

INAKTIVASI MIKROB DENGAN KOMBINASI METODE KEJUT MEDAN LISTRIK DAN PEMANASAN PADA AIR KELAPA (*Cocos nucifera*) SEBAGAI BAHAN BAKU MINUMAN ISOTONIK

Microbes Inactivation by Combination of Pulsed Electric Field and Heat Treatment on Coconut Water for Isotonic Drink

Ella Saparianti*, Harijono, dan Budi Dwi Wulandari
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian–Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya
Jl. Veteran – Malang

*Penulis korespondensi: email ella_thpub@yahoo.com

ABSTRACT

Pulsed electric field is one of non-thermal food preservation method. Pulsed electric field has more advantages than thermal preservation. It can inactivate microbe without reducing flavor, taste, and nutrition, compared to traditional thermal sterilization. Coconut water contains natural electrolytes. There are some recognized benefits of coconut water, one of them is as a natural isotonic drink.

The aim of this research were to understand the effectiveness of microbe inactivation with pulsed electric field with or without heat treatment on coconut water, and to understand chemical changes of this process. Experimental design used in this research was randomized block design with 2 factors. The first factor was pretreatment (heat treatment and without heat treatment) and the second factor was the magnitude of electric field which were 0.60; 0.75; 1.20, and 1.50 kV/cm).

*Pulsed electric field of 1.50 kV/cm without heat treatment reduced total microbes of 3 log cycles and total of *E. coli* of 2 log cycles. Heat treatment could reduce total microbes of 2 log cycles. Whereas pulsed electric field combined with heat treatment reduced total microbes of 5 log cycles and destroyed *E. coli*. Pulsed electric field with heat treatment was in microbial and *E. coli* inactivation than without heat treatment, but this treatment decreased sodium and potassium content of coconut water. Pulsed electric field with heat treatment produced more reducing sugar and decreased more vitamin C than without heat treatment.*

Key words: pulsed electric field, heat treatment, isotonic drink, coconut water

PENDAHULUAN

Peningkatan permintaan terhadap produk pangan yang segar menyebabkan peningkatan dalam pengembangan inovasi metode pengawetan pangan non termal (Odriozola-Serrano *et al.*, 2009). Metode kejut medan listrik merupakan salah satu metode preservasi pangan nontermal yang merupakan alternatif bagi pengawetan termal (Corté's *et al.*, 2008; Elez-Martinez *et al.*, 2006). Kejut medan listrik dapat menginaktifkan mikroba dan enzim tanpa menyebabkan perubahan flavor, warna, rasa dan komponen nutrisi

(Mertens dan Knorr, 1992) Kejut medan listrik ini mempunyai kelebihan jika dibandingkan dengan preservasi termal yang biasanya timbul jika menggunakan pasteurisasi atau sterilisasi termal tradisional (Jayaram *et al.*, 1992).

Pemanasan merupakan metode preservasi termal yang dapat menginaktifkan mikroba tetapi juga dapat merusak rasa, warna, tekstur dan sifat fisik lain dari bahan pangan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efektifitas inaktivasi mikroba dan meminimumkan kerusakan nutrisi, maka perlu adanya

kombinasi perlakuan yaitu pemanasan dan kejut medan listrik.

Pemanfaatan air kelapa di Indonesia khususnya air kelapa tua masih sangat terbatas, yang paling banyak hanyalah sebagai bahan baku "nata de coco" dan kecap. Padahal air kelapa tua banyak mengandung mineral atau elektrolit alami yang dibutuhkan oleh tubuh diantaranya kalium, natrium, kalsium dan magnesium sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan baku minuman isotonik. Seperti halnya air kelapa muda yang diyakini oleh Badan Pangan Dunia PBB (FAO, *Food and Agriculture Organization*) bahwa khasiat air kelapa muda sebagai penghilang dahaga kaya zat elektrolit alami (Triarsari, 2005).

