PENGARUH SUHU PASTEURISASI DAN DURASI PERLAKUAN KEJUT LISTRIK TERHADAP KARAKTERISTIK SARI BUAH MANGGA (*Mangifera indica* L.)

Effect of Pasteurization Temperature and Pulsed Electric Field Treatment Duration on Characteristics of Mango Juice (*Mangifera indica* L.)

Miftachul Choiron^{1*}, Sudarminto Setyo Yuwono

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya, Malang
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email : miftamifta08@yahoo.co.id

ABSTRAK

Metode kejut listrik dilakukan pada suhu ruang dalam waktu yang singkat sehingga dimungkinkan kandungan nutrisi dan sifat sensori produk dapat dipertahankan. Kombinasi pasteurisasi dan kejut listrik diharapkan dapat meningkatkan reduksi mikroba. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu pasteurisasi dan durasi perlakuan kejut listrik terhadap karakteristik minuman sari buah manga. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor yaitu suhu pasteurisasi (60, 65 dan 70°C) dan durasi perlakuan kejut listrik (0, 4 dan 8 menit). Tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 27 satuan percobaan. Data dianalisa menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan selang kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan suhu pasteurisasi berpengaruh nyata menurunkan nilai TPC, kadar vitamin C, sensori (rasa, aroma, warna, kekentalan) dan menaikkan derajat keasaman (pH), viskositas serta nilai b* (kekuningan). Perlakuan durasi kejut listrik berpengaruh nyata menurunkan nilai TPC, kadar vitamin C, total karotenoid, aktivitas antioksidan, dan nilai b* (kekuningan). Perlakuan kejut listrik tidak menyebabkan perubahan parameter organoleptik rasa, aroma, warna dan kekentalan. Perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan suhu pasteurisasi 65°C dan durasi kejut listrik 8 menit.

Kata Kunci : Kejut Listrik, Lama Perlakuan, Sari Buah

ABSTRACT

Pulsed electric fields (PEF) treatment is conducted at ambient temperature for a short time, so may inactivate micro-organisms, providing nutritious and fresh-like quality foods. The combination of pasteurization with PEF treatment may enhance the lethal effects of microorganism. This research aims to determine the effect of pasteurization temperature and PEF treatment duration on mango juice characteristics. The research used randomize block design with 2 factors. First factor was pasteurization temperature (60,65,70°C) and second factor was PEF treatment duration (0, 4, 8 minutes). Each treatment was replicated 3 times so there were 27 experimental units. The data was analyzed using ANOVA (Analysis of Variance) with 95% confidence level. Pasteurization temperature significantly decreased TPC, vitamin C, sensory quality and increased acidity (pH), viscosity, b (yellowness value). Duration of pulsed electric filed significantly decreased TPC, vitamin C, carotenoids content, antioxidant activity and b* (yellowness value). The best treatment was pasteurization of 65°C and 8 minutes pulsed electric field treatment.*

Keywords : Pulsed Electric Field, Treatment Time, Fruit Juice

PENDAHULUAN

Pada tahun 2014 produksi mangga di Indonesia mencapai 2,431,330 ton atau 12.28 persen dari total produksi buah nasional (Kementan RI, 2015). Buah mangga diketahui mengandung vitamin A 1,082 IU, vitamin C 36.40 mg dan vitamin E 0.90 mg (USDA, 2016). Pengolahan buah mangga menjadi minuman sari buah merupakan salah satu alternatif untuk memperpanjang umur simpan buah mangga. Kondisi pasteurisasi merupakan faktor yang sangat penting karena mempengaruhi kualitas sari buah baik dari segi nutrisi maupun sensori seperti rasa, aroma dan warna. Produk yang diolah menggunakan proses pasteurisasi memiliki umur simpan yang relatif pendek karena tingkat penurunan jumlah mikroba pada proses pasteurisasi relatif rendah. Untuk itu dapat dikombinasikan dengan pengolahan non termal. Salah satu metode pengolahan non termal yang sesuai diterapkan pada produk cair yaitu metode Kejut Listrik.

Metode Kejut Listrik dilakukan dengan memberikan aliran listrik dengan intensitas tinggi pada produk pangan. Metode kejut medan listrik sesuai diterapkan pada produk pangan berbentuk cair dengan viskositas rendah seperti sari buah. Proses kejut listrik diketahui tidak melibatkan suhu tinggi sehingga dapat mempertahankan warna, flavor dan nutrisi. Inaktivasi mikroba pada proses kejut listrik dipengaruhi beberapa faktor antara lain durasi kejut listrik, intensitas medan listrik, suhu & pH produk, kekuatan ionik dan konduktivitas listrik (Vega-Mercado *et. al.*, 1997). Durasi perlakuan identik dengan jumlah dan durasi kejut listrik yang dilakukan. Semakin lama durasi perlakuan, semakin meningkat laju inaktivasi mikroba (Shamsi, 2008). Kombinasi pasteurisasi dan kejut listrik diharapkan dapat bekerja sinergis menurunkan jumlah mikroba serta mempertahankan kandungan gizi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu gula pasir, air, buah mangga arum manis keadaan matang sempurna, berat 200 – 250 gram/buah, bau harum, tekstur agak lunak, kulit buah bewarna hijau kekuningan. Bahan kimia yang digunakan yaitu aquades, media PCA, pepton, alkohol 70%, Iodin, KI, amilum, asam askorbat, etanol 95%, DPPH 0,2 mM, petroleum eter, aseton, Na_2SO_4 .

