

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

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

Vol. 6, No. 1, April 2018



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 Riset 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. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, dan mulai tahun ini berisi 15 naskah untuk setiap nomornya. Peningkatan jumlah naskah pada setiap nomornya 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. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota PERTETA tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi 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. 6 No. 1 April 2018. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Nurpilihan Bafdal, M.Sc (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Lilik Sutiarto, M.eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Andri Prima Nugroho, STP., M.Sc (Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Bambang Purwantana (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Radite Praeko Agus Setiawan, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Ir. I Made Anom Sutrisna Wijaya, M.App.Sc., Ph.D (Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana), Dr.Ir. Amin Rejo, M.P (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Hasbi, MSi (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr. Siti Nikmatin, M.Si (Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor), Dr. Farkhan (PT. CNC Controller Indonesia), Dr. Alimuddin, ST., MM., MT (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa) Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, STP., M.Si (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Jember), Dr. Radi, STP., M.Eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Lenny Saulia, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Nursigit Bintoro, M.Sc (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Andasuryani, STP., M.Si (Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Andalas), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ir. Nora H. Pandjaitan, DEA (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Rusnam, MS (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas), Dr. Radi, STP., M.Eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr. Suhardi, STP., MP (Program Studi Keteknikan Pertanian, Universitas Hasanuddin) Dr. Ir. Yuli Suharnoto, M.Eng (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Pengaruh Praperlakuan Medan Elektrostatis Tinggi terhadap Mutu Tomat Cere (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) selama Penyimpanan

Effect of High Electrostatic Field Pre-treatment on Quality of Cherry Tomato during Storage

Redika Ardi Kusuma. Program Studi Teknologi Pascapanen, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Email: kombeznt@gmail.com
Lilik Pujantoro Eko Nugroho. Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor. Email: lilikpen@yahoo.com
Dyah Wulandani. Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor. Email: dwulandani@yahoo.com

Abstract

Cherry tomatoes are categorized as high value agricultural product. However, the short ripening period accompanied by declining quality due to ongoing respiration and poor postharvest handling became a constraint to the marketability. Therefore, it's necessary to select a treatment that can maintain quality by delaying ripening. High electrostatic field (HEF) pretreatment, a non-chemical and low energy techniques, was known to be a viable method to delay fruit ripening. The present study aimed to evaluate the effect of field strength and exposure time of HEF pretreatment on postharvest quality of cherry tomatoes during storage. The fruits were treated by HEF of 1, 2, or 3 kV/cm in strength for 1 or 2 hours in a parallel plate electrode system. Then, all fruits were stored at 13°C, 85-90% RH for up to 21 days and regularly measured for respiration rate and quality. The results showed that HEF was able to reduce fruit weight loss 1.2-1.9 times and the effect increases with increasing field strength. Fruit softening percentage also became lower when the field strength and exposure time increased. Climacteric peak successfully postponed for 3 days in all HEF pretreatment, which the greatest emphasis of respiration rate was in 2 kV/cm for 2 hours pretreatment. HEF pretreatment capable of maintaining high level fruit total soluble solids (TSS), despite the field strength and exposure time had no significant effect.

Keywords: *cherry tomato, high electrostatic field (HEF), postharvest quality*

Abstrak

Buah tomat cere termasuk komoditas pertanian bernilai tinggi. Namun, periode pematangan yang singkat disertai penurunan mutu akibat masih berlangsungnya respirasi dan penanganan pascapanen yang kurang baik menjadi kendala pemasarannya. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan yang dapat mempertahankan mutu dengan menunda pematangan. Praperlakuan medan elektrostatis tinggi (HEF), suatu teknik non kimia dan rendah energi, diketahui menjadi metode yang layak untuk menunda pematangan buah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh kuat medan dan lama paparan praperlakuan HEF terhadap mutu pascapanen buah tomat cere selama penyimpanan. Buah dikenai paparan HEF dengan kuat medan 1, 2, atau 3 kV/cm selama 1 atau 2 jam dalam sistem elektroda plat paralel. Buah lalu disimpan dalam refrigerator 13°C, 85-90% RH selama 21 hari untuk kemudian diukur laju respirasi dan mutunya secara berkala. Hasil menunjukkan bahwa HEF mampu mengurangi susut bobot buah 1.2-1.9 kali dan efeknya meningkat dengan bertambahnya kuat medan. Persentase pelunakan juga makin rendah saat kuat medan dan lama paparan HEF meningkat. Puncak klimakterik berhasil ditunda selama 3 hari pada semua perlakuan HEF, dengan penekanan laju respirasi paling besar pada perlakuan 2 kV/cm 2 jam. Perlakuan HEF mampu mempertahankan total padatan terlarut (TPT) buah tetap tinggi meskipun kuat medan dan lama paparan tidak berpengaruh signifikan.

Kata kunci: HEF, mutu pascapanen, tomat cere

Diterima: 6 April 2017; Disetujui: 20 Februari 2018

Pendahuluan

Tomat adalah jenis sayuran kedua paling banyak dikonsumsi setelah kentang berdasarkan nilai per kapita yaitu sekitar 20.2 kg/tahun pada 2011. Pada skala global, produksi tomat mencapai 163.7 juta ton dengan nilai setara 96.3 milyar dollar, 0.61% dari jumlah tersebut atau setara 7.1 triliun rupiah dihasilkan di Indonesia (FAOSTAT 2013). Nilai ini meningkat dari empat tahun sebelumnya yang hanya 152.9 juta ton. Sayangnya, produksi tersebut disertai dengan persentase susut yang tinggi terutama pada tahap pascapanen dan penyimpanan. Di Asia Tenggara, perkiraan persentase susut untuk komoditas buah dan sayuran pada tahap pascapanen dan penyimpanan mencapai 9% (Gustavsson *et al.* 2011).