Pada penelitian terdahulu oleh Wati (2006), menerapkan metode kejut medan listrik pada air kelapa muda yang juga kaya akan mineral. Kejut medan listrik 0,75 kV/cm dalam waktu 4 menit secara kontinyu mampu menurunkan total mikrob sebesar 3 *log cycle* dan total *Escherichia coli* sebesar 1 *log cycle*. Akan tetapi masih belum menginaktivasi mikrob dengan sempurna dan masih adanya *Escherichia coli* pada perlakuan arus listrik kontinyu selama 4 menit. Oleh karena itu peneliti mencoba menerapkan kombinasi metode kejut medan listrik dengan pemanasan dan medan listrik sebagai faktornya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari penelitian sebelumnya dalam inaktivasi mikrob.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

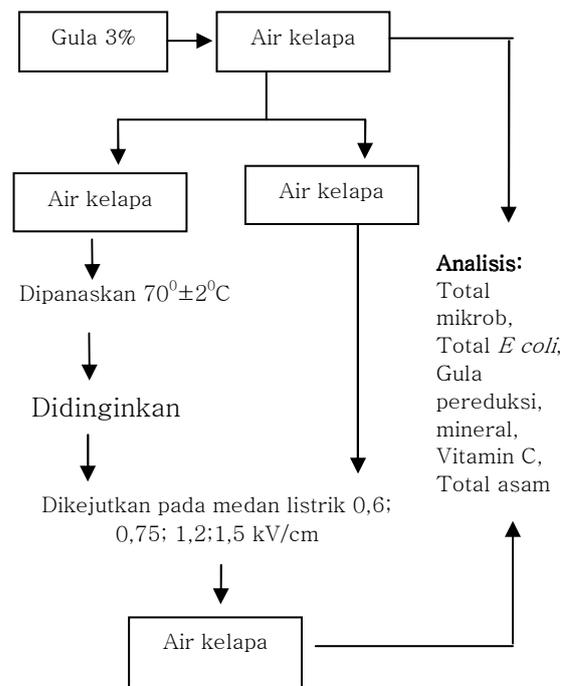
Bahan baku yang dipakai adalah air kelapa tua yang diperoleh dari pasar Mergan Malang. Gula merek "Gulaku" diperoleh dari Indomaret. Bahan yang digunakan untuk analisis antara lain media PCA (*Plate Count Agar*), VRBA (*Violet Red Bile Agar*) dan pepton merek Oxoid, reagen nelson, reagen arsenomolibdat, natrium hidroksida, asam oksalat, larutan iodine, indikator amilum diperoleh dari laboratorium pengolahan pangan.

Indikator PP, alkohol 70%, akuades, diperoleh dari toko bahan kimia "Panadia".

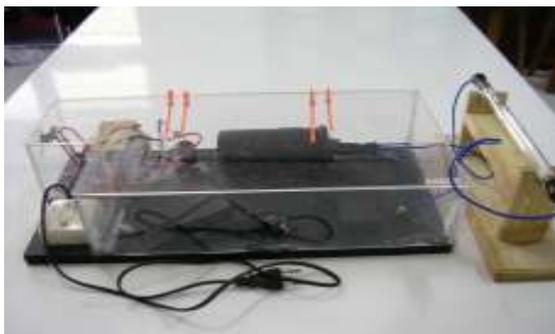
Alat yang digunakan untuk penelitian antara lain 1 unit kejut medan listrik 15 kV hasil desain Fideri Fadian (2006), *flame photometer* Jenway PFP 7, otoklaf YXQ602 dan Hirayama HL 36 AE, vortex VM-2000, pHmeter (pH Electrode PE-01), *laminar air flow*, inkubator (Binder), timbangan (Mettler Toledo Denver M-310), *colony counter*, buret, termometer bunsen, kompor listrik (Maspion), dan perangkat gelas.

Jalan Penelitian

Sampel disiapkan dengan cara mencampur air kelapa dan gula (3% b/v). Kemudian sampel diberi perlakuan dengan atau tanpa pemanasan, dilanjutkan dengan pemberian kejut medan listrik dengan intensitas bervariasi (Gambar 1) dengan menggunakan alat seperti pada Gambar 2. Sampel awal dianalisis meliputi total mikrob, total *E. coli*, kadar gula pereduksi, mineral, kadar vitamin C, dan kadar total asam.



Gambar 1 Diagram alir penelitian



Gambar 2. Alat kejut medan listrik

Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok dengan tiga kali ulangan. Faktor yang dikaji adalah pemanasan dan tanpa pemanasan, serta intensitas medan listrik yang terdiri dari 0,60; 0,75; 1,20; 1,50 kV/cm.

