

Kesan air EO (*electrolyzed-oxidizing*) terhadap kualiti dan keselamatan buah nangka segar dipotong

(Effects of electrolyzed-oxidizing water on quality and safety of fresh cut jackfruit)

Mohd Effendi Mohamed Nor, Wan Nur Zahidah Wan Zainon, Hasimah Hafiz Ahmad dan Yangmurni Zamani

Pengenalan

Keselamatan makanan merupakan perkara yang paling dititikberatkan oleh pengguna terutama makanan segar seperti buah-buahan dan salad. Kontaminasi bakteria pada buah-buahan segar boleh berlaku sama ada ketika proses lepas tuai, pengangkutan, pengendalian dan penyimpanan. Antara bakteria yang sering dikaitkan dengan keracunan akibat memakan buah-buahan segar tercemar ialah *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, *Vibrio cholera*, *Listeria monocytogenes* dan *Staphylococcus aureus*. Terdapat pelbagai bahan pembasmi kuman (*sanitizer*) yang digunakan dalam industri buah-buahan segar untuk menyahkontaminasi bakteria. Antaranya ialah sodium hipoklorit, klorin dioksida, sodium bisulfit, sulfur dioksida, asid organik, kalsium klorida dan ozon. Antara bahan pembasmi kuman ini, klorin merupakan bahan yang paling kerap digunakan. Bagaimanapun, penggunaan bahan-bahan kimia ini dalam jangka masa panjang boleh menjejaskan kesihatan.

Teknologi *electrolyzed-oxidizing water* (air EO) merupakan teknologi yang masih baru di Malaysia. Air EO mula dicipta dan diperkenalkan di Jepun sekitar tahun 1980-an sebagai agen penyahjangkit bakteria atau disinfektan pada alat pemprosesan makanan dalam industri pembuatan makanan dan peralatan perubatan. Keberkesanan air EO dalam mengurangkan pertumbuhan bakteria menarik minat pengusaha industri makanan menggunakannya dalam pembersihan bahan-bahan mentah seperti ikan, ayam, daging segar, sayur-sayuran dan buah-buahan yang digunakan dalam memproses makanan. Kini, mesin penjana air EO mula dimiliki oleh setiap rumah di Jepun dan digunakan untuk membersihkan bahan mentah dalam masakan.

Air EO dijana melalui proses elektrolisis terhadap larutan garam (natrium klorida, NaCl) pada kepekatan tertentu menggunakan mesin penjana air EO. Proses elektrolisis larutan garam berlaku di dalam bekas yang mengandungi elektrod anod dan katod yang dipisahkan oleh membran. Proses elektrolisis mengubah natrium klorida kepada asid hipoklorus (HOCl) dan asid hidroklorik (HCl) yang dinamakan sebagai air EO. Air EO yang terhasil mempunyai pH 2.6 – 2.8 dan 20 – 50 ppm klorin bebas. Sifat asidik ini memberi ciri-ciri antibakteria kepada air EO. Walaupun mempunyai nilai pH yang rendah, air EO tidak bersifat

menghakis seperti asid-asid yang lain dan tidak merosakkan kulit, membran mukus dan bahan organik.

Terdapat beberapa kajian yang telah dilakukan yang membuktikan air EO adalah selamat dan bersifat antimikrob terhadap pelbagai jenis patogen makanan dan fungi seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *E. coli*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacter aerogenes* dan *Vibrio parahaemolyticus* dalam pelbagai jenis makanan segar seperti daging, ayam, ikan segar, buah-buahan, sayur-sayuran, makanan terproses seperti sosej serta *bacon* dan makanan sedia dimakan seperti buah-buahan segar dipotong.

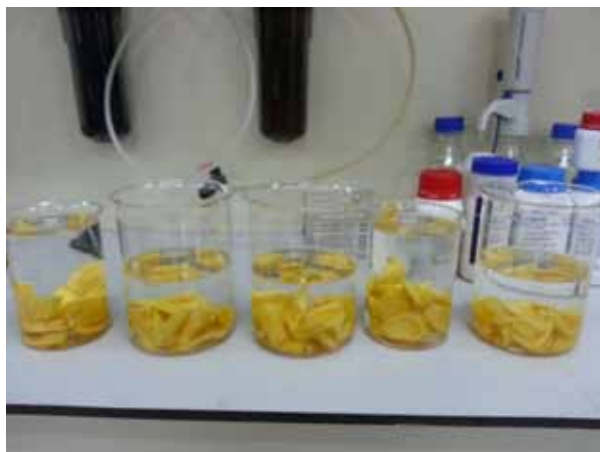
Air EO tidak memberi kesan buruk kepada kesihatan sebagaimana bahan kimia yang lain. Ia juga tidak memerlukan kos yang tinggi. Pada tahun 2002, Jepun telah membenarkan air EO sebagai bahan tambah makanan (*food additive*) manakala *United States Environmental Protection Agency* (EPA) membenarkan air EO dalam aplikasi industri makanan.

