

PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP DERAJAT KEASAMAN (pH) SUSU SAPI SEGAR

THE EFFECT OF EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) MAGNETIC FIELD EXPOSURE ON THE DEGREE OF ACIDITY (pH) OF FRESH COW'S MILK

Indri Ratnasari*, Sudarti dan Yushardi

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember, Jember, Indonesia

*Email: indirratnasari184@gmail.com

Diterima: 10 Februari 2021. Disetujui: 12 Maret 2021. Dipublikasikan: 13 Maret 2021

Abstrak: Susu sapi merupakan sumber protein hewani dengan kandungan gizi yang sangat tinggi dan memiliki masa simpan yang relatif singkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) intensitas 300 μT dan 500 μT selama 60, 90, dan 120 menit terhadap pH susu sapi segar. Desain penelitian yang digunakan adalah Rancang Acak Lengkap (RAL). Sampel yang digunakan adalah susu sapi segar sebanyak 110 botol dengan masing-masing botol bervolume 50 ml yang dibagi menjadi satu kelompok kontrol dan tiga kelompok eksperimen dengan perlakuan berupa paparan medan magnet ELF intensitas 300 μT dan 500 μT selama 60, 90, dan 120 menit. Variabel yang diukur adalah nilai pH sebagai indikator kadaluarsa susu sapi segar yang diukur pada jam ke-5, 10, dan 15 setelah pemaparan. Analisis data dilakukan dengan metode analisis statistik deskriptif menggunakan uji *Independent Sampel T Test* – uji *Mann Whitney* dan uji *Kruskal Wallis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa medan magnet ELF mampu menghambat perkembangan bakteri pembentuk asam laktat sehingga akan mempengaruhi pH susu sapi segar dan dapat disimpulkan bahwa paparan medan magnet ELF intensitas 500 μT selama 60 menit memiliki potensi dalam mempertahankan nilai pH susu sapi segar.

Kata Kunci: Medan Magnet ELF, pH, Susu Sapi Segar

Abstract: Cow's milk is a source of animal protein with a very high nutritional content and has a relatively short shelf life. The aim of this study is to examine the effect of exposure to Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field with an intensity of 300 μT and 500 μT for 60, 90, and 120 minutes on the pH of fresh cow's milk. The research design used was a completely randomized design (CRD). The samples used were 110 bottles of fresh cow's milk with 50 ml volume each divided into one control group and three experimental groups with treatment in the form of exposure to ELF magnetic fields with intensity of 300 μT and 500 μT for 60, 90, and 120 minutes. The variable measured was the pH value as an indicator of expiration of fresh cow's milk which was measured at the 5th, 10th, and 15th hours after exposure. Data analysis was performed using descriptive statistical analysis methods using the Independent Sample T Test - Mann Whitney test and Kruskal Wallis test. The results showed that the ELF magnetic field was able to inhibit the development of lactic acid-forming bacteria so that it would affect the pH of fresh cow's milk and it can be concluded that exposure to the ELF magnetic field with an intensity of 500 μT for 60 minutes has the potential to maintain the pH value of fresh cow's milk.

Keywords: *ELF Magnetic Field, pH, Fresh Cow's Milk*

PENDAHULUAN

Susu merupakan cairan berwarna putih yang berperan sebagai sumber protein hewani dengan kandungan nutrisi dan gizi yang sangat tinggi. Menurut SNL.314.1:2011 susu merupakan cairan yang didapat dari proses pemerahan ambing sapi sehat dan bersih dengan kandungan alami yang tidak dikurangi atau ditambah bahan apapun serta belum mendapat perlakuan apapun kecuali pendinginan [1]. Kandungan nilai gizi yang hampir sempurna membuat susu menjadi salah satu bahan makanan yang sangat dibutuhkan bagi kesehatan manusia. Nutrisi dan gizi yang dimiliki oleh susu diantaranya terdiri atas karbohidrat (laktosa), protein, vitamin, lemak, dan mineral [2].

