**Uji Paparan Medan Listrik Bertegangan Rendah Terhadap Kadar Protein dan Lemak Susu Sapi Segar*****Electric Field Exposure Test to Protein and fat Content of Fresh Cow Milk*****Yeni Pertiwi<sup>1</sup>, Irmansyah<sup>2</sup>, J.Juansah<sup>2</sup>, M. Rahmat<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Teknologi Rekayasa Elektromedis, Stikes Al Insyirah Pekanbaru  
Jl. Parit Indah No 38 Pekanbaru<sup>2</sup> Departemen Fisika, jurusan Biofisika, Fakultas FMIPA IPB  
yenipertiwi16@gmail.com**Abstrak**

Susu sapi mengandung nutrisi yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Salah satu nutrisi yang paling dibutuhkan adalah kandungan protein dan lemak. Untuk mempertahankan kadar protein dan kadar lemak dalam susu diperlukan teknik pengolahan susu yang efektif, dan relatif murah. Pengolahan susu sapi secara termal dapat merusak kandungan protein dan lemak. Untuk itu perlu diteliti lebih lanjut tentang pengawetan susu sapi secara non thermal. Penelitian ini menerapkan medan listrik bertegangan rendah selama proses pengawetan susu sapi segar. Penerapan medan listrik dilakukan untuk mengkaji perubahan kadar protein dan lemak susu sapi segar. Besarnya medan listrik yang digunakan adalah 25 V/mm dengan frekuensi 300 kHz. Lama paparan medan listrik dilakukan selama 1 jam, 3 jam, dan 5 jam. Paparan medan listrik dilakukan dengan menggunakan satu set generator penghasil medan listrik. Kadar protein diukur dengan metode titrasi formol, dan kadar lemak dengan metode Gerber. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan medan listrik pada frekuensi diatas tidak merubah kadar protein dan lemak secara signifikan. Hal ini dibuktikan dengan nilai t-hitung pada kadar protein (-0.131) < dari nilai t-tabelnya (2.132) begitu juga dengan nilai t-hitung pada kadar lemak (0,525) < dari nilai t-tabelnya (2,132). Sehingga dapat disimpulkan bahwa paparan medan listrik tidak merusak kadar protein dan lemak dalam susu sapi.

**Kata kunci : lemak; medan listrik; protein; susu sapi segar****Abstract**

*Cow's milk contains nutrients that are needed by the body. One of the most needed nutrients is protein and fat content. To maintain protein and fat content in milk requires effective and relatively inexpensive milk processing techniques. Thermally processing cow's milk can damage protein and fat content. For this reason, it is necessary to further investigate the preservation of non-thermal cow's milk. This study applies a low-voltage electric field during the process of preserving fresh cow's milk. The application of the electric field is carried out to assess changes in protein content and fat of fresh cow's milk. The amount of electric field used is 25 V/mm with a frequency of 300 kHz. Long exposure to the electric field is done for 1 hour, 3 hours, and 5 hours. The exposure to the electric field is done by using a set of generators producing the electric field. Protein content was measured by the formol titration method, and fat content by the Gerber method. The results showed that the exposure to the electric field at the frequency above did not change*

*protein and fat levels significantly. This is evidenced by the value of t-count at the protein content (-0,131) < from the t-table value (2,132) as well as the t-value at the fat content (0,525) < of the t-table value (2,132). So it can be concluded that exposure to the electric field does not damage the levels of protein and fat in cow's milk.*

**Keywords: electric field; fat; fresh Cow's Milk; Protein**

## **PENDAHULUAN**

Susu sapi segar merupakan cairan yang berasal dari ambung sapi sehat dan bersih, yang diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, yang kandungan alaminya tidak dikurangi atau ditambah sesuatu apapun dan belum mendapat perlakuan apapun kecuali pendinginan (SNI 3141.1. 2011). Susu sapi mengandung nutrisi yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Jika setiap orang dapat mengkonsumsi susu dengan kandungan nutrisi yang sesuai dengan standar kualitasnya, maka hal ini dapat meningkatkan kesehatan masyarakat. Salah satu nutrisi yang paling dibutuhkan tubuh adalah kandungan protein dan lemak. Susu sapi segar hasil pemerahan harus melalui proses pengolahan sebelum dikonsumsi. Untuk mempertahankan kadar protein dan kadar lemak dalam susu diperlukan teknik pengolahan susu yang efektif, dan relatif murah.