Kesan air EO terhadap kualiti dan keselamatan buah segar dipotong

Aktiviti penyelidikan ini dilakukan untuk mengetahui kesan air EO terhadap kualiti dan keselamatan buah segar dipotong. Buah nangka segar telah dipilih sebagai sampel. Air EO yang digunakan dihasilkan daripada empat larutan natrium klorida (NaCl) yang berbeza kepekatan (4, 6, 8 dan 10%) menggunakan mesin penjana air EO (Aqua Tec Saraya, Jepun) (*Gambar 1*). Kesemua air EO yang terhasil mempunyai nilai pH 2.8 dan 20 ppm klorin bebas. Sampel buah nangka segar yang telah dipotong kepada saiz 10 g direndam dalam 1,000 ml air EO selama 10 minit (*Gambar 2*). Sampel kemudian ditus dan dibungkus di dalam bekas sebelum disimpan pada suhu 4 °C (*Gambar 3*). Analisis mikrobiologi dan



Gambar 1. Mesin penjana air EO (electrolyzed-oxidizing)



Gambar 2. Buah nangka segar direndam selama 10 minit dalam 1,000 ml air EO

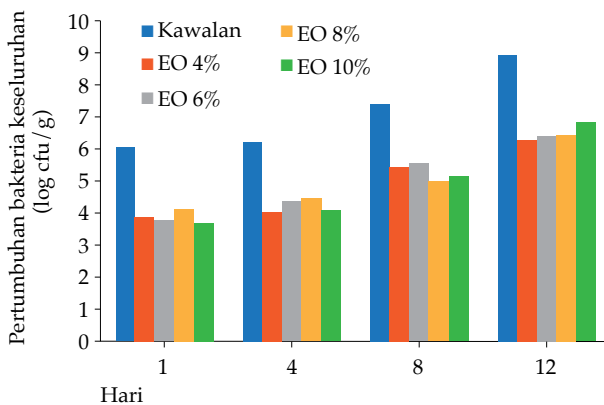
kualiti (pH, tekstur, kelembapan dan warna) dilakukan setiap 4 hari. Ujian cabaran terhadap bakteria *E. coli* juga dilakukan. Sampel buah nangka segar (10 g) diinokulasikan dengan 10^7 cfu/ml inokulum bakteria

E. coli sebelum direndam dalam 1,000 ml air EO selama 10 minit dan disimpan pada suhu 4 °C. Analisis pertumbuhan *E. coli* kemudian ditentukan.

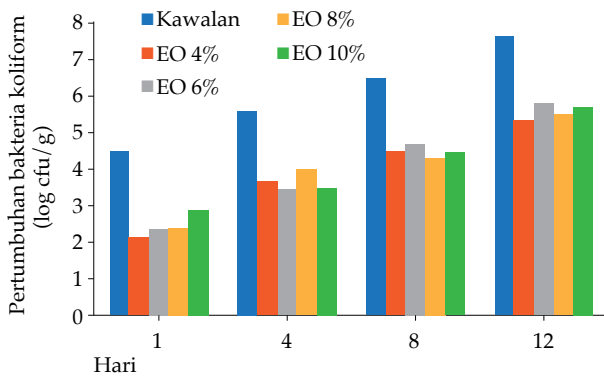
Analisis mikrobiologi yang dilakukan menunjukkan air EO mengurangkan populasi keseluruhan bakteria (*Total Plate Count*) dan koliform sebanyak 2 – 3 log cfu/g dibandingkan dengan sampel kawalan sepanjang 12 hari simpanan pada suhu 4 °C (*Rajah 1* dan *Rajah 2*). Air EO juga mengurangkan pertumbuhan bakteria *E. coli* pada sampel nangka dirawat (*Rajah 3*). Sampel dirawat air EO 8%