Tomat ceri merupakan salah satu jenis tomat berukuran kecil yang cukup populer di wilayah Asia Pasifik. Buah tomat jenis ini mempunyai aroma yang serupa dengan tomat biasa namun dengan tekstur lebih keras dan rasa lebih manis (Ergun *et al.* 2006). Pada suhu ruang, umur simpan tomat ini cukup singkat berkisar antara lima hingga tujuh hari tergantung pada waktu pemanenan karena bersifat klimakterik. Tomat yang dipanen saat matang semburat (warna permukaan non-hijau <10%) memiliki umur simpan lebih lama dibandingkan matang merah penuh (warna permukaan merah >90%) dengan mutu yang relatif lebih baik daripada tomat matang hijau (seluruh warna permukaan hijau). Selama pematangan klimakterik, buah tomat yang dipetik masih bisa mengalami perubahan komponen biokimia seperti pigmentasi, metabolisme dinding sel, dan biosintesis etilen yang berujung pada pembusukan. Penundaan pematangan memungkinkan tomat ceri dapat dikonsumsi lebih lama dalam kondisi yang tetap optimal.

Penyimpanan buah tomat ceri matang semburat pada suhu dingin 12.5-13 °C telah dilaporkan dapat menunda pembusukan hingga 4 minggu (Gajewski *et al.* 2014). Meskipun demikian, cara ini dinilai masih dapat dioptimalkan dengan kombinasi metode lain. Berbagai metode, seperti penyimpanan dalam kondisi atmosfer termodifikasi dan perlakuan 1-methylcyclopropene telah dikembangkan untuk memperpanjang umur pascapanen tomat ceri. Sayangnya, perlakuan-perlakuan tersebut

terkendala secara praktis terkait operasional yang rumit, tingginya biaya, dan dampak negatif terhadap mutu buah (Zhao *et al.* 2011). Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan perlakuan baru untuk memperpanjang efek pengawetan.

Aplikasi perlakuan medan elektrostatis tinggi (HEF) dilaporkan telah berhasil mempertahankan kesegaran buah lebih lama dengan menekan laju respirasi, seperti pada apel (Atungulu *et al.* 2004), tomat bulat matang hijau (Wang *et al.* 2008), *cranberry* (Palanimuthu *et al.* 2009), dan kesemek (Liu *et al.* 2017). Aplikasi ini memanfaatkan efek pemaparan medan listrik tegangan tinggi yang bertegangan >1000 Vrms arus AC atau >1500 V arus DC (IEC 60038:2002). Beberapa kelebihan penggunaan perlakuan HEF, antara lain: peralatan sederhana, rendah konsumsi energi, relatif aman, dan tanpa residu.

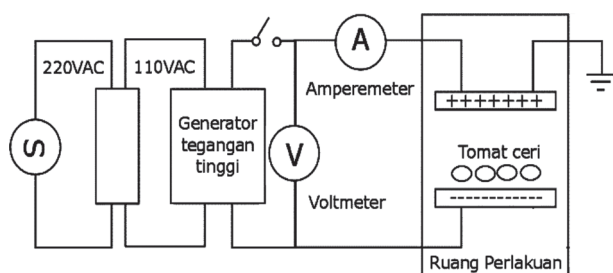
Penyimpanan suhu dingin yang dipadukan dengan aplikasi praperlakuan medan elektrostatis tinggi (HEF) dinilai dapat lebih mempertahankan mutu pascapanen tomat ceri. Meskipun demikian, belum diketahui secara jelas konfigurasi HEF yang tepat untuk diaplikasikan pada tomat ceri matang semburat. Menurut laporan Shivashankara *et al.* (2004), penggunaan konfigurasi HEF yang tidak tepat, seperti lama pemaparan yang kurang, tidak memberikan keuntungan signifikan terhadap peningkatan umur simpan buah. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi mutu tomat ceri selama penyimpanan suhu dingin akibat penggunaan berbagai konfigurasi praperlakuan HEF. Makalah ini melaporkan hasil kajian tentang pengaruh kuat medan dan lama pemaparan HEF terhadap laju respirasi, susut bobot, pelunakan buah, dan total padatan terlarut pada buah tomat ceri saat tahap matang semburat.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Buah tomat ceri matang semburat diperoleh dari lahan pertanian lokal di Ciasmara, Pamijahan, Bogor pada 3 Maret 2016. Buah dipanen pada pagi hari kemudian diangkut ke Laboratorium Pascapanen dan Energi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor dalam waktu 2 jam untuk penyimpanan sementara dan praperlakuan HEF. Air dan larutan 3.4 mmol/L NaOCl dipakai untuk pencucian dan sterilisasi kulit buah.

Perangkat praperlakuan HEF disusun sesuai Gambar 1 berdasarkan modifikasi dari penelitian Wang *et al.* (2008). Generator listrik bertegangan tinggi hingga 30 kV DC, 5 mA (Spellman RHSR30PN60) dikonfigurasi dengan dua plat elektroda tembaga tersusun paralel yang ditempatkan dalam ruang berbahan kayu berisolasi. Tegangan diukur dengan voltmeter internal dengan rentang pengukuran 0-30 kV dan skala terkecil 1 kV.