Data hasil pengamatan mikrobiologis dan kimia dianalisis secara statistik. Data analisis mikrobiologis dan kimia dianalisis menggunakan analisis ragam (Anova) yang kemudian dilanjutkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dan jika terjadi interaksi dilanjutkan dengan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

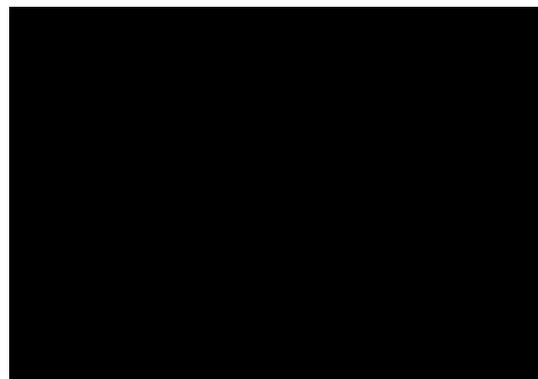
HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Mikrob

Perlakuan kejut medan listrik 0,60; 0,75; 1,20; 1,50 kV/cm dapat menurunkan total mikrob pada air kelapa. Perlakuan kejut medan listrik pada air kelapa dalam waktu 4 menit dengan medan listrik sebesar 0,60–1,50 kV/cm dapat menurunkan total mikrob hingga 2–3 siklus log untuk perlakuan tanpa pemanasan dan 4–5 siklus log untuk perlakuan kombinasi pemanasan (Gambar 3). Akibat pemanasan, total mikrob hanya turun sebesar 2 siklus log.

Metode kejut medan listrik dalam pengawetan pangan didasarkan pada prinsip medan listrik menginduksi inaktivasi mikrob. Menurut Barbosa-Canovas *et al.* (1998), kejut medan listrik menyebabkan kompresi pada membran

dan dinding sel yang mengakibatkan sebagian besar protein berikatan dengan gugus ionik dari fosfolipid sehingga permeabilitas sel meningkat yang diikuti dengan pembengkakan dan pecahnya sel.



Gambar 3. Total mikrob akibat kejut medan listrik dengan dan tanpa pemanasan

Kombinasi dengan pemanasan menyebabkan inaktivasi mikrob pada air kelapa lebih nyata. Menurut Barbosa-Canovas *et al.* (1998), kombinasi pemanasan dengan kejut medan listrik dapat menginaktivasi mikrob yang tidak inaktif akibat kejut medan listrik saja. Mikrob yang berbeda mempunyai ketahanan terhadap medan listrik yang berbeda pula. Secara umum, bakteri gram positif dan khamir lebih tahan terhadap aliran listrik dibandingkan bakteri gram positif.

Total *E coli*

Perlakuan kejut medan listrik 0,60; 0,75; 1,20; 1,50 kV/cm dapat menurunkan total *E coli* pada air kelapa. Total *E coli* air kelapa mengalami penurunan sebesar 1–2 siklus log untuk tanpa pemanasan dan 5 siklus log untuk kombinasi kejut medan listrik dengan pemanasan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kejut medan listrik dengan perlakuan awal pemanasan lebih efektif dalam menurunkan *E coli* (Gambar 4.)

Inaktivasi mikrob oleh kejut medan listrik meningkat dengan bertambah kuatnya intensitas medan listrik, jumlah

kejutan, durasi kejutan, suhu medium, fase pertumbuhan bakteri, dan kuat ionik medium (Barbosa-Canovas *et al.*, 1998). Kombinasi perlakuan pemanasan secara sempurna menginaktivasi *E. coli*, akan tetapi aktivitas *E. coli* masih ada jika hanya diinaktivasi dengan kejutan medan listrik saja.



Keterangan : Total *E. coli* akibat kejutan medan listrik dan pemanasan = 0 ($\log 0 = \sim$)

Gambar 4. Total *E. coli* akibat kejutan medan listrik tanpa pemanasan

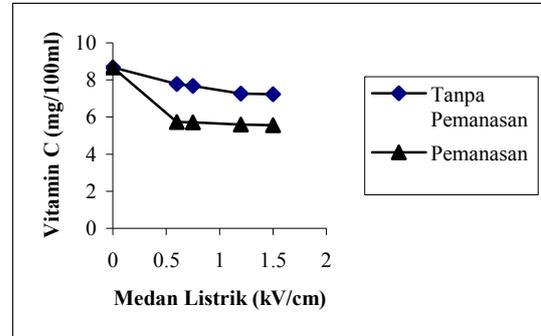
Menurut Barbosa-Canovas *et al.* (1998), inaktivasi *E. coli* dengan kejutan medan listrik disebabkan karena terjadinya plasmolisis dan hilangnya aktivitas β -galaktosidase. Hal ini menyebabkan enzim permease dalam membran sel mengalami mutasi sehingga membran sel kehilangan sifat semipermeabilitasnya. Meningkatnya permeabilitas membran sel menyebabkan plasmolisis yang diikuti dengan kematian sel.

