

Potensi Penggunaan Teknologi Kejut Listrik PEF (*Pulsed Electric Field*) Terhadap Ketahanan Pangan

Potential of PEF (Pulsed Electric Field) For Food Preservation

Siti Hindun Hindiyati¹, Sudarti²

¹Pendidikan Fisika, Universitas Jember, Jember, Indonesia

²Pendidikan Fisika, Universitas Jember, Jember, Indonesia

Email: hindunhindya177@gmail.com

No Hp/WA Penulis: 0889 8013 7734

ABSTRAK

Teknologi kejut listrik *Pulsed Electric Field* merupakan salah satu pengawetan non-thermal yang digunakan dalam penelitian ketahanan pangan. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji potensi penggunaan teknologi kejut listrik PEF terhadap ketahanan pangan. Metode penelitian ini menggunakan article Review, dengan jumlah 30 artikel hasil penelitian yang relevan mulai dari Tahun 2010 sampai 2022. Indikator ketahanan pangan yang akan dianalisis adalah kualitas fisik, nutrisi serta pengurangan mikroba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 5% PEF dapat mengurangi nutrisi yang dikandung dalam makanan. tersebut. Namun, 95% lebih banyak sangat signifikan PEF dapat mengurangi pertumbuhan mikroba. Hasil penelitian melaporkan bahwa PEF dengan tegangan 35-45kV dapat menurunkan total mikroba 80-90% dan warna 2,43% sehingga perlakuan tersebut dapat mempertahankan kualitas fisik. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadi sebuah inovasi dalam mengolah pangan secara *non-thermal* sehingga dapat mempertahankan kualitas aroma warna dan rasa dengan waktu yang lebih lama.

Kata Kunci: Kejut listrik; Non-thermal; Pangan; PEF; Pengawetan

ABSTRACT

Pulsed Electric Field electric shock technology is one of the non-thermal preservatives used in food security research. This article aims to examine the potential use of PEF electric shock technology for food security. This research method uses article reviews, with a total of 30 relevant research articles from 2010 to 2022. Food security indicators to be analyzed are physical quality, nutrition and microbial reduction. The results showed that 5% PEF can reduce the nutrients contained in food. the. However, 95% more very significant PEF can reduce microbial growth. The results of the study reported that PEF with a voltage of 35-45kV can reduce the total microbial 80-90% and color 2.43% so that the treatment can maintain physical quality. It is hoped that this research can be an innovation in processing food non-thermally so that it can maintain the quality of aroma, color and taste for a longer time.

Keyword: Shock technology; Non-thermal; Food; PEF, Preservation

PENDAHULUAN

Pulsed Electric Field atau teknologi kejut listrik merupakan salah satu teknologi *non-thermal* dengan intensitas tegangan listrik yang tinggi. Menurut Meneses, 2011 menyebutkan

bahwa intensitas kejut listrik berkisar pada tegangan (20-80kV). Dengan teknologi PEF ini dapat membunuh mikroba namun memberikan sedikit efek atau bahkan tidak mengurangi kualitas produk. PEF melakukan inaktivasi mikroba dengan cara berhubungan dengan

ketidakstabilan membrane sel secara elektromekanik. Membran sel yang melindungi mikroba dari aktivitas serta kondisi lingkungan sekitar bekerja sebagai dinding semipermeable (Sale dan Hamilton 1968 dalam jeyamkondan, *et al*,2008). Sehingga, apabila membrane sel mengalami pemecahan maka yang akan terjadi ialah pengeluaran cairan dari dalam sel serta kehilangan aktivitas metabolisme sel.

Pembusukan pada makanan memiliki tanda-tanda pada fisik yang dapat dilihat oleh kasat mata dari aroma, warna serta rasa. Menurut Arini,2017 menyebutkan bahwa pada makanan daging, ikan dan tahu dapat ditandai dengan adanya perubahan warna, berlendir serta bau, sedangkan pada jus, maka akan terjadi perubahan warna dan juga akan menimbulkan buih, tekstur jus juga akan semakin kental dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Penyebab dari pembusukan sendiri salah satunya ialah bakteri, menurut Waluyi,2004 menyebutkan bahwa bakteri merupakan organisme prokariotik yang umumnya berukuran sangat kecil Bentuk dari bakteri sendiri dapat dilihat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000 kali dan dapat lebih. *Escheria coli* merupakan salah satu bakteri yang terkenal dalam peran pembusukan makanan. Menurut Arisman, 2009 menyebutkan bahwa bakteri tersebut termasuk bakteri anaerob fakultatif gram negative yang berbentuk batang dan termasuk dalam family *enterobacteriaceae*. Bakteri ini biasanya menghuni pada usus normal dan dapat berkembang biak di sekitar manusia. Bakteri tersebut juga dapat menyebabkan diare terhadap pengonsumsinya.