Gambar 1. Diagram skema sistem HEF yang digunakan dalam penelitian.

Beberapa instrumen pengukur mutu sampel meliputi *continuous gas analyzer* (IRA-107, Shimadzu), timbangan digital (PM4800, Mettler), rheometer (CR-300, Sun Scientific Co.Ltd, Japan), *digital hand-held refractometer* (PAL-α, Atago, Japan).

Praperlakuan HEF dan Penyimpanan Tomat Ceri

Penelitian dilakukan mengikuti diagram alir yang ada dalam Gambar 2. Usai pencucian, sortasi, dan pembagian slot, tomat ceri disusun berderet tanpa penumpukan pada rak beralas karton yang terletak 3 cm di atas plat katoda. Hal ini untuk mempermudah penanganan dalam kondisi perangkat HEF *off*. Pengaturan kuat medan dilakukan dengan mengubah tegangan *output* generator. Untuk memperoleh kuat medan 1 kV/cm, 2 kV/cm, atau 3 kV/cm dengan jarak elektroda 10 cm, tegangan diatur berturut-turut 10 kV, 20 kV, atau 30 kV. Setelah pemaparan, semua sampel disimpan dalam refrigerator bersuhu 13°C dengan RH 85-90% selama 21 hari.

Pengukuran Laju Respirasi dan Mutu Tomat Ceri Selama Penyimpanan

Laju respirasi diukur berdasarkan laju produksi CO₂. Sekitar 500 g tomat ceri dari setiap perlakuan dimasukkan ke dalam stoples 3300 ml tertutup dan diinkubasi selama 2 jam pada suhu 13°C. Hasil pengukuran CO₂ dengan *continuous gas analyzer* digunakan untuk menghitung laju respirasi sesuai dengan Palanimuthu *et al.* (2009).

Susut bobot dihitung sebagai selisih bobot tomat ceri antara sebelum praperlakuan (awal) dengan bobot tiap periode pengukuran dibagi bobot awal. Susut bobot ditampilkan dalam bentuk persentase

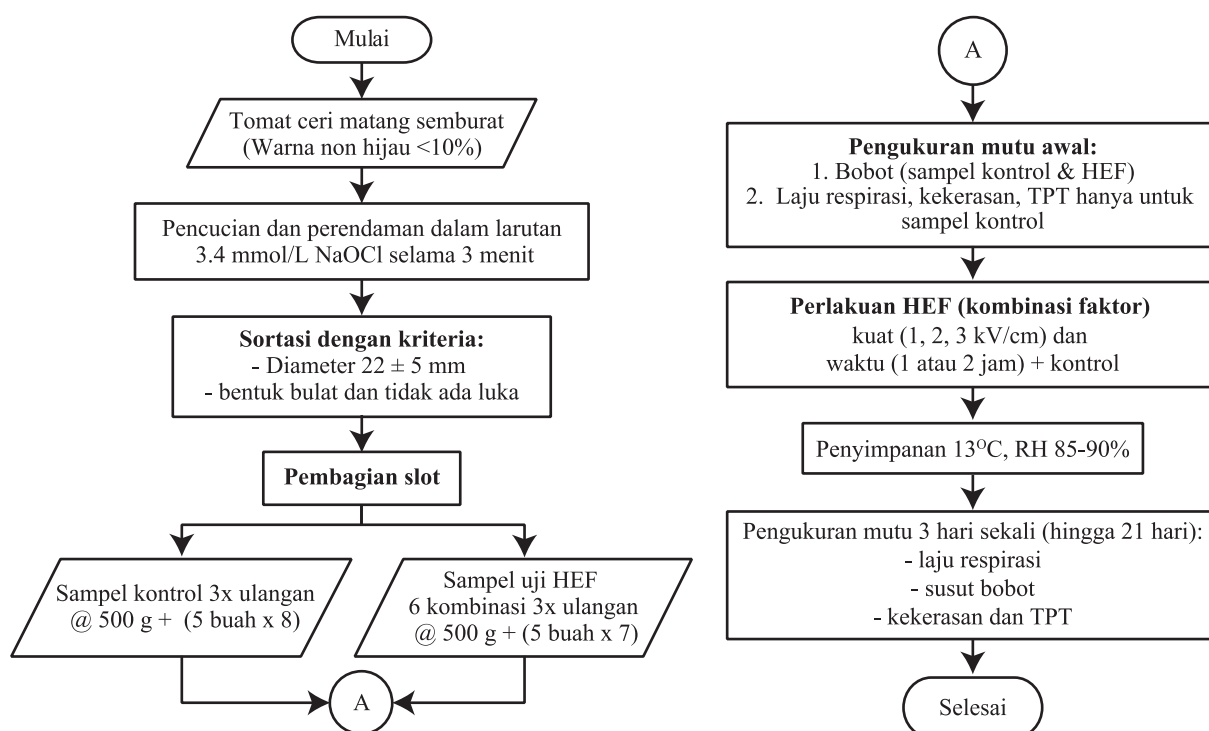
susut terhadap bobot awal. Kekerasan tomat ceri diukur menggunakan rheometer (diameter plunger datar 5 mm, beban maksimum 10 kg, kedalaman penekanan 10 mm, kecepatan penurunan beban 10 mm/menit) pada titik lintang tengah. Pelunakan buah dihitung sebagai selisih kekerasan antara tiap periode pengukuran dengan sebelum praperlakuan (awal) dibagi kekerasan awal. Pelunakan ditampilkan sebagai rata-rata persentase kekerasan awal.