Vitamin C

Vitamin C air kelapa mengalami penurunan setelah diberi perlakuan kejutan medan listrik. Rerata Vitamin C air kelapa awal adalah 8,68 mg/100ml, rerata kadar vitamin C setelah perlakuan kejutan medan listrik tanpa pemanasan berkisar antara 7,03–7,36 mg/100ml. Rerata kadar vitamin C akibat kombinasi kejutan medan listrik dan pemanasan berkisar antara 5,45 – 5,63 mg/100ml.

Rerata penurunan vitamin C pada perlakuan kejutan medan listrik tanpa

pemanasan berkisar antara 15,27–19,16%, pada perlakuan pemanasan turun sebesar 17,50–22,03%, sedangkan pada kombinasi pemanasan berkisar antara 33,25–37,21%.



Gambar 5. Perubahan kadar vitamin C akibat kejutan medan listrik

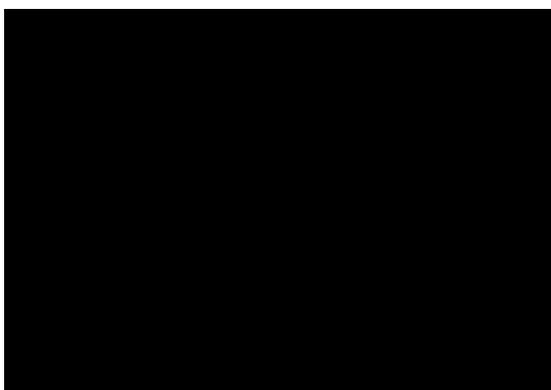
Hasil penelitian Odriozola-Serrano *et al.* (2009) menunjukkan bahwa kadar vitamin C jus stroberi akibat perlakuan kejutan medan listrik dipengaruhi oleh frekuensi dan rentang kejutan diberikan. Semakin tinggi frekuensi maka penurunan vitamin C semakin tinggi.

Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air. Vitamin C dapat berbentuk sebagai asam L-askorbat dan asam L-dehidroaskorbat, keduanya mempunyai keaktifan sebagai vitamin C. Asam askorbat sangat mudah teroksidasi secara reversibel menjadi asam L-dehidroaskorbat (Winarno, 1995).

Perlakuan kombinasi pemanasan dengan kejutan medan listrik menyebabkan penurunan vitamin C yang lebih besar. Vitamin C mengalami kerusakan akibat pemanasan karena kecepatan oksidasi lebih tinggi pada suhu tinggi (Gahler *et al.*, 2003). Akan tetapi, perlakuan kejutan medan listrik saja juga menurunkan kadar vitamin C. Diduga, adanya medan listrik dapat menyebabkan proses oksidasi terhadap vitamin C akibat ketersediaan energi untuk reaksi yang lebih tinggi.

Nilai pH

Nilai pH air kelapa awal berkisar antara 5,240–5,300. Setelah perlakuan kejut medan listrik pH mengalami sedikit kenaikan, yaitu berkisar antara 5,280–5,340 (Gambar 6). Pada perlakuan pemanasan, pH air kelapa berkisar antara 5,300–5,330, sedangkan pada kombinasi perlakuan pemanasan dan kejut medan listrik, pH air kelapa berkisar 5,310–5,360. Rerata peningkatan pH air kelapa berkisar antara 0,57–0,95% untuk perlakuan tanpa pemanasan dan untuk perlakuan kombinasi pemanasan berkisar antara 0,75–1,71%.



