

ISSN (p) : 2302-559X
ISSN (e) : 2549-0818

Teknik Pertanian Lampung JURNAL

Vol. 8, No. 2, Juni 2019



SK Dirjen DIKTI No : 21/E/KPT/2018



Jurnal Teknik
Pertanian Lampung

Volume
8

No.
2

Hal
65-152

Lampung
Juni 2019

(p) 2302-559X
(e) 2549-0818

Published by: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan dalam bidang keteknikan pertanian. Lingkup penulisan karya ilmiah dalam jurnal ini antara lain: rekayasa sumber daya air dan lahan, bangunan dan lingkungan pertanian, rekayasa bioproses dan penanganan pasca panen, daya dan alat mesin pertanian, energi terbarukan, dan system kendali dan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian. Mulai tahun 2019, J-TEP terbit sebanyak 4 (empat) kali dalam setahun pada bulan Maret, Juni, September, dan Desember. Sejak tahun 2018, J-TEP mendapatkan terakreditasi SINTA 3 berdasarkan SK Dirjen Dikti No.21/E/KPT/2018. J-TEP terbuka untuk umum, peneliti, mahasiswa, praktisi, dan pemerhati dalam dunia keteknikan pertanian.

Chief Editor

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P

Reviewer

Prof. Dr. Ir. R.A. Bustomi Rosadi, M.S. (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Indarto, DAE (Universitas Negeri Jember)
Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (Universitas Lampung)
Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si (Universitas Islam Indonesia)
Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Universitas Lampung)
Dr. Sri Waluyo, S.TP, M.Si (Universitas Lampung)
Dr. Ir. Sigit Prabawa, M.Si (Universitas Negeri Sebelas Maret)
Dr. Eng. Dewi Agustina Iriani, S.T., M.T (Universitas Lampung)
Dr. Slamet Widodo, S.TP., M.Sc (Institut Pertanian Bogor)
Dr. Ir. Agung Prabowo, M.P (Balai Besar Mekanisasi Pertanian)
Dr. Kiman Siregar, S. TP., M.Si (Universitas Syiah Kuala)
Dr. Ansar, S.TP., M.Si (Universitas Mataram)
Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. (Universitas Lampung)

Editorial Boards

Dr. Warji, S.TP, M.Si
Cicih Sugianti, S.TP, M.Si
Elhamida Rezkia Amien S.TP, M.Si
Winda Rahmawati S.TP, M.Si
Febryan Kusuma Wisnu, S. TP, M.Sc
Enky Alvenher, S.TP

Jurnal Teknik Pertanian diterbitkan oleh Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Alamat Redaksi J-TEP:

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brodjonegoro No.1, Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/ITP>
Email : jurnal_tep@fp.unila.ac.id dan ae.journal@yahoo.com

PENGANTAR REDAKSI

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) Volume 8 No 2, bulan Juni 2019 dapat diterbitkan. Pada edisi kali ini dimuat 8 (delapan) artikel dimana salah satu artikel pada volume ini berbahasa Inggris yang merupakan karya tulis ilmiah dari berbagai bidang kajian dalam dunia Keteknikan Pertanian yang meliputi perlakuan uap panas dan pengaruhnya terhadap mutu buah melon, aplikasi USLE dan GIS untuk prediksi laju erosi, studi kuantifikasi pencampuran kopi dekafeinasi menggunakan UV-Vis, manajemen irigasi pembibitan sawit dengan CROPWAT, uji kinerja dan analisis ekonomi mesin penepung biji jagung, *the effects of empty fruit bunch treatments for straw mushroom*, sistem otomatisasi photovoltaic pada PLTS berbasis mikrokontroler, dan penerapan rancang bangun sistem hidroponik otomatis untuk budidaya bawang merah.

Pada kesempatan kali ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis atas kontribusinya dalam Jurnal TEP dan kepada para reviewer/penelaah jurnal ini atas peran sertanya dalam meningkatkan mutu karya tulis ilmiah yang diterbitkan dalam edisi ini.

Akhir kata, semoga Jurnal TEP ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang keteknikan pertanian.

Editorial J TEP-Lampung

Daftar isi

Pengantar Redaksi

PERLAKUAN UAP PANAS DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU BUAH MELON (<i>Cucumis melo</i> L.) SELAMA PENYIMPANAN <i>Michael Alexander Hutabarat, Rokhani Hasbullah, Mohamad Solahudin</i>	65-75
APLIKASI USLE DAN GIS UNTUK PREDIKSI LAJU EROSI DI WILAYAH DAS BRANTAS <i>Novitasari, M. Holilul Rohman, Astarina Ayu Ambarwati, Indarto Indarto</i>	76-85
STUDI KUANTIFIKASI PENCAMPURAN KOPI DEKAF-NONDEKAF MENGGUNAKAN UV-Vis SPECTROSCOPY DAN REGRESI PLS <i>Diding Suhandy, Iskandar Zulkarnain, Meinilwita Yulia, Galih Pratama</i>	86-96
MANAJEMEN IRIGASI PEMBIBITAN SAWIT (<i>Elaeis guineensis</i>) PRESISI DENGAN CROPWAT 8.0 <i>Lisma Safitri</i>	97-106
UJI KINERJA DAN ANALISIS EKONOMI MESIN PENEPUNG BIJI JAGUNG (STUDI KASUS DI DESA CIKAWUNG, KECAMATAN CIPARAY, KABUPATEN BANDUNG) <i>Wahyu K. Sugandi, Asep Yusuf, Totok Herwanto, Aura Marjani Ummah</i>	107-119
THE EFFECTS OF EMPTY FRUIT BUNCH TREATMENTS FOR STRAW MUSHROOM SUBSTRATE ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIS OF A BIOFERTILIZER <i>Sugeng Triyono, Rio Pujiono, Iskandar Zulkarnain, Ridwan, Agus Haryanto, Dermiyati, Jamalam Lumbanraja</i>	120-129
SISTEM OTOMASI PHOTOVOLTAIC PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO SKALA LABORATORIUM <i>Huswatun Ida Lailatun, Rahmat Sabani, Guyup Mahardian Dwi Putra, Diah Ajeng Setiawati</i>	130-138
PENERAPAN RANCANGAN SISTEM HIDROPONIK OTOMATIS UNTUK BUDIDAYA BAWANG MERAH (<i>Allium Ascalonicum</i> L.) DAN SIMULASI ANALISIS BIAYA <i>Mareli Telaumbanua, An'nisa Nur Rachmawaty, Sugeng Triyono, Siti Suharyatun</i>	139-152

PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL BAGI PENULIS

- 1) **Naskah:** Redaksi menerima sumbangan naskah/tulisan ilmiah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, dengan batasan sebagai berikut :
 - a. Naskah diketik pada kertas ukuran A4 (210mm x 297mm) dengan 2 spasi dan ukuran huruf Times New Roman 12pt. Jarak tepi kiri, kanan, atas, dan bawah masing-masing 3 cm. Panjang naskah tidak melebihi 20 halaman termasuk abstrak, daftar pustaka, tabel dan gambar. **Semua tabel dan gambar ditempatkan terpisah pada bagian akhir naskah (tidak disisipkan dalam naskah)** dengan penomoran sesuai dengan yang tertera dalam naskah. Naskah disusun dengan urutan sebagai berikut: Judul; Nama Penulis disertai dengan catatan kaki tentang instansi tempat bekerja; Pendahuluan; Bahan dan Metode; Hasil dan Pembahasan; Kesimpulan dan Saran; Daftar Pustaka; serta Lampiran jika diperlukan. Template penulisan dapat didownload di <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
 - b. **Abstrak (Abstract)** dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, tidak lebih dari 200 kata. Mengandung informasi yang tertuang dalam penulisan dan mudah untuk dipahami. Ringkasan (abstract) harus memuat secara singkat latar belakang, tujuan, metode, serta kesimpulan dan yang merupakan *high light* hasil penelitian.
 - c. **Pendahuluan:** memuat latar belakang masalah yang mendorong dilaksanakannya perekayasaan dan penelitian, sitasi dari temuan-temuan terdahulu yang berkaitan dan relevan, serta tujuan perekayasaan atau penelitian.
 - d. **Bahan dan Metoda:** secara jelas menerangkan bahan dan metodologi yang digunakan dalam perekayasaan atau penelitian berikut dengan lokasi dan waktu pelaksanaan, serta analisis statistik yang digunakan. Rujukan diberikan kepada metoda yang spesifik.
 - e. **Hasil dan Pembahasan:** Memuat hasil-hasil perekayasaan atau penelitian yang diperoleh dan kaitannya dengan bagaimana hasil tersebut dapat memecahkan masalah serta implikasinya. Persamaan dan perbedaannya dengan hasil perekayasaan atau penelitian terdahulu serta prospek pengembangannya. Hasil dapat disajikan dengan menampilkan gambar, grafik, ataupun tabel.
 - f. **Kesimpulan dan Saran:** memuat hal-hal penting dari hasil penelitian dan kontribusinya untuk mengatasi masalah serta saran yang diperlukan untuk arah perekayasaan dan penelitian lebih lanjut.
 - g. **Daftar Pustaka:** disusun secara alfabetis menurut penulis, dengan susunan dan format sebagai berikut: Nama penulis didahului nama family/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil atau nama pertama. Untuk penulis kedua dan seterusnya ditulis kebalikannya. Contoh:
 - Kepustakaan dari Jurnal:
Tusi, Ahmad, dan R.A. Bustomi Rosadi. 2009. *Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung*. Jurnal Irigasi. 4(2): 120-130.
 - Kepustakaan dari Buku:
Keller, J., and R.D. Bleisner. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Publishing Company Inc. New York, USA.
 - h. **Satuan:** Satuan harus menggunakan system internasional (SI), contoh : m (meter), N (newton), °C (temperature), kW dan W (daya), dll.
- 2) **Penyampaian Naskah:** Naskah/karya ilmiah dapat dikirimkan ke alamat dalam bentuk *soft copy* ke :
Redaksi J-TEP (Jurnal Teknik Pertanian Unila)
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brodjonegoro No. 1
Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : ae.journal@yahoo.com
- 3) Selama proses penerimaan karya ilmiah, penelaahan oleh Reviewer, sampai diterimanya makalah untuk diterbitkan dalam jurnal akan dikonfirmasi kepada penulis melalui email.
- 4) Reviewer berhak melakukan penilaian, koreksi, menambah atau mengurangi isi naskah/tulisan bila dianggap perlu, tanpa mengurangi maksud dan tujuan penulisan.

PERLAKUAN UAP PANAS DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU BUAH MELON (*Cucumis melo* L.) SELAMA PENYIMPANAN

VAPOR HEAT TREATMENT AND ITS EFFECT ON MELON (*Cucumis melo* L.) QUALITIES DURING STORAGE

Michael Alexander Hutabarat^{1✉}, Rokhani Hasbullah², Mohamad Solahudin²

¹Program Studi Teknologi Pascapanen, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

²Departemen Teknik dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor

✉Komunikasi Penulis, e-mail: michael.alexander.hutabarat@gmail.com

DOI:<http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v8i2.65-75>

Naskah ini diterima pada 21 Maret 2019; revisi pada 08 Mei 2019;
disetujui untuk dipublikasikan pada 13 Mei 2019

ABSTRACT

Melon is very popular in Indonesia because of its sweet taste and rich in nutrients and also very potential as export commodities. Every export commodities including melon need proper handlings of quarantine to disinfestation pests or diseases. One of quarantine technique which is applicable for melon is vapor heat treatment (VHT). Aims of this research are to make a simulation of heat distribution during VHT process inside melons, to observe VHT technique effects on melon qualities during storage, and to determine the optimum time of VHT process for melon. Finite difference method is used in designing the simulation using Visual Basic 6.0. To observe melon qualities, this research used complete randomized design (CRD) with 4 level of treatment based on VHT process duration which was 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes and control every 4 days for 24 days. The result showed that simulation program using finite difference method can be applied for simulating heat distribution inside melon during VHT. Beside that, the result also showed that there were no significant difference between each treatments. Based on these results, VHT with 46.5°C temperature and 30 minutes duration time considered as the best treatment.

Keywords: *vapor heat treatment, melon, fruit quality, pest disinfestation, finite difference*

ABSTRAK

Melon sangat terkenal di masyarakat Indonesia karena rasanya yang manis serta kaya akan zat gizi dan juga berpotensi sebagai komoditas ekspor. Setiap komoditas ekspor termasuk melon perlu diberikan perlakuan karantina yang benar untuk disinfestasi hama atau penyakit. Salah satu teknik karantina yang dapat digunakan ialah perlakuan uap panas (*vapor heat treatment*, VHT). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat simulasi penyebaran panas didalam buah melon selama proses VHT, mengamati pengaruh proses VHT terhadap kualitas melon, dan menentukan waktu VHT terbaik. Metode finite difference digunakan dalam pembuatan simulasi menggunakan Visual Basic 6.0. Untuk mengamati kualitas melon, digunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 taraf perlakuan yaitu VHT 10 menit, 20 menit, 30 menit dan kontrol dan diamati setiap 4 hari selama 24 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode finite difference dapat digunakan untuk mensimulasikan penyebaran panas didalam melon selama proses VHT. Selain itu, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antar perlakuan. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa VHT dengan suhu 46,5°C selama 30 menit merupakan perlakuan terbaik.

