincu selama penyimpanan dingin', Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
4. Baloch, MK, Bibi, F & Jilani, MS 2011, 'Quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) fruit: As affected by cooling at harvest time', *Scientia Hort.*, vol. 130, hlm. 642-6.
5. Broto, W 2003, *Mangga: Budidaya, pascapanen, dan tata niaganya*, Agromedia Pustaka, Tangerang.
6. Candelario-Rodriguez, E, Zavala-Garcia, F, Leon, JAR, Aranda-Ruiza, J, De Oca, MMM & Velazquez, G 2014, 'Effect of high pressure processing on postharvest physiology of 'Keitt' mango', *Posth Biol and Technol.*, vol. 94, pp. 35-40.

7. Darmajana, DA 2008, *Upaya memperpanjang umur simpan ubi jalar (Ipomoea batatas) dengan teknik pelilinan*, Balai Besar Teknologi Tepat Guna, Subang.
8. Departemen Pertanian 2008, 'Standard operating procedure (SOP) mangga Arumanis 143 Kabupaten Pemalang', pdf.
9. Efendi, D 2005, 'Rekayasa genetika untuk mengatasi masalah-masalah pascapanen', *Bul. Agron.*, vol. 33, no.2, hlm. 49-6.
10. Holmes, R, Hofman, P & Barker, L 2009, *Mango quality assessment manual- a guide to assessing the post-harvest quality of australian mangoes*, Queensland Government, Queensland.
11. Ketsa, S, Chidragoo, S & Lurie, S 2000, 'Prestorage heat treatment and poststorage quality of mango fruit', *Hort. Science.*, vol. 35, no. 2, pp. 247-9.
12. Kitinoja, L & Kader, AA 2003, *Praktik-praktik penanganan pascapanen skala kecil: Manual untuk produk hortikultura*, edisi ke 4. Utama, IMS(eds.), penerjemah, Udayana, Terjemahan dari: Postharvest Horticulture Series, Bali.
13. Jabbar, A, Malik, AU, Maqbool, M, Amin, M, Saeed, M & Hameed, R 2012, 'Anti-sap chemicals and hot water quarantine treatment effects on storage life and fruit quality of mango cv. Samar Bahist Chaunsa', *Pak. J. Bot.*, vol. 44, no. 2, pp.757-64.
14. Lubis, A 2010, 'Kajian penggunaan metode respon permukaan untuk optimasi pascapanen (Studi kasus perlakuan konsentrasi pelilinan dan suhu penyimpanan buah manggis)', Tesis, Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
15. Lurie, S, Handros, A, Fallik, E & Shapira, R 1996, 'Reversible inhibition of tomato fruit gene expression at high temperature-effects on tomato fruit ripening', *Plant Physiol.*, vol.110, pp. 1207-14.
16. Lurie, S 1998, 'Postharvest heat treatments', *Postharv. Biol. and Technol.*, vol. 14, pp. 257-69.
17. Marlisa, E 2007, 'Kajian disinfestasi lalat buah dengan perlakuan uap panas (*vapor heat treatment*) pada mangga Gedong Gincu', Tesis, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
18. Martoredjo, T 2009, *Ilmu penyakit pascapanen*, Bumi Aksara, Jakarta.
19. Mulyawanti, I, Dewandari, KT & Yulianingsih 2010, 'Effects of freezing and storage periods on characteristics of frozen sliced Arumanis mango', *Indonesian J. Agric.*, vol. 3, no. 1, pp. 32-8.
20. Napitupulu, B 2013, 'Kajian beberapa bahan penunda kematangan terhadap mutu buah pisang Barangan selama penyimpanan', *J. Hort.*, vol. 23, no. 3, hlm. 263-75.
21. Paramitha, NR 2009, 'Kajian perubahan mutu buah mangga Gedong Gincu selama penyimpanan dan pematangan buatan', Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
22. Poerwanto, R 2013, *Perbaikan kualitas buah manggis dan mangga sebagai upaya peningkatan ekspor buah tropika nusantara*, Laporan akhir, Program Hibah Kompetensi, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
23. Poerwanto, R & Susila, AD 2014, *Teknologi hortikultura*, IPB Press, Bogor.
24. Purwoko, BS & Magdalena, FS 1999, 'Pengaruh perlakuan pascapanen dan suhu simpan terhadap daya simpan dan kualitas buah mangga (*Mangifera indica* L.) varietas Arumanis', *Bul. Agron.*, vol. 27, no.1, hlm. 16-24.
25. Ritonga, AW, Syabani, NR, Novianti, DA, Fatimah, S, Effendi, D 2008, 'Degreening dan chilling injuring', Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
26. Santoso, BB 2005, *Kematangan produk dan indeks panen*, diunduh 14 Maret 2011, <<http://fp.unram.ac.id/data/DR.Bambang%20B%20Santoso/BahanAjarPascapanenHortikultura/BAB-4-KematanganProduk.pdf>>.
27. Sivakumar, D, Jiang, Y & Yahia, EM 2011, 'Maintaining mango (*Mangifera indica* L.) fruit quality during the export chain', *Food Research Inter.*, vol. 44, pp. 1254-63.
28. Spadoni, A, Guidarelli, M, Sanzani, SM, Ippolito, A & Maria M 2014, 'Influence of hot water treatment on brown rot of peach and rapid fruit response to heat stress', *Posth. Biol. and Technol.*, vol. 94, pp. 66-75.
29. Sudjatha, W & Wisaniyasa, NW 2008, *Fisiologi dan teknologi pasca panen (buah dan sayuran)*, Udayana University Press, Bali.
30. Utama, IMS 2006, 'Pengendalian organisme pengganggu pascapanen produk hortikultura dalam membentuk GAP, pemberdayaan petugas dalam pengelolaan OPT hortikultura dalam rangka mendukung *good agricultural practice* (GAP), Bali, Indonesia, 3-8 Juli 2006.
31. Yahia, EM, Campos, P 2000, 'The effect of hot water treatment used for insect control on the ripening and quality of mango fruit', *Acta Horticulturare* (509), pp. 495-501.
32. Yuniarti & Suhardjo 1994, 'Pengaturan waktu dan teknik pemanenan buah mangga arumanis', *Agritech.*, vol. 17, no.3, hlm. 1-3.
33. Winarno, FG 2002, *Fisiologi lepas panen produk hortikultura*, M-Brio Press, Bogor.
34. Zhou, T, Xu, S, Sun, DW & Wang, Z 2002, 'Effects of heat treatment on postharvest quality of peaches'. *J. of Food Engineering*, no. 54, pp. 17-22.