Pengawetan menggunakan *Pulsed Electric Field* sudah banyak ditemukan di luar negeri dan sudah masuk ke dalam dunia agroindustry. Menurut Syed, *et al* 2017 menyebutkan bahwa konsumen sudah mulai menerima adanya makanan dengan pengolahan

PEF, namun harus diberikan informasi lebih rinci terhadap konsumen melalui pelabelan produk. Sedangkan di Indonesia teknologi pengawetan PEF ini masih belum merambah ke dunia agroindustry sehingga makanan belum berani untuk dipasarkan. Sejauh ini Indonesia masih menggunakan PEF sebagai penelitian saja. Menurut Kumar,*et al* 2015 menjelaskan mengenai adanya persaingan ketat di pasar yang berkembang di Amerika Serikat, Asia, Eropa, Amerika Tengah dan Selatan. Dan juga India memiliki peluang besar untuk mengembangkan teknologi baru dalam pengolahan makanan.

Tujuan penulisan artikel ini ialah, mengkaji penelitian teknologi *Pulsed Electric Field* dengan rentang tahun artikel 2010 hingga 2022. Pengkajian ini mengharapakan adanya perkembangan serta inovasi pada bidang agroindustry Indonesia yang dapat menggunakan teknologi *non-thermal* ini pada pemrosesan makanan skala industry.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah review artikel dengan sampel sejumlah 25 artikel yang publish mulai tahun 2010 hingga 2022. Variabel yang dikaji dalam penelitian ini adalah nutrisi, kondisi fisik serta mikroba. Kondisi Fisik pangan merupakan salah satu indikator yang mudah dilihat dalam kriteria pembusukan mulai dari warna, rasa hingga bau. Mikroba merupakan bakteri mikro yang memiliki peran penting terhadap terjadinya pembusukan terhadap pangan. Sedangkan nutrisi merupakan kandungan yang menguntungkan yang ada dalam pangan bagi tubuh manusia. Analisis dapat dalam penelitian ini dilakukan dengan cara deskriptif berdasarkan data sekunder dari hasil review artikel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam beberapa penelitian mengenai teknologi kejut listrik, dapat disajikan dalam table berikut:

Tabel 1. Hasil Penelitian

No.	Author	Media	Fisik	Nutrisi	Mikroba
1	Ariyantini,M,D. Fauzi,M., Jayus,J. 2017	Edamame	Dapat menurunkan namun tidak signifikan	PEF mampu menyebabkan terjadinya ionisasi garam	PEF mampu menurunkan pertumbuhan mikroba pada paparan 45kV selama 30 detik
2	Hawa,L.C,Kom N.,Wirayanti,D.	Sari buah	Tidak memiliki pengaruh pada warna	Mengalami penurunan untuk vitamin C dengan penurunan nilai hingga 30,90-34,75	PEF tegangan 40kV selama 90 detik mampu menginaktifkan tital BAL. sehingga metabolisme mikroba terhambat
3	Muslim,C,Hawa ,L,C.,Argo,B,D.	Susu sapi	PEF dapat meningkatkan tegangan air sebesar 90,06% pada tegangan 80kV 90 detik	PEF pada tegangan 60kV dengan waktu 80 menit dapat menurunkan vitamin C sebesar 0,288mg/100g	Tegangan 20-80kV selama 90 detik menyebabkan penurunan mikroba sebanyak 3,97.102 CFU/ml
4	Hawa,L,C.,Susi B.,Jayasri,N,E.	Susu sapi	Kadar air awal susu sebesar 87,35%. Kadar air setelah PEF berkisar antara 88,17-88,84%	-	Perlakuan PEF total E coli terendah pada tegangan 100kV sebesar 1,5 x 10 ¹ CFU/mL
5	Choiron,M.,Yuo S,S.2018.	Sari buah	PEF dapat menekan peningkatan Ph	Semakin tinggi suhu yang digunakan maka vitamin C akan semakin rendah	Penurunan nilai TPC setelah dilakukan pasteurisasi dan kejut listrik mencapai 2.74 log atau 99.81%

