

## Study on Disinfestation of Fruit Fly (*Bactrocera dorsalis*) Using Vapor Heat Treatment on Gedong Gincu Mango

*Kajian Disinfestasi Lalat Buah (*Bactrocera dorsalis*) dengan Perlakuan Uap Panas (Vapor Heat Treatment) pada Mangga Gedong Gincu*

Rokhani Hasbullah<sup>1</sup>, Dadang<sup>2</sup>, dan Elpodesy Marlisa<sup>3</sup>

### Abstract

Since the prohibition of chemical method for insect disinfestations processes such as ethylene dibromide in 1984, heat treatment method was developed as quarantine technology. One of the heat treatment methods is vapor heat treatment (VHT). The objectives of this research were to study mortality of fruit fly (*Bactrocera dorsalis*) and to study the responses of VHT on quality of gedong gincu mango. Fruit fly mortality due to heat has been investigated by immersing fruit fly eggs into heated water at temperatures of 40, 43, 46 and 49°C for 30 minutes immersed, also at temperature of 46°C for 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes. Gedong gincu mangoes were treated at temperature 46.5°C for 0, 10, 20, and 30 minutes. The results showed that mortality has been achieved 100% at temperature more than and equal to 43°C for 30 minutes and at temperature 46°C for more than and equal to 10 minutes. The VHT has significantly and fungi population although without adversely affecting to the fruit quality and there were no significant change in the fruit weight loss, hardness, color, soluble solid content, water content, vitamin C and organoleptic test. VHT at temperature 46.5°C for 20 up to 30 minutes were effective to kill fruit flies inside mangoes and were able to maintaining mango quality during storage.

**Keywords :** mango, fruit fly, disinfestations, vapor heat treatment

Diterima: 24 Maret 2008; Disetujui: 22 Oktober 2008

### Pendahuluan

Produktivitas mangga di Indonesia dari tahun ke tahun berfluktuasi, produksi pada tahun 2004 adalah sebesar 1.437.665 ton, pada tahun 2005 menurun menjadi 1.412.884 ton, dan tahun 2006 sebesar 1.621.997 ton (Departemen Pertanian, 2007b). Beberapa kendala ekspor yang dihadapi diantaranya adalah tingginya serangan lalat buah yang menyebabkan buah tidak lolos dalam proses karantina. Sekitar 78 spesies *Dacus* spp. ditemukan di Indonesia dan menyerang sekitar 75% 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%.

Untuk mengekspor buah-buahan diperlukan tahapan penanganan pascapanen untuk menjamin terbebasnya buah dari hama/penyakit. Selama ini penanganan pascapanen yang dilakukan adalah dengan teknik fumigasi menggunakan

etilen dibromida (EDB). Penggunaan EDB untuk disinfestasi lalat buah cukup efektif, namun residu kimia dikhawatirkan dapat membahayakan kesehatan konsumen. Kini penggunaan EDB untuk fumigasi buah-buahan/sayuran telah dilarang oleh USDA sejak tahun 1984 (Kader, 1992). Oleh karena itu perlu dikembangkan teknologi karantina yang dapat menjamin terbebasnya hama/penyakit pascapanen sekaligus aman bagi konsumen. Penguasaan teknologi karantina terutama dalam proses disinfestasi hama dan penyakit menjadi kebutuhan mendasar bagi negara penghasil buah-buahan tropika seperti Indonesia. Teknologi karantina belum banyak dikembangkan di Indonesia meskipun buah-buahan dan sayuran Indonesia berpotensi untuk dipasarkan di pasar internasional. Tujuan penelitian ini secara umum adalah untuk mempelajari proses disinfestasi lalat buah pada mangga gedong gincu menggunakan metode VHT. Secara khusus tujuan penelitian ini adalah (1) menentukan tingkat mortalitas fase telur lalat buah pada beberapa suhu dan lama pemanasan yang berbeda dan mengamati daur hidup lalat buah (*Bactrocera dorsalis*); (2) mengamati pengaruh

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

<sup>2</sup> Staf pengajar Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

<sup>3</sup> Alumni Program Magister, Program Studi Teknologi Pascapanen, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

perlakuan panas terhadap mutu buah mangga gedong gincu dan (3) menentukan suhu dan waktu optimum dalam proses perlakuan uap panas pada mangga gedong gincu.