Kata kunci: *perlakuan uap panas, melon, kualitas buah, disinfestasi hama, finite difference*

I. PENDAHULUAN

Melon (*Cucumis melo* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak digemari masyarakat karena rasanya yang manis, warna daging buah yang bervariasi serta kaya akan zat gizi. Hal ini yang menyebabkan melon memiliki potensi untuk dikembangkan secara komersil baik untuk pasar dalam negeri maupun sebagai komoditas ekspor (Sudiyarto 2011). Nilai ekspor buah melon pada tahun 2017 mencapai US\$ 133,711 dengan negara tujuan ekspor yaitu Hongkong, Singapura, Malaysia, Brunei Darussalam, Arab Saudi, Oman, dan Timor Timur (BPS 2018).

Melon skyrocket merupakan salah satu varietas melon yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia dan masyarakat lebih mengenal melon varietas ini dengan sebutan melon hijau. Ciri-ciri melon ini adalah berbentuk bulat dengan kulit buah berwarna hijau dengan jaring berwarna kelabu, daging buah berwarna hijau hingga hijau kekuningan dengan tekstur yang lembek dan berair. Umumnya melon skyrocket dikonsumsi langsung atau dijadikan jus. Tingginya tingkat budidaya serta tingkat konsumsi masyarakat terhadap melon skyrocket membuat melon skyrocket menjadi salah satu komoditas yang berpotensi untuk pasar di luar Indonesia.

Nilai ekspor komoditas buah-buahan Indonesia termasuk melon tidak sebesar nilai ekspor komoditas lainnya. Hal ini disebabkan masih sulitnya komoditas Indonesia untuk masuk ke pasar negara-negara maju seperti Jepang, Amerika Serikat, dan Eropa. Masalah yang dihadapi oleh komoditas buah-buahan Indonesia adalah tingginya serangan hama/penyakit yang berdampak pada umur simpan dan mutu dari buah-buahan tersebut serta ketatnya proses karantina yang diberlakukan oleh negara-negara maju tersebut sehingga komoditas buah-buahan Indonesia sulit untuk masuk kedalamnya.

Komoditas buah-buahan sebelum diekspor perlu diberikan penanganan pascapanen agar buah terbebas dari hama/penyakit. Selama ini penanganan pascapanen yang biasa dilakukan adalah dengan teknik fumigasi menggunakan

etilen dibromida (EDB). Penggunaan teknik ini terbilang cukup efektif untuk disinfestasi hama pada komoditas buah-buahan, namun muncul kekhawatiran terhadap residu bahan kimia yang digunakan akan dapat membahayakan kesehatan konsumen sehingga penggunaan EDB untuk fumigasi buah-buahan telah dilarang oleh USDA sejak tahun 1984 (Hasbullah 2008). Oleh karena itu, perlu dikembangkan suatu teknik ataupun teknologi karantina yang dapat membunuh hama/penyakit pada buah-buahan sekaligus aman bagi kesehatan konsumen. Diperlukan suatu teknik karantina yang tepat dan juga efektif dalam disinfestasi hama/penyakit sehingga komoditas buah-buahan dapat dipasarkan di negara-negara maju yang tentunya juga akan berdampak pada peningkatan nilai ekspor komoditas buah-buahan. Dari beberapa jenis teknik dan teknologi karantina yang ada, teknik perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan salah satu teknik yang cocok untuk disinfestasi hama/penyakit pada komoditas buah-buahan khususnya melon.

Secara garis besar, terdapat 3 jenis perlakuan panas yang umum digunakan yaitu perlakuan air panas atau *hot water treatment* (HWT), perlakuan udara panas atau *hot air treatment* (HAT), dan perlakuan uap panas atau *vapor heat treatment* (VHT) (Hasbullah 2007). Dari ketiga jenis perlakuan panas tersebut, VHT cocok untuk digunakan dalam disinfestasi hama/penyakit pada komoditas buah-buahan khususnya melon. VHT adalah metode perlakuan panas yang menggunakan uap udara dengan suhu 40-50°C. Pada kegiatan karantina, VHT biasa digunakan untuk disinfestasi telur dan larva hama seperti hama lalat buah pada komoditas buah-buahan. Hama/penyakit yang dapat menginfeksi melon diantaranya ialah lalat buah *Bactrocera dorsalis* dan *Bactrocera cucurbitae* serta cendawan *Colletotrichum* penyebab penyakit antraknosa. Hama/penyakit yang paling resisten terhadap panas ialah *Bactrocera dorsalis*. Penelitian-penelitian terdahulu mengungkapkan bahwa VHT pada suhu 46.5°C selama 30 menit dapat memberikan mortalitas 100% untuk lalat buah *Bactrocera dorsalis* pada semua fase untuk komoditas belimbing (Rohaeti *et al.* 2010), mangga Nang

Klangwan (JFTA 1996), Pepaya (Hasbullah 2007), dan mangga Gedong Gincu (Hasbullah 2008). Selain itu, VHT juga dapat digunakan untuk membunuh jamur serta bakteri penyebab kebusukan pada buah-buahan serta mencegah terjadinya *chilling injury* pada mentimun (Kasim *et al.* 2011).

Teknik perlakuan panas ini menggunakan suhu media yang lebih tinggi dari suhu komoditas itu sendiri. Selama proses perlakuan panas, terjadi perpindahan panas dari media, ke permukaan buah, lalu ke daging buah hingga ke pusat buah. Pengukuran suhu pusat buah secara manual untuk setiap buahnya tidak mungkin dilakukan karena jumlah buah yang diberi perlakuan tidak sedikit serta dapat merusak buah itu sendiri. Maka dari itu, diperlukan suatu model matematis yang dapat memprediksi penyebaran panas pada suatu buah untuk mengetahui berapa lama proses perlakuan panas yang diperlukan agar suhu titik yang ditentukan mencapai suhu yang diinginkan. Morawicki and Schmalko (2011) menyatakan bahwa pendekatan matematis yang paling cocok untuk melihat penyebaran panas pada buah-buahan adalah metode *finite difference*. Pada penelitian ini, suhu melon diukur pada beberapa titik secara kontinyu selama proses VHT berlangsung dan hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan hasil pendugaan dengan metode *finite difference*.