Pengawetan menggunakan teknologi *non-thermal* PEF memiliki beberapa factor yang dapat mempengaruhi kinerjanya dalam menonaktifkan mikroorganisme diantaranya adalah parameter proses, sifat produk serta sifat sel mikroba. Beberapa parameter proses yang dapat mempengaruhi kemampuan PEF dalam mengurangi populasi mikroba seperti kekuatan medan listrik, panjang serta bentuk pulse, jumlah

denyut serta suhu. Pada penggunaan teknologi PEF lebih efektif dalam menggunakan produk cair seperti jus, sari buah, dan susu dibandingkan dengan partikel padat. Secara umum, bakteri garam positif serta negative lebih tahan dibandingkan sel ragi. Jamur juga dikenal bandel terhadap papara PEF (Syed,2017)

Sifat Fisik

Susu merupakan salah satu minuman yang kaya akan protein, dengan begitu susu juga mudah membusuk atau rusak karena susu merupakan salah satu media yang baik untuk pertumbuhan bakteri. Kebusukan pada susu, dapat ditandai secara fisik dengan rasa yang masam, yang disebabkan oleh bakteri e.coli, penggumpalan susu yang terjadi karena adanya pemecahan protein (Rorong,2020). Pada penelitiannya, Ariyantini,2017 menunjukkan bahwa PEF dengan tegangan 40kV selama 30 detik tidak merubah warna pada edamame dan dapat mempertahankan warna hijau pada edamame. Sedangkan pada sari buah jeruk, PEF tidak memberikan perbedaan yang nyata, pada warna atau kecerahan sari jeruk yang mendapatkan paparan PEF tidak mengalami perubahan signifikan (Hawa, 2016). Hal ini juga terjadi pada media susu sapi segar yang mana PEF tidak mempengaruhi sifat fisik yakni warna maupun bau yang dikarenakan PEF dapat menekan pertumbuhan mikroba pada susu sapi segar (Hawa, 2011).

Mikroba

Pembusukan pada makanan biasanya terjadi dikarenakan adanya mikroba. Mikroba tidak hanya bergantung pada nutrisi makanan namun juga pada beberapa factor, diantaranya adalah suhu, pH, aktifitas air, dan factor lain (Sulastri, 2022). Pemecahan dinding sel atau membrane sel dapat menekan protein sehingga mengurangi pertumbuhan mikroba yang ada dalam makanan. PEF, mampu memicu pemecahan membrane sel namun tidak dapat membunuh mikroba pembusukan 100%, permeabilitas membrane meningkat secara signifikan ketika makana berinteraksi dengan kekuatan medan listrik atau kejutan listrik PEF (Syed, 2017). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa PEF mampu menurunkan pertumbuhan mikroba, pada susu kolagen PEF mampu menurunkan mikroba pantogen mencapai $2.488 \pm 0.005 \log \text{cfu/ml}$ (Priyanto, 2021) dan semakin

besar paparan yang berikan maka akan semakin besar bakteri *Escheria coli* berkurang (Nisak, 2018). Pada biji pala, PEF juga mampu merusak membrane sel sehingga apabila pada biji pala tersebut dilakukan ekstraksi maka akan dihasilkan minyak atsiri yang maksimal (Fadhilah,2018).

Nutrisi

Seiring bertambahnya mikroorganisme yang bersarang pada makanan dan menyebabkan perubahan pada sifat fisik baik bau, warna maupun rasa juga akan mempengaruhi kandungan nutrisi pada makanan tersebut. Makanan yang sudah lama dan memasuki masa pembusukan akan semakin berkurang kandungan nutrisinya. Pada teknologi PEF ia dapat mempertahankan kualitas fisik, namun ia sedikit mengurangi kandungan nutrisi yang ada pada makanan tersebut. Pada penelitian biji pinang, PEF tidak signifikan mempengaruhi antioksidan (Dila, 2018) namun pada penelitian Fu'aida, 2018 menghasilkan bahwa dengan adanya kejutan listrik dapat menurunkan IC50 yang mana semakin kecil nilai IC50 maka akan semakin baik aktivitas antioksidan pada suatu bahan tersebut. Grezico, 2014 menyebutkan bahwa pada media siwalan yang tidak diperlakukan dengan kejutan listrik PEF, alcohol akan meningkat pada siwalan dengan grafik yang berbanding lurus yang artinya semakin lama penyimpanan siwalan maka akan semakin besar alcohol yang dikandung pada buah siwalan tersebut. Pada protein, PEF memiliki pengaruh namun kurang signifikan pada kadar protein yang mana pada paparan 4kV/cm kadar protein yang dikandung adalah 2,56% namun pada 3,5kV/cm sebanyak 2,26% pada penelitian susu sapi (Nisak, 2018). Sedangkan pada lemak yang ada di susu sapi, PEF dapat mengurangi lemak tersebut dengan grafik berbanding terbalik yang mana semakin besar kejutan listrik yang diberikan maka akan

semakin kecil lemak yang dikandung pada susu sapi (Sari, 2018).

