

Technical Paper

Lama Pemanasan Metode Vapor Heat Treatment (VHT) dan Pelilinan Untuk Mempertahankan Mutu Pepaya Selama Penyimpanan**Exposure Time of Vapor Heat Treatment Method Following Waxing to Maintain Fruit Quality of Papaya During Storage**Rokhani Hasbullah¹, Elpodesy Marlisa², Ali Parjito³, Edy Hartulistiyoso⁴, dan Dadang⁵**Abstract**

Horticulture products are host for Tephritidae fruitflies that are considered a quarantine risk by many importing countries. This research was conducted to find out the specific condition for the heat treatment using vapor heat treatment (VHT) method to control pest and diseases of papaya and the fruit quality during storage. Papayas were vapor heat treated at medium temperature of 46.5 °C for 0, 15, and 30 minutes. After the treatment, the fruits were waxed using beeswax of 6 % in concentration and then stored at temperature of 10 °C. The results show that the fruitfly of oriental fruitfly (*Bactrocera dorsalis*) was completely killed by treating in deep water testing at temperature of 46 °C for 10 minutes or at 43 °C for 30 minutes. The VHT of papaya at fruit core temperature of 45.5-46.0 °C for 15-30 minutes following waxing using beeswax of 6 % in concentration was found to be effective to control pest and diseases until 21 days of storage without any visible signs of heat injury and without adversely affecting the quality of the fruit.

Keywords: Papaya, vapor heat treatment, waxing, quarantine

Diterima: 20 Agustus 2007; Disetujui: 24 Nopember 2007

Latar Belakang

Produk hortikultura Indonesia seperti halnya pepaya (*Carica pepaya* L.) merupakan produk-produk yang dilarang masuk ke beberapa negara pengimpor seperti Jepang dan Amerika (Rokhani, 2007). Larangan tersebut disebabkan karena produk pertanian tropis disinyalir tidak bebas dari hama/penyakit pascapanen. Hama yang menjadi perhatian utama adalah lalat buah (*fruitfly*) dari spesies *Bactrocera dorsalis* Hendel. Di Hawaii, penanganan pascapanen untuk mencegah serangan hama/penyakit dilakukan dengan mencelup buah ke dalam air panas pada suhu 43-48 °C selama 20 menit. Setelah itu buah difumigasi selama 2 jam dengan etilen dibromida (EDB) dengan dosis 8 g/m³ ruangan. Penggunaan bahan-bahan kimia seperti etilen dibromida, methil bromida dan phospine untuk pengendalian hama/penyakit pascapanen sudah dilarang sejak 1984. Sebagai alternatif pengendalian hama/penyakit pascapanen, satu-satunya prosedur yang dianjurkan adalah dengan perlakuan panas (heat treatment).

Perlakuan panas untuk disinfestasi hama/penyakit pascapanen pada buah-buahan sudah dikenal sejak 1929 ketika Baker dan pekerjanya mengembangkan

pengecahan lalat buah (Williamson, 2002). Teknologi perlakuan panas dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu *hot water treatment (HWT)*, *hot air treatment (HAT)* dan *vapor heat treatment (VHT)*. Menurut Lurie (1998), perlakuan panas pada suhu 40-50 °C sudah dapat membunuh telur serangga yang terinfestasi pada buah-buahan/sayuran.

Untuk memperpanjang masa simpan, setelah diberi perlakuan panas sebaiknya buah dilindungi dari kontaminasi mikroorganisme perusak, misalnya dengan pelapisan lilin. Pelapisan lilin terhadap buah-buahan juga berfungsi sebagai lapisan pelindung terhadap hilangnya air dari komoditi dan mengatur kebutuhan oksigen untuk respirasi. Selain itu, juga dapat menutupi luka/goresan pada permukaan buah dan mengkilapkan permukaan buah. Roosmani (1975) menyatakan bahwa pada konsentrasi emulsi lilin tertentu dapat memperpanjang masa simpan beberapa komoditas hortikultura. Emulsi 6 % lilin karnauba dapat memperpanjang masa simpan dan memperbaiki kualitas buah pepaya, belimbing, rambutan, dan pisang (Sri Nuryawati, 2005). Kondisi penyimpanan yang direkomendasikan untuk pepaya adalah pada suhu 10-13 °C dan kelembaban 85-90 % (USDA, 1997). Dalam kondisi tersebut buah dapat bertahan selama 1-3 minggu. Penyimpanan buah

¹ Staf pengajar pada Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus IPB Darmaga Bogor 16002, hasbullah@ipb.ac.id

² Mahasiswa Program Magister pada Program Studi Teknologi Pascapanen Sekolah Pascasarjana IPB.

³ Mahasiswa Program Sarjana pada Departemen Teknik Pertanian IPB.

⁴ Staf pengajar pada Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

⁵ Staf pengajar pada Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB

pepaya pada suhu lebih rendah dari 10 °C, tepatnya lebih rendah dari 7.2 °C dapat menimbulkan kerusakan (*chilling injury*). Dalam penelitian ini dikaji penerapan teknik perlakuan panas metode VHT yang dikombinasikan dengan pelilinan untuk mempertahankan mutu buah pepaya selama masa penyimpanan.

Tujuan penelitian ini secara umum adalah mengkaji pengaruh lama pemanasan pada perlakuan panas metode VHT dan pelilinan terhadap mutu buah pepaya selama penyimpanan. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

1. Mengkaji siklus metamorfosis lalat buah *B. dorsalis* dan melakukan uji mortalitas.
2. Menerapkan model matematika untuk mendeskripsikan perkembangan suhu buah selama proses VHT.
3. Mengkaji pengaruh lama pemanasan dengan metode VHT dan pelilinan terhadap perubahan mutu yang terjadi selama proses penyimpanan dan menentukan perlakuan terbaik yang dapat mempertahankan mutu pepaya.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pepaya varietas IPB 3 yang diperoleh dari kebun percobaan IPB dengan tingkat kematangan berkisar 25-30 %. Buah pepaya tersebut memiliki ukuran panjang 15.0-19.0 cm, diameter 7.0-8.5 cm dan berat rata-rata 556.3 g. Untuk pelilinan digunakan lilin lebah (*bees wax*) dengan konsentrasi 6 persen. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat VHT chamber, hybrid recorder dan termokopel untuk mengukur suhu, rheometer tipe CR-300 DX untuk mengukur kekerasan, refraktometer untuk mengukur total padatan terlarut, jangka sorong, ruang pendingin, oven, dan timbangan digital.



Gambar 1. Diagram alir proses pengujian mortalitas lalat buah.

Metode Penelitian

Uji mortalitas lalat buah

Untuk dapat melakukan pengujian mortalitas lalat buah, terlebih dahulu dilakukan pembiakan lalat buah di Laboratorium untuk mendapatkan telur lalat buah jenis *B. Dorsalis* (Oriental fruit fly). Pepaya matang penuh diisolasi selama 30-40 hari dengan menempatkannya pada kurungan mika yang pada alasnya ditaburi serbuk gergaji yang telah disterilkan untuk menghindari tergenangnya air. Lalat buah yang dihasilkan diidentifikasi dan dipisahkan ke dalam kurungan kayu yang berukuran lebih besar (50x50x50cm) untuk dikembangkan-biakkan. Selama pembiakan dilakukan pemeliharaan yang meliputi pemberian pakan berupa air gula, pembersihan, dan pemberian inang buatan dari buah pepaya sebagai media untuk meletakkan telur dari lalat buah betina. Inang diganti setiap 2 hari sekali dan inang yang telah diteluri kembali di isolasi untuk memperbanyak populasi lalat buah.

Uji mortalitas lalat buah dilakukan pada stadium telur karena stadium telur merupakan stadium yang paling tahan terhadap pemanasan. Pengujian dilakukan dengan mencelupkan telur lalat buah ke dalam air panas dengan perlakuan sebagai berikut:

- a. Pencelupan pada air bersuhu 46 °C pada berbagai lama pemanasan (5, 10, 15, 20 dan 30 menit)
- b. Pencelupan selama 30 menit pada berbagai suhu air (40, 43, 46, dan 49 °C)

Setelah proses pengujian, telur diletakkan pada inang buatan berupa buah pepaya yang telah diblender dan telur dibiarkan menetas. Setelah 6-7 hari dilakukan pengamatan jumlah larva yang hidup dan telur yang mati. Gambar 1 memperlihatkan diagram alir proses pengujian mortalitas lalat buah.

Perlakuan Panas metode VHT

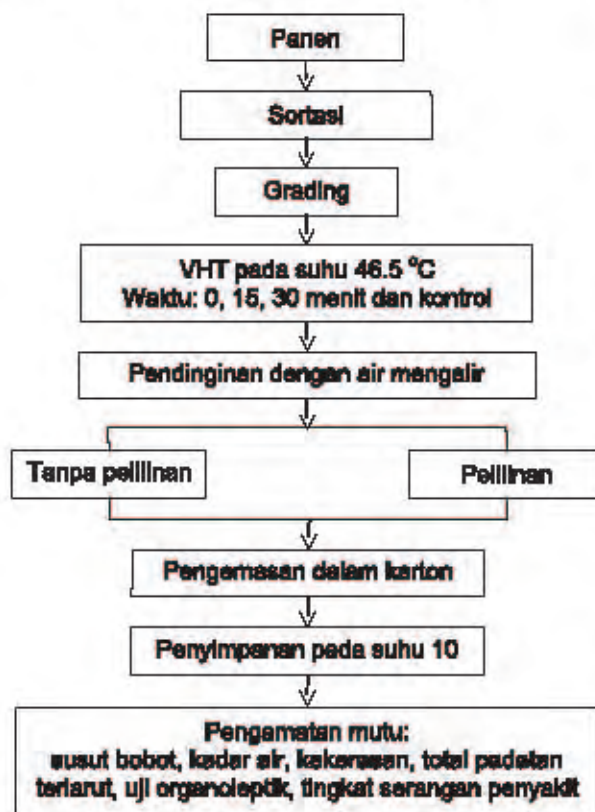
Setiba di laboratorium buah pepaya disortasi dan dilakukan grading untuk mendapatkan ukuran buah yang relatif seragam. Berat rata-rata pepaya adalah 556.3 g dan termasuk dalam kelas mutu A. Perlakuan panas metode VHT dilakukan pada suhu 46.5 °C dengan lama perlakuan 0, 15 dan 30 menit setelah suhu pusat buah mencapai 45.5-46.0 °C. Perkembangan suhu buah selama proses VHT berlangsung dicatat menggunakan recorder dan sensor termokopel. Untuk menggambarkan perkembangan suhu pada buah digunakan beberapa model matematika. Nilai parameter dugaan yang dihasilkan dari model dibandingkan secara grafik dengan nilai aktual. Model dengan nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi dan standar error (SE) terendah dianggap memiliki korelasi terbaik.

Pepaya yang telah diberi perlakuan panas kemudian dilakukan pelilinan menggunakan lilin lebah dengan konsentrasi 6 %. Selanjutnya dilakukan penyimpanan pada suhu 10 °C dan kelembaban relatif 85-90 %. Perubahan mutu selama penyimpanan diamati setiap 3 hari sekali hingga 21 hari penyimpanan. Parameter mutu yang diamati meliputi

susut bobot, kadar air, kekerasan, total padatan terlarut, tingkat serangan hama/penyakit dan uji organoleptik. Gambar 2 memperlihatkan diagram alir tahapan penelitian pengaruh VHT dan pelllinan terhadap mutu buah.

Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan faktorial yang disusun secara acak lengkap. Faktor pertama adalah lama perlakuan panas yang terdiri dari empat taraf (0, 15, 30 menit dan kontrol) sedangkan faktor kedua adalah pelllinan dengan dua taraf (pelllinan dan tanpa pelllinan). 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:



Gambar 2. Bagan alir proses penelitian pengaruh VHT dan pelllinan terhadap mutu buah.



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

dimana,

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

Hasil dan Pembahasan

Mortalitas Lalat Buah

Perkembangan lalat buah *B. dorsalis* melalui 4 stadium, yaitu telur, larva, pupa, dan imago. Stadium telur berlangsung selama lebih kurang 2-3 hari kemudian terbentuk larva. Larva terdiri dari 3 instar, yaitu instar 1, 2, dan 3 dengan periode stadium sekitar 6-9 hari. Setelah mencapai instar 3, larva akan mengerutkan tubuhnya dan membentuk puparium. Pupa merupakan stadium inaktif dengan lama stadium 4-10 hari. Kemudian pupa berubah menjadi imago yang tubuhnya berwarna coklat tua sampai kehitam-hitaman dengan lama stadium lebih kurang 25 hari. Gambar 3 memperlihatkan imago dan telur lalat buah pada buah pepaya.

Pengujian mortalitas dilakukan pada stadium telur karena telur merupakan stadium yang paling tahan terhadap pemanasan (JFTA, 1996). Hasil pengujian mortalitas terhadap telur lalat buah diperlihatkan pada Tabel 1 dan 2. Mortalitas telur lalat buah mencapai 85% pada perendaman dengan suhu 40 °C selama 30 menit. Mortalitas 100% tercapai pada perendaman dengan air bersuhu 43 °C selama 30 menit sehingga suhu diatas 43 °C dipastikan sudah dapat menimbulkan tingkat kematian 100% pada telur oriental fruit fly. Pada suhu 46.0-46.5 °C, telur lalat buah mencapai mortalitas 75 % pada pemanasan selama 5 menit, sedangkan pemanasan selama 10 menit telah menghasilkan mortalitas 100 %. Hasil yang sama dilaporkan oleh Heather et al., (1996) bahwa pemberian panas selama 10 menit pada suhu



Gambar 3. Imago (kiri) dan telur (kanan) lalat buah *B. dorsalis* hasil pembiakan di laboratorium.

Tabel 1. Tingkat mortalitas telur lalat buah jenis *Oriental fruitfly* pada suhu 46 °C.

Lama perendaman	Jumlah Telur	Telur Hidup	Telur Mati	Mortalitas (%)
Kontrol	20	20	0	0
5 menit	20	5	15	75
10 menit	20	0	20	100
15 menit	20	0	20	100
20 menit	20	0	20	100
25 menit	20	0	20	100
30 menit	20	0	20	100

46.5 °C sudah dapat menghasilkan mortalitas 100 % pada mediteranian fruit fly.

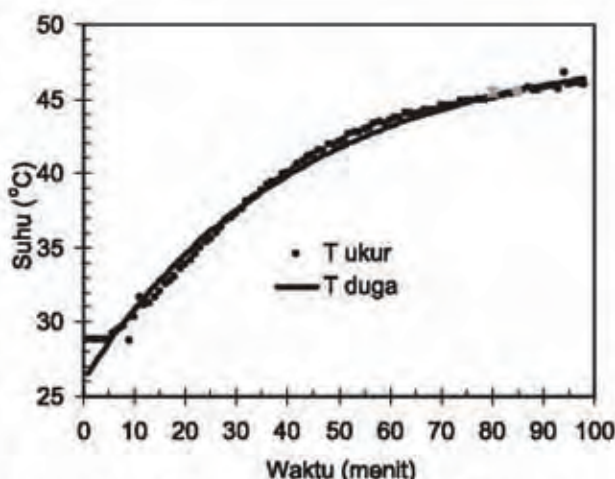
Perkembangan Suhu Buah selama Proses VHT

Untuk mendeskripsikan perkembangan suhu selama proses VHT digunakan model matematika untuk menduga perkembangan suhu buah selama proses VHT. Dari beberapa model matematika yang dicobakan, model asimtotik memberikan hasil yang terbaik. Model ini juga cukup baik dalam menggambarkan perkembangan suhu buah selama proses VHT pada buah tomat dan paprika (Dewi, 2004). Model asimtotik menghasilkan suatu kurva yang menggambarkan perkembangan suhu buah yang meningkat dari awal hingga pertengahan proses dan akhirnya menunjukkan perkembangan yang relatif konstan pada akhir proses.

Model asimtotik perkembangan suhu pepaya selama proses VHT dapat digambarkan dengan persamaan:

$$T_{\theta} = 48.59 - (22.48 \text{ EXP } (-0.02\theta)) \quad R^2 = 0.992.....(2)$$

Gambar 4 menunjukkan perkembangan suhu pusat buah hasil pendugaan dan hasil pengukuran selama proses VHT. Pada proses VHT pepaya, pengukuran suhu pusat dugaan sebesar 45.5 °C



Gambar 4. Suhu buah hasil pendugaan menggunakan model asimtotik dan hasil pengukuran selama proses VHT pada pepaya.

Tabel 2. Tingkat mortalitas telur lalat buah jenis *Oriental fruitfly* selama 30 menit.

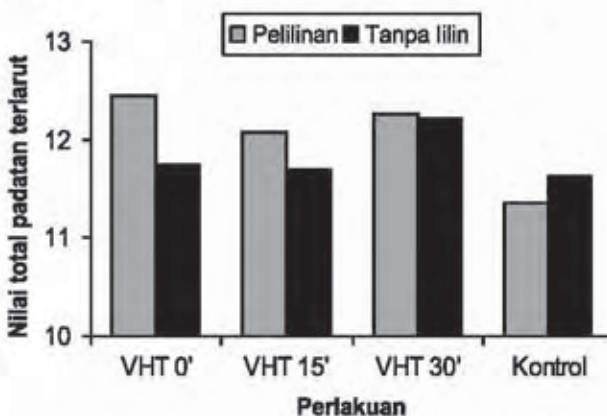
Suhu	Jumlah Telur	Telur Hidup	Telur Mati	Mortalitas (%)
Kontrol	20	20	0	0
40 °C	20	3	17	85
43 °C	20	0	20	100
46 °C	20	0	20	100
49 °C	20	0	20	100

tercapai dalam waktu 85 menit. Dari data hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu target tercapai dalam waktu 80 menit.

Pengaruh Lama Pemanasan dan Pelilinan Terhadap Mutu Pepaya

Proses VHT pada suhu 46 °C dengan lama pemanasan selama 0-30 menit tidak mempengaruhi susut bobot dan total padatan terlarut. Meskipun demikian, namun semakin lama pemanasan cenderung menurunkan total padatan terlarut. Lama pemanasan berpengaruh nyata terhadap kekerasan buah pepaya dimana semakin lama proses VHT cenderung meningkatkan kekerasan buah. Pelilinan memberikan pengaruh yang nyata terhadap susut bobot dimana pada buah yang dilapis lilin mengalami susut sobot lebih kecil dibandingkan buah yang tidak dilapis lilin. Interaksi antara lama pemanasan dan pelilinan memberikan pengaruh nyata terhadap kekerasan pepaya selama penyimpanan. Pengaruh lama pemanasan dan pelilinan terhadap mutu buah papaya diperlihatkan pada Tabel 3. Berdasarkan uji lanjut Duncan, perlakuan yang mempunyai susut bobot paling kecil adalah kombinasi perlakuan dengan lama pemanasan 30 menit dan pelilinan. Susut bobot yang rendah disebabkan adanya lapisan lilin yang menutupi stomata, bekas luka, dan goresan-goresan kecil yang dapat mempercepat proses transpirasi dan respirasi.

Perlakuan panas dan pelilinan mampu menghambat efek pelunakan pada buah. Rokhani (2002) melaporkan bahwa mangga 'Irwin' yang diberi



Gambar 5. Pengaruh lama pemanasan metode VHT dan pelilinan terhadap total padatan terlarut pepaya.

Tabel 3. Pengaruh lama pemanasan metode VHT dan pelilinan terhadap mutu buah pepaya.