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, colour reader, viskometer, inkubator, food processor/ blender, mesin kejut listrik, autoklaf, mikropipet, kompor listrik, sentrifuge, hot plate stirer, desikator, neraca analitik, spektrofotometer, vortex, oven listrik, cawan petri, mikrotube, tube centrifuge, tabung reaksi, bunsen, erlenmeyer, beaker glass, pisau, kain saring.

Desain Alat Kejut Listrik

Alat Kejut Listrik menggunakan sistem batch, memiliki kapasitas maksimal 10 liter, dimensi total (pxlxt) 45 x 45 x 65 cm, tegangan input 220 v, kebutuhan daya 350 watt, tegangan output 30 - 50 kv, frekuensi kejut 50 khz periode/durasi kejut 20 μs dan dilengkapi elemen pemanas. Alat kejut listrik terdiri dari tiga komponen utama yaitu pembangkit tegangan tinggi, tangki bahan dan kotak box kerangka. Tangki bahan berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses pasteurisasi dengan tegangan tinggi dalam waktu yang telah diatur. Tangki bahan berbentuk tabung yang terbuat dari stainless steel 316. Diameter tangki 25 cm dan dilengkapi penutup yang terhubung dengan elektroda. Pada bagian tengah alat ini terdapat kawat stainless steel dengan panjang 40 cm sebagai penghantar listrik bertegangan tinggi ke bahan, pada bagian ini aliran listrik bertegangan tinggi ditembakkan yang kemudian terjadi efek medan listrik yang akan membunuh mikroorganisme (Andriawan dan Susilo, 2015).

Desain Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor I merupakan suhu pasteurisasi yang terdiri dari 3 level yaitu 60, 65 dan 70°C. Faktor II merupakan durasi perlakuan kejut listrik yang terdiri dari 3 level yaitu 0, 4 dan 8 menit. Masing – masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 27 satuan percobaan. Data dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dilanjutkan dengan uji lanjut BNT atau DMRT dengan selang kepercayaan 95%. Pemilihan perlakuan terbaik dengan metode Zeleny.

Pembuatan Sari Buah Mangga

Buah mangga dipilih yang dalam keadaan matang, tidak busuk dan lembek. Buah dikupas kulitnya, dipisahkan bijinya dan daging buah dipotong menjadi 12 bagian. Daging buah diblansing sekaligus dicuci. Buah mangga kemudian ditimbang untuk menentukan jumlah air yang akan ditambahkan. Perbandingan buah mangga dan air yaitu 1:4 (b/v). Buah mangga dihancurkan menggunakan blender selama 4 menit. Slurry buah mangga disaring menggunakan kain saring sehingga didapatkan sari buah mangga. Sari buah mangga diukur volumenya untuk mendapatkan jumlah gula yang harus ditambahkan. Gula yang ditambahkan yaitu sebanyak 8% (b/v). Sari buah mangga dipasteurisasi pada suhu 60, 65 dan 70°C selama 15 menit. Kemudian diberi perlakuan kejut listrik selama 0, 4 dan 8 menit. Sari buah mangga kemudian dilisikan dalam botol kaca dan didinginkan dengan direndam air bersuhu ruang.

Metode Analisis

Pengamatan yang dilakukan meliputi analisa mikrobiologis, fisik, kimia dan organoleptik. Analisa total mikroba menggunakan metode TPC [6]. Analisa fisik dan kimia meliputi analisa warna (Yuwono dan Susanto, 1998), viskositas (Faridah *et. al.*, 2006), pH (Apriyantono *et al.*, 1989), kadar air (Sudarmadji *et. al.*, 1989), aktivitas antioksidan (Tranggono *et. al.*, 1990), total karoten (Rodriguez-Amaya, 2001) dan Vitamin C (AOAC, 1999). Pengujian organoleptik menggunakan uji kesukaan skala hedonik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Bahan Baku

Buah mangga yang digunakan dalam penelitian merupakan buah mangga varietas Arum manis. Hasil analisa karakteristik buah mangga arum manis yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Mangga Arum Manis Sebagai Bahan Baku Sari Buah

