

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No.2, Agustus 2017



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. Mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan nomor penerbitan dari dua menjadi tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap nomornya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 2 Agustus 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof. Dr. Ir. Kamaruddin Abdullah, IPU. (Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada), Dr. Yudi Chadirin, STP.,M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ir. Agus Buono, MSi, MKom (Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ery Suhartanto, ST.,MT (Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya), Prof.Dr.Ir.Hj. Nurpilihan Bafdal, MSc (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Dr.Ir. Satyanto Krido Saptomo, STP.,M. Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Yohanes Aris Purwanto, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Thamrin Latief, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Asri Widyasanti, STP.,M.Eng (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. I Made Anom Sutrisna Wijaya, M.App., Sc., Ph.D. (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Udayana), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Kurniawan Yuniarto, STP.,MP (Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram), Dr.Ir. Sugiarto, MSi (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Dyah Wulandani, M.Si Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Leopold Oscar Nelwan, MSi (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Kajian Perlakuan Dingin Untuk Pengendalian Lalat Buah Pada Jeruk Mandarin

Study on Cold Treatment for Controlling Fruit Fly of Mandarin Orange

Rofika Rochmawati, Program Studi Ilmu Pangan Sekolah Pascasarjana IPB.

Email: rofika.rochmawati@gmail.com

Rizal Syarief, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB. Email: rsyarief@careipb.or.id

Budi Nurtama, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB. Email: b.nurtama@gmail.com

Rokhani Hasbullah, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem IPB. Email: rohasb@yahoo.com

Abstract

*Indonesia has a high volume of import fruit especially Mandarin orange. This fact is highly associate with the spread of new pests and diseases from their original countries to the plants in Indonesia. Therefore, quarantine treatment is important activity that must be done. This research aims to determine the effectiveness of cold treatment as a quarantine method for controlling fruit fly of Mandarin orange and to ensure the best quality of the fruit. The methods are contain from several step. First, was determine the most tolerant stage in cold temperature (2 °C and 3 °C for 18 days), then large scale trial, physical and sensory quality test. The result of pest control showed that the second instar of *Bactrocera cucurbitae* was the most resistant of cold treatment. Large scale trial at 3°C for 18 days has reached 100% mortality. For comparing before and after cold treatment, it was a significant difference of hardness parameter. While resulted in hedonic test showed that no significant difference of consumer preference to the fruit in different retail storage system for 15 days. Thus, it can be concluded that different temperature has no effect to consumer preference to overall quality of Mandarin orange fruit.*

Keywords: fruit fly, fruit quality, cold treatment, Mandarin orange, quarantine treatment,

Abstrak

Indonesia memiliki nilai impor buah yang tinggi terutama jeruk Mandarin. Hal ini berdampak pada meningkatnya resiko penyebaran hama dan penyakit baru dari Negara pengekspor ke tanaman di Indonesia. Sehingga perlakuan karantina merupakan hal sangat penting untuk dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan efektivitas dari perlakuan dingin sebagai metode karantina untuk mengontrol *Bactrocera cucurbitae* pada jeruk Mandarin dan memastikan kualitas buah masih dalam keadaan baik. Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahap. Tahap pertama adalah penentuan spesies yang paling resisten pada suhu rendah (2 °C dan 3 °C selama 18 hari), kemudian dilanjutkan dengan uji skala besar, uji kualitas fisik dan sensori buah. Hasil perlakuan dingin menyatakan bahwa stadia instar kedua dari *Bactrocera cucurbitae* merupakan yang paling tahan terhadap perlakuan dingin. Uji skala besar pada 3°C selama 18 hari mampu mematikan stadia yang paling tahan hingga tingkat mortalitas 100%. Uji kualitas sebelum dan sesudah perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan ini mempengaruhi kekerasan buah, sedangkan hasil uji hedonik menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan pada tingkat kesukaan konsumen terhadap buah hasil perlakuan yang disimpan dengan perbedaan suhu di tingkat pengecer selama 15 hari. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa perbedaan suhu tidak berpengaruh pada tingkat kesukaan konsumen terhadap kualitas secara keseluruhan jeruk Mandarin.