Total padatan terlarut diukur dengan meneteskan sari buah pada kaca prisma *digital hand-held refractometer*. Sari buah diperoleh dengan cukup menekan sampel memakai jari. Nilai total padatan terlarut langsung terukur pada panel *display* dalam satuan °Brix. Semua parameter diukur setiap 3 hari sekali.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan kontrol terpisah. Terdapat dua faktor perlakuan meliputi kuat medan HEF yang terdiri dari 3 taraf (1 kV/cm, 2 kV/cm, dan 3 kV/cm) dan lama pemaparan HEF yang terdiri dari 2 taraf (1 jam dan 2 jam). Ada 6 kombinasi perlakuan dan 1 kontrol tanpa perlakuan dengan masing-masing 3 kali ulangan.

Analisis ragam (ANOVA) dengan bantuan *software* IBM SPSS v.23 digunakan untuk menganalisis data sehingga dapat diketahui ada tidaknya pengaruh faktor praperlakuan HEF. Jika dalam analisis tersebut ditemukan pengaruh nyata, maka analisis statistik dilanjutkan dengan Uji Duncan untuk melihat perbedaan pengaruh dari masing-masing perlakuan pada tingkat kepercayaan 95%. Untuk mengevaluasi keefektifan perlakuan, maka



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

Tabel 1. Nilai laju respirasi buah tomat ceri pada kuat medan dan lama pemaparan HEF yang berbeda saat hari ke-9 dan 12 penyimpanan.

Praperlakuan		Laju Respirasi (mlCO ₂ /kg jam)	
Kuat Medan (kV/cm)	Lama Pemaparan	Hari ke-9	Hari ke-12
1	1 jam	10.16 ± 0.60b	10.91 ± 0.60c
	2 jam	9.60 ± 0.33c	9.75 ± 0.30d
2	1 jam	9.42 ± 0.51c	9.98 ± 0.70c
	2 jam	8.90 ± 0.28d	9.75 ± 0.04d
3	1 jam	11.72 ± 0.43a	12.06 ± 0.29a
	2 jam	10.16 ± 0.63b	11.28 ± 0.40b
Rerata HEF		9.99 ± 0.97y	10.62 ± 0.95x
Kontrol		13.46 ± 0.53x	10.35 ± 0.74x

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

kombinasi perlakuan HEF dibandingkan dengan kontrol melalui uji kontras ortogonal pada tingkat kepercayaan 95%.

Hasil dan Pembahasan

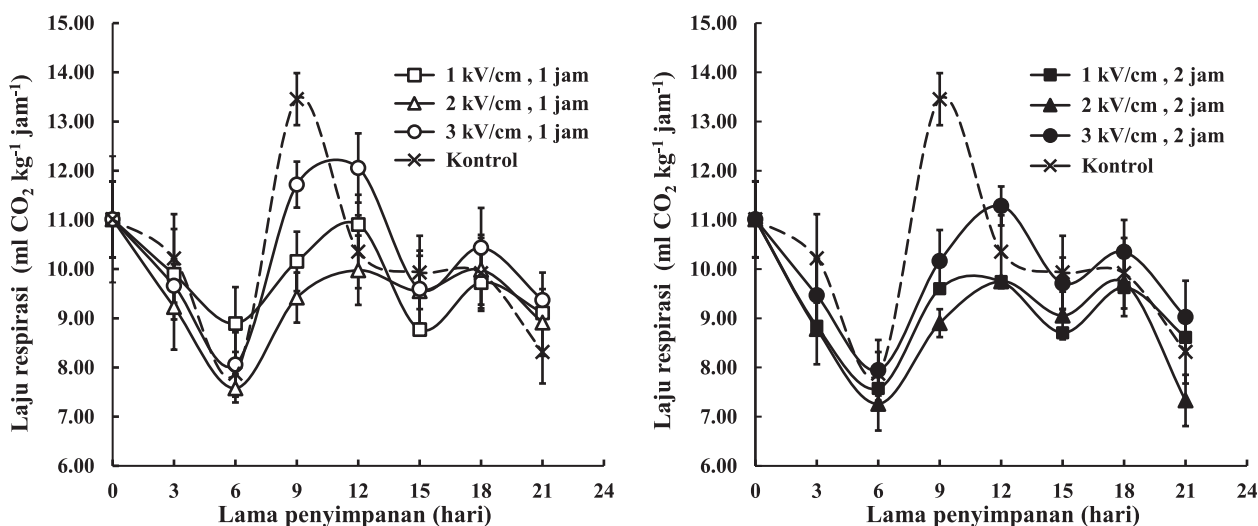
Pengaruh Kuat Medan dan Lama Pemaparan HEF terhadap Laju Respirasi Buah Tomat Ceri

Laju respirasi buah tomat kontrol meningkat drastis sampai hari ke-9 penyimpanan dan selanjutnya menurun dengan cepat (Gambar 3). Sampel tomat yang dikenai HEF mempunyai laju respirasi yang cenderung lebih rendah daripada kontrol hingga hari ke-9 penyimpanan. Lonjakan laju respirasi sampel HEF, sebagai puncak klimakterik, baru terjadi pada hari ke-12 penyimpanan. Hal ini menandakan praperlakuan HEF secara signifikan menunda lonjakan laju respirasi hingga 3 hari (Tabel 1). Penundaan puncak klimakterik buah yang dikenai HEF juga diungkapkan oleh peneliti lain sebelumnya (Jie *et al.* 2003; Wang *et al.* 2008). Menurut Kan *et al.* (2011), laju produksi CO₂ mempengaruhi umur

simpan buah usai dipanen. Semakin tinggi produksi CO₂ dan semakin cepat tercapai puncak klimakterik maka semakin singkat potensi umur simpan buah tersebut.

