

## Desain dan Kinerja Unit Perlakuan Uap Panas (VHT) Untuk Disinfestasi Lalat Buah pada Penanganan Pascapanen Mangga

### *Design and Performances of Vapor Heat Treatment (Vht) Unit For Fruitfly Disinfestation In Postharvest Handling of Mango*

Rokhani Hasbullah<sup>1</sup>, Agus Sutejo<sup>2</sup>, Astu Unadi<sup>3</sup>, Suparlan<sup>3</sup>

#### Abstract

Formerly, chemical fumigation was used for disinfestation treatment, but now had been replaced by chemical-free disinfestations treatment such as vapor heat treatment (VHT). The objectives of this research were (1) to design the VHT Unit and testing its performances, and (2) to study the effect of the VHT method and waxing on the fruit quality during storage of mango. The designs of VHT unit consist of water tank, filter, heater, water pump, differential pressure fan, atomizer, control panel and treatment chamber. Performance of the unit showed that the temperature of the VHT chamber increased from ambient temperature of 30°C to setting point of 47°C in 70 minutes. Relative humidity of the VHT chamber was very high (more than 90%) indicating the VHT unit was successful in being used for fruitfly disinfestations of fruit product. Using setting point of 46.5°C, the mango fruit core temperature reached temperature of 45.5-46.3°C in 130 minutes. Mango 'Gedong gincu' were treated at 46.5°C for 10, 20, 30 minutes and control and then followed by waxing. The results showed that VHT of 10-30 minutes were not significantly affect the fruit quality. There were no significant changes in the fruit weight losses, hardness, color, soluble solid content, water content and vitamin C. VHT at 46.5°C for 20-30 minutes was effective to kill the fruitfly infested inside the mangos and VHT followed by waxing was able to maintain mango quality during storage.

**Keywords :** mango, fruit fly, heat quarantine treatment, vapor heat treatment (VHT)

Diterima: 15 Januari 2008; Disetujui: 27 Agustus 2008

#### Pendahuluan

Mangga (*Mangifera indica*) merupakan salah satu produk hortikultura penting sebagai sumber vitamin dan mineral, sumber pendapatan dan lapangan kerja serta salah satu penghasil devisa negara. Mangga gedong gincu menjadi andalan ekspor, karena dapat diterima dengan baik di pasar dengan harga jual cukup tinggi. Pangsa ekspor mangga Indonesia terutama adalah negara-negara Timur Tengah dan Asia Timur. Pada tahun 2004 jumlah ekspor tertinggi adalah ke negara Hongkong yaitu sebanyak 32196 ton, diikuti Singapura sebanyak 24966 ton dan Malaysia sebanyak 11389 ton. Pada tahun 2005 ekspor mangga mengalami peningkatan dan sebagian besar diekspor ke Saudi Arabia yaitu sebanyak 205.772 ton, diikuti Uni Emirat Arab sebanyak 186753 ton dan Singapura sebesar 141482 ton (Departemen Pertanian, 2007).

Buah-buahan seperti halnya mangga merupakan inang bagi lalat buah (fruitfly) dari ordo *Diptera*. Di

Indonesia ditemukan sekitar 78 spesies lalat buah dan menyerang sekitar 75 persen buah-buahan seperti mangga, belimbing, nenas, semangka, mentimun, jeruk, dan durian (Sutrisno, 1991). Dari hasil survey yang dilakukan Departemen Pertanian (2003) diketahui bahwa kerugian yang ditimbulkan oleh serangan lalat buah mencapai 10-30% bahkan pada populasi tinggi kerusakan yang ditimbulkannya mencapai 100%. Serangan hama lalat buah menyebabkan ekspor buah-buahan Indonesia terhambat oleh aturan karantina yang sangat ketat.

Untuk keperluan ekspor buah-buahan diperlukan tahapan penanganan pascapanen untuk menjamin terbebasnya buah dari hama/penyakit. Selama ini kegiatan pascapanen untuk pengendalian hama/penyakit dilakukan dengan teknik fumigasi menggunakan etilen dibromida (EDB) atau metil bromida (MB). Penggunaan bahan kimia tersebut cukup efektif untuk disinfestasi lalat buah, namun residu kimia pada buah-buahan dikhawatirkan dapat membahayakan kesehatan konsumen. Kini

<sup>1</sup> Staf Pengajar Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian - Institut Pertanian Bogor. Email: rohasb@yahoo.com

<sup>2</sup> Staf Pengajar Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian - Institut Pertanian Bogor. Email: dtm\_cyber@yahoo.com

<sup>3</sup> Staf Peneliti Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Departemen Pertanian

penggunaan senyawa kimia untuk fumigasi buah-buahan/sayuran telah dilarang oleh USDA sejak tahun 1984 (Kader, 1992). Oleh karena itu perlu dikembangkan teknik pengendalian hama/penyakit pascapanen yang dapat menjamin terbebasnya hama/penyakit pascapanen sekaligus aman bagi konsumen. Teknik perlakuan panas (heat treatment) menjadi alternatif utama untuk proses disinfestasi. Perlakuan panas yang biasa digunakan antara lain dengan menggunakan air panas (*hot water treatment*, HWT), uap panas (*vapor heat treatment*, VHT) dan udara panas (*hot air treatment*, HAT) (Lurie, 1998).