#### **Hama dan Penyakit Pascapanen Mangga**

Lalat buah yang menyerang buah mangga di Indonesia termasuk ke dalam spesies *Bactrocera dorsalis* atau dikenal dengan nama *Oriental fruit fly*. Lalat buah termasuk ke dalam filum Arthropoda, kelas Insekta, ordo Diptera, sub Ordo Cyclorrhapha dan famili Tephritidae (Trypetidae) (Borror, 1981). Lalat buah mempunyai empat fase metamorfosis, yaitu telur, larva, pupa dan imago. Telur diletakkan di dalam atau di bawah kulit buah oleh lalat buah betina, tempat peletakkannya ditandai oleh cekungan/titik kecil berwarna gelap pada komoditas yang terserang. Imago lalat buah meletakkan telur antara 2-15 butir setiap periode. Setiap lalat betina mampu meletakkan sekitar 800 butir telur selama masa peletakan telur, telur tersebut akan menetas kira-kira dua hari setelah diletakkan oleh induknya (Nugroho, 1997). Bahkan menurut Pena dan Mohyuddin (1997) lalat betina *Anastrepha fraterculus* dapat meletakkan sebanyak 200-400 telur dan *B. Dorsalis* sebanyak 1200-1500 telur. Telur berwarna putih bening sampai kuning krem dan berubah menjadi lebih tua mendekati saat menetas. Bentuk dan ukuran telur bervariasi, tergantung spesiesnya. Pada umumnya telur berbentuk bulat panjang seperti pisang dengan ujung meruncing. Panjang telur lalat buah sekitar 1.2 mm dengan lebar 0.2 mm tergantung spesiesnya (White dan Elson-Haris, 1992).

Fase larva merupakan fase yang merusak karena aktivitasnya dalam jaringan buah. Larva keluar dari telur yang diletakkan di dalam inang, daging inang dikoyak oleh larva dengan menggunakan alat pada mulutnya yang berupa kait tajam sambil mengeluarkan enzim perusak. Enzim tersebut berfungsi melunakkan daging inang sehingga mudah dihisap dan dicerna mengakibatkan buah berwarna coklat dan tidak menarik serta terasa pahit atau bahkan rusak dan hancur. Enzim tersebut juga mempercepat pembusukan dan pada tahap selanjutnya mengeluarkan aroma kuat yang diduga berasal dari senyawa alkohol. Setelah melewati masa instar tiga lalat buah meninggalkan inangnya, dan dalam waktu yang tidak terlalu lama masuk ke dalam pori-pori tanah untuk menjadi pupa. Lalat buah melewati tiga instar dalam waktu 7-10 hari hingga membentuk pupa. Pupa (kepompong) lalat buah berada di dalam puparium yang berbentuk tong dan berwarna coklat tua. Perkembangan pupa membutuhkan waktu sekitar 18 hari dan lamanya dipengaruhi kondisi lingkungan. Setelah proses metamorfosis selesai lalat buah dewasa keluar dari permukaan tanah, mereka mengeraskan sayapnya terlebih dahulu sebelum terbang (Smith, 1989 di dalam Hou *et al.*, 2006).

Penyakit pascapanen pada mangga dapat dibedakan berdasarkan waktu terjadinya infeksi patogen, yaitu penyakit yang disebabkan patogen yang menginfeksi buah saat buah telah dipanen dan yang menginfeksi sejak buah masih di pohon yang gejalanya kemudian berkembang saat buah dalam penyimpanan (Yulianingsih, 1995).