Pada penelitian ini, pemaparan HEF selama 2 jam memiliki laju produksi CO₂ yang lebih rendah daripada 1 jam (Tabel 1). Hasil ini sesuai dengan penelitian Atungulu *et al.* (2004) dan Liu *et al.* (2017) bahwa semakin lama pemaparan HEF maka semakin rendah produksi CO₂ buah. Disamping itu, perlakuan 2 kV/cm memberikan penekanan yang relatif paling besar terhadap lonjakan laju respirasi diantara kuat medan lainnya.

Belum diketahui secara jelas mekanisme kerja HEF sehingga dapat berpengaruh pada respirasi buah tomat ceri pascapanen. Respirasi yang merupakan proses katabolisme pembentukan energi dengan menguraikan karbohidrat dan substrat lainnya terjadi di sitosol dan mitokondria. Kemampuan HEF dalam menekan laju respirasi mungkin muncul akibat penghambatan aktivitas enzim khususnya saat dekarboksilase oksidatif di ruang antar membran mitokondria dan fosforilasi



Gambar 3. Perubahan laju produksi CO₂ tomat ceri selama penyimpanan.

oksidatif di kompleks III rantai transport elektron. Hal ini diperkuat oleh Jin *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa paparan medan listrik eksternal dapat menghambat transfer elektron pada sitokrom c melalui reorientasi protein enzim sitokrom c yang menjadi syarat transfer elektron cepat.

Pengaruh Kuat Medan dan Lama Paparan HEF terhadap Susut Bobot Buah Tomat Ceri

Persentase susut bobot meningkat selama penyimpanan dengan tingkatan berbeda tiap perlakuan (Gambar 4). Tomat perlakuan HEF memiliki susut bobot yang lebih rendah dibandingkan kontrol ($p < 0.05$). Nilai susut bobot tomat kontrol berubah dari 4.52% menjadi 20.70%, masing-masing pada hari ke-3 dan 21 penyimpanan. Sedangkan pada tomat perlakuan HEF, susut bobot berubah dari kisaran 2.12-2.72% pada hari ke-3 menjadi 10.85-17.2% pada hari ke-21. Nunes (2008) melaporkan bahwa nilai susut bobot maksimal tomat untuk tetap layak dipasarkan berkisar 6 hingga 7%. Nilai acuan tersebut relatif lebih rendah daripada susut bobot

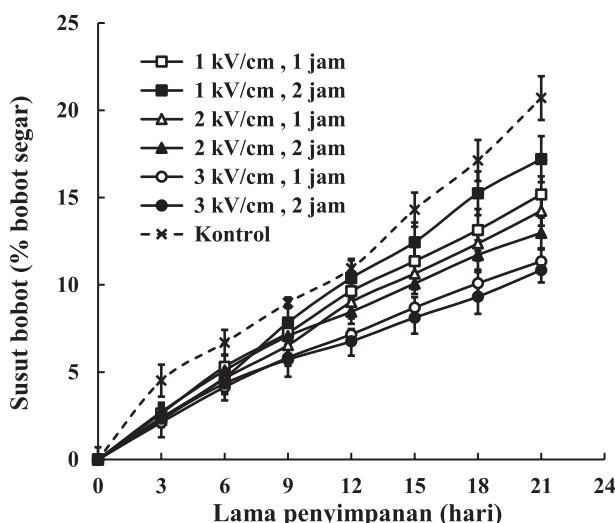
akhir semua sampel pada penelitian ini. Meskipun demikian, nilai susut akhir tomat perlakuan HEF yang 1.2-1.9 kali lebih rendah dibandingkan kontrol menandakan bahwa perlakuan ini mempunyai efek penekanan susut bobot selama penyimpanan. Hasil seperti ini juga dilaporkan oleh Atungulu *et al.* (2004) dan Liu *et al.* (2017).

Pada penelitian ini, perbedaan signifikan susut bobot buah tiap periode penyimpanan terjadi akibat pengaruh kuat medan perlakuan ($p < 0.05$) dan tidak pada lama paparan. Perlakuan dengan kuat medan 3 kV/cm adalah yang paling efektif dalam menekan susut bobot hingga 21 hari penyimpanan. Hasil ini mendukung laporan Atungulu *et al.* (2004) bahwa semakin besar kuat medan perlakuan HEF maka semakin rendah susut bobot buah hasil perlakuan.