Kata Kunci: lalat buah, kualitas buah, perlakuan dingin, jeruk Mandarin, perlakuan karantina

Diterima: 28 Juni 2016; Disetujui: 20 April 2017

Latar Belakang

Jeruk merupakan salah satu buah yang memiliki tingkat konsumsi tinggi. Berdasarkan data BPS (2013), pada tahun 2012 jeruk menduduki peringkat pertama untuk nilai impor buah di Indonesia, dengan nilai impor mencapai USD 227.300.473, dan jeruk yang paling populer diimpor adalah jenis Mandarin. Tingginya jumlah impor buah jeruk meningkatkan resiko masuknya organisme pengganggu tanaman khususnya lalat buah dari negara lain yang dikhawatirkan dapat mengakibatkan hama dan penyakit baru bagi tanaman di dalam negeri. Menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 42 Tahun 2012 Tentang Tindakan Karantina Tumbuhan untuk Pemasukan Buah Segar dan Sayuran Buah segar ke dalam wilayah Negara Republik Indonesia, salah satu syarat masuknya buah impor adalah memiliki Sertifikat *Phytosanitary* yang merupakan jaminan produk terbebas dari organisme pengganggu tanaman. Namun, untuk komoditas jeruk hanya beberapa negara yang sudah melakukan sinkronisasi prosedur *phytosanitary* dengan Indonesia, diantaranya adalah USA, Australia, Kanada, dan New Zealand. Sedangkan negara lainnya masih dalam proses penyetaraan prosedur *phytosanitary*. Tindakan karantina ini juga diperlukan untuk menghadapi pasar bebas ASEAN dimana jual beli antar negara, terutama produk dari negara-negara ASEAN akan lebih mudah keluar dan masuk ke Indonesia.

Salah satu organisme pengganggu tanaman pada buah jeruk adalah lalat buah seperti *Bactrocera*. Jika lalat buah tidak dikontrol maka dapat merusak hingga 100% dari beberapa tanaman buah (NSW Government, 2012). Salah satu metode karantina yang dapat dilakukan adalah perlakuan dingin. De Lima dkk. (2007) melakukan penelitian perlakuan dingin pada jeruk Mandarin dan Lemon yang diinfeksi oleh lalat buah *Bactrocera tryoni* sebagai uji metode karantina, hasilnya menunjukkan bahwa untuk mematikan 100% *Bactrocera tryoni* dibutuhkan suhu 2°C selama 16 hari pada jeruk Mandarin dan 3°C selama 18 hari pada Lemon. Sehingga, metode ini dinilai dapat diterapkan untuk pencegahan masuknya organisme pengganggu tanaman melalui buah impor, terutama produk asal Negara yang belum mendapat sinkronisasi prosedur penanganan buah import dengan Indonesia.

Metode yang akan dilakukan di wilayah Indonesia sebagai salah satu upaya metode karantina buah impor, belum diketahui secara jelas pengaruhnya terhadap kualitas buah. Sehingga diperlukan pembuktian ilmiah dengan dilakukannya uji terap pada perlakuan dingin. Pengujian tersebut menggunakan *Bactrocera cucurbitae* yang ada di wilayah Indonesia sebagai serangga model dari *Bactrocera tryoni* (Queensland Fruit Fly) yang merupakan lalat buah kategori A1, yaitu organisme

pengganggu tanaman yang belum ada di Indonesia dan dicegah keberadaannya untuk masuk ke wilayah Indonesia. *B. cucurbitae* digunakan sebagai serangga model karena merupakan salah satu spesies yang kerap kali merusak buah jeruk. Selain itu, sangat diperlukan analisis kualitas buah hasil perlakuan. Analisis ini berfungsi untuk menentukan kelayakan metode yang dilakukan, dalam arti tidak hanya efektif mematikan serangga namun juga dapat mempertahankan kualitasnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efektivitas dari perlakuan dingin dalam mematikan serangga khususnya *Bactrocera cucurbitae* sebagai metode karantina jeruk Mandarin impor dan mengetahui kualitas dari buah hasil perlakuan. Pada penelitian ini, uji kualitas buah meliputi kualitas fisik (warna dan kekerasan) dan kualitas organoleptik, uji yang dilakukan adalah uji hedonik untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen pada buah hasil perlakuan selama penyimpanan di tingkat pengecer dengan melakukan simulasi penyimpanan di suhu gudang dan *display* tingkat pengecer. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah mengetahui stadia yang paling tahan terhadap perlakuan dingin serta lama waktu efektif untuk memamatkannya hingga tingkat mortalitas 100%.

Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah jeruk impor jenis Mandarin, varietas Murcott yang didapatkan dari gudang modern market daerah Bekasi. Sampel berasal dari Australia yang dipastikan terbebas dari infestasi lalat buah dan telah mengalami proses seleksi bentuk, berat dan warna agar seragam. Telur serangga uji, yaitu *Bactrocera cucurbitae* (generasi ke-57) didapatkan dari BBPOPT Jatisari. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah kontainer pendingin dengan setting suhu $2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dan $3 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ merk Daikin LXE-10E Japan, wadah plastik berdiameter 10 cm dan tinggi 15 cm, cawan petri, kain kassa, mikroskop cahaya, dan kuas kecil diameter 0,5 cm.

Uji Ketahanan Stadia

Telur *Bactrocera cucurbitae* yang telah dipanen, diinfestasikan ke dalam jeruk dengan cara kulit buah disayat hingga mencapai daging buah dan telur dimasukkan ke dalam daging buah sebanyak 100 butir/buah. Kemudian dilakukan inkubasi hingga lalat buah mencapai masing-masing stadia. Selanjutnya dilakukan penyimpanan dingin selama 18 hari dan dilakukan pengamatan terhadap mortalitasnya pada hari ke- 6, 10, 14, 16 dan 18. Data yang dihasilkan diolah menggunakan metode Abbott untuk menghitung tingkat mortalitas terkoreksi (Abbott, 1925).

Tabel 1. Data persentase mortalitas terkoreksi (formula Abbott) *Bactrocera cucurbitae*.

Suhu	Asal stadia	Kontrol					Waktu papar
		6	10	14	16	18	
2°C	Instar 3	32,70	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	Instar 2	29.50	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	Instar 1	42.30	78.20	100.00	100.00	100.00	100.00
	Telur	44.70	97.13	100.00	100.00	100.00	100.00
3°C	Instar 3	32,70	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	Instar 2	29.50	88.19	96.60	100.00	100.00	100.00
	Instar 1	42.30	72.29	100.00	100.00	100.00	100.00
	Telur	44.70	88.31	100.00	100.00	100.00	100.00

$$\text{Mortalitas terkoreksi} = \frac{\text{mortalitas perlakuan} - \text{mortalitas kontrol}}{\text{mortalitas kontrol}} \times 100\% \quad (1)$$

Analisis probit dilakukan untuk menghitung LD₉₉ sebagai waktu papar yang paling efektif untuk diterapkan pada uji konfirmasi skala besar. Analisis tersebut menggunakan data perkembangan mortalitas terkoreksi dari stadia yang paling tahan pada perlakuan dingin.

Uji Konfirmasi Skala Besar

Uji konfirmasi skala besar dilakukan setelah diketahui stadia yang paling resisten, yaitu stadia yang bertahan paling lama pada suhu dingin, sedangkan lama perlakuan untuk uji ini ditentukan dengan analisis probit. Sampel dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu buah yang diinfestasi untuk menganalisis tingkat mortalitas dan buah non infestasi untuk menganalisis kualitas buah. Sebanyak 78.300 telur diinfestasikan ke dalam 522 buah jeruk pada perlakuan dingin (150 butir/buah), dan 7.500 telur diinfestasikan ke dalam 71 buah (150 butir/buah) pada suhu ruang sebagai kontrol. Buah non infestasi yang digunakan untuk analisis kualitas sebanyak 162 buah.