Sebagai bahan makanan hewani, menyebabkan susu mudah mengalami kerusakan (*perishable food*) [1]. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan nutrisi dan gizi yang dimiliki oleh susu, dimana nutrisi dan kandungan gizi yang sangat tinggi menjadikan susu sebagai media pertumbuhan bakteri yang paling baik [3]. Perkembangan bakteri yang sangat cepat di dalam susu akan membuat susu rusak dan tidak layak konsumsi [4]. Menurut [5], pada kondisi lingkungan yang sesuai seperti pada suhu ruang, bakteri akan berkembang dengan cepat di dalam susu. Dalam kondisi normal susu mampu bertahan hanya dalam waktu 120 menit dengan kondisi baik tanpa adanya kerusakan dan

penurunan kualitas [6]. Penelitian masa simpan susu telah dilakukan oleh [7] yang membuktikan bahwa susu sapi segar mampu bertahan selama empat jam pada suhu ruang yang ditinjau dari uji pH, uji didih, dan waktu reduktase.

Salah satu indikator untuk mengetahui tingkat kerusakan susu adalah pH. Berdasarkan SNI 3141.1:2011 susu sapi telah memenuhi syarat mutu susu segar jika memiliki nilai pH 6,3-6,8 [1]. Susu dapat mengalami penurunan pH jika jumlah bakteri pada susu meingkat sehingga akan meningkatkan aktivitas bakteri pembusuk untuk menghasilkan asam laktat [8]. Peningkatan produksi asam laktat menyebabkan keasamaan susu juga semakin meningkat sehingga penurunan nilai pH dapat terjadi. Susu segar berada dalam kualitas yang baik jika cemaran mikroba mencapai maksimum 1×10^6 CFU/ml untuk Total Plate Count, *Staphylococcus aureus* sebesar 1×10^2 CFU/ml, dan *Enterobacteriaceae* sebesar 1×10^3 CFU/ml [1].

Beberapa teknologi telah diterapkan untuk meningkatkan masa simpan susu, diantaranya pendinginan dan pemanasan (pasteurisasi). Namun, teknik pengawetan tersebut masih memiliki beberapa kelemahan. Pengawetan bahan makanan dengan menggunakan suhu rendah tidak dapat membunuh bakteri, melainkan hanya menghambat pertumbuhan mikroba [9]. Pengawetan susu dengan cara pemanasan menyebabkan terjadinya proses denaturasi protein sehingga susu mengalami pengurangan nutrisi dan gizi [5]. Oleh karena itu diperlukan teknologi lain dalam pengawetan susu sapi segar dengan lebih optimal dan aman tanpa mengurangi nutrisi yang terkandung. Hasil penelitian [10] membuktikan bahwa paparan medan magnet ELF 880 μT selama 60 menit mampu menurunkan pertumbuhan bakteri hingga 62% dan intensitas 730 μT selama 60 menit mampu menurunkan pertumbuhan bakteri hingga 73% pada proses pengawetan ikan bandeng yang diukur pada jam ke-5 setelah pemaparan. Penelitian [11] membuktikan pemberian paparan medan magnet ELF 700 μT selama 30 menit optimal dalam mempertahankan pH daging ayam. Penelitian oleh [12] membuktikan bahwa paparan medan magnet ELF intensitas 646,7 μT selama 30 menit mampu menurunkan populasi *Salmonella typhimurium* pada makanan segar gado-gado. Penelitian oleh [13] yang membuktikan paparan medan magnet ELF 100 μT dan 300 μT dengan waktu 5 dan 10 menit akan berpengaruh terhadap pH susu fermentasi yaitu pH kelompok eksperimen lebih tinggi daripada kelompok kontrol.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa paparan medan magnet ELF memiliki potensi untuk meningkatkan masa simpan bahan makanan sehingga peneliti terinspirasi untuk meningkatkan masa simpan susu menggunakan teknologi alternatif lain yakni dengan menggunakan paparan medan magnet ELF (*Extremely Low*