Gambar 6. Perubahan pH air kelapa

Menurut Wouters *et al* (1999) ketika larutan yang mengandung ion klorin dikejutkan dengan medan listrik tegangan tinggi akan terbentuk asam hipoklorat (HClO) hasil reaksi antara klorin dengan air. Asam hipoklorat ini bersifat bakteriosidal dan berperan meningkatkan pH akibat penurunan ion Cl yang digunakan untuk membentuk HClO. Adapun kandungan klorin pada air kelapa sebesar 183 mg/100 ml (Grimwood, 1975).

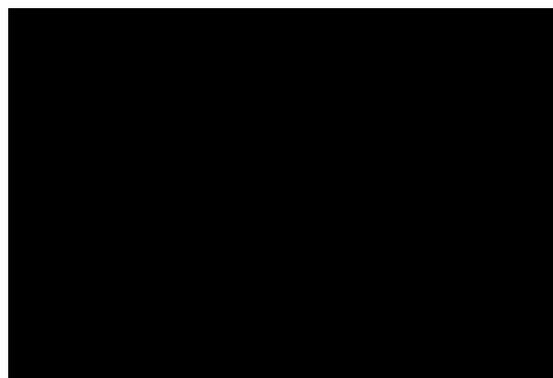
Nilai pH air kelapa akibat faktor medan listrik juga mengalami peningkatan. Peningkatan pH air kelapa diduga karena semakin banyak ion OH⁻ yang terbentuk akibat reaksi reduksi H₂O menjadi ion OH⁻ dan gas H₂.

Total Asam

Total asam air kelapa awal berkisar antara 0,190–0,200%, setelah perlakuan

kejut medan listrik tanpa pemanasan berkisar antara 0,190–0,205%. Total asam air kelapa akibat pemanasan mengalami penurunan yaitu berkisar antara 0,160–1,800%, sedangkan pada perlakuan kombinasi kejut medan listrik dan pemanasan berkisar antara 0,160–0,190% (Gambar 7).

Peningkatan pH tidak selalu diikuti dengan penurunan total asam. pH merupakan ukuran yang menyatakan banyaknya ion H⁺ pada media. Banyaknya ion H⁺ yang terukur menunjukkan tingkat keasaman suatu bahan. Total asam menunjukkan titik akhir dimana semua ion H⁺ terbebaskan karena penambahan NaOH saat titrasi (Cotton dan Wilkinson, 1989). Akan tetapi nilai pH tidak selalu mencerminkan total asam karena sebagian besar asam atau basa tidak dapat terdisosiasi seluruhnya di dalam air.

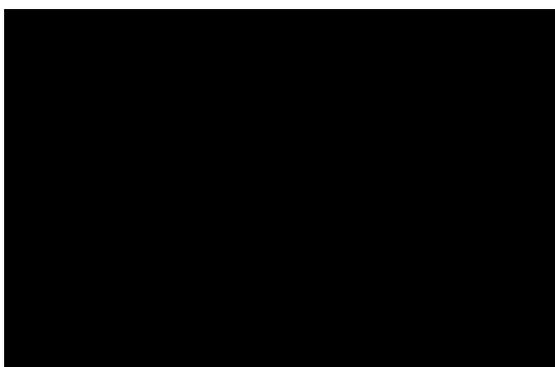


Gambar 7. Perubahan kadar total asam air kelapa

Menurut Jayaram *et al* (1992), kejut medan listrik tidak menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap aroma, rasa, dan nutrisi pada bahan pangan. Jika dilihat dari grafik perubahan total asam, kejut medan listrik 1,20 kV/cm dan 1,50 kV/cm menyebabkan sedikit peningkatan total asam. Hal ini sesuai jika dihubungkan dengan pembentukan asam hipoklorat akibat reaksi ion klorin dan air.

Gula pereduksi

Gula pereduksi air kelapa setelah diberi perlakuan kejut medan listrik mengalami peningkatan (Gambar 8). Rerata gula pereduksi air kelapa awal adalah 10,04 g/100 ml, setelah perlakuan kejut medan listrik tanpa pemanasan berkisar antara 11,50– 12,89 g/100 ml. Setelah pemanasan rerata gula pereduksi menjadi 11,79 g/100 ml. Sedangkan rerata gula pereduksi akibat kombinasi pemanasan dan kejut medan listrik berkisar antara 13,55– 14,73 g/100 ml