Uji Kualitas Buah

Kualitas fisik, dilakukan sebelum dan setelah perlakuan yang terdiri dari analisis kekerasan buah menggunakan alat *Handheld Penetrometer* dan analisis warna buah menggunakan alat *Chromameters CR310 Minolta*. Data dianalisis menggunakan uji T. Nilai *L*, *a*, *b* diturunkan menjadi beberapa parameter (Palou dkk., 1999), yaitu:

- Nilai *hue angle*, $h^0 = \tan^{-1}(b/a)$
- Nilai kroma, $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$
- Indeks pencokelatan (*Browning Index*, BI)

$$BI = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17} \quad x = \frac{a + 1,75}{5.645L + a - 3.012b} \quad (2)$$

Uji Organoleptik, buah hasil perlakuan dingin kemudian disimpan dalam tiga suhu yang berbeda disimulasikan pada penyimpanan tingkat pengecer, yaitu suhu gudang (4-6°C), suhu display dingin (8-10°C) dan suhu display ruang (24-26°C) selama 15 hari yang merupakan rata-rata lama penyimpanan di tingkat pengecer. Pada hari ke-15, dilakukan uji hedonik oleh 80 orang panelis tidak terlatih terhadap buah tersebut. Parameter yang diuji adalah tingkat kesukaan pada buah secara keseluruhan (*overall quality*), data diolah menggunakan analisis sidik ragam.

Hasil dan Pembahasan

Uji Ketahanan stadia

Karantina merupakan suatu cara pencegahan penyebaran serangga, virus, atau makhluk biologis lainnya yang dapat membawa penyakit baru ke dalam suatu negara. Sehingga hal ini dinilai penting bagi suatu negara, termasuk Indonesia. Berdasarkan data mortalitas terkoreksi (Tabel 1) didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa *B. cucurbitae* stadia larva instar 2 merupakan yang paling tahan terhadap perlakuan dingin yaitu pada suhu 3°C, walaupun stadia larva instar 1 memiliki tingkat mortalitas yang lebih rendah dibanding stadia lainnya pada pengamatan hari ke-6, namun telah mencapai kematian 100% pada pengamatan hari ke-10. Hal ini diduga karena laju mortalitas instar 1 lebih tinggi dibandingkan instar 2, sehingga instar 2 dinyatakan paling resisten karena pada pengamatan hari ke-10 belum mencapai tingkat mortalitas 100%. Penelitian yang dilakukan oleh Santaballa dkk. (2009) terhadap perkembangan *C. capitata* dalam jeruk Clementine Mandarin menyatakan bahwa tahap larva lebih resisten pada perlakuan dingin dibandingkan dengan telur. Setelah 14 hari perlakuan dingin, kematian larva mencapai 100%. Begitu juga dengan penelitian De Lima dkk. (2011), yang menyatakan bahwa tahapan larva

Tabel 2. Hasil analisis probit penentuan *Lethal Dose* untuk *B. cucurbitae* larvainstar 2.

<i>Lethal Dose</i>	Estimasi Waktu Papar (hari)*	Kisaran Waktu Papar (hari)*
LD ₅₀	4	2 – 6
LD ₉₀	7	6 – 8
LD ₉₅	8	7 – 10
LD ₉₉	12	10 – 18

*Pembulatan ke atas

Tabel 3. Hasil uji konfirmasi skala besar.

Perhitungan	Kontrol (25°C)	Perlakuan dingin (3°C)
Jumlah Buah (buah)	71	522
Populasi Terinfestasi (butir)	7.500	78.300
Populasi Hidup (ekor)	6.422	0
Waktu Papar (hari)	18	18
Mortalitas (%)	14	100

Tabel 4. Hasil analisis kualitas fisik jeruk Mandarin.

Karakteristik Warna	Sebelum perlakuan	Setelah perlakuan
L	61.10 ± 1.48 ^a	60.39 ± 1.18 ^a
a	31.80 ± 2.19 ^a	33.04 ± 1.91 ^a
b	55.95 ± 2.08 ^a	56.22 ± 1.58 ^a
Hue	1.05 ± 0.04 ^a	1.04 ± 0.03 ^a
Chroma	64.36 ± 1.45 ^a	65.21 ± 0.88 ^a
Indeks Pencoklatan	209.67 ± 6.00 ^a	216.47 ± 7,13 ^a
Kekerasan (kgf)	0.28 ± 0.08 ^a	0.38 ± 0.09 ^b

adalah yang paling resisten, dan membutuhkan waktu lebih dari 10 hari untuk mematikan hingga tingkat mortalitas 100%.

Berdasarkan hasil analisis probit (Tabel 2), lama waktu papar yang dibutuhkan untuk mencapai *lethal dose* 99% (LD₉₉) pada suhu 3°C untuk stadia larva instar 2 adalah 12 hari dengan waktu minimal 10 hari dan maksimal 18 hari, hasil ini diperoleh dari pengolahan data perkembangan mortalitas stadia yang paling resisten pada perlakuan dingin, yaitu *B. cucurbitae* stadia larva instar 2 pada suhu 3°C.