Frequency). Gelombang elektromagnetik gabungan medan listrik dan medan magnet yang saling beresilasi [14]. Umumnya, arah rambatan gelombang elektromagnetik tegak lurus terhadap arah rambatnya [15]. Medan magnet ELF adalah salah satu spektrum gelombang elektromagnetik yang berfrekuensi sangat rendah antara 0-300 Hz dan termasuk kedalam radiasi *non ionizing*. Rendahnya frekuensi yang dimiliki oleh medan magnet ELF, membuat efek yang ditimbulkan oleh medan magnet ELF adalah efek *non thermal*, yaitu tidak menimbulkan perubahan suhu pada saat berinteraksi dengan bahan atau sistem [16]. Efek *non thermal* pada penggunaan medan magnet ELF membuat bahan makanan tidak akan kehilangan dan kerusakan nutrisi [17]. Tidak hanya itu, paparan medan magnet ELF juga tidak menimbulkan kerusakan ikatan dan kimia DNA [18]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji mengenai pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) intensitas 300 μT dan 500 μT dengan lama paparan 60, 90, dan 120 menit terhadap pH susu sapi segar.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan November 2020 di Laboratorium ELF Program Studi Pendidikan Fisika dan Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan desain penelitian *randomized subject post test only control group design* atau Rancang Acak Lengkap (RAL). Sampel yang digunakan adalah susu sapi segar yang belum mendapat perlakuan apapun sebanyak 110 botol dengan masing-masing botol bervolume 10 ml yang dibagi menjadi empat kelompok, yaitu satu kelompok kontrol (kelompok tanpa perlakuan) dan tiga kelompok eksperimen (kelompok dengan perlakuan) berupa paparan medan magnet ELF dengan intensitas 300 μT dan 500 μT yang dipapar selama 60, 90, dan 120 menit. Input tegangan medan magnet ELF yang digunakan adalah sebesar 220 V dengan frekuensi 50 Hz dan kuat arus 5 A. Setiap sampel kelompok bervolume 50 ml susu segar sehingga total sampel susu segar yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 5500 ml atau sebanyak 5,50 liter.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri atas 4 tahap meliputi tahap persiapan, tahap perlakuan

(pemaparan), tahap penyimpanan, serta tahap pengukuran dan pengamatan.

Tahap Persiapan

Langkah-langkah dalam tahap persiapan: 1) Mempersiapkan alat dan bahan penelitian yang terdiri atas *Curent Transformer* (CT), EMF tester, gelas ukur, tabung reaksi, neraca digital, tissue, pH meter. Bahan yang digunakan terdiri atas susu sapi segar sebanyak 5,50 liter dan air aquades 2) Menentukan dan mengelompokkan sampel 3) Mengemas setiap sampel susu sapi sebanyak 50 ml kedalam botol plastik.

Tahap Perlakuan

Pada tahap ini hanya dilakukan untuk kelompok eksperimen, yaitu dengan memberikan paparan medan magnet ELF pada susu menggunakan alat penghasil medan magnet ELF dengan intensitas 300 μ T dan 500 μ T selama 60, 90, dan 120 menit

Tahap Penyimpanan

Pada tahap ini semua sampel susu segar kelompok kontrol dan kelompok eksperimen disimpan selama 5, 10, dan 15 jam setelah pemaparan pada suhu ruang. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kerusakan susu sapi segar yang ditinjau dari nilai pH dan kondisi fisik.

Tahap Pengukuran

Pada tahap ini dilakukan dengan mengukur nilai pH setiap sampel pada jam ke-5, 10, dan 15 jam setelah pemaparan. Tahap pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi sebelumnya menggunakan buffer pH 7. Nilai pH diukur dengan mencelupkan elektrode pH meter ke dalam masing-masing sampel, kemudian dibiarkan selama beberapa saat hingga diperoleh nilai yang stabil pada layar pH meter. Sebelum elektrode digunakan kembali, elektrode harus dicuci terlebih dahulu dengan menggunakan aquades dan dikeringkan menggunakan tissue. Pengambilan data pengukuran pH dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk masing-masing sampel.

Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis deskriptif, yaitu metode analisis data yang hanya digunakan untuk mendeskripsikan atau memberikan penjelasan mengenai suatu keadaan yang selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan. Analisis statistik deskriptif dilakukan menggunakan aplikasi *Microsoft Office Excel 2007* dan *IBM SPSS Statistik 22*. Sebelum dilakukan analisis statistik deskriptif, dilakukan uji normalitas menggunakan uji Kolmogorof Smirnov. Jika data terdistribusi normal, maka analisis deskriptif dilakukan menggunakan uji *One Way Anova* dan uji *Least Significance Different* (LSD). Namun, jika data tidak terdistribusi normal maka

analisis statistik deskriptif menggunakan pengujian dengan metode statistik *non-parametrik* uji *Independen Sampel T Test* – uji *Mann Whitney* dan uji *Kruskal Wallis* sebagai pengganti uji *One Way Anova*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel susu sapi segar yang digunakan pada proses penelitian memiliki pH sebesar 5,64. Pengukuran nilai pH sampel susu dilakukan pada jam ke-0 sebelum pemaparan, yaitu 1 jam setelah proses pemerahan susu. Selanjutnya, dari pengukuran nilai pH yang dilakukan pada jam ke-5, 10, dan 15 setelah pemaparan disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-Rata Nilai pH Susu Sapi Segar

Kelompok	Rata-Rata pH Susu Sapi Segar			
	0	5	10	15
Kontrol	5,64	5,19	5,07	4,62
E ₃₀₀₋₆₀	5,64	5,33	5,19	4,80
E ₃₀₀₋₉₀	5,64	5,17	5,13	4,72
E ₃₀₀₋₁₂₀	5,64	5,17	5,15	4,79
E ₅₀₀₋₆₀	5,64	5,49	4,98	4,97
E ₅₀₀₋₉₀	5,64	5,34	4,99	4,76
E ₅₀₀₋₁₂₀	5,64	5,30	5,11	4,76

Berdasarkan data hasil pengukuran pH diatas dapat diketahui rata-rata nilai pH terbesar pada jam ke-5 setelah pemaparan dimiliki oleh kelompok eksperimen (E₅₀₀₋₆₀) sebesar 5,49 dan terkecil dimiliki kelompok eksperimen (E₃₀₀₋₉₀) dan (E₃₀₀₋₁₂₀) sebesar 5,17. Pada jam ke-10 setelah pemaparan didapatkan rata-rata nilai pH terbesar dimiliki oleh kelompok eksperimen (E₃₀₀₋₆₀) sebesar 5,19 dan terkecil dimiliki oleh kelompok eksperimen (E₅₀₀₋₆₀) sebesar 4,98. Dan pada jam ke-15 setelah pemaparan didapatkan rata-rata nilai pH terbesar dimiliki oleh kelompok eksperimen (E₅₀₀₋₆₀) sebesar 4,97 dan terkecil terkecil dimiliki oleh kelompok kontrol sebesar 4,62.

Selanjutnya, dari data hasil pengukuran nilai pH dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data telah terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Kolmogorof Smirnov*. Dari output uji normalitas menunjukkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) pada jam ke-5, 10, dan 15 setelah pemaparan sebesar 0,000 sehingga nilai Asymp. Sig. (2-tailed) < 0,05 sehingga data tidak terdistribusi normal. Dengan demikian maka analisis statistik deskriptif dilakukan dengan uji *Independen Sampel T Test* – uji *Mann Whitney* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan

kelompok eksperimen dan didapatkan output pada tabel 2.

Tabel 2. Output *Independen Sampel T-Test* – Uji *Mann Whitney*

	Sampel	Asymp. Sig. (2-tailed)	Keterangan
pH 5 Jam Setelah Pemaparan	E _{300-60'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{300-90'}	0,117	Tidak ada perbedaan
	E _{300-120'}	0,590	Tidak ada perbedaan
	E _{500-60'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{500-90'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{500-120'}	0,000	Ada perbedaan
pH 10 Jam Setelah Pemaparan	E _{300-60'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{300-90'}	0,001	Ada perbedaan
	E _{300-120'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{500-60'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{500-90'}	0,001	Ada perbedaan
	E _{500-120'}	0,109	Tidak ada perbedaan
pH 15 Jam Setelah Pemaparan	E _{300-60'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{300-90'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{300-120'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{500-60'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{500-90'}	0,000	Ada perbedaan
	E _{500-120'}	0,000	Ada perbedaan

Analisis statistik deskriptif dilanjutkan dengan uji *Kruskall Wallis* yang bertujuan untuk

mengetahui apakah terdapat perbedaan pH secara umum antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen yang disajikan pada tabel 3.