Gambar 3. Buah nangka yang dirawat disimpan pada suhu 4 °C



Rajah 1. Pertumbuhan bakteria keseluruhan pada sampel buah nangka sepanjang 12 hari simpanan pada suhu 4 °C

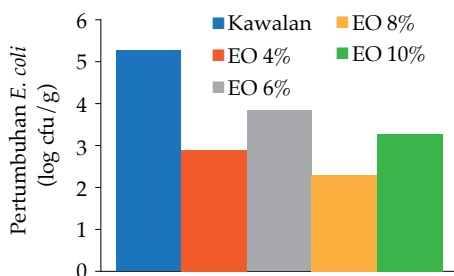


Rajah 2. Pertumbuhan bakteria koliform pada sampel buah nangka sepanjang 12 hari simpanan pada suhu 4 °C

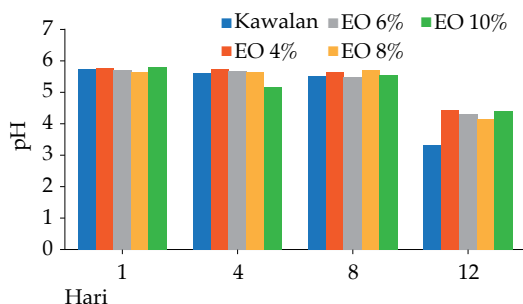
mempamerkan populasi *E. coli* yang paling sedikit dengan 2.3 log cfu/g diikuti air EO 4% dengan 2.9 log cfu/g. Sampel kawalan pula menunjukkan populasi *E. coli* yang tinggi iaitu 5.3 log cfu/g. Sifat antimikrob air EO adalah disebabkan oleh sifat pH-nya yang rendah (2.6 – 3.0).

Secara umum, bakteria boleh hidup pada pH sekitar 4 – 9 manakala pH yang lebih rendah boleh memusnahkan sel bakteria. Selain itu, asid hipoklorus yang merupakan komponen utama air EO memusnahkan sel bakteria dengan cara menyekat proses oksidasi glukosa dalam sel bakteria. Klorin bebas dalam air EO mudah menyusut dengan cara pengewapan apabila terdedah kepada udara. Air EO yang terdedah kepada udara akan melalui proses kehilangan klorin bebas seterusnya mempengaruhi aktiviti antibakteria. Air EO perlu digunakan sebaik sahaja dihasilkan untuk mengelakkan kehilangan klorin dan sifat antibakterianya.

Analisis kimia pula menunjukkan penurunan pada nilai-nilai kualiti sampel yang dirawat dan tidak dirawat. Nilai pH bagi semua sampel menunjukkan kestabilan sehingga hari ke-8 simpanan sebelum menunjukkan penurunan pada hari ke-12 (*Rajah 4*). Buah nangka yang tidak dirawat menunjukkan penurunan nilai pH yang lebih tinggi berbanding dengan sampel yang dirawat pada hari ke-12 simpanan. Bagi analisis tekstur pula, berlaku penurunan nilai tekstur sepanjang 12 hari simpanan. Bagaimanapun, buah nangka yang dirawat menunjukkan



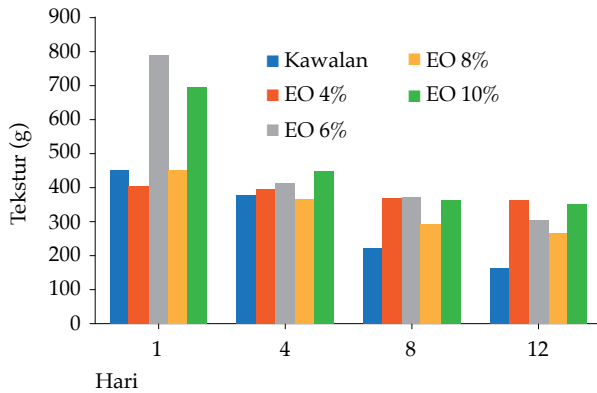
Rajah 3. Perbandingan pertumbuhan *E. coli* pada sampel buah nangka dirawat dan tidak dirawat