Hasil penelitian yang dilakukan De lima dkk. (2007) menyatakan bahwa perlakuan dingin pada 2°C selama 18 hari atau 3°C selama 20 hari pada skala industri menunjukkan efektivitas total menghambat stadium larva *Ceratitis capitata* yang paling resisten pada perlakuan dingin, sedangkan untuk mematikan 100% *Bactrocera tryoni* membutuhkan waktu 16 hari pada suhu 2°C atau 3°C pada jeruk Mandarin, dan dapat menjadi jaminan perlakuan karantina pencegahan lalat buah. Selain itu, ketentuan APHIS (2006), menyatakan bahwa perlakuan dingin diatas suhu 1°C untuk mendesinfestasi *Bactrocera* spp. membutuhkan waktu minimal 18 hari, sehingga dipilih waktu papar maksimal dari hasil analisis probit, yaitu 18 hari perlakuan untuk uji skala besar.

Uji Konfirmasi Skala Besar

Uji skala besar dilakukan sebagai uji konfirmasi untuk memastikan bahwa metode perlakuan yang terpilih benar-benar efektif untuk mematikan lalat buah pada buah jeruk Mandarin impor. Metode yang

digunakan pada penelitian ini adalah proteksi tingkat probit 8.7 yaitu mematikan serangga dengan target minimal sebanyak 30.000 butir telur *B. cucurbitae*. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Santaballa dkk. (2009), yang mematikan *C. capitata* sebanyak 30.000 pada suhu 2°C selama 16 hari. Penelitian lainnya yaitu pada suhu 2,2°C selama 18 hari yang dilakukan APHIS (Animal and Plant Health Inspection Service) mampu mencapai tingkat proteksi probit 9, yaitu mematikan sebanyak minimal 100.000 butir telur (Powell, 2003). Adapun metode lain desinfeksi buah, yaitu dengan vapour heat treatment (VHT) yang dilakukan oleh Hasbullah et al. (2013), menyatakan bahwa metode tersebut dapat membunuh *B. carambolae* hingga 100% mortalitas pada suhu 43 °C selama minimal 30 menit, atau 46 °C selama minimal 15 menit.

Hasil uji konfirmasi skala besar (Tabel 3), menunjukkan bahwa perlakuan selama 18 hari pada suhu 3°C dapat mematikan lalat buah hingga tingkat mortalitas 100%. Dengan demikian, perlakuan dingin terbukti efektif untuk mencegah keberadaan lalat buah khususnya *B. cucurbitae* stadia larva instar 2 yaitu stadia yang paling resisten terhadap perlakuan dingin pada jeruk Mandarin impor.

Uji Kualitas Buah

1. Kualitas Fisik

Uji kualitas buah dilakukan untuk memastikan perlakuan yang telah efektif mematikan 100% lalat buah, juga mampu mempertahankan kualitas buah yang akan dijual. Uji kualitas yang dilakukan meliputi uji kualitas fisik yang dilakukan saat sebelum dan

sesudah perlakuan, serta uji organoleptik yaitu uji kesukaan konsumen pada buah jeruk hasil perlakuan dingin dengan simulasi penyimpanan di tingkat pengecer.