#### **Bahan dan Metode**

##### **Bahan dan Alat**

Bahan utama yang digunakan adalah mangga gedong gincu dan telur lalat buah (*B. dorsalis*). Mangga diperoleh dari petani mangga di daerah Cirebon, Jawa Barat dan telur lalat buah diperoleh dari pembiakan di laboratorium. Peralatan yang digunakan adalah VHT chamber, hybrid recorder, chromameter Minolta CR-200, rheometer model CR-300, gas analyzer Shimadzu, refraktometer, kurungan kayu dan lain-lain.

##### **Metode Penelitian**

Penelitian tahap pertama adalah mengetahui tingkat mortalitas telur lalat buah pada berbagai suhu dan lama pemanasan. Telur lalat buah masing-masing sebanyak 20 telur untuk setiap perlakuan direndam pada air panas suhu 40, 43, 46 dan 49°C selama 30 menit. Selain itu perendaman telur lalat buah juga dilakukan pada suhu 46°C selama 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 menit. Kemudian telur dibiakkan pada media buah (papaya) dan diamati jumlah telur yang hidup dan mati setelah 6 hari masa pembiakan.

Penelitian tahap kedua adalah mempelajari pengaruh VHT terhadap mutu mangga gedong gincu. Tahap ini meliputi penentuan waktu kondisioning, yakni waktu yang dibutuhkan hingga suhu pusat mangga mencapai 46.5°C. VHT diaplikasikan selama 0, 10, 20 dan 30 menit. Pengamatan perubahan mutu setelah VHT dilakukan setiap 4 hari sekali selama 28 hari masa simpan, meliputi susut bobot, kekerasan, perubahan warna dan total padatan terlarut. Selain itu juga diamati laju respirasi buah selama masa penyimpanan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Faktor yang diamati adalah lama VHT dengan 4 taraf percobaan (10, 20, 30 menit dan kontrol). Penelitian ini dilakukan dengan 3 kali ulangan. Untuk melihat pengaruh perlakuan dilakukan analisis sidik ragam (anova) dan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test dengan program SAS R. 6.12.

#### **Hasil dan Pembahasan**

##### **Mortalitas Lalat Buah**

Dari hasil pengamatan selama pembiakan diketahui bahwa lalat buah mengalami siklus

Tabel 1. Hasil pengujian mortalitas telur lalat buah dengan suhu berbeda selama 30 menit

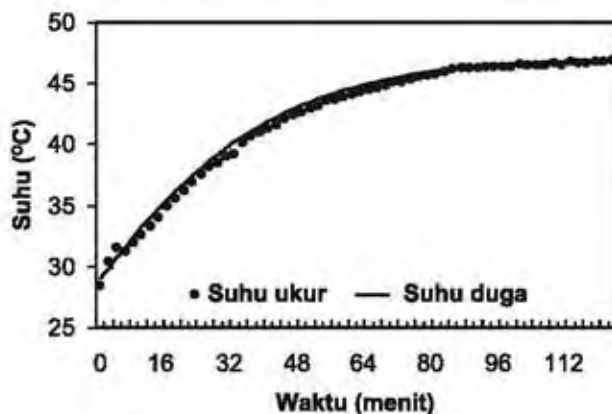
Suhu (°C)	Telur (butir)	Hidup (ekor)	Mati (ekor)	Mortalitas (%)
Kontrol	20	20	0	0
40	20	3	17	85
43	20	0	20	100
46	20	0	20	100
49	20	0	20	100

Tabel 2. Hasil pengujian mortalitas telur lalat buah pada suhu 46°C dengan lama perendaman yang berbeda.

Lama (menit)	Telur (butir)	Hidup (ekor)	Mati (ekor)	Mortalitas (%)
0	20	20	0	0
5	20	5	15	75
10	20	0	20	100
15	20	0	20	100
20	20	0	20	100
25	20	0	20	100
30	20	0	20	100

metamorfosis dengan melalui fase telur (1-2 hari), larva (6-9 hari), pupa (4-12) hari dan imago. Dari hasil pengujian diketahui bahwa mortalitas telur mencapai 85% pada perendaman dengan suhu 40°C selama 30 menit. Mortalitas 100% tercapai pada perendaman dengan air bersuhu 43°C selama 30 menit. Suhu diatas 43°C dipastikan sudah mencapai tingkat kematian 100% pada telur lalat buah (Tabel 1).