Proses pengolahan susu dapat menggunakan dua metode yaitu metode pengolahan *thermal* dan pengolahan *non thermal*. Proses pengolahan *thermal* meliputi *thermal processing, Ultra High Temperatur (UHT), frying, microwave, radio frequency, infrared, drying, freezing*. Pengolahan *non thermal* meliputi *high hydrostatic pressure (HHP), pulsed electric field (PEF), ultrasonik, irradiation, electron beam, oscillating magnetic field (OMF)*.

Proses pengolahan secara *thermal* memiliki beberapa kelemahan diantaranya penurunan kualitas keseluruhan makanan, menghancurkan beberapa vitamin, pigmen, lemak, dan denaturasi dari beberapa protein (Bermúdez-Aguirre *et al*, 2010). Pengolahan secara *thermal* ini dapat merubah bau, rasa, warna, dan mengurangi kandungan nutrisi dari susu terutama protein yang merupakan zat tidak tahan panas (Quass, 1997). Penurunan kandungan protein susu ini tentunya akan merugikan para konsumen susu. Untuk itu perlu dikembangkan proses pengolahan susu secara *non thermal*. Saat ini metode *non thermal* yang efektif dalam menurunkan jumlah bakteri pembusuk dalam susu adalah metode *HighPulsed Electric Field (HPEF)* (Craven *et al*, 2008). Hariono, (2012) melakukan kajian tentang pengembangan Sistem Pasteurisasi Berbasis Kombinasi Ultraviolet (UV) dan Medan Pulsa Listrik Tegangan Tinggi (HPEF) Untuk Susu Kambing, dimana gabungan metode ini cukup mampu menurunkan jumlah bakteri dalam susu.

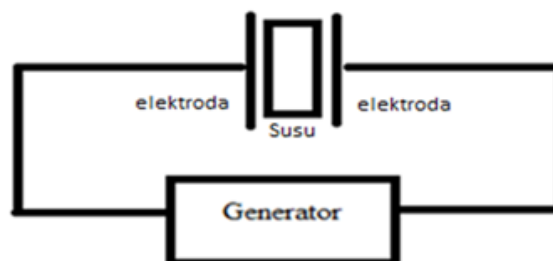
Metode HPEF ini belum berkembang dalam dunia industri pengolahan susu. Hal ini disebabkan karena penggunaan energi listrik yang besar dan biaya investasi awal relatif tinggi berkisar dari \$450000-\$2000000 (Humberto 2007). Selain itu (Troy 2016) dalam penelitiannya juga menyatakan medan listrik yang diperlukan untuk menonaktifkan mikroba yaitu 20-50 kV/cm. (Tirono 2013) dalam penelitiannya tentang efek medan listrik 0,38 kV/cm, frekuensi 50 Hz dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Klebsiella pneumoniae* pada ikan kembung dengan faktor hambat 0,3. Selanjutnya (Yaqin 2016) menyebutkan paparan arus

listrik 3 A dengan penggunaan tegangan listrik 220 volt dapat membunuh pertumbuhan bakteri *Salmonella sp* dalam air minum isi ulang. Melihat kondisi diatas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penerapan medan listrik bertegangan rendah dalam proses pengawetan susu sapi segar. Penerapan medan listrik bertegangan rendah ini dikombinasikan dengan pemakaian frekuensi tinggi. Pemakaian frekuensi tinggi dilakukan agar jumlah medan listrik yang dihasilkan lebih banyak, sehingga dapat dinilai sama dengan jumlah medan listrik pada HPEF. Untuk itu tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui bagaimana pengaruh paparan medan listrik bertegangan rendah terhadap kadar protein dan kadar lemak susu sapi segar.