Berdasarkan data analisis warna (Tabel 4), perlakuan pendinginan tidak berpengaruh nyata pada komponen warna jeruk. Umumnya, warna pada pangan diukur dalam notasi L, a dan b yang merupakan standar internasional ruang warna untuk pengukuran warna. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan yang memiliki nilai antara 0 (hitam) sampai 100 (putih), semakin tinggi nilai L maka semakin tinggi tingkat kecerahannya. Nilai L buah jeruk hasil perlakuan dingin adalah $60,39 \pm 1,18$ dan tidak ada perubahan yang signifikan pada nilai kecerahan buah. Sedangkan parameter a (merah-hijau) dan b (kuning-biru) merupakan dua komponen kromatis yang mempunyai rentang nilai dari -120 hingga 120. Nilai a positif mengarah ke warna kromatis merah dan nilai a negatif mengarah ke warna kromatis hijau, sedangkan nilai b positif mengarah ke warna kromatis kuning, dan b negatif mengarah ke warna kromatis biru (Leon dkk., 2006). Nilai a buah jeruk hasil perlakuan yaitu $33,04 \pm 1,91$ mendekati spektrum warna merah sedangkan nilai b yaitu $56,22 \pm 1,58$ mendekati spektrum warna kuning. Perubahan nilai hue, kroma dan indeks pencoklatan buah sebelum dan sesudah perlakuan dipengaruhi oleh nilai kroma a dan b, sehingga ketiga nilai tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hue adalah spektrum yang dominan sesuai dengan panjang gelombangnya, sedangkan chroma (*saturation*) menunjukkan kemurnian atau kekuatan dari warna spektrum atau gradasi kemurnian dari warna atau derajat pembeda adanya perubahan warna dari kelabu atau putih netral ke warna lainnya. Nilai hue dan chroma hasil perlakuan berturut-turut adalah $1,04 \pm 0,03$ dan $65,21 \pm 0,88$.

Pencoklatan buah diawali dengan reaksi oksidasi enzimatik komponen fenol oleh enzim polifenol oksidase. Produk awal reaksi oksidasi adalah komponen kuinon yang dengan cepat mengalami kondensasi untuk membentuk polimer berwarna coklat yang tidak larut (melanin). Peningkatan indeks pencoklatan buah disebabkan faktor intrinsik dalam buah, antara lain jumlah konsentrasi polifenol oksidase aktif, komponen fenolik, pH, suhu, gula pereduksi, dan keberadaan gugus amin. Perlakuan pendinginan pada penelitian ini menghasilkan indeks pencoklatan sebesar $216,47 \pm 7,13$ dari nilai awal sebelum perlakuan yaitu $209,67 \pm 6,00$. Berdasarkan hasil uji T, nilai ini tidak berbeda nyata, yang artinya perlakuan dingin tidak mempengaruhi indeks pencoklatan. Semakin rendah suhu maka semakin lambat reaksi kimia yang terjadi pada buah, begitu pula yang terjadi pada reaksi pencoklatan enzimatik pada suhu rendah cenderung terhambat (Oh dkk., 2006).

Tabel 5. Tingkat kesukaan konsumen pada kualitas keseluruhan jeruk Mandarin berdasarkan simulasi penyimpanan tingkat pengecer.

Suhu	Skor kesukaan
Gudang (4-5°C)	5.0 ± 1.3^a
Display dingin (8-10°C)	5.0 ± 1.4^a
Display ruang (24-26°C)	5.0 ± 1.5^a

Keterangan : Huruf superkrip yang sama pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada selang

Perubahan kualitas fisik yang signifikan hanya terjadi pada karakteristik kekerasan buah (tabel 4). Setelah perlakuan, sampel menjadi lebih keras dari nilai awal $0,28 \pm 0,08$ kgf menjadi $0,38 \pm 0,09$ kgf (meningkat sebesar 30%). Hal ini diduga karena adanya pelepasan sejumlah air bebas pada permukaan daging seiring lamanya waktu penyimpanan dan berdampak pada penurunan keempukan daging buah akibat suhu dingin (Munira dkk., 2013). Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Hasbullah dkk. (2013) dengan menggunakan metode vapour heat treatment pada suhu $46,5^\circ\text{C}$ selama 20-30 menit, tidak mempengaruhi kualitas fisik warna dan kekerasan pada buah belimbing.