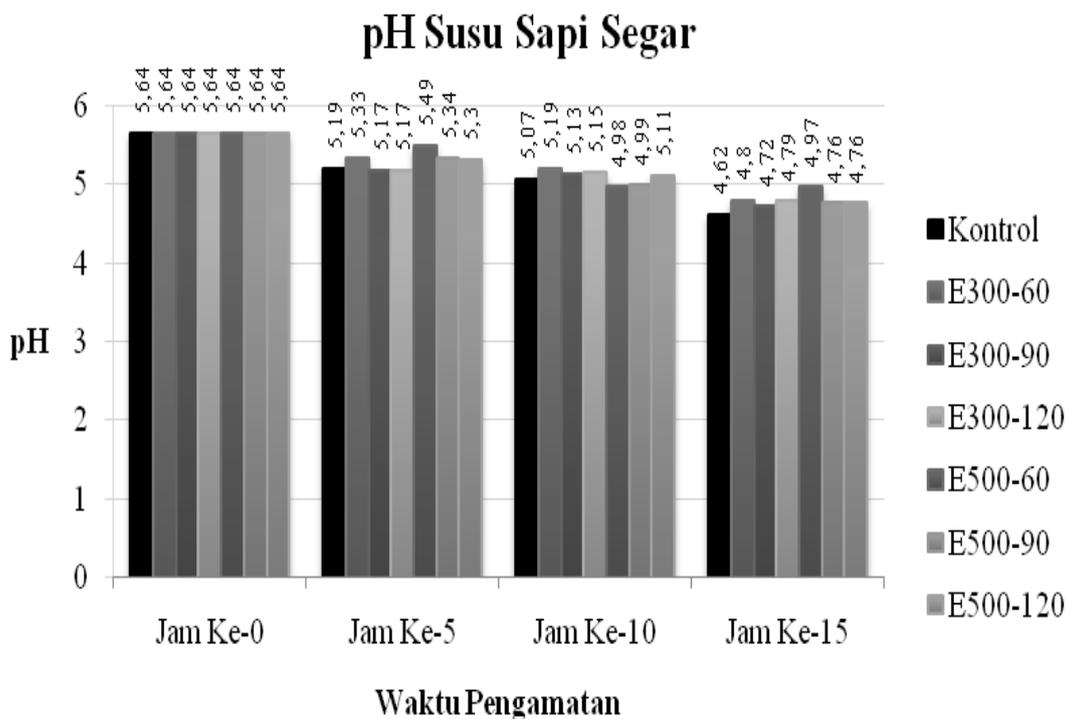
Tabel 3. Output Uji *Kruskall Wallis* Nilai pH Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Test Statistics ^{a,b}	pH 5 Jam Setelah Pemaparan	pH 10 Jam Setelah Pemaparan	pH 15 Jam Setelah Pemaparan
	Chi-Square	83,628	69,207
df	6	6	6
Asymp. Sig.	,000	,000	,000

a. ruskal Wallis Test

b. rrouping Variable: Sampel

Dari output uji *Kruskall Walis* pada jam ke-5, 10, dan 15 setelah pemaparan menunjukkan nilai *Asymp.Sig* sebesar 0,000 atau <0,05 sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan nilai pH secara umum antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen pada jam ke-5, 10, dan 15 setelah pemaparan. Perbedaan data nilai pH kelompok kontrol dan eksperimen ditampilkan dalam diagram berikut:



Gambar 1. Diagram Rata-Rata Nilai pH Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen pada Jam Ke-0, 5, 10, dan 15 Setelah Pemaparan