Karakteristik	Hasil Analisa
Kadar air (%)	91.43
Vitamin C (mg/100 g)	29.60
Total Karotenoid (µg/g)	12.00
Ph	3.50
Tingkat Kecerahan (*L)	49.10
Tingkat Kemerahan (*a)	3.97
Tingkat Kekuningan (*b)	31.26

2. Karakteristik Mikrobiologis dan Kimia Sari Buah Mangga

Rerata hasil analisa sari buah mangga akibat perlakuan suhu pasteurisasi dan lama perlakuan kejut listrik berdasarkan karakteristik mikrobiologis dan kimia ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Pengaruh Suhu Pasteurisasi Terhadap Karakteristik Mikrobiologi dan Kimia

Suhu Pasteurisasi (°C)	TPC (log cfu/ml)	Vitamin C (mg/100 ml)	Total Karotenoid (µg/100 ml)	Aktivitas Antioksidan (%)	pH
Kontrol -	5.56	5.36	48.43	90.78	3.59
60	3.72 a	3.50 a	39.65	89.09	3.60 a
65	3.32 b	2.85 b	34.90	88.85	3.63 ab
70	2.93 c	2.25 c	31.67	88.84	3.65 b

Keterangan : Rerata dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata

Tabel 3. Pengaruh Durasi Perlakuan Kejut Listrik Terhadap Karakteristik Mikrobiologi dan Kimia

Durasi Kejut Listrik (menit)	TPC (log cfu/ml)	Vitamin C (mg/100 ml)	Total Karotenoid (µg/100 ml)	Aktivitas Antioksidan (%)	pH
Kontrol -	5.56	5.36	48.43	90.78	3.59
0	3.49 a	3.13 a	45.77 a	89.27	3.62
4	3.25 b	2.93 a	32.87 b	88.75	3.62
8	3.22 b	2.54 b	27.58 b	88.77	3.63

Keterangan : Rerata dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata

Total Plate Count (TPC)

Penurunan nilai TPC setelah dilakukan pasteurisasi dan kejut listrik mencapai 2.74 log atau 99.81%. Hasil analisa ragam menunjukkan suhu pasteurisasi dan durasi perlakuan kejut listrik berpengaruh nyata terhadap nilai TPC. Semakin tinggi suhu proses pasteurisasi maka nilai TPC semakin rendah. Hal tersebut disebabkan karena laju dekstruksi mikroba semakin tinggi seiring naiknya suhu sehingga jumlah mikroba yang mati lebih besar. Nilai TPC perlakuan kejut listrik 4 menit dan 8 menit lebih rendah dibandingkan perlakuan kejut listrik 0 menit disebabkan karena perlakuan kejut listrik mampu menginaktivasi mikroba. Lama perlakuan kejut listrik 4 menit dan 8 menit tidak memberikan perbedaan yang nyata pada nilai TPC. Hal ini diduga disebabkan karena durasi perlakuan selama 4 menit telah maksimal sehingga tidak memberikan perbedaan nilai TPC yang signifikan. Penurunan nilai TPC akibat perlakuan kejut listrik mencapai 0.28 log atau 53%. Penurunan nilai TPC relatif rendah dapat disebabkan karena kapasitas/ukuran chamber yang besar (diameter 25 cm) sehingga jarak antar elektroda relatif lebar (10 cm) sehingga dimungkinkan terdapat area yang tidak terkena perlakuan kejut listrik atau intensitas yang diterima tidak seragam. Desain wadah perlakuan merupakan faktor kritis dalam keberhasilan metode kejut listrik. Desain wadah perlakuan harus memastikan kejut listrik yang diberikan dapat seragam tanpa ada “cold spot” (Tewari dan Juneja, 2007). Variasi kekuatan kejut listrik didalam chamber harus dicegah untuk memastikan setiap mikroba menerima perlakuan yang sama (Wouters *et. al.*, 2001).

Inaktivasi mikroba pada metode kejut listrik terjadi disebabkan adanya pembentukan pori pada membran sel mikroba sehingga sel mengembang kemudian pecah mengeluarkan komponen sel. Membran sel tersusun dari fosfolipid dan protein membentuk lapisan ganda (*bilayer*). Pembentukan pori pada membran sel terjadi bila terjadi kerusakan pada lapisan ganda tersebut. Pada kondisi normal unit protein tidak membentuk saluran pada lapisan ganda fosfolipid. Paparan kejut listrik menyebabkan lapisan ganda fosfolipid membentuk 2 segmen terpisah dan menghasilkan celah/pori (Zimmermann *et. al.*, 1986). Pembentukan pori pada membran sel diikuti oleh pengelembungan membran sel dan akhirnya membran sel pecah dan menyebabkan keluarnya sitoplasma dan komponen dalam sel sehingga sel mati.

Pembentukan pori pada membran sel disebabkan karena potensial transmembran meningkat melebihi titik kritisnya (Jeyamkondan *et. al.*, 1999).