Penelitian bertujuan melakukan desain unit VHT dan melakukan uji kinerjanya serta mengkaji pengaruh VHT terhadap mutu buah mangga gedong gincu selama penyimpanan.

### Bahan dan Metode

#### Desain Unit VHT

Pada tahap pertama dilakukan desain unit VHT. Bahan yang digunakan meliputi besi (flat, siku, stall, kanal, pipa), heater, pompa, blower, nozzle, dan bahan pendukung lainnya. Sedangkan peralatan yang digunakan antara lain mesin pemotong (*cutting*), mesin las, mesin penggulung, mesin bubut, peralatan elektronik untuk membuat sistem control dan peralatan pendukung lainnya. Perancangan meliputi dua aspek, yaitu aspek desain alat dan aspek otomatisasi pengendalian suhu dan kelembaban pada ruang perlakuan panas.

#### Penentuan Parameter Proses VHT

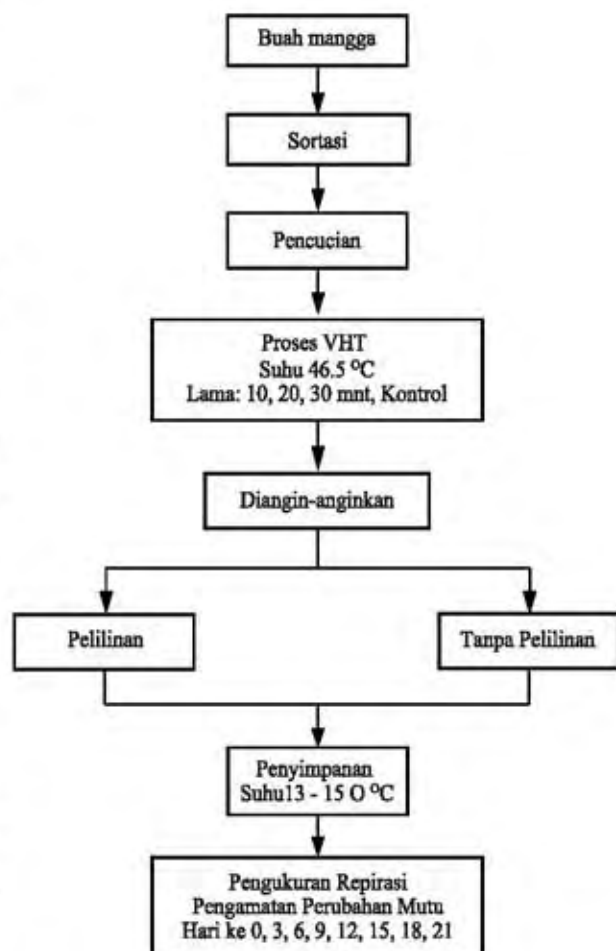
Penelitian tahap kedua bertujuan untuk mengkaji pengaruh lama VHT dan pelilinan terhadap mutu mangga gedong gincu. Buah mangga dengan tingkat kematangan dan ukuran yang relatif seragam dikelompokkan secara acak sesuai perlakuan yang akan dicobakan, kemudian diberi perlakuan panas menggunakan Unit VHT pada suhu 46.5°C selama waktu tertentu. Perlakuan panas diberikan hingga suhu pusat buah mencapai 46.5°C selama 10, 20, 30 menit dan kontrol. Setelah waktu pemanasan tercapai, buah kemudian segera didinginkan menggunakan air yang mengalir selama 30-60 menit hingga suhu buah mencapai suhu lingkungan dan ditiriskan. Selanjutnya dilakukan pelilinan menggunakan lilin lebah dengan konsentrasi 6% dan dikering-anginkan sebelum dimasukkan ke dalam ruang pendingin. Penyimpanan buah dilakukan pada suhu 13°C. Perubahan mutu buah selama penyimpanan diamati setiap 4 hari sekali meliputi susut bobot, kadar air, kekerasan, perubahan warna, total padatan terlarut, vitamin C dan total populasi cendawan. Selain itu juga dilakukan pengamatan teradap respirasi buah setiap hari. Bagan alir penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan faktorial yang disusun secara acak lengkap. Faktor pertama adalah lama VHT yang terdiri dari empat taraf (10, 20, 30 menit dan kontrol) sedangkan faktor kedua adalah pelilinan dengan dua taraf (pelilinan dan tanpa pelilinan). Percobaan dilakukan dengan tiga kali ulangan. Untuk melihat pengaruh perlakuan dilakukan analisis ragam (anova) dan jika terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Model linearnya adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j(\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

dimana:

- $Y_{ijk}$  = Pengamatan pada faktor A taraf ke i, faktor B taraf ke j dan ulangan ke-k
- $\mu$  = Rataan umum
- $\alpha_i$  = Pengaruh utama faktor A
- $\beta_j$  = Pengaruh utama faktor B
- $(\alpha\beta)_{ij}$  = Komponen interaksi dari faktor A dan faktor B
- $\varepsilon_{ijk}$  = Pengaruh acak dari interaksi AB yang menyebar normal (0,  $\sigma^2$ )



Gambar 1. Bagan Aliran penelitian

**Hasil dan Pembahasan**

**Desain Unit VHT**

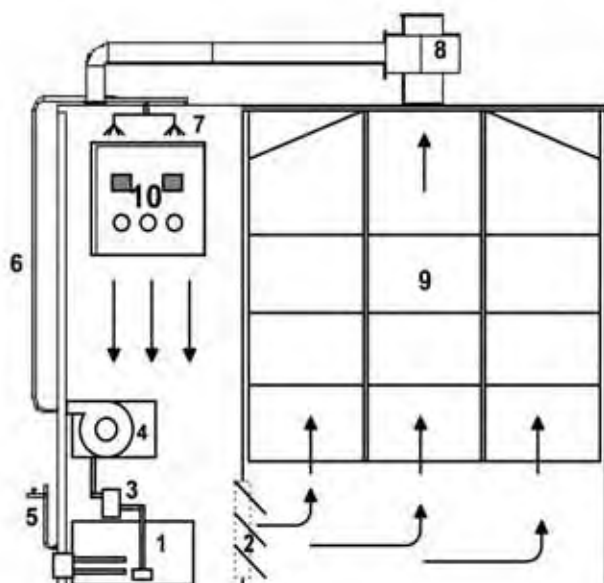
Unit VHT harus memenuhi beberapa kriteria desain, antara lain kemudahan dalam perancangan, kemudahan dalam memindahkan alat dari satu tempat ke tempat lain, kemudahan dalam pengoperasian, dan kemudahan dalam pengendalian parameter proses (control). Persyaratan yang harus dimiliki oleh Unit VHT adalah mampu menghasilkan suhu ruang bahan pada kisaran 40-50°C pada keadaan jenuh yang ditujukan untuk mematikan telur lelat buah yang terinfeksi di dalam buah-buahan.

Unit VHT memiliki bagian-bagian yang saling berhubungan satu sama lain, yang terdiri dari: tangki air, ruang koil pemanasan, pompa, blower dan sprayer (pengkabut) serta sistem kontrol. Unit VHT secara skematik diperlihatkan pada Gambar 2, sedangkan pada Gambar 3 diperlihatkan dalam bentuk gambar tiga dimensi. Bagian-bagian yang dirancang antara lain:

**a. Rangka**

Rangka berfungsi untuk menopang seluruh beban, baik beban bahan alat maupun beban dengan bahan uji. Bahan-bahan untuk pembuatan rangka meliputi:

1. Stal dengan ukuran 4 cm x 4 cm
2. Besi Siku ukuran 4 cm x 4 cm
3. Kanal C ukuran 5 cm x 5 cm
4. Plat ketebalan 1.5 mm



Keterangan:

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| 1. Tangki air      | 6. Pipa pengkabut |
| 2. Heater          | 7. Nozzle/sprayer |
| 3. Filter          | 8. Blower         |
| 4. Pompa pengkabut | 9. Rak bahan      |
| 5. Water level     | 10. Kontrol panel |

Gambar 2. Skematik desain unit VHT

Ukuran rangka adalah panjang 260 cm, lebar 130 cm dan tinggi 180 cm. Ukuran ini disesuaikan dengan kapasitas alat per batch sekitar 360 kg mangga. Ukuran ini disesuaikan dengan ukuran bak mobil engkol sehingga mudah untuk dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lainnya di sentra produksi mangga. Hal ini memungkinkan untuk dikembangkan menjadi unit VHT 'mobile' yang berfungsi sebagai unit pelayanan jasa asin (UPJA). Jumlah keseluruhan rak adalah 24 rak untuk 24 peti buah. Jarak antar rak adalah 20 cm. Plat besi berukuran 1.5 mm digunakan sebagai dinding untuk melindungi panas dan memberikan bentuk dari konstruksi.