Pemberian perlakuan pascapanen untuk disinfestasi hama/penyakit seperti VHT memang sangat diperlukan, namun perlakuan tersebut tentunya harus tetap dapat mempertahankan mutu komoditas itu sendiri selama masa penyimpanan. Kerusakan akibat penanganan terkadang tidak terlihat secara langsung setelah komoditas itu diberi perlakuan, namun mulai terlihat selama masa penyimpanan. Oleh karena itu diperlukan pengamatan mutu secara berkala untuk melihat bagaimana pengaruh perlakuan uap panas tersebut selama masa penyimpanan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan simulasi model *finite difference* untuk menduga penyebaran panas pada buah melon selama proses VHT, mengamati perubahan mutu melon secara berkala setelah diberikan

VHT, dan menentukan lama pemberian VHT yang optimum untuk buah melon.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2018 – Januari 2019 di Laboratorium TPPHP (Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian) dan Laboratorium Siswadhi Soepardjo, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah melon varietas *skyrocket* dengan berat 1,3-1,7 kg dan umur panen $\pm$ 70 hari dengan kondisi penampakan yang tidak rusak ataupun cacat. Buah melon yang digunakan didapat dari Qooali, sebuah perusahaan yang menjual buah dan sayur segar secara *online*.

Peralatan yang digunakan adalah VHT *chamber* untuk melakukan perlakuan VHT, *hybrid recorder* untuk memantau perkembangan suhu selama proses VHT berlangsung, *chromameter* Minolta CR-200 untuk mengukur warna, *rheometer* model CR-300 untuk mengukur kekerasan, *gas analyzer* Shimadzu untuk mengukur konsentrasi O₂ dan CO₂, refraktometer untuk mengukur total padatan terlarut, timbangan, oven, ruang pendingin, *software* Microsoft Visual Basic 6.0 untuk simulasi suhu dengan metode *finite difference*, serta *software* MiniTab untuk pengolahan datanya.

2.1. Metode Penelitian

2.1.1. Penerapan Metode Finite Difference

a. Penentuan waktu kondisioning

Sebelum dilakukan kajian pengaruh panas terhadap mutu melon, terlebih dahulu ditentukan waktu kondisioning, yaitu waktu yang dibutuhkan hingga suhu pusat melon mencapai suhu yang diinginkan. Melon yang diuji dipasang termokopel yang terhubung dengan *hybrid recorder* untuk memantau penetrasi suhu selama proses VHT. Tiga buah termokopel masing-masing dipasang pada bagian permukaan, setengah daging buah, dan bagian daging buah paling dalam.

Buah yang telah dipasang termokopel kemudian ditempatkan pada tray. Alat VHT diset pada RH 90-95% dan suhu medium $\pm 47^{\circ}\text{C}$. Unit VHT dan *hybrid recorder* lalu dijalankan. *Hybrid recorder* dihentikan ketika suhu pusat buah mencapai $46,5^{\circ}\text{C}$. Data hasil pengukuran langsung dijadikan pembandingan terhadap hasil yang diperoleh dari program pendugaan lama proses perlakuan dengan *software Microsoft Visual Basic*.

b. Verifikasi model

Verifikasi model dilakukan menggunakan persamaan regresi. Pada perhitungan dengan menggunakan persamaan regresi akan didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2). Koefisien determinasi adalah kemampuan dari suatu model untuk menerangkan keragaman dari peubah y (Mattjik dan Sumertajaya 2013). Nilai dari R^2 adalah 0 hingga 1 dimana semakin tinggi nilainya maka semakin mampu model tersebut untuk menggambarkan nilai dari peubah y .

2.2. Mutu Buah Melon Setelah Diberi Perlakuan Uap Panas (VHT)

Melon dimasukkan kedalam VHT Tray. Setiap VHT Tray berisi 8 buah melon yang tidak saling menumpuk agar tidak terjadi kerusakan mekanis. VHT diberikan pada melon dengan suhu chamber 47°C dengan lama perlakuan 10, 20, dan 30 menit setelah suhu pusat melon mencapai $46,5^{\circ}\text{C}$. Setelah proses perlakuan panas diberikan, melon segera didinginkan dengan air mengalir hingga mencapai suhu ruang yang dilanjutkan dengan pengeringan dengan cara diangin-anginkan. Melon yang telah kering kemudian disimpan pada suhu 13°C . Pengamatan dilakukan setiap 4 hari sekali selama 24 hari masa simpan meliputi susut bobot, kekerasan, perubahan warna, laju respirasi dan total padatan terlarut.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 taraf percobaan (10,

20, dan 30, serta kontrol). Untuk melihat pengaruh perlakuan dilakukan analisis sidik ragam (anova) yang dilanjutkan dengan uji Duncan apabila terdapat perbedaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penerapan Model *Finite Difference*

3.1.1. Sifat Termofisik Buah Melon

Produk hortikultura seperti sayur dan buah bersifat mudah rusak sehingga penanganan produk seperti melon perlu dilakukan secara tepat agar tidak mengakibatkan penurunan mutu. Sifat-sifat panas (*thermal properties*) bahan merupakan parameter penting yang dibutuhkan untuk menduga laju perubahan suhu bahan sehingga dapat ditentukan waktu optimum yang dibutuhkan dalam pengolahan, pengeringan, pendinginan, atau penyimpanan (Lamhot *et al.* 2012). Penggunaan panas seperti VHT dapat merusak buah apabila tidak diberikan secara tepat. Oleh karena itu diperlu diketahui sifat termofisik dari buah melon ini. Hasil pengukuran dan perhitungan sifat-sifat termofisik buah melon skyrocket, dapat dilihat pada Tabel 1.

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam suatu bahan. Berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan bahwa kadar air melon skyrocket adalah sebesar 92,81%. Hasil yang didapat tidak berbeda jauh dengan Rukmana (2008) yang mengungkapkan bahwa kadar air buah melon per 100 gram adalah 93,5 %. Dari hasil pengukuran tersebut, dapat dilihat bahwa melon memiliki kadar air yang tinggi. Hal ini menjadi salah satu penyebab melon bersifat *perishable*. Selain itu, buah dengan kadar air yang tinggi juga perlu diberikan penanganan pascapanen yang tepat agar penanganan tersebut tidak menghilangkan air yang terkandung di dalamnya.

Tabel 1. Sifat Termofisik Sampel Buah Melon Skyrocket

Diameter (m)	Kadar Air (%bb)	ρ (kg/m ³)	C_p (Kj/Kg ^o C)	k (Watt/m ^o C)	α (m ² /menit)
0.152	92.81	854.1	3.9925	0.6056	0.000178

Panas jenis atau C_p merupakan jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu bahan seberat 1 satuan massa sebesar 1 satuan suhu dan panas jenis memiliki satuan $Kj/kg^{\circ}C$. Menurut Heldman and Singh (1980), bahan yang memiliki kadar air diatas 60% dapat dihitung panas jenisnya dengan menggunakan persamaan Siebel. Dari hasil pengukuran, kadar air buah melon skyrocket diatas 60%, sehingga persamaan Siebel dapat digunakan.