## METODOLOGI

Paparan medan listrik dilakukan dengan menghubungkan generator penghasil medan listrik ke *chamber* yang telah berisi susu sapi segar. Medan listrik yang digunakan adalah 25 V/mm dengan frekuensi 300 kHz. Lama paparan medan listrik dilakukan selama 1 jam, 3 jam, dan 5 jam. Tahapan awal pengukuran dengan membuat plat kapasitor dari PCB tembaga dengan dimensi 2 cm x 2 cm. Permukaan tembaga pada plat kapasitor disepuh dengan emas untuk menghindari terjadinya reaksi yang tidak diinginkan dalam *chamber* saat melakukan pengukuran sifat listriknya. Untuk menghindari kontaminasi terhadap susu, semua peralatan dan tempat pengukuran disterilisasi menggunakan alcohol 70 %. Susu sapi segar sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam *chamber* yang sudah disisip dua plat elektroda. Adapun desain paparan medan listrik pada susu sapi dapat dilihat pada Gambar 1.

Untuk mengetahui kadar protein susu sapi yang telah dipaparkan dengan medan listrik, diukur dengan menggunakan metode Titrasi Formol (Sudarmadji, 1989). Pengukuran kadar protein dilakukan sebelum dan sesudah paparan medan listrik. Analisis data dilakukan dengan membandingkan kadar protein, sebelum dan setelah paparan medan listrik. Sedangkan untuk pengukuran kadar lemak dilakukan dengan metode Gerber (Pomeranz, Y. & C. E. Meloan. 1971).



Gambar 1. Skema paparan medan listrik

Untuk analisis data hasil penelitian dilakukan analisis uji t-test Two-Sample Assuming Unequal Variances. Uji t-test ini adalah alat uji yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh metode yang dilakukan pada suatu sampel. Objek penelitian pada uji T-Test ini mendapatkan perlakuan yang berbeda. Sebelum dipaparkan medan listrik, sample susu sapi segar di uji dulu kadar protein dan lemaknya. Setelah paparan medan listrik susu sapi segar di uji kembali kadar

protein dan lemaknya. Sehingga analisis uji T-test ini mempunyai dua data dengan sampel yang berbeda.

Hasil uji sebelum dan sesudah paparan medan listrik susu sapi segar dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan masing masing waktu. Analisis uji t-test Two-Sample Assuming Unequal Variances dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel. Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah :  $H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$  dan  $H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$  Interpretasinya : Terima  $H_0$  jika selisih dari nilai rata-rata uji kadar protein dan lemak sebelum paparan medan listrik dengan setelah dipaparkan medan listrik sama dengan nol. Terima  $H_1$  jika selisih dari nilai rata-rata uji kadar protein dan lemak sebelum paparan medan listrik dengan setelah dipaparkan medan listrik tidak sama dengan nol. Kriteria penerimaan atau penolakan  $H_0$  dan  $H_1$  berdasarkan nilai t-hitung dan p-value. Apabila  $t_{hitung} < t_{tabel}$  berbeda secara signifikan maka  $H_0$  diterima begitu juga sebaliknya. Untuk nilai p value > dari nilai  $\alpha(0,05)$  maka terima  $H_0$  atau tolak  $H_1$ .

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengaruh Paparan Medan Listrik Terhadap Kadar Protein Susu**

Hasil penelitian pada tabel 1. menunjukkan bahwa paparan medan listrik 25 V/mm dengan frekuensi 300 kHz selama 1 jam dapat mempertahankan kadar protein sebesar 1,89 %, sedangkan pada waktu 3 dan 5 jam paparan medan listrik tidak menimbulkan perubahan dibandingkan kadar protein pada susu sapi yang tidak dipapari medan listrik.