Vitamin C

Hasil analisa ragam menunjukkan suhu pasteurisasi dan durasi perlakuan kejut listrik berpengaruh nyata terhadap kadar vitamin C. Semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pasteurisasi maka kadar vitamin C sari buah mangga akan semakin rendah. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi suhu yang digunakan dalam pengolahan maka laju kerusakan vitamin C semakin tinggi. Suhu tinggi menyebabkan vitamin C teroksidasi menjadi asam dehidroaskorbat yang bersifat labil dan dapat mengalami perubahan lebih lanjut menjadi asam diketogulonat yang tidak memiliki keaktifan vitamin C lagi. Semakin panjang durasi perlakuan kejut listrik maka kadar vitamin C semakin menurun. Penurunan kadar vitamin C pada perlakuan kejut listrik disebabkan karena vitamin C mengalami oksidasi. Kejut listrik dengan intensitas tinggi dapat menginduksi reaksi oksidasi dan reduksi yang berpengaruh pada metabolisme mikroba dan komposisi kimia bahan pangan. Radikal hidroksil yang bersifat sangat reaktif dapat terbentuk melalui proses elektrokimia dalam suatu larutan elektrolit menyebabkan kerusakan oksidatif. Pembentukan radikal hidroksil pada elektroda terkait dengan oksidasi air dimana akan menghasilkan hidroksil radikal (OH^*), ion hidrogen (H^+) dan elektron (Enache *et. al.*, 2009). Perlakuan kejut listrik selama 4 menit mampu mempertahankan vitamin C sebesar 93,46%. Pada penelitian lain diketahui perlakuan kejut listrik menyebabkan penurunan konsentrasi vitamin C namun konsentrasi vitamin C masih lebih tinggi dari perlakuan pasteurisasi suhu 90°C selama 1 menit (Elez-Martinez *et. al.*, 2007).

Total Karotenoid

Hasil analisa ragam menunjukkan durasi perlakuan kejut listrik berpengaruh nyata terhadap total karotenoid sedangkan suhu pasteurisasi tidak berpengaruh nyata. Karotenoid dalam bahan pangan bersifat stabil terhadap pemanasan suhu tinggi apabila dalam kondisi tidak terdapat oksigen dan cahaya. Semakin panjang durasi perlakuan kejut listrik menyebabkan total karotenoid semakin rendah. Hal tersebut diduga disebabkan karena karotenoid mengalami kerusakan akibat teroksidasi. Karotenoid memiliki banyak ikatan ganda sehingga menyebabkannya mudah teroksidasi. Oksidasi karotenoid akan lebih cepat dengan adanya sinar dan katalis logam, khususnya tembaga, besi dan mangan (Mata-Gomez *et. al.*, 2014). Oksidasi karotenoid dapat disebabkan karena terbentuknya radikal bebas selama perlakuan kejut listrik. Selama penanganan menggunakan metode kejut listrik dapat terbentuk produk elektrolisis atau radikal bebas yang sangat reaktif dihasilkan dari bahan pangan. Kejut listrik tegangan tinggi yang diberikan pada larutan tidak hanya menimbulkan efek fisik tetapi juga efek kimia yaitu reaksi radikal bebas yang disebabkan pembentukan radikal yang reaktif seperti radikal hidroksil, radikal hidrogen, radikal superoksida dan hidrogen peroksida (Choi *et. al.*, 2006). Radikal hidroksil dapat dihasilkan melalui proses elektrokimia yang terjadi dalam air.

Aktivitas Antioksidan

Hasil analisa ragam menunjukkan durasi perlakuan kejut listrik berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan sedangkan suhu pasteurisasi tidak berpengaruh nyata. Beberapa senyawa antioksidan seperti karotenoid, katekin dan mangiferin yang terkandung dalam buah mangga diketahui dapat tahan terhadap proses pemanasan (Biswas *et. al.*, 2015). Semakin panjang durasi perlakuan kejut listrik menyebabkan aktivitas antioksidan semakin turun. Hal ini disebabkan karena senyawa yang bersifat sebagai antioksidan mengalami oksidasi. Reaksi oksidasi menyebabkan senyawa antioksidan membentuk senyawa baru yang memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah atau tidak memiliki aktivitas sebagai antioksidan lagi. Oksidasi disebabkan karena selama penanganan menggunakan metode kejut listrik dapat terbentuk produk elektrolisis atau radikal bebas yang sangat reaktif dihasilkan dari bahan pangan. Kejut listrik tegangan tinggi yang diberikan pada larutan tidak

hanya menimbulkan efek fisik tetapi juga efek kimia yaitu reaksi radikal bebas yang disebabkan pembentukan radikal yang reaktif seperti radikal hidroksil, radikal hidrogen, radikal superoksida, perhidroksil dan hidrogen peroksida. Material elektroda yang digunakan dalam proses kejut listrik diduga berpengaruh terhadap reaksi oksidasi produk.