KESIMPULAN

Kesimpulan pada artikel ini ialah, PEF atau *Pulsed Electric Field* merupakan salah satu teknologi *non thermal* yang dapat digunakan sebagai pengawetan dalam teknologi agroindustry bidang ketahanan pangan. PEF mampu menekan pertumbuhan microorganism yang menyebabkan pembusukan dengan mempertahankan kualitas fisik meskipun mengurangi sedikit nutrisi pada bahan makanan tersebut. PEF merupakan salah satu terobosan yang inovatif untuk melakukan pengawetan bahan pangan dengan waktu singkat tanpa mempengaruhi kualitas fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifki, H.H., Barliana, M.I. 2018. Karakteristik dan Manfaat Tumbuhan Pisang di Indonesia. *Vol 16:196-204.*
- Arini, L.D.D. 2011. Faktor-Faktor Penyebab Dan Karakteristik Makanan Kadaluaarsa Yang Berdampak Buruk Pada Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol 2: 15-24.*
- Arini, L.D.D. 2015. Faktor-Faktor Penyebab dan Karakteristik Makanan Kadaluaarsa Yang Berdampak Buruk Pada Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol 2:15-24.*
- Ariyantini, M.D., Fauzi, M., Jayus, J., 2017. Inaktivasi Enzim Proteasi Pada *Puree Edamame (Glycine max)* Menggunakan Teknik *Pulsed Electric Field* (PEF). *Jurnal Agroteknologi. Vol 11:164-172.*
- Choiron, M., Yuwono, S.S. 2018. Pengaruh Suhu Pasteurisasi dan Durasi Perlakuan Kejut Listrik Terhadap Karakteristik Sari Buah Mangga (*Mangifera indica L.*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri. Vol 6: 43-52.*
- Dila, I.N. 2018. Pengaruh Frekuensi dan Waktu PEF (*Pulsed Electric Field*) Sebagai Pretreatment Pada Ekstraksi Tanin Biji Pinang (*Areca catechu L.*) Segar. *Skripsi Teknologi Pertanian.*
- Fadhilah, K. 2018. Pengaruh Medan Listrik Berpuls (PEF) Terhadap Hasil dan Kuantitas Minyak atsiri Biji Pala. *Skripsi Teknologi Pertanian.*
- Fitria, M.W., Putri, W.D.R., Maligan, J.M. 2018. Peran Kejut Listrik dan Temperatur Sebagai Elisitor Dalam Meningkatkan Kandungan Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan Pada Kedelai (*Glycine max*): Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri. Vol 6: 18-25.*
- Fitria, M.W. 2018. Aplikasi Kejut Listrik dan Temperatur Terhadap Kandungan Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan dalam Kedelai (*Glycine max*). *Skripsi Teknologi Hasil Pertanian.*
- Fu'aida, N., Mulyadi, A.F., Wijana, S. 2018. Aplikasi *Pulsed Electric Field* (PEF) Sebagai Pretreatment Pada Ekstraksi Biji Pinang (*Areca catechu L.*) Sebagai Sumber Antioksidan Alami (Kajian Besar Tegangan dan Lama Waktu PEF). *Jurnal Teknologi Pertanian.*
- Gomez, B., Munekeata, P.E.S., Gavahian, M., Fransisco, J., Quijal, F.J., Bolumar, T., Campagnol, P.C.B., Tomasevic, I., Lorenzo, J.M. 2019. Application Of Pulsed Electric Fields IN Meat And Fish Processing Industries: An Overview. *Food Research International. Vol 123: 95-105.* <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.04.047> R
- Grezioco, S.I. 2014. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Total Mikroba, Kadar Alkohol dan Nilai pH Nira Siwalan Yang Diolah Menggunakan Kejut Listrik *Pulsed Electric Field* (PEF). *Skripsi Teknologi Pertanian*
- Gunawan, C.D. 2018. Pengaruh Elektroporasi (PEF) Biji Pala Terhadap Rendemen Dan Kualitas Minyak Pala Menggunakan Teknik Destilasi Uap-Air. *Skripsi Teknologi Pertanian.*
- Hawa, L.C., Susilo, B., Jayasari, N.E., 2011. Studi Komparasi Inaktivasi *Escheria coli* Dan Perubahan Sifat Fisik Pada Pasteurisasi Susu Sapi Segar Menggunakan Metode Pemanasan Dan Tanpa Pemanasan