Buah jeruk juga dikenal sebagai buah yang kaya akan kandungan Vitamin C. Vitamin C didefinisikan sebagai istilah umum untuk semua senyawa yang menunjukkan aktivitas biologis dari L-asam askorbat. Vitamin ini adalah vitamin yang kadarnya berkurang dengan cepat saat penyimpanan, dan dijadikan indikator kesegaran produk. Vitamin C ini biasanya stabil pada sayuran seperti asparagus (Saito dkk., 2000) dan *Jalapeno pepper* (Howard dan Hernandez-Bernez, 1997). Sedangkan pada buah jeruk yang mengalami pendinginan, jumlahnya sedikit menurun (Rapisarda dkk., 2008). Penurunan kadar vitamin C ini dikarenakan oleh penggunaan asam organik untuk produksi energi dan fermentasi alkohol (Escheverria dan Valich, 1989). Rapisarda dkk. (2008) menyatakan bahwa kadar vitamin C pada buah jeruk varian 'T.Meli' dan 'Moro' mengalami sedikit penurunan, sedangkan pada varian 'Valencia' terdapat kenaikan kandungan vitamin C setelah penyimpanan 40 hari. Namun, pada akhir penyimpanan kandungan vitamin C pada seluruh varian berkisar antara 48,86-63,66 mg/100ml, dimana nilai tersebut bukan jumlah penurunan yang signifikan sebagai proteksi antioksidan buah. Faktor lain yang dapat mempengaruhi penurunan kadar vitamin C ini, diantaranya adalah genetik, kondisi pertumbuhan tanaman (cahaya dan suhu), proses produksi (pupuk, irigasi), kematangan saat pemanenan, dan kondisi penanganan pasca panen (Barrett dkk., 2010).

2. Uji Organoleptik

Uji Organoleptik yang dilakukan yaitu uji hedonik atau kesukaan konsumen. Parameter pengujian adalah kualitas keseluruhan dari buah (*overall quality*). Uji ini dilakukan untuk memastikan kelayakan buah hasil perlakuan untuk dapat diterima dan disukai oleh konsumen. Data uji kesukaan konsumen berdasarkan simulasi penyimpanan di tingkat pengecer (Tabel 5), menunjukkan hasil yang tidak signifikan, artinya perbedaan suhu penyimpanan tidak mempengaruhi skor kesukaan konsumen. Tingkat pengecer biasanya menyimpan buah jeruk dalam tiga kondisi suhu yang berbeda, yaitu suhu gudang (4-5°C), suhu *display* dingin (8-10°C) dan suhu *display* ruang (24-26°C). Sebanyak 80 panelis tidak terlatih digunakan pada uji hedonik buah yang disimpan pada ketiga suhu tersebut selama 15 hari, yang merupakan lama rata-rata penyimpanan buah di tingkat pengecer. Hasil uji hedonik ini menunjukkan bahwa tingkat kesukaan konsumen berada di skor 5 (agak suka) dari 7 (sangat suka) pada kualitas buah secara keseluruhan.

Penelitian serupa dilakukan oleh Obenland dkk. (2011), yang menyatakan bahwa pada suhu dimana jeruk Mandarin disimpan (0, 4 dan 8°C), tidak mempengaruhi parameter sensori yang dihitung, juga tidak ada perubahan yang signifikan pada komposisi padatan terlarut, titrasi asam, atau rasio padatan terlarut : titrasi asam. Hasil uji panelis yang dilakukan pada jeruk Mandarin jenis Murcott yang disimpan pada suhu 8°C, cenderung lebih disukai dibandingkan dengan buah yang disimpan pada suhu 0-4°C, hal ini kemungkinan berkaitan dengan persepsi dari *off flavor* dan rasa pahit yang lebih rendah. Hal tersebut dikarenakan buah yang disimpan pada suhu 8°C memiliki rasio padatan terlarut : titrasi asam yang lebih tinggi dibandingkan penyimpanan 0-4°C, meskipun perbedaannya tidak signifikan (Obenland dkk., 2011).

Simpulan

Bactrocera cucurbitae stadia larva instar 2 adalah stadia yang paling resisten terhadap perlakuan dingin, dan dibutuhkan penelitian lebih lanjut terhadap laju mortalitas antar stadia. Perlakuan dingin dengan suhu 3°C selama 18 hari terbukti efektif untuk mematikan lalat buah *Bactrocera cucurbitae* hingga tingkat mortalitas 100%. Perlakuan dingin tidak mempengaruhi karakteristik warna pada jeruk Mandarin namun mempengaruhi tingkat kekerasan buah. Perbedaan suhu tidak berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan konsumen terhadap jeruk mandarin hasil perlakuan, dengan simulasi penyimpanan tingkat pengecer.

Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah dengan menambah variasi suhu perlakuan dingin agar implementasi hasil penelitian ini semakin sempurna.