Konduktivitas panas atau K adalah jumlah panas yang mengalir pada suatu unit waktu pada medium dengan luas penampang tertentu akibat adanya perbedaan suhu. Satuan konduktivitas panas adalah $W/m^{\circ}C$. Sweat (1974) telah merumuskan suatu persamaan konduktivitas untuk bahan-bahan yang memiliki kadar air di atas 60% dan karena hasil pengukuran kadar air melon skyrocket bernilai di atas 60%, maka persamaan tersebut dapat digunakan. Nilai panas jenis dan konduktivitas yang didapat dengan menggunakan persamaan-persamaan tersebut sangat dipengaruhi oleh kadar air melon itu sendiri. Semakin tinggi kadar air melon, nilai panas jenis dan konduktivitas melon juga akan semakin tinggi pula.

Massa jenis merupakan perbandingan antara massa suatu bahan terhadap volumenya. Penentuan massa jenis pada penelitian ini menggunakan metode *Apparent Density* yang didasarkan pada hukum Archimedes.

Difusivitas panas dapat dinyatakan sebagai laju penyebaran panas yang keluar dari bahan. Nilai ini dipengaruhi oleh konduktivitas panas (k), panas jenis (C_p), dan massa jenis (ρ). Nilai dari difusivitas akan berbanding lurus dengan nilai konduktivitas, namun berbanding terbalik dengan nilai panas jenis dan massa jenis. Bahan yang mempunyai nilai konduktivitas panas yang tinggi atau kapasitas panas yang rendah akan mempunyai nilai difusivitas panas yang tinggi (Cengel 2003).

3.1.2. Perlakuan Uap Panas pada Buah Melon Skyrocket

Pada penelitian ini, terdapat 3 titik yang ingin diamati perubahan suhunya yaitu bagian buah

paling luar (T1), setengah daging buah (T2), dan bagian daging buah paling dalam (T3). Ketiga titik suhu tersebut diukur dengan menggunakan termokopel yang sudah diukur jaraknya. Titik bagian buah paling luar (T1) berada 0.1 cm dari kulit terluar buah melon. Titik setengah daging buah (T2) berada pada jarak 2 cm dari kulit terluar buah melon dan titik bagian daging buah paling dalam (T3) berada pada jarak 4 cm dari kulit terluar buah melon. Diameter melon yang digunakan untuk pengujian waktu kondisioning adalah sebesar ± 15 cm dengan bobot sebesar $\pm 1,5$ kilogram. Setelah dilakukan proses VHT dengan suhu medium $\pm 48^{\circ}C$ dan suhu inisial T3 sebesar $21.1^{\circ}C$, didapatkan bahwa waktu yang diperlukan agar suhu bagian daging buah paling dalam (T3) mencapai $46,5^{\circ}C$ adalah selama 4 jam 45 menit.

3.1.3. Simulasi Pendugaan Suhu selama Perlakuan Uap Panas

Simulasi pendugaan suhu selama perlakuan uap panas dilakukan dengan menggunakan model matematis metode *finite difference*. Model tersebut lalu dijadikan sebagai algoritma dasar dalam pembuatan program simulasi pendugaan suhu melon skyrocket dengan menggunakan aplikasi *Visual Basic* 6.0. Tampilan halaman muka dari program simulasi pendugaan suhu melon skyrocket dapat dilihat pada Gambar 1.

Terdapat tiga titik suhu yang digunakan dalam simulasi pendugaan suhu selama VHT, yaitu suhu permukaan (T1), suhu setengah tebal daging buah (T2), dan suhu pusat daging buah (T3). Didalam pendugaan suhu pada titik-titik tersebut, digunakan persamaan :

1. Suhu permukaan (T_1)

$$T_n^{p+1} = 2Fo (Bi T_{Media} + T_{n+1}^p) + T_n^p (1 - 2Fo - 2FoBi) \quad (1)$$

Syarat kestabilan suhu $Fo(1+Bi) \leq 1/2$

2. Suhu pada setengah tebal daging buah (T_2)

$$T_n^{p+1} = Fo (T_{n+1}^p + T_{n-1}^p - 2T_n^p) + T_n^p \quad (2)$$

Syarat kestabilan suhu $Fo \leq 1/2$

Gambar 1. Tampilan Halaman Muka Program Simulasi Pendugaan Suhu Melon Skyrocket

3. Suhu pada pusat bahan (T_3)

$$10^4 < GR_D Pr < 10^9 \quad (6)$$

$$T_n^{p+1} = 2Fo (T_{n+1}^p - T_n^p) + T_n^p \quad (3)$$

$$h_D = \frac{Nu_D k}{D} \quad (7)$$

Syarat kestabilan suhu $Fo \leq 1/2$

Nilai input atau nilai masukan dalam program tersebut terdiri dari dua jenis yaitu nilai input hasil pengukuran dan nilai input hasil perhitungan. Nilai input pengukuran didapat dari hasil pengukuran langsung. Nilai input pengukuran antara lain suhu bahan (T_{bahan}), suhu media (T_{media}), diameter (D), kadar air (KA), massa jenis (ρ), dan selang waktu (Δt). Sedangkan nilai input perhitungan adalah nilai input yang didapat dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan ataupun berdasarkan referensi yang telah ada. Nilai input perhitungan antara lain adalah koefisien konveksi udara (h) dan difusivitas panas (α). Nilai koefisien konveksi udara (h) didapatkan menggunakan sebagai berikut :

$$Nu_D = 0.53 \left(\frac{GR_D Pr^2}{0.952 + Pr} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (4)$$

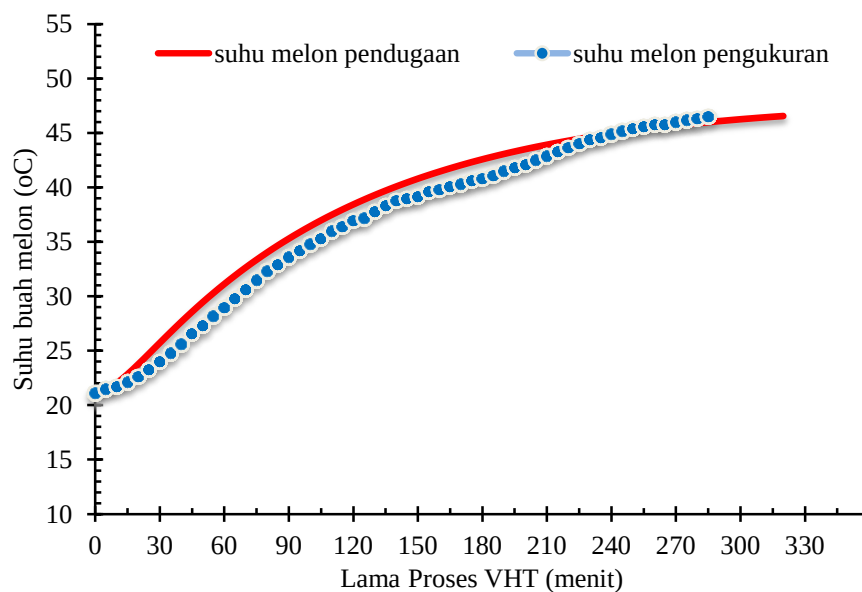
$$GR_D = \left(\frac{g \beta \rho^2}{\mu^2} \right) D^3 \Delta T \quad (5)$$