Perendaman selama 5 menit pada air bersuhu 46°C mengakibatkan tingkat mortalitas 75% sedang lama perendaman 10 menit memberikan tingkat mortalitas 100% (Tabel 2). Hasil yang sama dilaporkan oleh Heather *et al.*, (1996) bahwa pemberian panas selama 10 menit pada suhu 46.5°C sudah dapat menghasilkan mortalitas 100% pada *Ceratitis capitata*. Untuk dapat lolos



Gambar 1. Perkembangan suhu hasil pengukuran dan pendugaan dengan model logistik selama proses VHT

dari karantina pada berbagai negara pengimpor mangga, perlakuan panas yang diberikan harus menimbulkan tingkat mortalitas 99.9968% (Jacobi *et al.*, 2000).

**Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Mutu Buah**

a. Waktu Kondisioning

Suhu pusat 46°C dicapai dengan menggunakan suhu VHT chamber 46.5°C dan RH>90%. Dari hasil pengukuran diketahui, bahwa waktu kondisioning yang dibutuhkan mangga gedong gincu hingga suhu pusatnya mencapai 46°C adalah selama 82 menit.

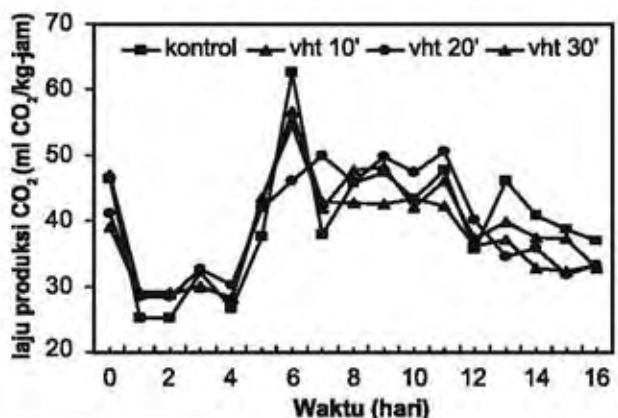
Untuk menduga perkembangan suhu mangga selama proses VHT digunakan model logistik (Gambar 1). Persamaan yang didapatkan adalah:

$$T = \frac{47,18}{1 + 0.65 \times \text{Exp}(-0.04 \times \theta)} \quad R^2 = 0.991$$

dimana T adalah suhu pusat buah (°C) dan θ adalah waktu pemanasan (menit)

Dengan menggunakan model logistik didapatkan bahwa suhu pusat buah mencapai 46°C dalam waktu 80 menit. Secara keseluruhan model logistik dapat digunakan untuk menduga perkembangan suhu buah dengan cukup baik. Gambar 5 memperlihatkan perkembangan suhu buah hasil pengukuran dan hasil pendugaan menggunakan model logistik selama proses VHT.

Hasil pendugaan suhu pusat 46°C tercapai pada menit ke-80, dimana terdapat perbedaan 2 menit dengan suhu hasil pengukuran. Tetapi secara keseluruhan model logistik sudah dapat digunakan untuk menduga perkembangan suhu pada mangga gedong gincu selama proses VHT dengan cukup baik. Hansen (1992) mengembangkan beberapa model matematika untuk menduga penetrasi panas pada buah dan sayur selama proses karantina, dan dilaporkan



Gambar 2. Laju produksi CO2 mangga gedong gincu selama penyimpanan



bahwa model terbaik adalah model logistik. Demikian pula menurut Rokhani (2002), model terbaik dalam menduga suhu pusat mangga Irwin yang di VHT adalah model logistik.