Tabel 1. Pengaruh Paparan Medan Listrik Terhadap Kadar Protein Susu Sapi

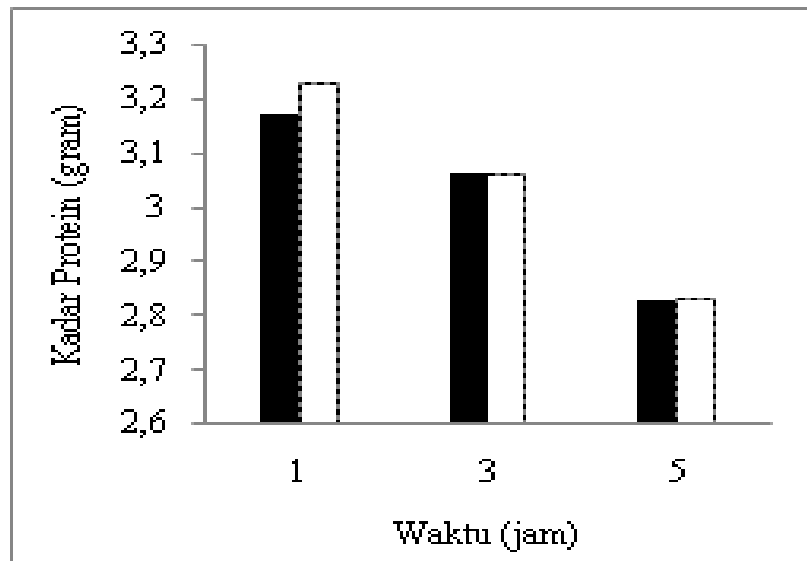
Waktu (Jam)	Kadar Protein (%)		Perubahan Kadar Protein (%)
	Tanpa Paparan Medan Listrik	Paparan Medan Listrik	
0	3,43 ± 0,04	-	-
1	3,17 ± 0,08	3,23 ± 0,01	1,89
3	3,06 ± 0,00	3,06 ± 0,00	0,00
5	2,83 ± 0,08	2,83 ± 0,08	0,00

Tabel 2. Hasil Analisis Uji T-Test Kadar Protein

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances	Tanpa Paparan Medan Listrik	Paparan Medan Listrik
Mean	3.02	3.04
Variance	0.0301	0.0403
Observations	3	3
Hypothesized	0	
df	4	
t Stat	-0.130558242	
P(T<=t) one-tail	0.451213746	
t Critical one-tail	2.131846782	
P(T<=t) two-tail	0.902427492	
t Critical two-tail	2.776445105	

Jika dilihat pada hasil uji t-test kadar protein susu sapi segar sebelum dipaparkan medan listrik dengan setelah dipaparkan medan listrik tidak memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dibuktikan oleh nilai t-hitung ( $t\text{-stat}$ ) < dari nilai t-tabel ( $t\text{-critical one-tail}$ ), begitu juga dengan nilai p-value ( $P(T \leq t)$  one-tail) > dari  $\alpha$  (alpha) 0,05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa paparan medan listrik tidak berpengaruh terhadap kadar protein susu sapi segar.

Gambar 2 terlihat bahwa pengaruh waktu menurunkan kadar protein susu. Semakin lama susu dibiarkan di ruang terbuka maka kadar protein nya akan semakin menurun. Hal ini terjadi karena pengaruh paparan medan listrik yang diberikan belum cukup untuk membunuh semua bakteri yang terdapat dalam susu. Untuk bisa berkembang biak dan bertahan hidup bakteri membutuhkan asupan makanan. Dimana protein merupakan makanan utama bakteri dalam proses perkembangbiakan. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Gelagar, 2017) tentang pengaruh lama penyimpanan susu dalam suhu kamar dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri. Jika dilihat dari hasil paparan medan listrik terhadap kadar protein susu dibandingkan tanpa paparan medan listrik, pengaruh paparan medan listrik tidak menimbulkan perubahan kadar protein yang signifikan.



Gambar 2. Pengaruh Waktu Paparan Medan Listrik Terhadap Kadar Protein Tanpa Paparan Medan Listrik (■), Setelah Paparan Medan Listrik (□).