Nilai $\frac{g \beta \rho^2}{\mu^2}$ didapat dari tabel pindah panas bebas udara yang dikemukakan oleh Holman (2010) dengan menggunakan nilai dari suhu rata-rata pada geometri objek berbentuk bola. Dari nilai input tersebut, didapatkan nilai panas jenis (C_p), konduktivitas panas (k), nilai M , bilangan Fourier, bilangan Biot, T_1 akhir, T_2 akhir, T_3 akhir dan lama proses VHT.

Bilangan Fourier (Fo) adalah rasio dari difusivitas atau tingkat laju difusi dengan jarak perpindahan panas suatu objek. Pada proses VHT melon, jarak perpindahan panasnya adalah jari-jari dari buah melon. Bilangan Fourier (Fo) melon pada penelitian ini adalah sebesar 0,1541. Nilai M adalah $1/Fo$ sehingga nilai M berbanding terbalik dengan Fo . Nilai M melon pada penelitian ini adalah sebesar 6,4899. Bilangan biot (Bi) merupakan rasio antara tahanan dalam dan tahanan luar. Nilai Bi yang kurang dari 0.1 akan diabaikan karena dianggap tahanan dalam bahan sangat rendah sehingga panas berpindah sangat cepat dari luar bahan menuju ke dalam bahan.

Sedangkan nilai $Bi > 1$ diartikan bahwa bahan tersebut memiliki resistansi yang tinggi terhadap panas sehingga panas sulit untuk merambat ke dalam bahan. Besarnya nilai Bi dipengaruhi oleh karakteristik dimensi bahan, koefisien konveksi, dan konduktivitas bahan. Pada percobaan ini, nilai Bi dari buah melon adalah sebesar 0,8021 dengan konduktivitas panas sebesar 0,6056 W/m°C. Dengan nilai tersebut, dapat diartikan bahwa panas dari luar bahan masih dapat merambat masuk kedalam bahan namun tidak terlalu besar.

Berdasarkan hasil simulasi, didapatkan bahwa lama proses VHT yang diperlukan agar suhu T_3 mencapai 46,56°C adalah 320 menit atau 5 jam 20 menit dengan T_1 akhir sebesar 47,23°C, T_2 akhir sebesar 46,72°C dan T_3 akhir sebesar 46,56°C. Hasil simulasi tersebut kemudian di bandingkan dengan hasil pengukuran manual dengan menggunakan termokopel yang disambungkan dengan hybrid recorder. Grafik perubahan suhu melon selama proses VHT dengan menggunakan simulasi dan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Penyebaran Suhu Melon dengan Pendugaan dan Pengukuran pada Titik T_3

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa untuk mencapai suhu T_3 sebesar 46,5°C, pengukuran langsung hanya membutuhkan waktu selama 285 menit. Metode pengukuran langsung membutuhkan waktu lebih singkat daripada metode pendugaan. Hal ini mungkin terjadi karena pada metode pengukuran langsung suhu air panas yang digunakan untuk dialirkan ke dalam *chamber* berubah secara fluktuatif karena pemanasan air menggunakan kompor serta mungkin juga diakibatkan oleh sumber uap panas (*nozzle*) hanya berada dibagian atas dari *chamber*.

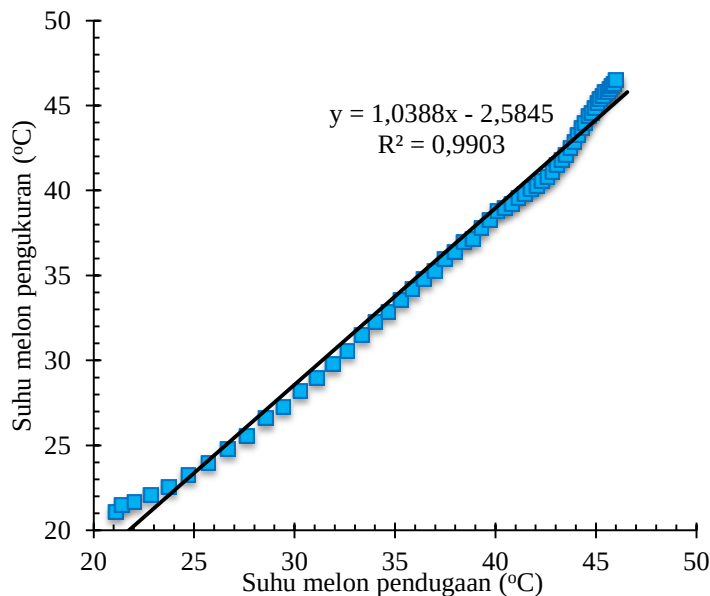
3.1.4. Verifikasi Model

Model pendugaan yang dibuat menggunakan program Visual Basic perlu untuk diverifikasi untuk mengetahui tingkat keakuratan model

tersebut dengan pengukuran yang sebenarnya serta untuk melihat besarnya galat yang dimiliki oleh model tersebut. Peubah y (peubah tidak bebas) adalah suhu melon hasil pengukuran sedangkan peubah x (peubah bebas) adalah suhu melon hasil pendugaan. Gambar 3 menunjukkan hubungan antara suhu buah melon metode pendugaan dengan suhu buah melon hasil pengukuran langsung. Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa R^2 bernilai sebesar 0,9903. R^2 atau koefisien determinasi adalah kemampuan dari suatu model untuk menerangkan keragaman dari peubah y (Mattjik and Sumertajaya 2013). Nilai dari R^2 adalah 0 hingga 1 dimana semakin tinggi nilainya maka semakin mampu model tersebut untuk menggambarkan nilai dari peubah y . Dengan demikian dapat

disimpulkan bahwa suhu melon yang didapat dengan menggunakan model matematis metode finite difference sudah cukup baik untuk menggambarkan suhu melon hasil

pengukuran langsung. Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 yang mendekati 1.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Suhu Buah Melon Pendugaan dengan Suhu Buah Melon Hasil Pengukuran Langsung

3.2. Mutu Buah Melon Setelah Diberi Perlakuan Uap Panas (VHT)

3.2.1. Laju Respirasi

Produk hortikultura yaitu buah dan sayur merupakan produk hasil pertanian yang bersifat *perishable* yaitu produk yang rentan terhadap kerusakan baik fisiologis, mikrobiologis, kimiawi maupun fisik. Kerusakan fisiologis disebabkan karena buah dan sayuran masih melakukan aktivitas fisiologis seperti respirasi, transpirasi dan senescence atau penuaan (Brackmann *et al.* 2014). Laju respirasi suatu komoditas akan mempengaruhi umur simpan komoditas itu sendiri dimana semakin tinggi laju respirasi, maka umur simpan komoditas akan semakin pendek (Paramita 2010).