Perlakuan	Busut bobot (%)	Kekerasan (kgf)	TPT ($^{\circ}$ brtx)	Skor Aroma	Skor Rasa
Kontrol dan Pelilinan	4.57 a	2.52 b	11.49 abc	3.67 ab	3.33 ab
VHT 0 mnt dan Pelilinan	5.84 ab	1.65 ab	12.46 cb	4.00 b	4.67 b
VHT 15 mnt dan Pelilinan	4.65 a	1.68 ab	11.71 bc	3.67 ab	3.33 ab
VHT 30 mnt dan Pelilinan	4.50 a	2.99 b	10.55 a	3.33 ab	3.33 ab
Kontrol tanpa Pelilinan	8.22 b	1.14 a	12.02 bc	2.67 ab	2.67 a
VHT 0 mnt tanpa Pelilinan	5.58 ab	1.29 a	12.22 cb	3.33 ab	2.67 a
VHT 15 mnt tanpa Pelilinan	7.10 ab	2.29 b	11.07 ab	2.33 a	3.00 a
VHT 30 mnt tanpa Pelilinan	6.62 ab	2.15 b	11.87 bc	2.67 ab	3.67 ab

^a Huruf yang sama secara vertikal menunjukkan bahwa perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf 0.05 pada uji Duncan

perlakuan panas memiliki kekerasan yang lebih tinggi. Klein dan Lurie juga menemukan hal yang sama pada apel varietas 'Anne' dan 'Granny Smith', dimana apel yang diberi perlakuan panas memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibanding kontrol. Perlakuan panas metode HWT pada suhu 46 $^{\circ}$ C juga dilaporkan dapat mempertahankan kekerasan pada pepaya (Chan et al., 1981). Hal ini kemungkinan dapat terjadi karena terhambatnya hidrolisis pektin karena perlakuan panas sehingga dapat memperlambat aktifitas enzim dalam mendegradasi dinding sel (Smith dan Lay-Yee, 2000).

Gambar 5 menunjukkan nilai total padatan terlarut pada penyimpanan hari ke-18. Proses VHT dan pelilinan cenderung mampu mempertahankan nilai total padatan terlarut, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Jacobi dan Wong (1992) melaporkan bahwa perlakuan panas metode VHT dan HWT tidak mempengaruhi perubahan mutu dan kimia yang terjadi pada beberapa kultivar mangga. Suganawa et al., (1987) melaporkan bahwa perubahan total padatan terlarut dari mangga 'Irwin' tidak dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan panas metode VHT. Hal ini juga dijelaskan oleh Jacobi et al. (1995) bahwa perlakuan panas metode VHT pada suhu 47 $^{\circ}$ C selama 30 menit tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada perubahan total padatan terlarut mangga.

Panella memberikan skor antara 2.33 sampai 4.00, yaitu antara tidak suka sampai suka terhadap aroma dan rasa buah pada penyimpanan hari ke-15. Berdasarkan analisis ragam, pelilinan berpengaruh nyata terhadap aroma dan rasa buah sedangkan lama pemanasan tidak berpengaruh nyata. Pepaya yang diberi pelilinan dapat mempertahankan kesegaran buah sehingga aroma dan rasa buahnya lebih disukai dibandingkan buah tanpa pelilinan. Lama VHT hingga 30 menit tidak merubah aroma dan rasa buah.

Pengamatan serangan penyakit secara visual dilakukan dengan mengamati timbulnya bercak-bercak kecil berwarna coklat kehitaman pada buah

yang diduga merupakan gejala serangan penyakit antraknosa. Penyakit ini disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc. Gejala serangan penyakit ini tampak pada buah menjelang masak yang berupa bulatan-bulatan kecil berwarna gelap. Bila buah bertambah masak, bulatan-bulatan tadi semakin besar dan busuk cekung kearah dalam buah. Menurut Kalle (1999) bila infeksi sampai pada daging buah bagian dalam, maka buah menjadi busuk bonyok dengan rasa pahit. Serangan penyakit mulai terlihat pada hari ke-6 yaitu pada buah yang tidak diberi pemanasan VHT baik dengan pelilinan maupun tanpa. Gejala yang terjadi adalah adanya getah yang keluar dan mengental pada buah, selain



Gambar 6. Tingkat serangan penyakit pada pepaya kontrol tanpa pelilinan setelah hari ke-6 penyimpanan.