pH

Hasil analisa ragam menunjukkan suhu pasteurisasi berpengaruh nyata terhadap nilai pH sedangkan durasi perlakuan kejut listrik tidak berpengaruh nyata. pH sari buah mangga semakin tinggi sejalan dengan meningkatnya suhu pasteurisasi. Peningkatan nilai pH dapat disebabkan karena rusaknya senyawa asam organik yang terdapat dalam sari buah mangga. Nilai pH ditentukan oleh banyak sedikitnya asam yang terdapat didalam bahan (Bernasconi, 1995). Kandungan asam organik dalam buah mangga terdiri dari asam tartarat, asam oksalat, asam malat, asam askorbat, asam alfaketoglutarat serta asam sitrat (Medlicott dan Thompson, 1985). Asam-asam organik merupakan komponen yang labil terhadap panas sehingga dengan semakin tinggi suhu dan lama pemanasan maka senyawa asam organik akan mengalami kerusakan.

Total Padatan

Hasil analisa ragam menunjukkan suhu pasteurisasi dan durasi perlakuan kejut listrik tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap total padatan. Hal tersebut dapat disebabkan penguapan yang terjadi tergolong kecil karena suhu pasteurisasi tidak terlalu tinggi (60-70°C) dan lama perlakuan yang singkat yaitu hanya 15 menit. Selain itu perbedaan suhu antar perlakuan relatif kecil yaitu 5°C sehingga penguapan yang terjadi tidak berbeda jauh dan tidak menghasilkan perbedaan total padatan yang signifikan. Perlakuan kejut listrik tidak memberikan pengaruh yang nyata disebabkan karena penguapan air yang rendah. Hal tersebut karena pada proses kejut listrik tidak terjadi peningkatan suhu yang besar. Proses kejut listrik dengan intensitas 35-70 kv/cm dan jumlah kejut 1-80 menyebabkan kenaikan suhu maksimal sebesar 0.30°C (Zhang *et. al.*, 1995).

3. Karakteristik Fisik Sari Buah Mangga

Rerata hasil analisa sari buah mangga akibat perlakuan suhu pasteurisasi dan lama perlakuan kejut listrik berdasarkan karakteristik fisik dan organoleptik ditunjukkan pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Pengaruh Suhu Pasteurisasi Terhadap Karakteristik Fisik

Suhu Pasteurisasi (°C)	Total Padatan (%)	Viskosita s (cp)	Warna		
			L*	a*	b*
Kontrol -	10.67	62.67	33.44	2.57	8.90
60	11.06	63.67 a	33.22	2.46	9.67 a
65	11.22	66.89 ab	33.27	2.51	9.58 a
70	11.43	69.22 b	33.38	2.60	10.42 b

Tabel 5. Pengaruh Durasi Perlakuan Kejut Listrik Terhadap Karakteristik Fisik

Durasi Kejut Listrik (menit)	Total Padatan (%)	Viskosita s (cp)	Warna		
			L*	a*	b*
Kontrol -	10.67	62.67	33.44	2.57	8.90
0	11.11	66.89	32.87	2.51	10.53 a
4	11.26	66.44	33.14	2.62	9.78 b
8	11.33	66.44	33.85	2.44	9.37 b

Keterangan : Rerata dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata

Viskositas

Hasil analisa ragam menunjukkan suhu pasteurisasi berpengaruh nyata terhadap viskositas sari buah mangga sedangkan perlakuan kejut listrik tidak berpengaruh nyata. Viskositas sari buah mangga semakin meningkat seiring naiknya suhu pasteurisasi. Hal ini dapat disebabkan karena peningkatan suhu menyebabkan penguapan semakin besar. pada suhu yang lebih tinggi perubahan fase air menjadi gas lebih cepat sehingga penguapan lebih besar (Muhlisin *et. al.*, 2015). Proses penguapan akan menyebabkan produk menjadi semakin pekat atau konsentrasi padatan semakin tinggi. Semakin banyak partikel terlarut, gesekan antar partikel semakin tinggi sehingga viskositasnya semakin tinggi pula. Perlakuan kejut listrik tidak memberikan pengaruh yang nyata disebabkan karena penguapan air akibat kejut listrik sangat rendah. Proses kejut listrik dengan intensitas 35-70 kv/cm diketahui hanya menyebabkan kenaikan suhu maksimal sebesar 0,3°C (Zhang *et. al.*, 1995)..