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa melon yang tidak berikan perlakuan VHT memiliki laju respirasi CO_2 dan O_2 paling rendah namun secara keseluruhan, setiap perlakuan memiliki laju respirasi dibawah 5 ml/kg.jam. Gardjito dan Swasti (2018) mengelompokkan

buah berdasarkan laju respirasinya pada suhu rendah menjadi 4 kategori yaitu :

1. Buah dengan laju respirasi sangat rendah : laju respirasinya < 5 ml/kg.jam
2. Buah dengan laju respirasi rendah : laju respirasinya 5-10 ml/kg.jam
3. Buah dengan laju respirasi moderat : laju respirasinya 10-20 ml/kg.jam
4. Buah dengan laju respirasi tinggi : laju respirasinya 20-40 ml/kg.jam

Tabel 2. Hasil Uji Laju Respirasi Buah Melon

Lama VHT	Laju Respirasi CO_2 (ml/kg.jam)	Laju Respirasi O_2 (ml/kg.jam)
Kontrol	3.93 ± 0.46 b	2.11 ± 0.83 b
10 menit	4.51 ± 0.68 a	3.24 ± 0.76 a
20 menit	4.44 ± 0.94 ab	2.63 ± 0.84 ab
30 menit	4.15 ± 1.37 ab	2.53 ± 0.94 ab

Keterangan : Rata-rata hasil uji yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%.

Berdasarkan pengelompokan tersebut, melon skyrocket yang digunakan didalam penelitian ini termasuk dalam kelompok buah yang memiliki laju respirasinya yang sangat rendah. Laju respirasi produk hortikultura dipengaruhi oleh suhu, kelembaban dan

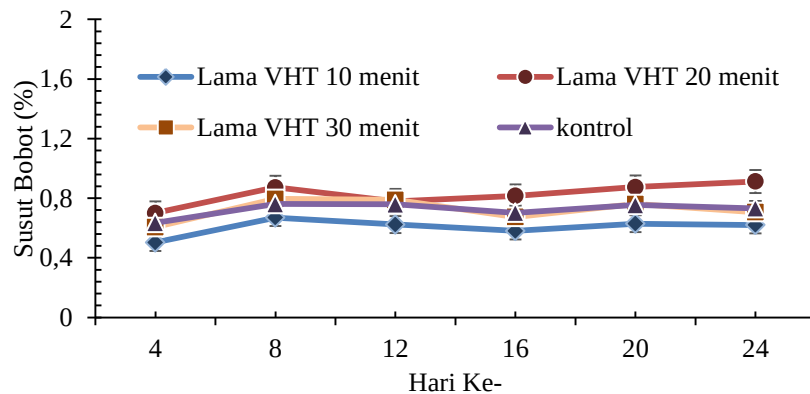
komposisi gas terutama O₂ dan CO₂ disekitar produk (Hasbullah 2008).

3.2.2. Susut Bobot

Suatu bahan akan mengalami susut bobot selama penyimpanan akibat hilangnya air dari dalam bahan karena proses respirasi dan transpirasi (Muchtadi *et al.* 2010). Susut bobot penting untuk diperhatikan karena akan berdampak pada kelayuan, kesegaran buah dan kerusakan buah. Salah satu cara untuk menurunkan laju penyusutan bobot

adalah dengan menurunkan suhu penyimpanan buah. Menurut Elsheikk *et al.* (2014) suhu dingin dapat menghambat laju metabolisme sehingga perubahan internal buah lebih lambat dan dapat memperpanjang umur simpan.

Dari Gambar 4, dapat dilihat bahwa susut bobot (%) buah melon skyrocket untuk setiap pengamatan cenderung konstan, dengan perlakuan VHT selama 10 menit memiliki persentase susut bobot yang paling kecil.



Gambar 4. Grafik Perubahan Susut Bobot (%) Buah Melon Selama Penyimpanan

Tabel 3. Hasil Uji Tingkat Kekerasan dan kadar TPT Buah Melon

Lama VHT	Kekerasan (kg/mm)	Kadar TPT (°Brix)
Kontrol	8.87±0.64 a	9.15±1.58 a
10 menit	8.16±0.77 a	8.97±0.83 a
20 menit	8.57±0.88 a	10.19±1.25 a
30 menit	8.44±0.66 a	9.05±1.44 a

Keterangan : Rata-rata hasil uji yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%.

3.2.3. Kekerasan

Tingkat kekerasan buah merupakan hal yang cukup penting untuk diamati karena dapat mempengaruhi preferensi konsumen, kemudahan dalam transportasi, dan sebagai indikasi adanya kerusakan buah. Penurunan tingkat kekerasan buah diakibatkan terjadinya proses perombakan dinding sel selama proses pematangan sehingga tekanan turgor dan kekerasan sel menurun (Winarno 2002). Penanganan pascapanen buah yang tidak baik seperti penumpukan buah yang berlebihan atau terjadinya benturan selama

penanganan akan mengakibatkan buah menjadi memar dan kekerasannya menurun selama penyimpanan. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari perlakuan VHT terhadap tingkat kekerasan melon.

3.2.4. Total Padatan Terlarut (TPT)

Komoditas buah-buahan seperti buah melon memiliki kandungan padatan terlarut seperti gula, vitamin dan juga komponen-komponen lainnya. Padatan terlarut pada buah-buahan biasanya didominasi oleh gula sehingga TPT dapat mempresentasikan kadar kemanisan dan juga tingkat kematangan buah itu. Dari Tabel 3, dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan nyata kadar TPT dari setiap perlakuan yang diberikan. Hasil ini didukung oleh penelitian Lestari *et al.* (2017) mengenai VHT pada buah mangga arumanis dan Kasim *et al.* (2011) mengenai VHT pada mentimun yang juga mendapatkan hasil yang tidak berbeda nyata untuk kadar TPT.