Gambar 7. Pepaya yang diberi pemanasan VHT dan pelilinan pada hari ke-21 penyimpanan.

itu mulai terlihat adanya bercak-bercak kecil berwarna coklat kehitaman. Sedangkan pada pepaya yang diberi pemanasan VHT kondisinya tidak jauh berbeda dengan kondisi awal penyimpanan. Serangan penyakit mulai terlihat pada hari penyimpanan ke-18 dan 21 untuk semua perlakuan, namun demikian pada buah yang diberi VHT dan diikuti dengan pelilinan menunjukkan penampakan yang lebih baik hingga penyimpanan hari ke-21. Gambar 7 memperlihatkan penampakan pepaya yang diberi pemanasan VHT diikuti dengan pelilinan menggunakan lilin lebah dengan konsentrasi 6 % setelah 21 hari penyimpanan. Namun demikian, berdasarkan data mortalitas untuk lalat buah *B. dorsalis*, VHT selama 0 menit tidak disarankan karena pemanasan belum cukup untuk mencapai mortalitas lalat buah sebesar 99.999 %.

Kesimpulan

1. Waktu yang dibutuhkan pepaya mutu A dengan berat rata-rata 556.3 g, panjang rata-rata 17.3 cm, dan diameter rata-rata 8.0 cm untuk mencapai suhu pusat buah 45.5-46 °C pada perlakuan panas metode VHT dengan suhu medium 46.5 °C adalah selama 80 menit, sedangkan berdasarkan model matematika asimptotik suhu target tercapai dalam waktu 85 menit.
2. Proses VHT pada suhu 46.0 °C selama 0-30 menit tidak mempengaruhi susut bobot dan total padatan terlarut, namun semakin lama pemanasan cenderung menurunkan total padatan terlarut. Lama pemanasan VHT berpengaruh nyata terhadap perubahan kekerasan pepaya. Pelilinan memberikan pengaruh nyata terhadap susut bobot, dimana buah yang dililin memiliki susut bobot yang lebih kecil dibandingkan buah yang tidak dililin.
3. Perlakuan VHT selama 15-30 menit setelah kondisioning tidak menurunkan mutu buah dan apabila dikombinasikan dengan pelilinan menggunakan lilin lebah 6% mampu mempertahankan mutu pepaya hingga penyimpanan hari ke-21.
4. Untuk mengatasi serangan penyakit selama masa penyimpanan, sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengkombinasikan proses VHT untuk disinfestasi lalat buah dan penggunaan disinfektan yang diperbolehkan seperti asap cair atau disinfektan alami lainnya untuk mengatasi serangan penyakit selama penyimpanan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai dari dana Hibah Bersaing XIV. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan, Departemen Pendidikan dan LPPM IPB yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Dewi, A. 2004. Model Kurva Pemanasan Selama Proses Heat Treatment Pada Paprika dan Tomat. Skripsi Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- 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
- Lurie S. 1998. Review: Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 14, 257-69.
- Rokhani H. 2007. Penerapan Teknologi Karantina: Upaya Membuka Peluang Ekspor Buah-Buahan Indonesia. *J. Keteknikan Pertanian Vol 21(1) No. 1-12.*
- Roosmani, A. B. 1975. Percobaan Pendahuluan Pelapisan Lilin Terhadap Buah-Buahan dan Sayuran. *Buletin Penelitian Hortikultura III (2) : 17-21.* Lembaga Penelitian Hortikultura. Pasar Minggu, Jakarta. Di dalam Toemadi, H. W. 1982. Percobaan Pelapisan Lilin Berfungisida Pada Buah Pisang Raja (*Musa paradisiaca* L.) Skripsi. Departemen Teknik Pertanian. IPB. Bogor.
- Sri Nuryawati. 2005. Pengaruh Pelilinan dan Kemasan Polietilen Terhadap Mutu Pisang Mas (*musa paradisiaca*). Skripsi. Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor
- USDA. 1997. *Agricultural Export Transportation Handbook.* United States Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service. Agriculture Handbook 700.
- Williamson, M. 2002. Heat Treatments (Hot-water immersion, High Temperature Forced Air, Vapor Heat) As Alternative Quarantine Control Technologies for Perishable Commodities.