Berdasarkan diagram diatas menunjukkan bahwa pada jam ke-5 setelah pemaparan didapatkan perbedaan nilai pH susu sapi antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, yaitu nilai pH terendah dimiliki kelompok eksperimen ($E_{300-90'}$) dan ($E_{300-120'}$) yaitu sebesar 5,17 dan nilai pH tertinggi dimiliki oleh kelompok eksperimen ($E_{500-60'}$) yaitu sebesar 5,49. Pada jam ke-10 setelah pemaparan didapatkan perbedaan nilai pH susu sapi antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, yaitu nilai pH terendah dimiliki oleh kelompok eksperimen ($E_{500-60'}$) yaitu sebesar 4,98 dan nilai pH tertinggi dimiliki oleh kelompok eksperimen ($E_{300-60'}$) yaitu sebesar 5,19. Pada jam ke-15 setelah pemaparan didapatkan perbedaan nilai pH susu sapi antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, yaitu nilai pH terendah dimiliki oleh kelompok kontrol yaitu sebesar 4,62 dan nilai pH terbesar dimiliki oleh kelompok eksperimen ($E_{500-60'}$) yaitu sebesar 4,97.

Data hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa dari jam ke-0 sebelum pemaparan hingga jam ke-15 setelah pemaparan, susu sapi mengalami penurunan pH. Pada jam ke-0 hingga jam ke-15 setelah pemaparan, kelompok kontrol mengalami penurunan nilai pH yang sangat drastis. Pada kelompok $E_{300-90'}$ mengalami penurunan nilai pH yang drastis. Pada kelompok $E_{500-90'}$ dan $E_{500-120'}$ mengalami penurunan nilai pH yang cukup drastis. Sedangkan pada kelompok $E_{300-60'}$ dan $E_{300-120'}$ mengalami penurunan nilai pH yang cukup sangat signifikan. Dan pada kelompok $E_{500-60'}$ mengalami penurunan nilai pH yang signifikan. Dengan demikian maka didapatkan kesimpulan sementara bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas 500 μ T selama 60 menit memiliki potensi dalam mempertahankan nilai pH susu sapi segar.

Penurunan nilai pH disebabkan adanya peningkatan asam laktat dari laktosa oleh bakteri sehingga keasaman susu semakin meningkat [19]. Berdasarkan penelitian oleh [20] menyimpulkan bahwa penurunan nilai pH disebabkan oleh peningkatan produksi asam laktat. Nilai pH merupakan konsentrasi ion hidrogen (H^+) [21]. Peningkatan keasamaan menyebabkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) akan semakin meningkat. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya penurunan nilai pH [22]. Nilai pH kelompok kontrol yang cenderung mengalami penurunan lebih besar dari kelompok eksperimen menunjukkan adanya pengaruh paparan medan magnet ELF pada susu. Pemberian paparan medan magnet ELF menyebabkan kerusakan protein dalam sel bakteri sehingga akan menghambat metabolisme sel bakteri dengan cara memindahkan energi dari medan magnet menuju ion-ion dalam sel bakteri pembentuk asam yang mengakibatkan kematian sel bakteri [17]. Dengan terhambatnya bakteri dalam susu akan menghambat produksi asam laktat sehingga dapat mempertahankan nilai pH susu. Hal ini dibuktikan dari hasil penelitian yang

menunjukkan sampel kelompok kontrol dari jam ke-0 hingga jam ke-15 setelah pemaparan mengalami penurunan rata-rata nilai pH yang sangat drastis dibandingkan dengan kelompok eksperimen. Dengan demikian maka paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap perubahan nilai pH susu sapi segar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan paparan medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) intensitas 300 μ T dan 500 μ T selama 60, 90, dan 120 menit berpengaruh terhadap perubahan pH susu sapi segar. Pada jam ke-0 hingga jam ke-15 setelah pemaparan menunjukkan bahwa sampel kelompok kontrol mengalami penurunan nilai pH yang sangat drastis dibandingkan dengan kelompok eksperimen. Penurunan nilai pH disebabkan adanya pembentukan asam laktat oleh bakteri, sehingga akan meningkatkan keasaman susu sehingga nilai pH susu akan semakin menurun. Pemberian paparan medan magnet ELF pada kelompok eksperimen akan menghambat perkembangan bakteri dalam susu sehingga produksi asam laktat oleh bakteri juga akan terhambat. Hal inilah yang membuat penurunan nilai pH kelompok eksperimen lebih kecil dibandingkan dengan kelompok kontrol. Dari diagram rata-rata nilai pH susu menunjukkan bahwa paparan medan magnet ELF intensitas 500 μ T selama 60 menit memiliki potensi dalam mempertahankan nilai pH susu sapi segar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah, M. (2017). Fisika Dasar II. Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- [2] Citra, L. D. D. A. A. (2017). Pengaruh Pasteurisasi Terhadap Jumlah Koloni Bakteri pada Susu Segar dan UHT sebagai Upaya Menjaga Kesehatan. *IJMS-Indonesian Journal on Medical Science*, 4(1).
- [3] Aritonang, S. N. (2017). *Susu dan Teknologi*. LPTIK Universitas Andalas.
- [4] Indonesia, S. N. (2011). Susu segar-bagian 1: sapi. *SNI*, 3141, 2011.
- [5] Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., & Wotton, M. (1987). Ilmu Pangan. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. *UI Press*. Jakarta.
- [6] Dianasari, U., Malaka, R., & Maruddin, F. (2018). Nilai pH, Asam Laktat, dan Warna Susu fermentasi dengan Penambahan Kulit Buah Naga Merah (*Hycocereus polyrhizus*) pada Lama Inkubasi Berbeda. *J. Sains & Teknologi*, 18(3).