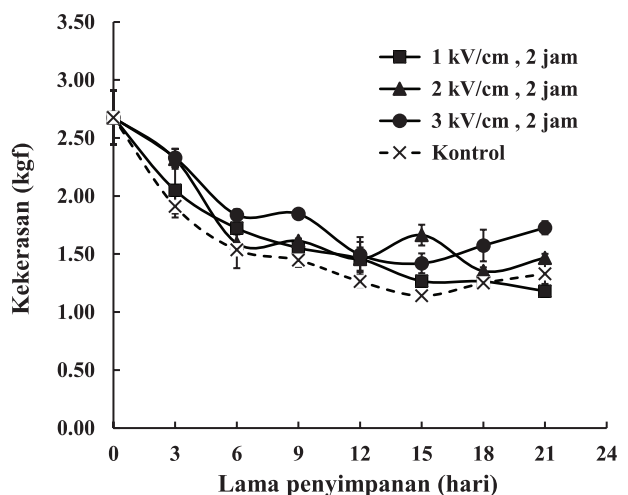
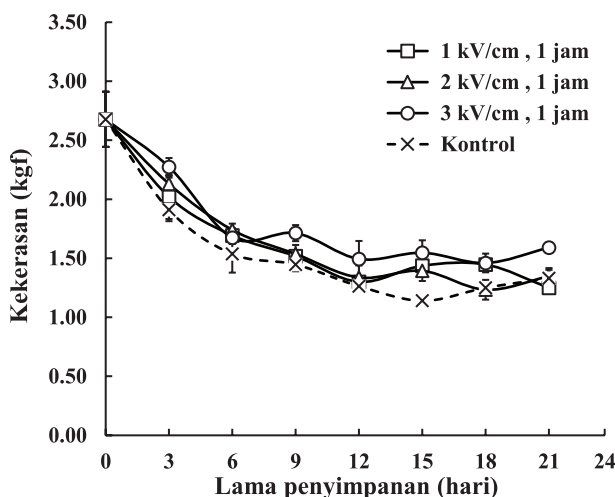
Sekitar 3-5% susut bobot pascapanen produk disebabkan oleh pelepasan CO_2 dari sel dan sebagian besar lainnya adalah akibat proses transpirasi. Difusi gas dan susut uap air berlangsung lewat batasan buah baik melalui lapisan air/lilin epidermis maupun pori-pori udara (Misra *et al.* 2014). Secara visual, buah yang dipapar HEF cenderung mengalami pengerasan permukaan sehingga membatasi difusi dan evaporasi uap air (Atungulu *et al.* 2004). Selain itu, perlakuan HEF memiliki kemampuan menekan laju respirasi sehingga turut menekan peningkatan susut bobot selama penyimpanan.

Pengaruh Kuat Medan dan Lama Paparan HEF terhadap Kekerasan Buah Tomat Ceri

Pengaruh praperlakuan HEF terhadap perubahan kekerasan tomat ceri ditampilkan dalam Gambar 5. Kekerasan buah cenderung menurun selama penyimpanan yaitu dari 2.68 kgf menjadi 1.18-1.73 kgf, yang menandakan telah terjadi pelunakan. Sampel kontrol yang tidak dikenai praperlakuan HEF menunjukkan nilai kekerasan yang paling rendah pada hari ke-3, 6, 12, dan 15. Pada akhir periode penyimpanan, persentase pelunakan sampel kontrol juga lebih tinggi secara



Gambar 4. Perubahan susut bobot tomat ceri selama penyimpanan.



Gambar 5. Perubahan kekerasan tomat ceri selama penyimpanan.

Tabel 2. Nilai mutu buah tomat ceri pada kuat medan dan lama pemaparan HEF yang berbeda saat hari ke-21 penyimpanan.

Praperlakuan		Parameter Mutu		
Kuat Medan (kV/cm)	lama Pemaparan	Susut bobot (%)	Pelunakan (%)	TPT (°Brix)
1	1 jam	15.18 ± 1.03a	53.30 ± 1.98b	4.60 ± 0.36a
	2 jam	17.20 ± 1.32a	55.92 ± 1.35a	4.33 ± 0.29a
2	1 jam	14.24 ± 0.85b	49.69 ± 2.06c	4.60 ± 0.36a
	2 jam	12.98 ± 0.88b	45.21 ± 1.31d	4.70 ± 0.10a
3	1 jam	11.35 ± 0.68c	40.60 ± 1.63e	4.60 ± 0.17a
	2 jam	10.85 ± 0.70c	35.49 ± 2.12f	4.23 ± 0.21a
Rerata HEF		13.63 ± 2.40y	46.70 ± 7.78y	4.44 ± 0.25x
Kontrol		20.70 ± 1.25x	50.31 ± 3.26x	4.03 ± 0.21y

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

signifikan daripada sampel HEF ($p < 0.05$) yang mengindikasikan struktur jaringan produk terpapar HEF relatif lebih utuh. Hal ini sesuai dengan temuan peneliti lain (Jie *et al.* 2003; Wang *et al.* 2008; Liu *et al.* 2017) bahwa HEF dapat mempertahankan kekerasan buah selama penyimpanan.

Fagundes *et al.* (2015) melaporkan bahwa pelunakan buah dipicu oleh reaksi biokimia yang melibatkan proses hidrolisis pektin dan pati dalam dinding sel oleh enzim seperti pektinesterase (PE) dan poligalakturonase (PG). Pada penelitian ini, perlakuan HEF mungkin membatasi aktivitas enzim PE dan PG pada buah. Hal ini didukung oleh temuan Liu *et al.* (2017) bahwa kesemek yang dikenai HEF menunjukkan penekanan aktivitas PE.