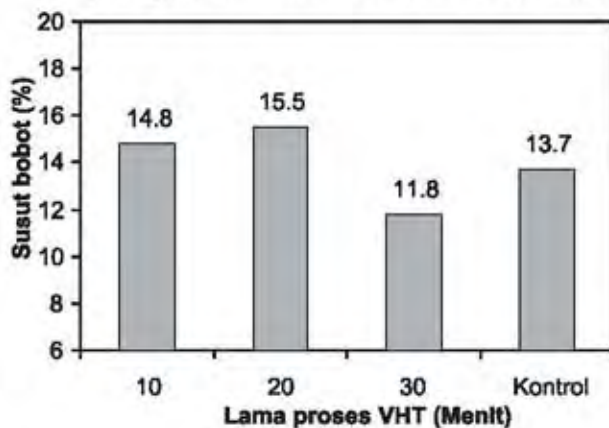
b. Respirasi

Respirasi mangga selama penyimpanan dikaji dengan mengukur laju produksi CO<sub>2</sub>-nya. Pada Gambar 2 diperlihatkan grafik produksi CO<sub>2</sub> mangga gedong gincu selama 16 hari penyimpanan. Mangga termasuk merupakan buah klimakterik, dimana setelah panen proses pematangan masih terus berlanjut yang ditandai dengan adanya peningkatan respirasi. Puncak masa klimakterik mangga gedong gincu 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. Dari hasil sidik ragam diketahui bahwa lama perlakuan panas tidak berpengaruh nyata terhadap laju produksi CO<sub>2</sub> kecuali pada hari ke-13 dan ke-15. Pada hari ke-13 dan 15, mangga yang digunakan sebagai kontrol memiliki laju produksi CO<sub>2</sub> tertinggi sebesar 46.1 ml CO<sub>2</sub>/kg.jam dan 38.8 ml CO<sub>2</sub>/kg.jam berturut-turut. Didapati bahwa lama perlakuan panas tidak menyebabkan gangguan pada laju respirasi mangga selama penyimpanan dan mangga yang diberi perlakuan panas masih dapat melanjutkan proses metabolisme dan pematangan sama seperti 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.

c. Perubahan Mutu

1. Susut Bobot

Selama masa simpan mangga terjadi peningkatan susut bobot. Susut bobot



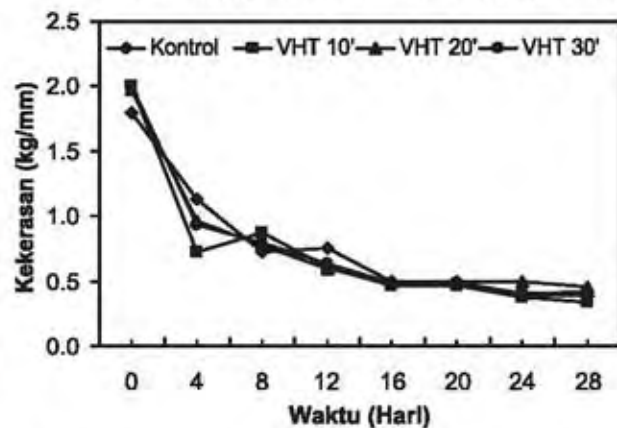
Gambar 3. Nilai susut bobot mangga gedong gincu pada hari ke-20.

tertinggi terjadi pada hari ke-28 sebesar 26.4% pada mangga yang di VHT 20 menit dan susut bobot terendah pada hari ke-28 adalah 18.4% (kontrol). Hasil dari sidik ragam menunjukkan bahwa lama VHT tidak mempengaruhi susut bobot buah pada hari ke-4, 24 dan 28, namun pada hari ke-20 susut bobot pada mangga yang diberi perlakuan VHT selama 30 menit menunjukkan hasil paling rendah (11,8 %). Rokhani (2002) 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.

2. Kekerasan

Selama masa penyimpanan mangga terjadi penurunan kekerasan, hal ini merupakan salah satu yang menandai terjadinya proses pematangan. Pada Gambar 4 ditampilkan grafik penurunan kekerasan mangga gedong selama penyimpanan. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada hari pengamatan ke-0, dimana pada saat itu mangga belum matang fisiologis. Kekerasan tertinggi pada hari penyimpanan ke-0 (segera setelah mangga di VHT) adalah 2.01 kg/mm (VHT 10 dan 30 menit). Pada hari pengamatan ke-28 nilai kekerasan tertinggi adalah sebesar 0.46 kg/mm pada mangga yang diberi VHT 20 menit, dan nilai kekerasan terendah adalah sebesar 0.34 kg/mm (VHT 10 menit).