Warna

Hasil analisa ragam menunjukkan suhu pasteurisasi dan durasi perlakuan kejut listrik berpengaruh nyata terhadap tingkat kekuningan dan tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kecerahan dan tingkat kemerahan. Enzim polifenoloksidase yang merupakan penyebab utama pencoklatan pada sari buah diduga telah inaktif pada suhu 60°C sehingga peningkatan suhu tidak memberikan perbedaan tingkat kecerahan. Secara umum perlakuan kejut listrik intensitas tinggi tidak dapat menginaktivasi enzim. Perlakuan kejut listrik menghasilkan efek yang terbatas pada aktivitas enzim. Pigmen karotenoid yang membentuk warna merah pada sari buah mangga diketahui berubah akibat proses pasteurisasi yang dilakukan sehingga perubahan tingkat kemerahan tidak signifikan. Tingkat kekuningan sari buah mangga meningkat dengan adanya kenaikan suhu. Hal tersebut diduga disebabkan karena naiknya suhu pasteurisasi menyebabkan sari buah mangga semakin pekat. Penurunan tingkat kekuningan pada perlakuan kejut listrik disebabkan karena kandungan karotenoid pada sari buah mangga turun akibat teroksidasi. Warna karoten mulai menghilang/turunnya intensitas jika sudah terbentuk produk-produk degradasi oksidatif seperti turunan-turunan epoksidanya sehingga terjadi pemucatan warna (Bohm *et. al.*, 2015).

4. Karakteristik Organoleptik

Rerata hasil analisa sari buah mangga akibat perlakuan suhu pasteurisasi dan lama perlakuan kejut listrik berdasarkan karakteristik fisik dan organoleptik ditunjukkan pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Pengaruh Suhu Pasteurisasi Terhadap Karakteristik Organoleptik

Suhu Pasteurisasi (°C)	Rasa	Aroma	Warna	Kekentalan
60	4.44 a	4.15 a	4.27 a	3.93 a
65	3.76 b	3.31 b	3.75 b	3.61 b
70	3.47 c	3.21 b	3.53 b	3.41 b

Keterangan : Rerata dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata

Tabel 7. Pengaruh Durasi Perlakuan Kejut Listrik Terhadap Karakteristik Organoleptik

Durasi Kejut Listrik (menit)	Rasa	Aroma	Warna	Kekentalan
0	3.80	3.56	3.88	3.69
4	3.93	3.55	3.84	3.65
8	3.93	3.56	3.83	3.61

Keterangan : Rerata dengan huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda nyata

Rasa

Hasil analisa ragam menunjukkan suhu pasteurisasi berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis pada rasa sari buah mangga sedangkan durasi perlakuan kejut listrik tidak berpengaruh nyata. Durasi perlakuan kejut listrik diketahui tidak berpengaruh terhadap rasa disebabkan karena perlakuan kejut listrik tidak memberikan efek pada senyawa yang menghasilkan rasa khas buah mangga seperti asam malat dan asam sitrat. Semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pasteurisasi menyebabkan kesukaan panelis terhadap rasa sari buah mangga semakin menurun. Hal tersebut disebabkan karena menurunnya intensitas rasa khas mangga. Proses pasteurisasi menyebabkan kerusakan senyawa-senyawa asam organik yang membentuk rasa khas buah mangga. Rasa khas pada buah mangga disebabkan oleh adanya asam malat dan asam sitrat. Penurunan kesukaan rasa juga disebabkan menguapnya senyawa yang berperan memberi aroma buah mangga yaitu limonen, β -myrecene, caryopilen, etil butanoat, etil 2-metilbutanoat, etil 2-metilpropanoat, etil heksanoat, mesifuran, dan γ -oktalakton (Bonneau *et. al.*, 2016). Adanya aroma yang sesuai akan memperkuat persepsi panelis terhadap rasa dan sebaliknya turunnya intensitas aroma akan menurunkan persepsi terhadap rasa.

Aroma

Hasil analisis ragam menunjukkan suhu pasteurisasi berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis pada aroma sari buah mangga sedangkan durasi perlakuan kejut listrik tidak berpengaruh nyata. Perubahan aroma pada sari buah dapat terjadi akibat degradasi dan penguapan sebagian senyawa volatil sedangkan perlakuan kejut listrik diketahui tidak menyebabkan penguapan pada bahan karena peningkatan suhu yang diakibatkan oleh kejut listrik sangat kecil. Semakin tinggi suhu proses pasteurisasi menyebabkan kesukaan panelis terhadap aroma sari buah mangga semakin menurun. Pada proses pasteurisasi dapat terjadi sedikit kehilangan bau dan cita rasa yang diakibatkan penguapan senyawa volatil. Semakin tinggi suhu pasteurisasi akan menyebabkan penguapan senyawa volatil semakin besar sehingga intensitas aroma buah mangga semakin menurun.. Senyawa utama yang berperan aktif memberi aroma yaitu senyawa monoterpen seperti limonen, β -myrecene dan senyawa ester meliputi etil butanoat, etil 2-metilbutanoat, etil 2-metilpropanoat, etil heksanoat (Bonneau *et. al.*, 2016).