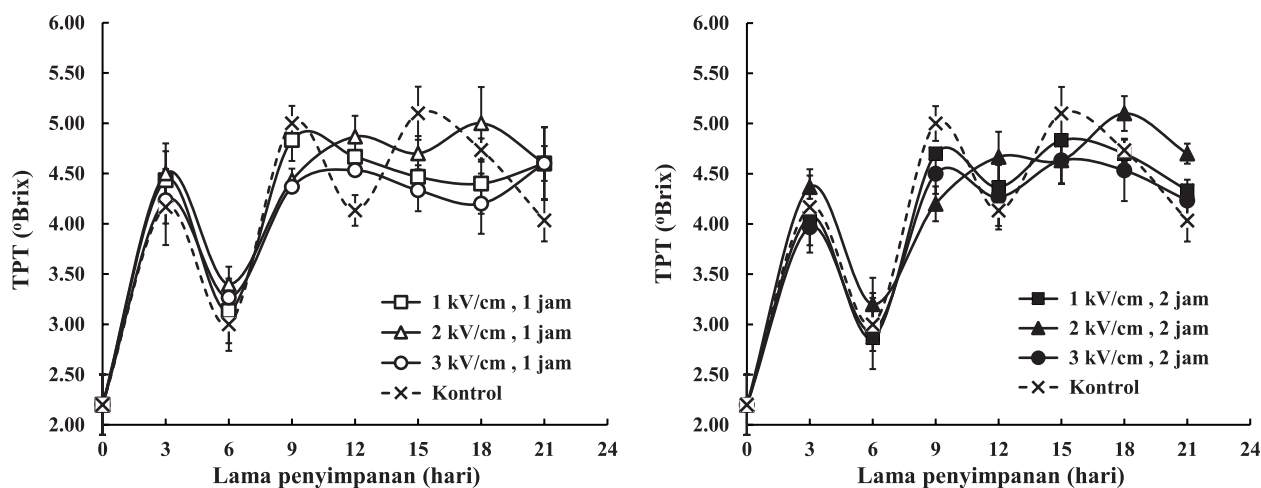
Padapenelitianini, nilaikekerasan antarperlakuan HEF cenderung sama tapi mulai menunjukkan perbedaan signifikan pada akhir penyimpanan. Perbedaan signifikan pada pelunakan buah terjadi akibat pengaruh kuat medan, lama pemaparan, dan interaksi keduanya ($p < 0.05$). Perlakuan kuat medan 3 kV/cm selama 2 jam memberikan pelunakan buah paling rendah (35.49%) disusul perlakuan kuat medan 3 kV/cm selama 1 jam (40.60%) dan

kuat medan 2 kV/cm selama 2 jam (45.21%). Menurut kriteria batas kelayakan kekerasan akhir tomat (Lana *et al.* 2005), yaitu 1/3 dari kekerasan awal atau pelunakan maksimal 66%, maka semua sampel dalam penelitian ini masih layak.

Pengaruh Kuat Medan dan Lama Pemaparan HEF terhadap TPT Buah Tomat Ceri

Total padatan terlarut tomat ceri mengalami kenaikan selama pengamatan dengan sedikit kecenderungan menurun menjelang akhir periode penyimpanan (Gambar 6). Nilai TPT paling tinggi selama 21 hari pengamatan (5.1°Brix) terjadi pada sampel kontrol dan perlakuan HEF 2 kV/cm selama 2 jam, yang masing-masing dicapai pada hari ke-15 dan 18. Meskipun demikian, nilai akhir TPT sampel kontrol relatif lebih rendah dibandingkan sampel perlakuan HEF dengan perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$). Hasil ini sesuai dengan Jie *et al.* (2003) dan Atungulu *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa perlakuan HEF dapat mempertahankan TPT pada level yang lebih tinggi daripada kontrol.

Total padatan terlarut adalah indikator tidak langsung kandungan gula terlarut dan tingkat



Gambar 6. Perubahan nilai TPT tomat ceri selama penyimpanan.

kemanisan (Tabaestani *et al.* 2013). Kandungan gula berjumlah 80-85% dari total padatan terlarut dalam buah (Gharezi *et al.* 2012). Peningkatan TPT selama pematangan diakibatkan oleh degradasi polisakarida yang berjumlah terbatas menjadi gula terlarut yang lebih sederhana. Sebaliknya, penurunan TPT menjelang akhir periode penyimpanan disebabkan masih berlangsungnya penggunaan gula sebagai substrat dalam proses respirasi buah tomat ceri. Nilai TPT tomat ceri HEF yang tetap lebih tinggi hingga akhir penyimpanan kemungkinan disebabkan oleh kemampuan HEF dalam menekan laju respirasi dan aktivitas enzim pendegradasi polisakarida. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Yifan dan Honghui (2011) bahwa perlakuan HEF mampu menekan aktivitas enzim amilase pada buah kiwi selama penyimpanan.

Pada penelitian ini, nilai TPT antar perlakuan HEF tidak menunjukkan perbedaan signifikan untuk taraf kuat medan dan lama pemaparan yang diujikan ($p > 0.05$). Kuat medan dan lama pemaparan juga tidak berpengaruh signifikan pada TPT buah *cranberry* yang dikenai HEF dengan kuat medan 2, 5, 8 kV/cm selama 30, 60, atau 120 menit (Palanimuthu *et al.* 2009). Hasil yang berbeda ditemukan pada penelitian Jie *et al.* (2003) bahwa apel yang dikenai HEF sebesar 1 kV/cm selama 1 jam memiliki nilai TPT yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan 0.5 kV/cm dalam waktu yang sama.