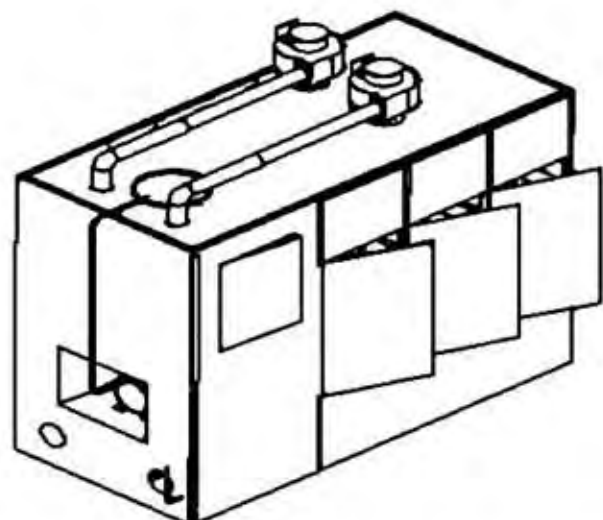
**b. Unit Penghasil Uap**

Unit penghasil uap terdiri dari beberapa komponen diantaranya: tangki air, heater, ruang koil pemanasan, pompa, blower dan nozzle.

1. Tangki air mempunyai ukuran diameter 80 cm tinggi 80 cm dan digunakan pemanasan dengan heater 1500 Watt.
2. Pompa yang digunakan pada alat ini mempunyai daya 0.5 HP.
3. Ruang koil pemanasan dibuat dengan ukuran diameter 80 cm dan tinggi 100 cm.
4. Pada ruang koil pemanasan digunakan heater dengan daya 6000 watt untuk menghasilkan panas.
5. Blower yang digunakan mempunyai daya masing-masing adalah 100 watt, dengan jumlah blower tiga unit.
6. Nozzle digunakan sebanyak dua buah yang berfungsi untuk pengkabutan air.

**c. Ruang Perlakuan**

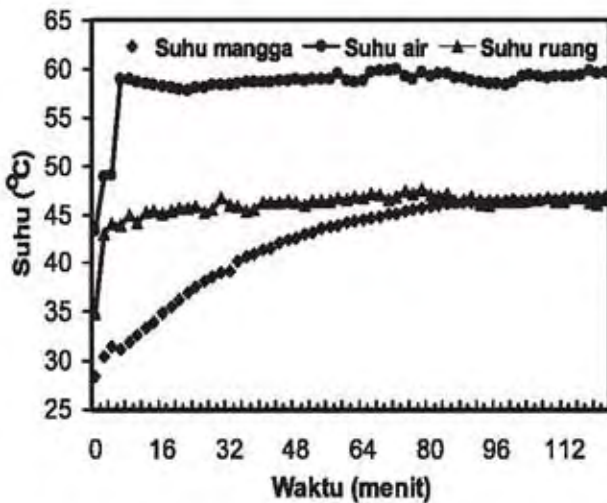
Ruang perlakuan berfungsi sebagai ruangan untuk menempatkan bahan yang akan di VHT pada suhu dan lama proses tertentu. Ruang perlakuan terbuat dari rangka besi, seperti terlihat



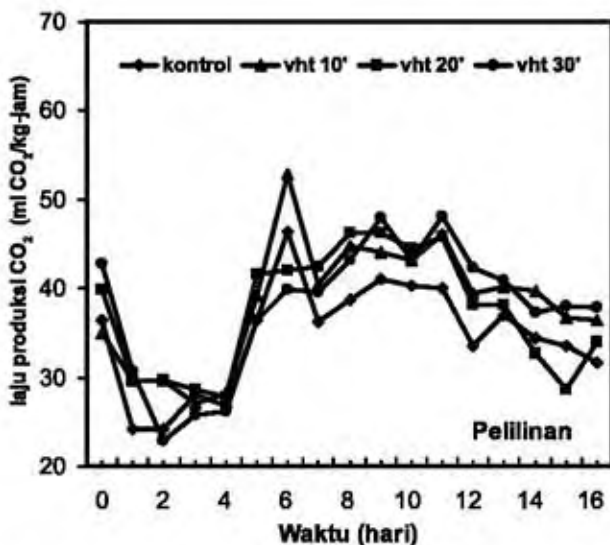
Gambar 3. Unit VHT dalam gambar tiga dimensi



Gambar 4. Hasil desain Unit VHT



Gambar 5. Perkembangan suhu hasil pengukuran dan pendugaan dengan model logistik selama proses VHT