- Dengan Kejut Medan Listrik. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 12: 31-39.
- Hawa,L,C.,Komar,N.,Wirayanti,D. 2016. Kombinasi Pasteurisasi Termal Dan Non Termal Pada Sari Buah Jeruk. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol 4: 242-249.
- Indriani, D,W., Sumarlan, S,H., Cahyanti, R,N., Mulyadi, A,F., Barunawati,N. 2017. Aplikasi Pulsed Electric Field (PEF) Sistem Kontinyu Pada Sari Tebu Hijau (*Saccharum officinarum*L.) (Kajian Tegangan dan Frekuensi PEF). *Jurnal Teknotan*. Vol 11:41-51.
- Korma,S,A.,Alahmad,K.,Ali,A,H.,Shoaib,M.,Abed ,M,S.,Yves,H.,Nsoatinda,J.,Qin,J. 2016. Application of Pulsed Electric Field Technology in Apple Juice Processing. *Austin of Nutrition and Food Sciemces*. Vol 4:1-5
- Kumar,R...
Bawa,A,S.,Reddy,K,R.,Kathiravan,T.,Subramanian,V.,Nadanasabapathi,S. 2015. Pulsed Electric Field and Combination Processing of Mango Nectar: Effect On Volatile Compounds and HMF Formation. *Croat J. Food Sci, Technol*. Vol 7:58-67. DOI: 10.17508/CJFST.2015.7.2.02
- Kumar,Y., Patel,K,K.,Kumar,V. 2015. Pulsed Electric Field Processing In Food Technology. *International Journal of Engineering Studies and Technical Approcah*. Vol 1:6-18.
- Lee,H.,Choi,S.,Kim,E.,Kim,Y,N.,Lee,J.,Lee,D,U. 2021. Effects of Pulsed Electric Field And Thermal Treatments On Microbial Reduction, Volatile Composition, and Sensory Properties of Orange Juice, and Their Characterization By A Principal Component Analysis. *Applied Sciences*. Vol 11:1-11. <https://doi.org/10.3390/app1101018>
- Meneses,N.,Jaeger,H.,Knorr,D. 2011. Ph-Changes During Pulsed Electric Field Treatments-Numerical Simulation and In Situ Impacy On Poluphenoloxidase Inactivation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Vol 12:499-504.
- Muslim,C., Hawa,L,C.,Argo,B,D. 2013. Pateurisasi *Non-Termal* Pada Susu Sapi Segar Untuk Inaktivasi Bakteri *Staphylococcus aureus* Berbasis *Pulse Electric Field* (PEF). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol. 1:35-49.
- Nisak,A,C. 2018. Optimasi Paparan Medan Listrik Berpulsa Untuk Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escheria coli* Pada Susu Sapi Dan Pengaruhnya Terhadap Kadar Protein. *Skripsi Fisika*.
- Pai,M. 2017. Pulsed Electric Field Processing: Am Emergen Technology For Food Preservation. *Journal Of Experimental Food Chemistry*. Vol 2: 1-2. DOI: 10.4172/2472-0542.1000126
- Priyanto,A,D.,Wicaksono,L,A.,Putranto,A,W. 2021. Pengaruh Suhu dan Waktu *Pre-Heating* Pada Kualitas Fisik, Total Mikroba dan Organoleptik Susu Kolagen Sapi Yang Dipasteurisasi Menggunakan *Pulsed Electric Field*. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol 9: 141-154.
- Rorong,J,A.,Wilar,W,F. 2020. Keracunan Makanan Oleh Mikroba. *Techno Science Journal*. Vol 2:47-60.
- Sari, M,L. 2018. Pengaruh Medan Listrik Berpulsa Untuk Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Susu Sapi. *Skripsi Fisika*
- Sulastri,E.,Indriani,C.,Zainudin,M.,Wardhani,S.,Astriani,M.,Ariyanto,E. 2022. Peran Mikrobiologi Pada Industri Makanan. *Jurnal Indobiosains*. Vol 4:1-8.
- Syed,Q,A.,Ishaq,A.,Rahman,U.,Aslam,S.,Shukat ,R. 2017. Pulsed Electric Field Technology In Food Preservation: A Review. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*. Vol 6: 168-173.
- Tamrin, Hermanto, Faradila, R,H,F., Rejeki, S. 2020. Penilaian Sensori Minuman Cokelat Fungsional dan Pengawetannya Dengan Teknik Kejut Listrik. *Jurnal Formasi*.