Simpulan

Penggunaan praperlakuan HEF secara efektif dapat menghambat laju respirasi, penyusutan bobot, pelunakan, dan perubahan nilai TPT pada tomat ceri matang semburat. Peningkatan laju respirasi dan pelunakan tomat ceri tersebut dapat semakin ditekan dengan pemaparan HEF yang lebih lama (2 jam). Selain itu, penggunaan kuat medan yang lebih tinggi (2–3 kV/cm) memiliki kemampuan lebih besar untuk mengurangi susut bobot dan pelunakan tomat ceri. Meskipun demikian, perbedaan kuat medan dan lama pemaparan HEF tidak berpengaruh signifikan terhadap nilai TPT tomat ceri.

Daftar Pustaka

- Atungulu, G., Y. Nishiyama, S. Koide. 2004. Electrode Configuration and Polarity Effects on Physicochemical Properties of Electric Field Treated Apples Post Harvest. *Biosystems Engineering*. 87(3): 313–323. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2003.11.011.
- Atungulu, G., E. Atungulu, Y. Nishiyama. 2005. Electrode configuration and treatment timing effects of electric fields on fruit putrefaction and molding post harvest. *Journal of Food Engineering*. 70(4): 506–511. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.10.020.
- Ergun, M., S.A. Sargent, D.J. Huber. 2006. Postharvest quality of grape tomatoes treated with 1-methylcyclopropene at advanced ripeness stages. *HortScience*. 41(1):183–187.
- Fagundes, C., K. Moraes, M.B. Pérez-Gago, L. Palou, M. Maraschin, A.R. Monteiro. 2015. Effect of active modified atmosphere and cold storage on the postharvest quality of cherry tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*. 109:73–81. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2015.05.017.
- FAOSTAT. 2013. *Crop Statistics and Value of Agricultural Production Data*. Available: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> [2017, January 01].
- Gajewski, M., K. Mazur, J. Radzanowska, M. Marcinkowska, K. Ryl, K. Kalota. 2014. Sensory Quality of Cherry Tomatoes in Relation to 1-MCP Treatment and Storage Duration. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 42(1):30–35.
- Gharezi, M., N. Joshi, E. Sadeghian. 2012. Effect of Post Harvest Treatment on Stored Cherry Tomatoes. *Journal of Nutrition & Food Sciences*. 2(8):1–10. DOI: 10.4172/2155-9600.1000157.
- Gustavsson, J., C. Cederberg, U. Sonesson. 2011. Global Food Losses And Food Waste: extent, causes and prevention. In *Food and agriculture organization of the United Nations (FAO)*. Rome.
- Jie, W., L. Ite, Y. Qing, D. Yang. 2003. Effect of applied electric field on the post-harvest quality of “red delicious” apple. *Transactions of the CSAE*. 19(5):135–140.
- Kan, J., H. Wang, C. Jin. 2011. Changes of Reactive Oxygen Species and Related Enzymes in Mitochondrial Respiration During Storage of Harvested Peach Fruits. *Agricultural Sciences in China*. 10(1):149–158. DOI: 10.1016/S1671-2927(11)60317-9.
- Lana, M.M., L.M.M. Tijskens, O. va. Kooten. 2005. Effects of storage temperature and fruit ripening on firmness of fresh cut tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*. 35(1):87–95. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2004.07.001.
- Liu, C.E., W.J. Chen, C.K. Chang, P.H. Li, P.L. Lu, C.W. Hsieh. 2017. Effect of a high voltage electrostatic field (HVEF) on the shelf life of persimmons (*Diospyros kaki*). *LWT - Food Science and Technology*. 75:236–242. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.08.060.
- Misra, N.N., K.M. Keener, P. Bourke, J.P. Mosnier, P.J. Cullen. 2014. In-package atmospheric pressure cold plasma treatment of cherry tomatoes. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 118(2):177–182. DOI: 10.1016/j.jbiosc.2014.02.005.
- Nunes, M. 2008. *Color Atlas Postharvest Quality of Fruits and Vegetables : Solanaceous and Other Fruit Vegetables*. New York (US): J Wiley.

- Palanimuthu, V., P. Rajkumar, V. Orsat, Y. Gariépy, G.S.V. Raghavan. 2009. Improving cranberry shelf-life using high voltage electric field treatment. *Journal of Food Engineering*. 90(3):365–371. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2008.07.005.
- Shivashankara, K.S., S. Isobe, M.I. Al-Haq, M. Takenaka, T. Shiina. 2004. Fruit Antioxidant Activity, Ascorbic Acid, Total Phenol, Quercetin, and Carotene of Irwin Mango Fruits Stored at Low Temperature after High Electric Field Pretreatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52(5):1281–1286. DOI: 10.1021/jf030243l.
- Tabaestani, H.S., N. Sedaghat, E.S. Pooya, A. Alipour. 2013. Shelf life Improvement and Postharvest Quality of Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum* L .) Fruit Using Basil Mucilage Edible Coating and Cumin Essential Oil. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 4(9):2346–2353.
- Wang, Y., B. Wang, L. Li. 2008. Keeping quality of tomato fruit by high electrostatic field pretreatment during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88(3):464–470. DOI: 10.1002/jsfa.3108.
- Yifan, Z., R. Honghui. 2011. Effects of High Voltage Electrostatic Field Treatment on Post-harvest Physiology of Kiwifruit. *New Technology of Agricultural Engineering (ICAE), International Conference*. 994–997. DOI: 10.1109/ICAE.2011.5943955.
- Zhao, R., J. Hao, J. Xue, H. Liu, L. Li. 2011. Effect of high-voltage electrostatic field pretreatment on the antioxidant system in stored green mature tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 91(9):1680–1686. DOI: 10.1002/jsfa.4369.