Gambar 8. Peningkatan kadar gula pereduksi air kelapa

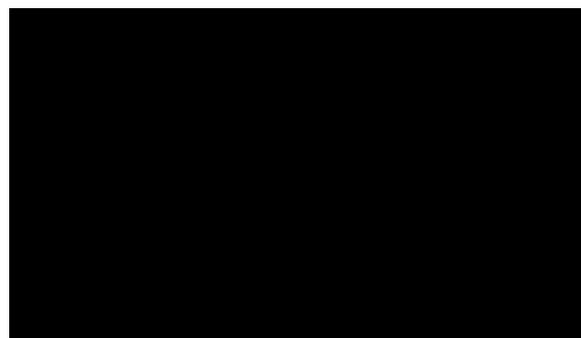
Diduga bahwa selama proses kejut listrik terjadi pemecahan sukrosa menjadi gula pereduksi (glukosa dan fruktosa). Peningkatan gula pereduksi air kelapa muda juga dapat diakibatkan karena proses hidrolisa, yaitu pemecahan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa dengan adanya air, dimana ion H^+ ditambahkan pada atom oksigen glukosa dan ion OH^- ditambahkan pada atom karbon fruktosa (Anonymous, 2006). Menurut Fennema (1996), hidrolisis ikatan glikosidik dikatalisis oleh enzim, asam, waktu dan panas. Dalam percobaan, pemanasan suhu $70^0 \pm 2^0C$ selama 15 detik mampu memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Selain itu juga karena suhu tinggi dapat memberikan energi yang besar pada molekul-molekul air untuk mengatasi gaya tarik menarik antar molekul gula sehingga menjadi larut dalam air. Hal ini diperkuat oleh Winarno (1995) bahwa adanya panas, gula akan terinversi sebagian menjadi glukosa dan fruktosa.

Sukrosa yang tidak terinversi merupakan bahan yang kurang bersifat higroskopis dan tidak larut dalam bahan.

Kadar Natrium dan Kalium

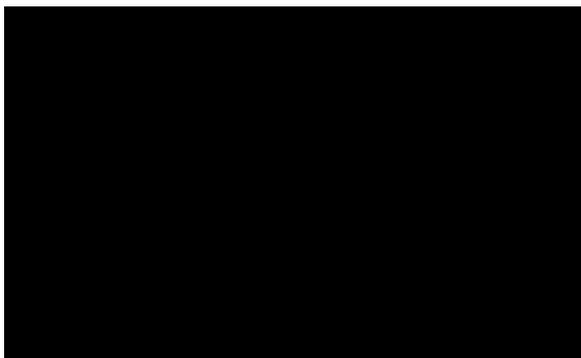
Jumlah mineral natrium dan kalium air kelapa akibat kejut medan listrik mengalami penurunan. Rerata jumlah natrium awal air kelapa adalah 27,30 mg/100ml dan menurun sampai 21,53 mg/100ml untuk perlakuan tanpa pemanasan dan 20,67 mg/100 ml untuk kombinasi pemanasan dan kejut medan listrik. Sedangkan akibat pemanasan saja rerata natrium juga mengalami sedikit penurunan yaitu 26,57 mg/100 ml.

Rerata penurunan jumlah natrium akibat kejut medan listrik tanpa pemanasan berkisar antara 8,79–21,12% sedangkan untuk kombinasi pemanasan berkisar antara 11,82–22,94% (Gambar 9).



Gambar 9. Perubahan kadar natrium air kelapa

Rerata jumlah kalium awal air kelapa adalah 44,50 mg/100ml. Rerata jumlah kalium akibat pemanasan adalah 42,62 mg/100ml. Setelah kejut medan listrik, jumlah kalium berkisar antara 37,48– 40,67 mg/100ml untuk perlakuan tanpa pemanasan dan berkisar antara 35,67–39,44 mg/100 ml untuk kombinasi pemanasan dan kejut medan listrik (Gambar 10). Rerata penurunan jumlah kalium akibat kejut medan listrik tanpa pemanasan berkisar antara 8,63–15,79% dan untuk kombinasi pemanasan berkisar antara 11,39–19,87%



Gambar 10. Perubahan kadar kalium air kelapa

Pada saat diberi tegangan atau arus listrik, molekul dalam air terdisosiasi menjadi kation dan anion. Anion akan menuju ke kutub positif, sedangkan kation menuju kutub negatif (Fernandes, 2000). Proses penarikan ion-ion menuju kutub positif dan negatif ini dimungkinkan menjadi penyebab menurunnya jumlah natrium dan kalium air kelapa muda. Penelitian ini menggunakan 2 elektroda yang berfungsi sebagai kutub positif dan kutub negatif untuk menghantarkan arus listrik secara homogen ke dalam bahan.