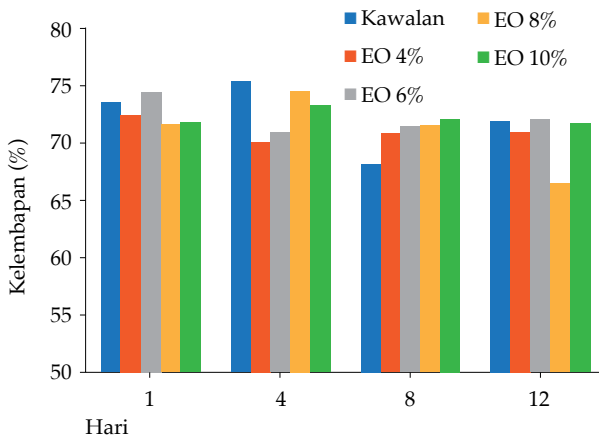
Rajah 4. Perubahan nilai pH sampel buah nangka sepanjang 12 hari simpanan pada suhu 4 °C

penurunan yang sedikit berbanding dengan sampel yang tidak dirawat (*Rajah 5*). Sampel, buah nangka yang dirawat dengan air EO 6% dan 10% menunjukkan nilai tekstur yang paling baik sepanjang tempoh simpanan. Tiada perubahan signifikan didapati pada nilai kelembapan dan warna buah nangka yang dirawat dan tidak dirawat sepanjang 12 hari simpanan (*Rajah 6* dan *Jadual 1*). Tiada perbezaan signifikan antara sampel yang dirawat dengan air EO (4, 6, 8 dan 10%) kerana persamaan sifat asidik (pH 2.8) dan kandungan klorin (20 ppm) antara satu sama lain.

Air EO boleh digunakan sebagai disinfektan pada bahan-bahan lepas tuai seperti buah-buahan dan sayur-sayuran. Sayuran segar dipotong yang dirawat dengan air EO menunjukkan pengurangan populasi bakteria sehingga 2.6 log cfu/g. Dalam



Rajah 5. Perubahan tekstur sampel buah nangka sepanjang 12 hari simpanan pada suhu 4 °C



Rajah 6. Perubahan peratusan kelembapan sampel buah nangka sepanjang 12 hari simpanan pada suhu 4 °C

Jadual 1. Indeks warna sampel buah nangka dirawat air EO selepas 12 hari simpanan

Hari	Indeks	Sampel				
		Kawalan	4%	6%	8%	10%
1	L	65.58	63.98	72.74	72.28	70.29
	a	1.90	0.48	1.81	0.54	0.97
	b	53.59	52.89	56.62	57.56	57.18
12	L	68.08	68.24	60.48	61.48	69.99
	a	1.71	0.13	2.55	1.50	1.40
	b	50.12	56.28	42.94	49.59	55.75

kajian yang lain, air EO digunakan untuk membersihkan papan pemotong daging yang berjaya mengurangkan populasi *E. coli* O157:H7 sebanyak 5 log cfu/100 cm². Rawatan menggunakan air EO selama 30 saat terhadap kultur tulen *Enterobacter aerogenes* dan *Staphylococcus aureus* mengurangkan populasi bakteria berkenaan sebanyak 9 log cfu/ml.

Rendaman besi tahan karat, gelas dan kaca seramik yang telah diinokulasi dengan bakteria *Enterobacter aerogenes* dan *Staphylococcus aureus* dalam air EO selama 5 minit berjaya mengurangkan populasi bakteria tersebut pada permukaan bahan berkenaan kepada <1 cfu/cm². Dalam kajian yang lain, daun salad segar yang diinokulasi dengan bakteria *E. coli*, dibasuh selama 3 minit menggunakan air EO menunjukkan pengurangan bakteria *E. coli* sebanyak 2.41 log cfu/g tanpa mengubah sifat kualiti seperti warna. Buah epal segar dipotong yang dirawat menggunakan air EO juga tidak menyebabkan perubahan warna pada epal. Rawatan menggunakan air EO pada ikan segar telah mengurangkan kontaminasi bakteria *E. coli* dan *Vibrio parahaemolyticus* pada ikan tilapia dan *Listeria monocytogenes* pada daging segar ikan salmon.

Kesimpulan

Daripada analisis mikrobiologi dan kimia yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahawa air EO dapat mengurangkan populasi mikrob pada buah segar dipotong dan mengekalkan kualitinya sepanjang 12 hari simpanan pada suhu 4 °C. Air EO berpotensi dijadikan disinfektan untuk membersihkan dan mengurangkan kontaminasi bakteria pada buah-buahan lepas tuai dan dalam penyediaan buah-buahan segar sedia dimakan menggantikan bahan pembasmi kuman yang selalu digunakan.