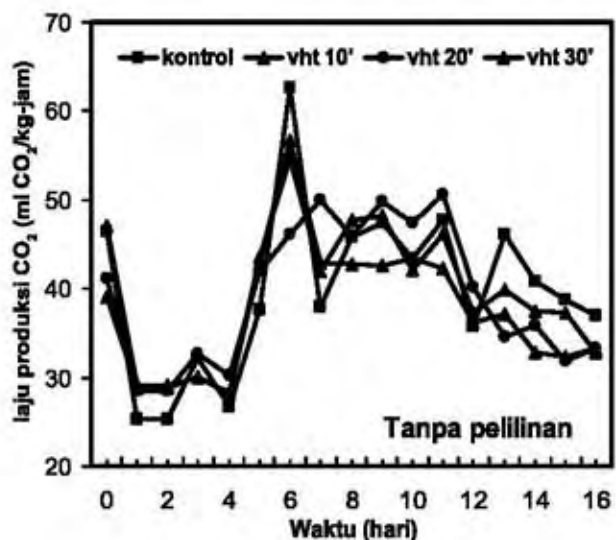
pada bagian rangka diatas. Ruang perlakuan berukuran panjang 390 cm, lebar 260 cm, tinggi 180 cm yang terbagi dalam 24 rak, yakni 6 x 4 susun.

d. Unit Kontrol Otomatik

Unit kontrol otomatis merupakan suatu rangkaian perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengendalikan suhu dan kelembaban pada ruang perlakuan. Unit kontrol terdiri dari beberapa bagian: kontaktor, lampu indikator power, lampu indikator kontrol heater, saklar kontrol pompa dan heater, termokopel pompa dan heater. Foto unit VHT hasil desain diperlihatkan pada Gambar 4.

Kinerja Unit VHT

Pengujian unit VHT dilakukan baik tanpa beban maupun dengan beban (mangga) untuk mengetahui penyebaran suhu dan kelembaban yang dihasilkan. Pengujian dilakukan pada suhu seting 47°C dan suhu tangki air dikendalikan pada 90°C. Dari hasil pengujian nampak bahwa suhu ruang VHT meningkat dari suhu ruang sekitar 30°C menuju titik seting 47°C. Waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu seting adalah sekitar 70 menit. Suhu ruang VHT relatif stabil pada suhu yang diinginkan selama proses pengujian apabila pintu Unit VHT terjaga dalam keadaan tertutup. Jika terjadi pembukaan pintu maka akan menyebabkan suhu menurun seperti seperti ditunjukkan pada menit ke-110. Kelembaban ruang VHT meningkat dari 74% menuju kelembaban mendekati jenuh. Waktu yang diperlukan untuk mencapai kelembaban diatas 90% adalah sekitar 75 menit. Kelembaban ruang VHT yang cukup tinggi (didas 90%) mengindikasikan bahwa Unit VHT cukup layak untuk proses disinfestasi lalat buah. Proses disinfestasi lalat buah pada buah-buahan bertujuan untuk membunuh telur lalat buah yang terinfestasi di dalamnya tanpa



Gambar 6. Pengaruh lama VHT terhadap pola respirasi mangga Gedong gincu selama penyimpanan

Tabel 1. Pengaruh lama VHT dan pelilinan terhadap mutu mangga gedong gincu

Perlakuan	Susut Bobot (%)	Kekerasan (kgf)	Total Padatan Terlarut ( <sup>o</sup> brix)	Kadar Air (%)
<b>Pelilinan</b>				
VHT 10 mnt	11.80 ± 1.15 c	15.31 ± 0.38 b	84.33 ± 0.55 a	0.39 ± 0.03 bdc
VHT 20 mnt	10.16 ± 3.00 c	16.36 ± 0.38 ba	82.70 ± 0.95 ba	0.36 ± 0.04 d
VHT 30 mnt	13.56 ± 2.69 c	16.44 ± 0.89 ba	82.83 ± 0.86 ba	0.46 ± 0.01 bac
Kontrol	11.70 ± 0.76 c	15.42 ± 0.79 b	83.96 ± 1.06 a	0.50 ± 0.05 a
<b>Tanpa Pelilinan</b>				
VHT 10 mnt	20.70 ± 1.41 a	17.24 ± 1.16 a	82.43 ± 1.35 ba	0.37 ± 0.07 dc
VHT 20 mnt	19.40 ± 4.85 a	16.26 ± 1.26 ba	83.60 ± 1.64 ba	0.49 ± 0.08 ba
VHT 30 mnt	18.96 ± 4.32 a	15.02 ± 0.42 b	84.60 ± 0.36 a	0.40 ± 0.01 bdc
Kontrol	17.96 ± 1.15 ba	16.57 ± 1.27 ba	81.33 ± 2.02 b	0.39 ± 0.05 bdc
Hari pengamatan	24	24	20	20

Keterangan: huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 0.05

meyebabkan terjadinya kerusakan pada buah-buahan itu sendiri.

#### Pengaruh Perlakuan Panas dan Pelilinan terhadap Mutu Buah

Respirasi mangga selama penyimpanan dikaji dengan mengukur laju produksi CO<sub>2</sub>. Mangga termasuk buah klimakterik, dimana setelah panen proses pematangan masih terus berlanjut yang ditandai dengan adanya peningkatan respirasi. Perkembangan laju respirasi selama 16 hari penyimpanan seperti diperlihatkan pada Gambar 6 menunjukkan pola respirasi klimakterik. Puncak klimakterik terjadi pada hari ke-6, dimana laju produksi CO<sub>2</sub> tertinggi adalah sebesar 63.3 ml CO<sub>2</sub>/kg-jam yaitu pada mangga yang diberi perlakuan VHT selama 30 menit.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa lama VHT dan pelilinan serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap laju respirasi. Lama pemanasan cenderung meningkatkan laju respirasi sedangkan pelilinan cenderung menekan laju respirasi. Lama perlakuan panas dan pelilinan tidak menyebabkan gangguan pada pola respirasi mangga dimana buah masih dapat melanjutkan proses metabolisme dan pematangan secara normal seperti halnya pada buah kontrol. Klein dan Lurie (1990) melaporkan bahwa perlakuan panas dapat meningkatkan ataupun menurunkan puncak respirasi buah-buahan klimakterik tergantung seberapa lama penundaan yang terjadi setelah perlakuan. Menurut Jacobi *et al.* (1995) perlakuan

panas tidak mempengaruhi waktu klimakterik pada mangga kensington. Terjadinya peningkatan atau penurunan laju respirasi setelah perlakuan panas erat kaitannya dengan kerusakan sel yang terjadi selama perlakuan.

Lama VHT pada mangga gedong gincu berpengaruh nyata pada total populasi cendawan dan tidak berpengaruh nyata pada susut bobot, kekerasan, warna, total padatan terlarut, kadar air dan vitamin C. Pelilinan berpengaruh nyata terhadap susut bobot dan total populasi cendawan dan tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai kekerasan, warna, total padatan terlarut, kadar air dan vitamin C. Interaksi antara lama VHT dan pelilinan berpengaruh nyata terhadap susut bobot, penurunan kekerasan, perubahan nilai total padatan terlarut, kadar air dan total populasi cendawan dan tidak berbeda nyata terhadap perubahan warna dan vitamin C. Hasil uji lanjut Duncan diperlihatkan pada Tabel 1.

Rokhani (2002) juga melaporkan bahwa perlakuan panas tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap susut bobot mangga Irwin selama masa simpan. Hal serupa juga dilaporkan oleh Sunagawa *et al.*, (1987), dimana susut bobot pada mangga Irwin tidak dipengaruhi oleh perlakuan VHT. Sedangkan pelilinan secara nyata mampu menekan susut bobot buah selama penyimpanan (Gambar 7).

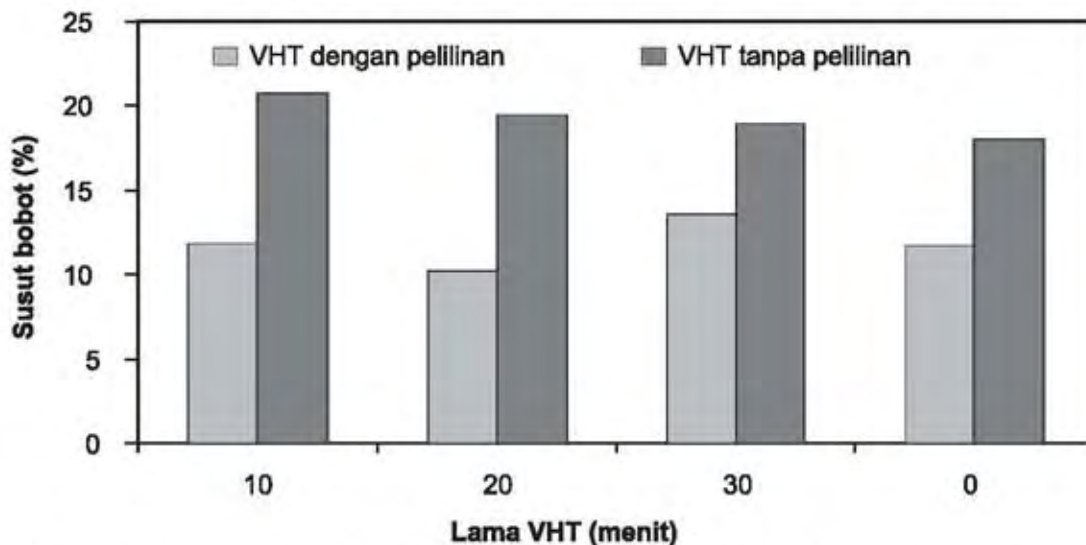
Selama masa penyimpanan terjadi perubahan yang fluktuatif terhadap kandungan total padatan terlarut (TPT). Nilai TPT tertinggi terjadi pada

hari ke-20 yaitu sebesar  $16.44 \pm 0.89^{\circ}\text{brix}$  pada lama VHT 30 menit diikuti pelilinan dan sebesar  $17.24 \pm 1.16^{\circ}\text{brix}$  pada lama VHT 10 menit tanpa pelilinan. Sementara pada lama VHT 30 menit dan tidak dilakukan pelilinan diperoleh nilai TPT terendah yaitu  $15.02 \pm 0.42^{\circ}\text{brix}$ . Jacobi *et al* (1995) melaporkan bahwa perlakuan panas metode VHT pada suhu  $47^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perubahan TPT pada mangga.

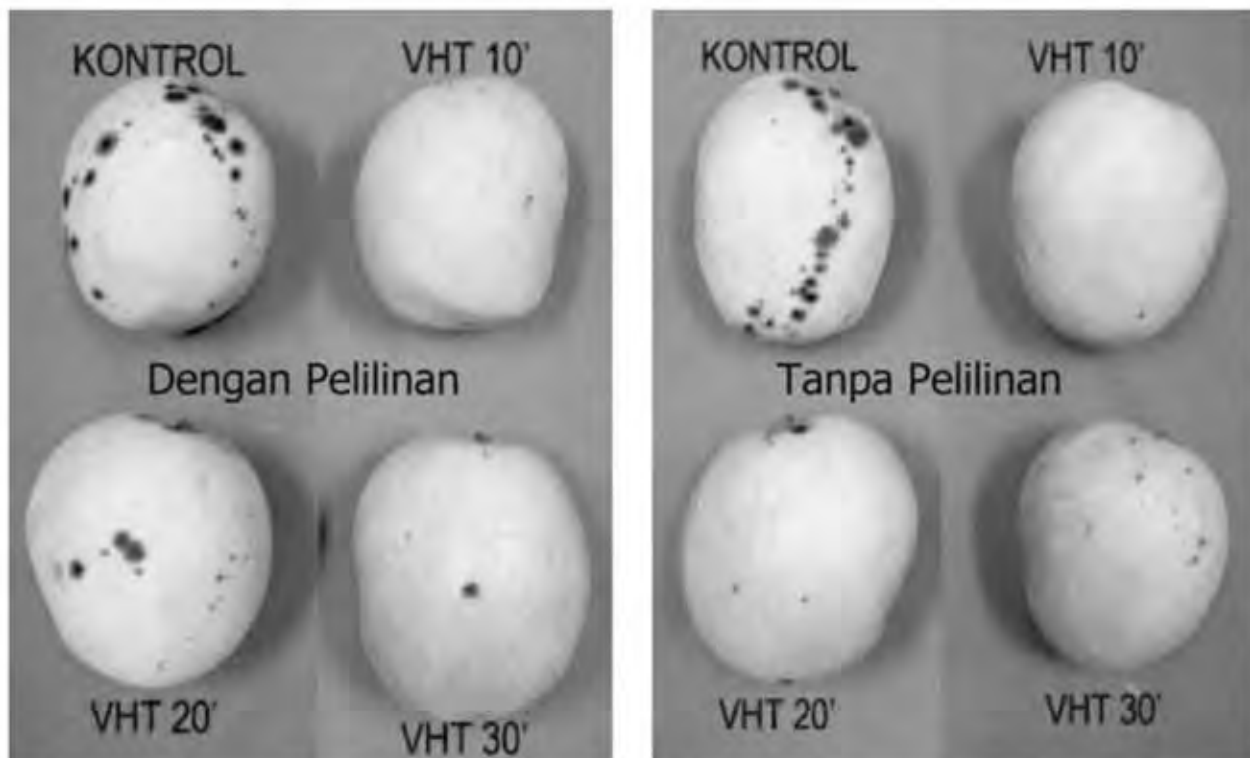
Kandungan vitamin C mangga gedong gincu hingga hari penyimpanan ke-24 masih cukup tinggi, yaitu sebesar  $36.02 \pm 3.47\%$  pada lama VHT 10

menit diikuti pelilinan dan  $33.39 \pm 3.74\%$  pada VHT 20 menit tanpa pelilinan.

Jenis cendawan yang teridentifikasi pada mangga gedong gincu selama penyimpanan adalah *Colletotrichum gloeosporioides*, *Pestalotiopsis mangiferae*, *Lasiodiplodia theobromae* (patogen) dan *Cladosporium cladosporioides* (non patogen). Perlakuan panas dan pemberian lilin mampu mengendalikan serangan cendawan penyebab penyakit antraknosa dan *stem end rot* pada mangga gedong. Dimana mangga yang dililin dan diberi perlakuan panas memiliki tingkat serangan cendawan yang lebih rendah. Rokhani (2002) juga



Gambar 7. Pengaruh lama VHT dan pelilinan terhadap susut bobot mangga gedong gincu pada hari ke-24



Gambar 8. Penampakan mangga gedong gincu pada hari penyimpanan ke-16

melaporkan bahwa perlakuan panas metode VHT dan HWT dapat memperlambat perkembangan penyakit antraknosa (*C. gloeosporioides*) dan stem end rot (*Dothiorella dominicana*) pada mangga Irwin.