KESIMPULAN

Kejut medan listrik dengan perlakuan awal pemanasan lebih efektif dalam menurunkan total mikrob dan *E. coli*. Perlakuan kejut medan listrik pada air kelapa dalam waktu 4 menit dengan medan listrik sebesar 0,60–1,50 kV/cm dapat menurunkan total mikrob hingga 2–3 siklus log untuk perlakuan tanpa pemanasan dan 4–5 siklus log untuk perlakuan kombinasi pemanasan. Akibat pemanasan, total mikrob hanya turun sebesar 2 siklus log. Total *E. coli* air kelapa mengalami penurunan sebesar 1–2 siklus log untuk tanpa pemanasan dan 5 siklus log untuk perlakuan pemanasan dan kombinasi kejut medan listrik dengan pemanasan.

Perlakuan kejut medan listrik baik tanpa maupun dengan pemanasan dengan medan listrik (0,60; 0,75; 1,20; 1,50 kV/cm) dapat meningkatkan pH, total asam dan gula pereduksi serta

menurunkan vitamin C dan mineral (natrium dan kalium).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2006. Hydrolysis. <http://www.wikipedia.thefreeencyclopedia.htm>. Tanggal Akses 5 November 2006
- Barbosa-Canovas, G. V., U. R. Pothakamury, E. Palou, and B. G. Swanson. 1998. Nonthermal Preservation of Foods. Marcell Dekker Inc., New York
- Cortés, C., M. J. Esteve, and A. Frígola. 2008. Color of orange juice treated by high intensity pulsed electric fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice. *Food Control* 19, 151–158
- Elez-Martínez, P., R.C. Soliva-Fortuny, and O. Martí-n-Belloso. 2006. Comparative study on shelf-life of orange juice processed by high intensity pulsed electric fields or heat treatments. *European Food Research Technology* 222: 321–329
- Fennema, O. 1996. *Food Chemistry* 3rd Edition. Marcel Dekker Inc., New York
- Fernandes, D. 2000. Treating Damage Skin. <http://www.uclm.es/inabis2000/posters/files/074/index.htm>. Tanggal akses 27 Agustus 2006
- Gahler, S., K. Otto, and V. Boßhm. 2003. Alterations of vitamin C, total phenolics, and antioxidant capacity as affected by processing tomatoes to different products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 7962–7968
- Grimwood, B. E. 1975. *Coconut Palm Products*. FAO. Rome, Italy
- Jayaram, S., G. S. P. Castle, and Maragaritis. 1992. Kinetics of Sterilization of *Lactobacillus brevis* cells by the application of high voltage pulses. *Journal of Biotechnology Bioengineering* 40(11):1412-1420 dalam <http://www.blackwellsynergy.com/doi/abs/>. Tanggal Akses 7 Juni 2006

- Odrozola-Serrano, I., R. Soliva-Fortuny, and O. Marti'n-Belloso. 2009. Impact of high-intensity pulsed electric fields variables on vitamin C, anthocyanins, and antioxidant capacity of strawberry juice. *LWT - Food Science and Technology* 42 (2009) 93–100. Available on line at <http://www.sicncedirect.com>. Tanggal akses 28 Oktober 2008
- Triarsari, D. 2005. Air Kelapa Muda. <http://garinps.pbwiki.com/ManfaatCairan>. Tanggal Akses 25 April 2006
- Wati, R. 2006. Inaktivasi Mikrob Dengan Kejut Medan Listrik Pada Air Kelapa Muda (*Cocos Nucifera L*) Sebagai Bahan Baku Minuman Isotonik (Kajian Lama Perlakuan Dengan Arus Listrik Kontinyu dan Intermitten). Skripsi. THP. Universitas Brawijaya, Malang
- Winarno, F.G. 1995. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Wouters, C. D. P., N. Smelt, P. P. M. Jan, dan L. L. M. Huub. Effects of Pulsed Electric Kinetics of *Listeria innocua*. <http://www.ift.confex.com/ift/98annual/techprogram/accepted/81.htm>. Tanggal akses 27 Juli 2006