Secara umum terlihat bahwa mangga yang diberi VHT memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Namun hasil sidik ragam menunjukkan bahwa lama VHT tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan kekerasan mangga selama penyimpanan. Rokhani (2002) melaporkan bahwa mangga irwin yang diberi HWT memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Klein dan Lurie juga menemukan hal yang sama



Gambar 4. Nilai kekerasan mangga gedong gincu selama penyimpanan

pada apel varietas anna dan granny smith, dimana apel yang diberi perlakuan panas 38°C selama 4 hari memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibanding kontrol. Perlakuan panas metode HWT pada suhu 46°C juga dilaporkan dapat mempertahankan kekerasan pada pepaya (Chan *et al.*, 1981). Hal ini kemungkinan dapat terjadi karena dihambat atau dipercepatnya hidrolisis pektin karena perlakuan panas sehingga dapat memperlambat/mempercepat aktifitas enzim dalam mendegradasi dinding sel.

3. Warna

Selama penyimpanan terjadi perubahan warna dari hijau ke kuning kemerahan yang menandakan terjadinya proses pematangan. Perubahan warna ini ditandai dengan berubahnya nilai a dari - (hijau) ke + (merah). Dari hasil sidik ragam diketahui bahwa lama VHT tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan warna a kecuali pada hari ke-20. Pada hari ke-20 (Gambar 5) terlihat bahwa kontrol lebih merah (2.98) dibandingkan mangga yang di VHT 30 menit (0.78). Namun perbedaan ini tidak menimbulkan gejala kerusakan panas pada kulit mangga. Rokhani (2002) juga mendapatkan hasil yang serupa, dimana lama perlakuan panas tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap perubahan warna mangga irwin selama masa penyimpanan.

4. Total Padatan Terlarut

Selama masa simpan terjadi peningkatan total padatan terlarut (TPT), grafik perubahan TPT selama penyimpanan diperlihatkan pada Gambar 6. Peningkatan TPT merupakan salah satu yang menandai terjadinya proses pematangan. Nilai TPT tertinggi adalah sebesar 17.47°brix (kontrol pada hari ke-28). Hasil sidik ragam memperlihatkan bahwa lama VHT tidak berpengaruh nyata pada perubahan TPT mangga gedong selama penyimpanan, kecuali pada hari simpan ke-0 dan 8. Hal ini juga dilaporkan

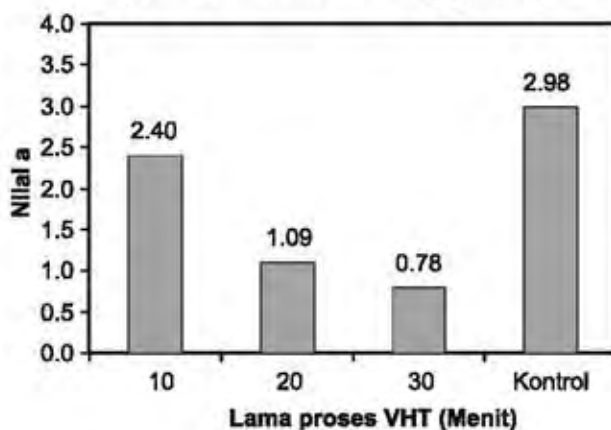
oleh Jacobi *et al.*, (1995) perlakuan panas metode VHT suhu 47°C selama 30 menit tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada perubahan total padatan terlarut mangga, begitu juga dengan perlakuan panas metode HAT dengan suhu 46.5°C selama 10 menit (Jacobi dan Gilles, 1997). Hal serupa juga dilaporkan oleh Suganawa *et al.*, (1987) bahwa perubahan total padatan terlarut dari mangga irwin tidak dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan panas metode VHT.