Hasil verifikasi pada mangga gedong gincu yang terinfestasi lalat buah *B. dorsalis* menunjukkan bahwa setelah dilakukan isolasi selama 6 hari ditemukan larva *B. dorsalis* pada mangga kontrol. Sementara pada mangga yang diberi perlakuan panas pada suhu 46.5°C selama 10-30 menit tidak ditemukan larva yang menandakan bahwa telur yang terinfestasi di dalam mangga tidak berkembang karena telah mati.

Gambar 8 memperlihatkan penampakan buah mangga pada berbagai perlakuan. Dari pengamatan secara keseluruhan terhadap parameter mutu buah selama penyimpanan serta uji verifikasi mortalitas lalat buah yang terinfestasi di dalam buah, diketahui bahwa perlakuan panas metode VHT selama 20 hingga 30 menit telah mampu membunuh telur lalat buah yang terinfestasi didalamnya dan apabila diikuti dengan pelilinan dan penyimpanan dingin mampu mempertahankan mutu buah mangga selama penyimpanan.

#### Kesimpulan dan Saran

1. Pengujian unit VHT tanpa beban menunjukkan bahwa suhu ruang VHT meningkat dari suhu ruang menuju suhu penyelarasan. Waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu seting 47°C adalah sekitar 70 menit. Suhu ruang VHT relatif stabil selama tidak dilakukan buka-tutup pintu. Kelembaban ruang VHT cukup tinggi (diatas 90%) mengindikasikan bahwa Unit VHT cukup layak untuk proses disinfestasi lalat buah.
2. Lama VHT dan pelilinan pada mangga gedong gincu berpengaruh nyata terhadap laju respirasi dan total populasi cendawan dan tidak berpengaruh nyata pada susut bobot, kekerasan, warna, total padatan terlarut, kadar air dan vitamin C. Sedangkan interaksinya berpengaruh nyata terhadap laju respirasi, susut bobot, penurunan kekerasan, perubahan nilai total padatan terlarut, kadar air dan total populasi cendawan dan tidak berpengaruh terhadap perubahan warna dan vitamin C.

3. Proses VHT pada suhu 46.5°C selama 20-30 menit cukup efektif membunuh telur lalat buah yang terinfestasi di dalam mangga dan apabila diikuti dengan pelilinan mampu mempertahankan mutu mangga gedong gincu selama penyimpanan.
4. Perlu pemasangan sistem penutup pada pintu sedemikian rupa sehingga pada saat pemasukan bahan, kehilangan panas dapat diminimalisir.

#### Daftar Pustaka

- Departemen Pertanian. 2007. Basis data pertanian. [http://database.deptan.go.id/bdspweb/bdsp2007/hasil\\_kom.asp](http://database.deptan.go.id/bdspweb/bdsp2007/hasil_kom.asp). [22 Oktober 2007]
- Heather, N.W., R.J. Corcoran and R.A. Kopittke. 1996. Hot air disinfestations of Australian 'Kensington' mangoes against two fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Postharvest Biol. Technol.* 10, 99-105.
- Jacobi, K.K., J. Giles, E. MacRae and T. Wegrzyn. 1995. Conditioning 'Kensington' mango with hot air alleviates hot water disinfestation injuries. *HortScience* 30, 562-65.
- Jacobi, K. K., et al. 2000. Effects of hot air conditioning of 'Kensington' mango fruit on the response to hot water treatment. *Postharvest Biology and Technology* (21):39-49.
- Klein, J. D. and S. Lurie. 1990. Prestorage heat treatment as a means of improving poststorage quality of apples. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 115:265-269.
- Lurie, S. 1998. Review: Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 14, 257-69.
- Rokhani, H. 2002. Studies on the postharvest treatments for export preparation of tropical fruits: Mango. Dissertation. The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University. Japan.
- Sunagawa, K., K. Kume and R. Iwaizumi. 1987. The effectiveness of vapor heat treatment against the melon fly, *dacus cucurbitae coquillett*, in mango and fruits tolerance to the treatment. *Res. Bull. Pl. Prot. Japan*, 23,13-20.
- Sutrisno, S. 1991. Current Fruit fly problems in Indonesia. *Proceedings of The International Symposium on the Biology and Control Fruit Flies*. K. Kawasaki, O. Iwahashi, K. Y. Kaneshiro (Eds). Okinawa Japan, 2-4 September 1991.