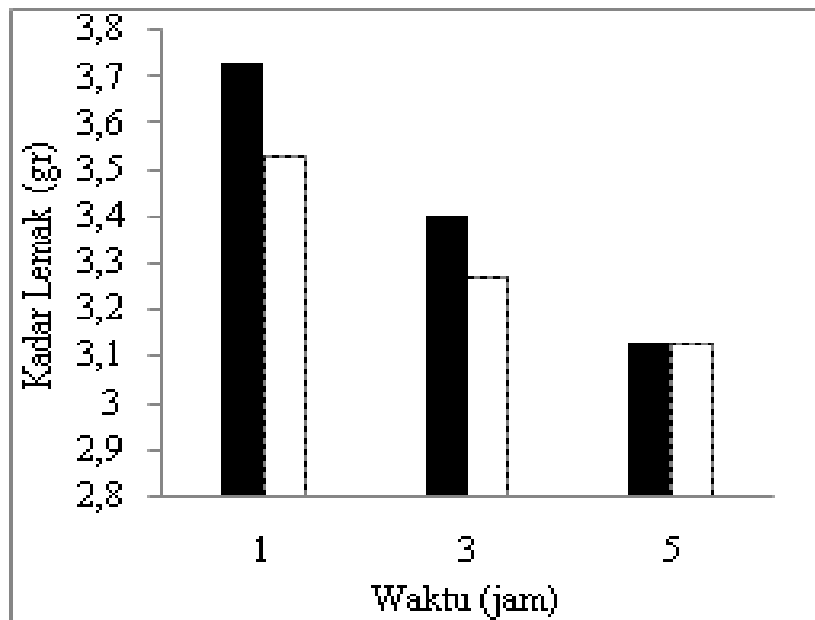
### Pengaruh Paparan Medan Listrik Terhadap Kadar Lemak Susu

Tabel 3. Pengaruh Paparan Medan Listrik Terhadap Kadar Lemak Susu Sapi

Waktu (Jam)	Kadar Protein (%)		Perubahan Kadar Protein (%)
	Tanpa Paparan Medan Listrik	Paparan Medan Listrik	
0	3,82 ± 0,18	-	-
1	3,73 ± 0,67	3,53 ± 0,04	5,36
3	3,40 ± 0,40	3,27 ± 0,16	3,82
5	3,13 ± 0,36	3,13 ± 0,16	0,00

Pada tabel 3 dan Gambar 3 terlihat bahwa pengaruh lama penyimpanan susu menurunkan kadar lemaknya. Semakin lama susu dibiarkan diruang terbuka maka

kadar lemak nya akan menurun. Hal ini terjadi karena semakin lama susu sapi segar dibiarkan diruang terbuka akan mengakibatkan perkembangan bakteri yang terdapat pada susu semakin banyak jumlahnya. Untuk hidup dan berkembangbiak bakteri membutuhkan asupan makanan. Salah satu asupan makanannya adalah kandungan lemak yang terdapat pada susu. Data pada tabel 3 juga memperlihatkan semakin lama paparan medan listrik diberikan persentase penurunan kadar lemaknya semakin kecil. Paparan medan listrik selama 1 jam menurunkan kadar lemak sebesar 5,36 % dan 3,82 % pada waktu 3 jam. Sedangkan pada waktu 5 jam paparan medan listrik tidak mempengaruhi kadar lemak dari susu.



Gambar 3. Pengaruh Waktu Paparan Medan Listrik Terhadap Kadar Lemak, Tanpa Paparan Medan Listrik (■), Setelah Paparan Medan Listrik (□).