Daftar Pustaka

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Animal and Plant Health Inspection Service. 2006. *Quarantine Treatment Manual, USA, 2006*. <http://www.aphis.usda.gov/ppq/manuals>. [23 Mei 2014]
- Badan Pusat Statistik 2013. *Data Ekspor-Impor Pertanian, Indonesia, 2013*. <http://www.bps.go.id>. [20 Mei 2014]
- Barrett, D.M., Beaulieu, J.C., Shewfelt, R. 2010. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Critical Reviews in Food Science Nutrition* 50(5): 369-389. DOI: 10.1080/10408391003626322
- De Lima, C.P.F., Jessup, A.J., Cruickshank, L., Walsh, C.J., Mansfield, E.R. 2007. Cold desinfestation of citrus (*Citrus* spp.) for Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata*) and Queensland fruit fly (*Bactrocera tryoni*) (Diptera:Tephritidae). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 35:39-50. DOI : 10.1080/01140670709510166
- De Lima, C.P.F., Jessup, A.J., Mansfield, E.R., Daniels D. 2011. Cold treatment of table grapes infested with Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) and Queensland fruit fly *Bactrocera tryoni* (Froggatt) Diptera: Tephritidae. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 39:95-105. DOI : 10.1080/01140671.2010.526620
- Escheverria, E. dan Valich, J. 1989. Enzyme of sugar and acid metabolism in stored 'Valencia' oranges. *Journal of American Society Horticulture Science* 114:445-449.
- Hasbullah R, E Rohaeti, R. Syarief. 2013. Fruit fly disinfestations of star fruit (*Averrhoa carambola* L.) using vapor heat treatment (VHT). *ISHS Acta Horticulturae 1011: II Asia Pasific Symposium on Postharvest Research Education and Extension: APS2012*. DOI :10.17660/ActaHortic.2013.1011.17
- Howard, L.R. dan Hernandez, B.C. 1997. Antioxidant content and market quality of jalapeno pepper rings as affected by minimal processing and modified atmosphere packaging. *Journal of food Quality* 21:317-327.

- Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F., Leon, J. 2006. Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Research International Journal* 39:1084–1091. DOI : 10.1016/j.foodres.2006.03.006
- Munira, Z.A., Rosnah, S., Zaulia, O., Russly, A.R. 2013. Effect of postharvest storage of whole fruit on physico-chemical and microbial changes of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L. *reticulatus* cv. Glamour). *International Food Research Journal* 20(1):501-508.
- New South Wales Government. 2012. Queensland Fruit Fly (QFF) and the home gardener. Primefact 1187, 1st edn. Department of Primary Industry, New South Wales.
- Obenland, D., Collin, S., Mackey, B., Sievert, J., Arpaia, M.L. 2011. Storage temperature and time influence sensory of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition. *Journal of Postharvest and Technology* 59:187-193. DOI :10.1016/j.postharvbio.2010.09.011
- Oh, S.H., Y.S. Lee, J.H. Kim, J.H. Kim, J.W. Lee, M.R. Kim, H.S. Yook, dan M.W. Byun. 2006. Effect of pH on non-enzymatic browning reaction during γ -irradiation processing using sugar and sugar-glycine solutions. *Journal of Food Chemistry* 94: 420–427. DOI :10.1016/j.foodchem.2004.11.034
- Palou, E., Lopez Malo, A., Barbosa Canovas, G., Chanee Welti, J., Swanson, W. 1999. Polyphenoloxidase and color blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science* 64:42-45.
- Powell, M.R. 2003. Modelling the response of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) to cold treatment. *Journal of Economic Entomology* 96: 300-310. DOI :<http://dx.doi.org/10.1093/jee/96.2.300>
- Rapisarda, P., Marisol, L.B., Paolo, P., Nicolina, T. 2008. Effect of cold storage on vitamin C, phenolic and antioxidant activity of five orange genotypes [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. *Postharvest Biology and Technology* 49:348-354.
- Saito, M., Rai, D.R., Masuda, R. 2000. Effect of modified atmosphere packaging on glutathione and ascorbic acid content of asparagus spears. *Journal of Food Process Preservatives* 24:243-251. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2000.tb00416.x
- Santaballa, E., Laborda, R., Cerda, M. 2009. Quarantine cold treatment against *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) to export clementine mandarins to Japan. *Boletín de Sanidad Vegetal* 35: 501-512.