3.2.5. Warna

Pengujian warna meliputi nilai L, a* dan b*. Dilakukannya pengujian warna pada komoditas buah dimaksudkan untuk melihat tingkat perubahan kematangan selama penyimpanan. Nilai L menunjukkan kecerahan (*lightness*) yang bergerak dari 0-100 dimana semakin besar nilainya maka bahan tersebut semakin cerah. Nilai a* menunjukkan warna kromatik campuran merah hijau yang nilainya bergerak dari positif (0-100) untuk warna merah dan negatif (0-80) untuk warna hijau. Nilai b* menunjukkan warna kromatik campuran biru kuning yang nilainya bergerak dari positif (0-70) untuk warna kuning dan negatif (0-70) untuk warna biru.

Warna melon untuk setiap perlakuannya ketika dilakukan pengamatan langsung tidaklah berbeda nyata seperti yang tertera pada Tabel 4. Perbedaan hasil pengukuran mungkin dikarenakan buah melon skyrocket yang memiliki jaring-jaring berwarna kelabu. Jaring-jaring tersebut ikut terukur dan karena bentuk dan luas permukaan jaring yang berbeda-beda untuk setiap sampelnya, sehingga warna jaring tersebut mempengaruhi hasil pengukuran. Teori ini didukung oleh penelitian Lestari *et al.* (2017) mengenai VHT pada mangga arumanis yang juga mendapatkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Tabel 4. Hasil Uji Warna (Nilai L, Nilai a* dan Nilai b*) dari Buah Melon Skyrocket

Lama VHT	Nilai L	Nilai a*	Nilai b*
Kontrol	60.21±1.42 a	-1.81±0.21 b	19.06±2.26 b
10 menit	59.08±1.45 b	-0.40±0.66 a	20.86±1.73 a
20 menit	57.88±1.38 c	-0.50±0.44 a	19.19±2.05 b
30 menit	59.82±0.98 ab	-1.43±0.25 b	21.53±1.86 a

Keterangan : Rata-rata hasil uji yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Hasil verifikasi model mengungkapkan bahwa metode finite difference dapat diterapkan untuk menduga penyebaran suhu selama proses perlakuan uap panas karena metode ini memiliki koefisien determinasi sebesar 0.9903. Suatu model dikatakan baik apabila nilai koefisien determinasinya semakin mendekati 1.

Mutu buah melon untuk setiap perlakuan yang diujikan masih didalam batas standar mutu SNI 7738:2013 dimana syarat mutu melon secara umum antara lain utuh, kompak (firm), penampilan segar, bentuk dan warna sesuai dengan karakteristik varietas, layak dikonsumsi, bersih, bebas dari kerusakan mekanis, dan bebas hama penyakit. Berdasarkan hasil pengamatan buah melon selama 24 hari, didapatkan bahwa mutu buah melon secara keseluruhan tidak berbeda nyata. Selain itu, kondisi buah melon yang disimpan selama 24 hari juga masih dalam keadaan baik. Dengan demikian dapat

disimpulkan bahwa perlakuan VHT tidak mengakibatkan penurunan mutu buah melon selama penyimpanan.

Seluruh perlakuan yang diberikan kepada buah melon memberikan hasil yang cenderung tidak berbeda nyata. Namun, perlakuan VHT pada suhu 46.5oC selama 30 menit bisa dikatakan sebagai perlakuan terbaik karena dapat memusnahkan lalat buah, mempertahankan mutu buah, serta menggunakan waktu perlakuan VHT yang paling singkat.

4.2. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan penelitian alternatif lainnya yang dapat digunakan untuk disinfestasi lalat buah pada melon tanpa menurunkan mutu melon tersebut yang waktu perlakuannya tidak terlalu lama.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2013. SNI 7783:2013 *Melon*. [diunduh 2019 Maret 17] : <http://www.bsn.go.id/>.
- BPS. 2018. *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor 2017, Jilid I*. Jakarta : BPS RI.
- Brackmann A, Thewes FR, Anese RO, Both V, Gasperin AR. 2014. Respiration rate and its effect on mass loss and chemical qualities of "fuyu" persimmon fruit stored in controlled atmosphere. *J Ciencia Rural* 44(4): 612-615.
- Cengel, Y.A. 2003. *Heat Transfer : a Practical Approach, 2nd Edition*. New York (US) : Mc-Graw Hill
- Elsheikk AOK, Nour AE, Elkhalfa AEO. 2014. Effect of storage on the quality attributes of concentrates of two mango (*Mangifera indica*) varieties grow in Sudan. *British Journal of Applied Science & Technology* 4(14): 2069-2078.
- Gardjito dan Swasti. 2018. *Fisiologi Pasca-panen Buah dan Sayur*. Yogyakarta (ID) : UGM Press.
- Hasbullah R. 2008. Study on Disinfestation of Fruit Fly (*Bactrocera dorsalis*) Using Vapor Heat Treatment on Gedong Gincu Mango. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 23(1).
- Hasbullah R. 2008. Teknik pengukuran laju respirasi produk hortikultura pada kondisi atmosfer terkendali. *J Keteknikan Pertanian* 22(1):63-68.
- Heldman DR, Singh RP. 1980. *Food Process Engineering*. California (US): AVI Book Publisher Co.
- Holman JP. 2010. *Heat Transfer* 10th Edition. New York (US): McGraw-Hill Companies.
- Kasim MU, Kasim R. 2011. Vapor heat treatment increase quality and prevent chilling injury of cucumber (*Cucumis melo* L. cv. Silor). *J Agric & Sci* 11(2):269-274.
- Lamhot, P.M dan Wahyu P. 2011. Penentuan Sifat Termofisik Mahkota Dewa. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. Vol.13(3): 177-181.
- Lestari R, Hasbullah R, Harahap IS. 2017. Perlakuan uap panas dan suhu penyimpanan untuk mempertahankan mutu buah mangga arumanis (*Mangifera indica* L.). *J-TEP* 5(2):177-184.
- Mattjik AA, Sumertajaya M. 2013. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Bogor (ID): IPB Press.
- Morawicki RO, Schmalko ME. 2011. Prediction of out-of-container pasteurization of pickled cucumbers using the finite-difference method. *J Food Eng*. 107:289-295.
- Muchtadi T, Sugiyono, Fitriyono A. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bogor (ID): Alfabeta
- Paramita Octavianti. 2010. Pengaruh memar terhadap perubahan pola respirasi, produksi etilen dan jaringan buah mangga (*Mangifera indica* L) var gedong gincu pada berbagai suhu penyimpanan. *J Kompetensi Teknik* 2(1):29-37.
- Rukmana R. 2008. *Bertanam Buah-buahan di Pekarangan*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Sudiyarto. 2011. Strategi pemasaran buah lokal Jawa Timur. *J-SEP* 5(1): 65-73.
- Sweat VE. 1974. Experimental values of thermal conductivity of selected fruits and vegetables. *Journal of Food Science*. 39(6): 1080-1083.
- Winarno FG. 2002. *Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultura*. Bogor (ID): M-Brio Press.