d. Proses VHT yang Optimum

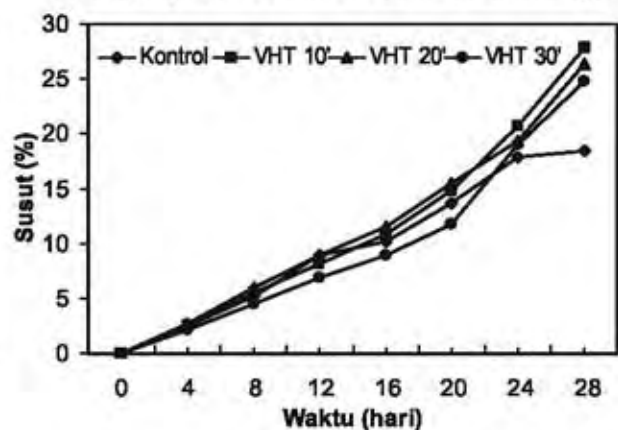
Mangga gedong gincu yang telah terinfestasi lalat buah diberi VHT pada suhu 46.5°C selama 0, 10, 20 dan 30 menit. Setelah 6 hari isolasi terlihat bahwa pada mangga gedong yang digunakan sebagai Kontrol terdapat larva dari *B. dorsalis*. Sementara pada mangga yang diberi perlakuan panas tidak terdapat larva yang menandakan bahwa telur yang terinfestasi di dalam mangga tidak berkembang/mati. Dari pengamatan keseluruhan terhadap pengaruh VHT dan pelilinan pada parameter mutu mangga gedong gincu selama penyimpanan serta uji verifikasi didapatkan bahwa VHT selama 10 hingga 30 menit sudah efektif mendisinfestasi telur lalat buah *B. dorsalis*.

Kesimpulan dan Saran

1. Mortalitas lalat buah *B. dorsalis* mencapai 100% pada pemanasan selama 30 menit dan suhu diatas 43°C, sedangkan pada suhu 46°C tercapai pada pemanasan minimal selama 10 menit.
2. Perlakuan panas metode VHT pada suhu 46,5°C tidak berpengaruh pada mutu buah mangga Gedong gincu berdasarkan parameter mutu susut bobot, kekerasan, warna, total padatan terlarut, maupun pola respirasinya.
3. Perlakuan VHT selama 10-30 menit pada suhu 46,5°C cukup efektif dalam membunuh telur lalat buah yang terinfestasi di dalam buah mangga



Gambar 5. Nilai a pada hari pengamatan ke-20.



Gambar 6. Nilai total padatan terlarut mangga gedong gincu selama penyimpanan.



gedong gincu, sehingga dapat diterapkan sebagai prosedur karantina untuk disinfestasi lalat buah.

4. Perlu dipelajari kombinasi perlakuan VHT dengan perlakuan lain yang dapat mempertahankan masa simpan buah mangga selama penyimpanan seperti penggunaan penyerap etilen, pengemasan dengan atmosfer termodifikasi (MAP) atau penyimpanan atmosfer terkontrol (CAS)

#### Daftar Pustaka

- Chan, H. T., Tam, S. Y. T., Seo, S. T. 1981. Papaya polygalacturonase and its role in thermally injured ripening fruit. *J. Food Science*. 46: 190-197.
- Departemen Pertanian. 2007a. Basis data pertanian. <http://database.deptan.go.id/eksim/eksporKomoditi.asp>, 1 Desember 2007.
- Departemen Pertanian. 2007b. 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.
- Departemen Pertanian. 2003. Statistik Pertanian 2002. Jakarta. Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- Hansen, J. D. 1992. Heating curve models of quarantine treatments against insect pest. *J. Econ. Entomol.* 85, 1846-54.
- 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. Giles, J. E. 1997. Quality of 'Kensington' mango (*Mangifera indica* L.) fruit following continued vapor heat disinfestation and hot water disease control treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 12, 285-292.
- 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., Lurie, S., 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.
- Plant Protection Division. 1997. Text Book of Plant Quarantine Treatments. Plant Protection Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries Government of Japan. Japan.
- 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.