Warna

Hasil analisis ragam menunjukkan suhu pasteurisasi berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis pada warna buah mangga sedangkan durasi perlakuan kejut listrik tidak berpengaruh nyata. Perbedaan intensitas warna yang disebabkan perlakuan kejut listrik cenderung kecil sehingga panelis memberikan penilaian yang sama pada setiap sampel. Semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pasteurisasi menyebabkan kesukaan panelis terhadap warna sari buah mangga semakin menurun. Hal tersebut dapat disebabkan karena semakin tinggi suhu pasteurisasi maka warna sari buah mangga semakin pucat atau intensitas warna kuning berkurang akibat dekomposisi karotenoid. Warna karoten mulai menghilang jika sudah terbentuk produk-produk degradasi oksidatif seperti turunan-turunan epoksidanya (Bohm *et. al.*, 2015). Turunnya intensitas warna kuning atau pemucatan warna juga dapat diketahui dari naiknya tingkat kecerahan (L^*) sari buah mangga seiring meningkatnya suhu pasteurisasi.

Kekentalan

Hasil analisis ragam menunjukkan suhu pasteurisasi berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis pada kekentalan buah mangga sedangkan durasi perlakuan kejut listrik tidak berpengaruh nyata. Penguapan yang terjadi karena proses kejut listrik sangat terbatas karena kenaikan suhu sangat kecil sehingga tidak menyebabkan perubahan kekentalan. Semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pasteurisasi menyebabkan kesukaan panelis terhadap kekentalan sari buah mangga semakin menurun. Hal tersebut dapat

disebabkan karena semakin tinggi suhu pasteurisasi maka kekentalan sari buah mangga semakin meningkat melebihi batas penerimaan panelis. Peningkatan kekentalan disebabkan karena adanya penguapan sebagian air pada produk sehingga produk menjadi semakin pekat dan kental.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan suhu pasteurisasi berpengaruh secara nyata menurunkan nilai TPC, kadar vitamin C, viskositas, dan menaikkan derajat keasaman (pH) serta nilai b* (kekuningan). Perlakuan durasi kejut listrik berpengaruh secara nyata menurunkan nilai TPC, kadar vitamin C, total karotenoid, aktivitas antioksidan, dan nilai b* (kekuningan). Nilai TPC awal 5.56 log CFU/ml dan setelah perlakuan 3.87 – 2.83 log CFU/ml. Kadar vitamin C awal 5.36 mg/100ml dan setelah perlakuan 3.99 – 2.19 mg/100ml. Total karotenoid awal 48.43 µg/100ml dan setelah perlakuan 24.59 – 50.84 µg/100ml. Aktivitas antioksidan awal 90.78% dan setelah perlakuan 88.52 – 89.36%. Nilai pH awal 3.59 dan setelah perlakuan 3.59 – 3.65. Viskositas awal 62.67 cp dan setelah perlakuan 63.00 – 69.33 cp. Total padatan awal 10.67% dan setelah perlakuan 10.86 – 11.54%. Tingkat kecerahan awal 33.44 dan setelah perlakuan 32.82 – 34.02. Tingkat kemerahan awal 2.57 dan setelah perlakuan 2.36 – 2.68. Tingkat kekuningan awal 8.90 dan setelah perlakuan 9.12 – 11.58. Perlakuan kejut listrik tidak menyebabkan perubahan parameter organoleptik rasa, aroma, warna dan kekentalan. Berdasarkan pembobotan tiap parameter diketahui perlakuan terbaik pada faktor suhu yaitu pada suhu 65°C dan perlakuan terbaik pada faktor durasi kejut listrik yaitu pada durasi 8 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriawan, V dan Susilo, B. 2015. "Susu Listrik" Alat Pasteurisasi Susu Kejut Listrik Tegangan Tinggi (Pulsed Electric Field) Menggunakan Transformator Tegangan Tinggi dan Inverter. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. p 199-210.
- AOAC. 1999. *Official Methods of Analysis of The Association Analytical Chemistry*. AOAC International. Washington D. C.
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N.L., Sedarnawati, B., dan Slamet. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. IPB. Bogor.
- Bernasconi, G., Gester, H., Hauster, H., Stauble, H., dan Schneiter, E. 1995. *Teknologi Kimia Bagian 2*. Diterjemahkan oleh Handojo, L. PT Pradjna Paramitha. Jakarta.
- Biswas, T., Sen, A., Roy, R., Maji, S. Maji, H.S. 2015. Isolation of Mangiferin From Flowering Buds of *Mangifera indica* L. and Its Evaluation of In Vitro Antibacterial Activity. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. Vol 4.
- Buckow, Roman, Ng, Sieh, Toepfl, Stefan. 2013. Pulsed Electric Field Processing of Orange Juice: Review on Microbial, Enzymatic, Nutritional, and Sensory Quality and Stability. *Comprehensive Review of Food Science and Food Safety*. Vol 12.
- Bohm, V., Puspitasari-Nienaber, N.L. Ferruzi, M.G. dan Schwartz, S.G. 2002. Trolox Equivalent Antioxidant Capacity of Different Geometrical Isomers of α -Carotene, β -Carotene, Lycopene and Zeaxanthin. *Journal of Agricultural Chemistry*. p. 221-226.
- Bonneau, A., Boulanger, R., Lebrun, M., Maraval, I., Gunata, Z. 2016. Aroma Compounds in Fresh and Dried Mango Fruit (*Mangifera indica* L. cv Kent): Impact of Drying on Volatile Composition. *International Journal of Food Science and Technology*. 51. 789-800.
- Choi H., Jeong, S.W., Chung, Y.J. 2006. Enhanced Anaerobic Gas Production of Waste Activated Sludge Pretreated by Pulsed Power Technique. dalam Kuscu, O.S. dan Comlekci, S. Pulsed Electric Field (PEF) as an Innovative Technology For Sludge Pretreatment. 2015. *Journal of Environment Engineering*.
- Dwidjoseputro, D. 2005. *Dasar Dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Dirjen Hortikultura. 2015. *Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Kementerian Pertanian RI. Jakarta.

- Elez-Martinez, P. and Martin-Belloso, O. 2007. Effects of High Intensity Pulsed Electric Field Processing Conditions on Vitamin C and Antioxidant Capacity of Orange Juice and Gazpacho, a Cold Vegetable Soup. *Journal of Food Chemistry*. p 201-209.
- Enache, T.A., Chiorcea-Paquim, A.M., Fatibello-Filho, O., dan Oliveira-Brett. 2009. Hydroxyl Radical Electrochemically Generated In Situ on a Boron-Doped Diamond Electrode. *Journal of Electrochemistry Communications*.
- Faridah, D. N., Kusumaningrum, H. D., Wulandari, N. dan Indrasti, D. 2006. *Analisa Laboratorium*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB. Bogor.
- Jeyamkondan, S., Jayas, D.S., and Holley, R.A. 1999. Pulsed Electric Field Processing of Foods: A Review. *Journal of Food Protection* 62:1088–1096.
- Mata-Gomez, L.C., Montanez, J.C. Mendez-Zavalia, A. dan Aguilar, C.N. 2014. Biotechnological Production of Carotenoids by Yeast: an Overview. *Microbial Cell Fact.* 13.
- Medlicott, A.P. dan Thompson, A.K. Analysis of Sugars and Organic Acid in Ripening Mango Fruits by High Performance Liquid Chromatography. *Journal of Food Science and Agriculture*. p 561-566.
- Muhlisin, A., Hendrawan, Y., dan Yulianingsih, R. 2015. Uji Performansi dan Keseimbangan Massa Evaporator Vakum Double Jacket Tipe *Water Jet* dalam Proses Pengolahan Gula Merah Tebu. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol 3 No. 1.
- Rodriguez-Amaya, D.B. 2001. *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods*. International Life Science Institute Press. Washington D.C.
- Shamsi, K. 2008. Effects of Pulsed Electric Field Processing on Microbial, Enzymatic and Physical Attributes of Milk and the Rennet-Induced Milk Gels. Thesis. School of Applied Sciences College of Science, Engineering and Technology RMIT University. Melbourne.
- Sudarmadji, S., Haryono, B. dan Suhardi. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Jogjakarta.
- Tewari, G dan Juneja, V.K. 2007. *Advances in Thermal and Non-thermal Food Preservation*. Blackwell Publishing. Iowa.
- Tranggono, S., Sutardi, H., Suparmo, A.M., Sudarmadji, Rahayu, K., Naruki, S., dan Astuti, M. 1990. *Bahan Tambahan Makanan (Food Additive)*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- USDA. 2016. *Mangos Raw on USDA Food Composition Database*. United State Departement of Agriculture. USA.
- Vega-Mercado, H., Martin-Belloso, O., Qin, B.L., Chang, F.J., Gongora-Nieto, M.M., Barbosa-Canovas, G.V., and Swanson, B.G. 1997. Non-thermal Food Preservation: Pulsed Electric Fields. *Trends in Food Science and Technology* 8:151–157.
- Wouters, P.C., Alvarez, I., and Raso, J. 2001. Critical Factors Determining Inactivation Kinetics by Pulsed Electric Field Food Processing. *Trends in Food Science and Technology* 12:112–121.
- Yuwono, S. dan T. Susanto. 1998. *Pengujian Fisik Bahan Pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Zhang, Q., Qin, B.L., Barbarosa-Canovas, G.V., dan Swanson, B.G. 1995. Inactivation of *E. Coli* For Food Pasteurization by High Strength Pulsed Electric Field. *Journal Food Processing and Preservation*. 103-118.
- Zimmermann, U., Pilwat, G., Riemann, F. 1986. Dielectric Breakdown on Cell Membranes. *Journal of Biophysics* 14, p 881–889.