- [7] Giancoli, D. C. (2014). Fisika: Prinsip dan Aplikasi Edisi ke 7 Jilid 1. *Jakarta: Erlangga*.
- [8] IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, World Health Organization, & International Agency for Research on Cancer. (2002). Non-ionizing Radiation: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields.
- [9] Muharromah, N. N. A. (2019). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap pH Susu Sapi Segar sebagai Indikator Kedaluwarsa (Doctoral dissertation, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan).
- [10] Muntikah, & Razak, M. (2017). Ilmu Teknologi Pangan. Kemenkes RI.
- [11] Nababan, L. A., Suada, I. K., & Swacita, I. B. N. (2014). Ketahanan susu segar pada penyimpanan suhu ruang ditinjau dari uji tingkat keasaman, didih, dan waktu reduktase. *Indonesia Medicus Veterinus*, 3(4), 274-282.
- [12] Nurhadi, M. (2012). Kesehatan Masyarakat Veteriner (Higiene Bahan Pangan Asal Hewan dan Zoonosis). *Yogyakarta (ID): Gosyen Publishing*.
- [13] Oladimeji, T. E., Iyi-Eweka, E., Oyinlola, R., & Odigure, J. (2016). Effects of Incubation Temperature on the Physical and Chemical Properties of Yoghurt. *3rd International Conference on African Development Issues*, 100–102.
- [14] Ridawati, S. (2017). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) Terhadap pH Susu Fermentasi. *FKIP e-PROCEEDING*, 2(1), 5-5.
- [15] Sadidah, K. R., & Ghani, A. A. (2015). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 300 μ T dan 500 μ T Terhadap Perubahan Jumlah Mikroba dan pH Pada Proses Fermentasi Tape Ketan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(1), 1-8.
- [16] Safitri, M. F., & Swarastuti, A. (2013). Kualitas kefir berdasarkan konsentrasi kefir grain. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(2), 87-92.
- [17] Sari, L. D., Prihandono, T., & Sudarti, S. (2018). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 500 μ T dan 700 μ T terhadap Derajat Keasaman (pH) Daging Ayam. *FKIP e-PROCEEDING*, 3(1), 195-199.
- [18] Suardana, I. W., & Swacita, I. B. N. (2009). Higiene Makanan. Kajian Teori Dan Prinsip Dasar. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Udayana, Denpasar.
- [19] Sudarti, S. (2016). Utilization of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field is as Alternative Sterilization of Salmonella typhimurium In Gado-Gado. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 9, 317–322.
- [20] Supriadi, B., Harijanto, A., & Ridlo, Z. R. (2019). A potency of ELF magnetic field utilization to the process of milkfish preservation (chanos chanos). In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1465, No. 1, p. 012005). IOP Publishing.
- [21] World Health Organization. (2007). *Extremely Low Frequency Fields*. World Health Organization.
- [22] Widodo, W. (2002). Bioteknologi Fermentasi Susu. Pusat Pengembangan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.