Tabel 4. Hasil Analisis Uji T-Test Kadar Lemak

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances	Tanpa Paparan Medan Listrik	Paparan Medan Listrik
Mean	3.42	3.31
Variance	0.0903	0.0412
Observations	3	3
Hypothesized	0	
df	4	
t Stat	0.525400445	
P(T<=t) one-tail	0.313541135	
t Critical one-tail	2.131846782	
P(T<=t) two-tail	0.62708227	
t Critical two-tail	2.776445105	

Jika dilihat pada hasil uji t-test pada tabel 4. kadar lemak susu sapi segar sebelum dipaparkan medan listrik dengan setelah dipaparkan medan listrik tidak memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dibuktikan oleh nilai t-hitung (t-stat) < dari nilai t-tabel (t-critical one-tail), begitu juga dengan nilai p-value (P(T<=t) one-tail) > dari  $\alpha$  (alpha) 0,05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa paparan medan listrik tidak

berpengaruh terhadap kadar lemak susu sapi segar. Pada Gambar 3 juga terlihat bahwa pengaruh waktu dapat menurunkan kadar lemak susu. Namun pengaruh paparan medan listrik semakin lama paparan dapat mempertahankan kadar lemak susu.

## KESIMPULAN

Pengaruh paparan medan listrik bertegangan rendah (25V/mm) dengan frekuensi 300 Hz tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada kadar protein dan lemak susu sapi segar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bermúdez-Aguirre, D., Yáñez, A., Dunne, P., Davies, N, M., Barbosa- Cánovas, V, G., 2010. Study Of Strawberry Flavored Milk Under Pulsed Electric Field Processing. Food Research International Journal Homepage, Vol 43 (8) : 2201-2207  
doi:10.1016/j.foodres.2010.07.021.
- Craven, H., Swiergon, P., Ng, S., Midgely, J., Versteeg, C., Coventry, J, M., and Wan, J., 2008. Evaluation Of Pulsed Electric Fields And Minimal Heat Treatments For Inactivation Of Pseudomonads And Enhancement Of Milk Shelf-Life. Innovative Food Science & Emerging Technologies, Vol 9 (2) : 211-216.  
Doi : 10.1016/j.ifset.2007.11.002
- Gelagar,A.R. Fakhrurrazi, Ismail, Darniati, Rastina, M. Isa., 2017. Pengaruh Waktu Penyimpanan Susu Sapi Pasteurisasi Pada Suhu Kamar Terhadap Jumlah Koloni Staphylococcus Aureus. JIMVET, Vol 01 (3): 360-365
- Hariono, Budi., 2012, Pengembangan Sistem Pasteurisasi Berbasis Kombinasi Ultraviolet (UV) dan Medan Pulsa Listrik Tegangan Tinggi (HPEF) Untuk Susu Kambing. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Humberto Vega-Mercado M, Marcela Gongora-Nieto, Gustavo V, Barbosa-Canovas, and Barry G, Swanson., 2007. Pulsed Electric Fields in Food Preservation. Handbook of Food Preservation. Second Edition. by Taylor & Francis Group. LLC.
- Juansah J., Kiagus, D., Budiastira, I, W., and Seminar, K, B., 2012. The Prospect Of Electrical Impedance Spectroscopy as Non destructive Evaluation of Citrus Fruits Acidity. IJETAE, Vol 2 (11) : 58-64.
- Pomeranz, Y. & C. E. Meloan., 1971. Food Analysis: Theory and Practice. The AVI Publishing Company Inc. New York.
- Quass, D, W., 1997. Pulsed Electric Field Processing In The Food Industry. A status report on PEF. Palo Alto CA. Electric Power Research Institute.
- SNI 3141.1. 2011 Tentang Syarat Mutu Susu Sapi Segar. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Sudarmadji, S. B. Haryono dan Suhardi., 1989. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty bekerjasama dengan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada. Hal. 119, 141-147.
- Tirono.M. 2013. Efek Medan Listrik AC Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Klebsiella pneumoniae*. Jurnal Neutrino, Vol 5 (2)  
Doi : 10.18860/neu.v0i0.2439

- Troy, D.J., K. S. Ojha, J. P. Kerry and B. K. Tiwari., 2016. Sustainable And Consumer-Friendly Emerging Technologies For Application Within The Meat Industry: An overview. *Meat Science*, 120 : 2–9.
- Yaqin, Nur. 2016. Pengaruh Kuat Arus Listrik Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Salmonella sp.* pada Air Minum Isi Ulang. *Jurnal Sains*, Vol 6 (12).