Penghargaan

Penulis merakamkan setinggi penghargaan kepada ketua dan ahli projek yang membantu menjalankan aktiviti penyelidikan ini. Kajian ini merupakan salah satu aktiviti penyelidikan bawah Projek Mega P159 yang disokong oleh bajet projek pembangunan MARDI.

Bibliografi

- Izumi, H. (1999). Electrolyzed water as a disinfectant for fresh cut vegetables. *Journal of Food Sciences* 64: 536 – 539
- Subrota, H., Surajit, M., Minz, P.S., Shilpa, V., Yogesh, K., Singh, B.P. dan Dipika, Y. (2012). Electrolyzed oxidized water (EOW): Non-thermal approach for decontamination of food borne microorganisms in food industry. *Food and Nutrition Sciences* 3: 760 – 768
- Venkitanarayanan, K.S., Ezeike, G.O. dan Hung, Y.C. (1999). Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes*. *Applied and Environment Microbiology* 65: 4276 – 4279

Ringkasan

Air EO telah diiktiraf sebagai bahan sanitasi dan pembasmi kuman yang selamat dalam industri makanan, perubatan dan pertanian terutama di Jepun. Dalam kajian ini, air EO dihasilkan daripada larutan natrium klorida dengan 4 kepekatan berbeza iaitu 4, 6, 8 dan 10% menggunakan mesin penjana air EO (Aqua Tec Saraya). Kesemua air EO yang dihasilkan mempunyai pH 2.8 dan 20 ppm klorin bebas. Sampel buah nangka segar dipotong, dirawat dengan kaedah rendaman dalam air EO selama 10 minit. Semua sampel disimpan pada suhu 4 °C. Analisis mikrobiologi dan kualiti (pH, tekstur, kelembapan dan warna) dilakukan setiap 4 hari untuk menentukan kesan air EO. Ujian cabaran terhadap bakteria *E. coli* juga dilakukan untuk menguji kesan air EO terhadap pertumbuhan *E. coli* pada buah segar dipotong yang dirawat. Analisis mikrobiologi yang dilakukan menunjukkan air EO mengurangkan populasi bakteria (*Total Plate Count*) dan koliform sebanyak 2 – 3 log cfu/g dibandingkan dengan sampel kawalan sepanjang 12 hari simpanan pada suhu 4 °C. Air EO juga mengurangkan pertumbuhan bakteria *E. coli* pada sampel nangka dirawat. Analisis kimia pula menunjukkan air EO tidak mengubah sifat-sifat pH, kelembapan, tekstur dan warna buah nangka. Tekstur buah nangka dirawat air EO menunjukkan nilai tekstur yang lebih baik berbanding dengan buah yang tidak dirawat. Daripada analisis mikrobiologi dan kimia yang telah dilakukan, disimpulkan bahawa air EO dapat mengurangkan populasi mikrob pada buah nangka segar dipotong dan mengekalkan kualitinya sepanjang simpanan 12 hari pada suhu 4 °C.

Summary

Electrolyzed oxidising (EO) water has been certified as a safe sanitiser and disinfectant for food industry, medical and agriculture especially in Japan. In this study, EO water was produced from sodium chloride solution with different concentrations which were 4, 6, 8 and 10% using EO water generator (Aqua Tec Saraya). All EO water produced has pH 2.8 with 20 ppm free chlorine. Fresh cut jackfruits were treated with EO water by immersion technique for 10 min. All samples were then kept at 4 °C before subjecting to microbiological and quality (pH, moisture, texture and colour) analysis every 4 days. Microbial challenge study against *E. coli* also has been done to evaluate effect of EO water on treated fresh cut fruit. Microbiological analysis showed EO water successfully reduced bacterial total plate counts and coliforms by 2 – 3 log cfu/g. EO water also reduced *E. coli* growth on treated samples. Meanwhile, quality analysis showed EO water did not change pH, moisture, texture and colour characteristics of the treated samples. Treated samples showed better texture compared to untreated samples. From these results, it can be concluded that EO water can reduce microbial population on treated fresh cut fruit and retain its quality when kept at 4 °C for 12 days.

Pengarang

Mohd Effendi Mohamed Nor
Pusat Penyelidikan Sains Teknologi Makanan, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor
E-mel: effendi@mardi.gov.my

Hasimah Hafiz Ahmad
Pejabat Ketua Pengarah, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Wan Nur Zahidah Wan Zainon dan Yangmurni Zamani
Pusat Penyelidikan Sains Teknologi Makanan, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor