JSTT *(Jurnal Sains Ternak Tropis*)
Volume 4, Nomor 2 : 47-54
Available online at https://journal.umgo.ac.id

E-ISSN : 2985-9824
Page 47-54

Pengaruh *Pulsed Electric Field* terhadap Stabilitas pH Susu Sehat dan Susu Mastitis Subklinis *Friesian Holstein*

Effect of Pulsed Electric Field on the pH Stability of Healthy and Subclinical Mastitis Milk from Friesian Holstein Cows

Rifa'i[1]*, Riska Faradila[2], Mishbahul Akbar[3], Camal Adi Maskur[4]

[1,3,4]Program Studi Peternakan, Universitas Kahuripan Kediri, Jl. Soekarno-Hatta No. 1 (Pelem, Pare) atau Jl. PB Sudirman No. 27, Kabupaten Kediri, Jawa Timur, 64213
[2]Program Studi Peternakan, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Jl. Masjid No. 22, Kauman, Kepanjenkidul, Kota Blitar, Jawa Timur,66117

* Corresponding author : Rifai@kahuripan.ac.id

INFO ARTIKEL

Status Artikel :
Diterima : 10 Juni 2026
Disetujui : 09 Juli 2026
Tersedia online : 28 Juli 2026

Keywords *: Pulsed Electric Field, pH stability, subclinical mastitis, milk quality, Friesian Holstein cows.*

Scan Disini : Scan disni dengan smart phone untuk diarahkan ke laman website

ABSTRACT

Subclinical mastitis reduces milk quality by altering its microbiological and physicochemical characteristics. Pulsed Electric Field (PEF) is a promising non-thermal processing technology that enhances microbial safety while preserving milk quality. This study aimed to evaluate the effect of PEF on the pH stability of healthy and subclinical mastitis milk from Friesian Holstein cows. Milk samples were classified into healthy and subclinical mastitis groups based on the California Mastitis Test (CMT), and each group was subjected to three treatments: control, PEF for 5 min, and PEF for 10 min. Milk pH was measured using a calibrated digital pH meter, and the data were analyzed using two-way analysis of variance (ANOVA). PEF treatment caused only minor changes in milk pH. In healthy milk, pH decreased from 6.73 ± 0.07 to 6.65 ± 0.02 after 10 min of PEF treatment, whereas in subclinical mastitis milk, pH increased from 6.40 ± 0.02 to 6.51 ± 0.02. All pH values remained within the physiological range of fresh milk, indicating that PEF preserved the physicochemical stability of milk. These findings suggest that PEF has considerable potential as a non-thermal milk processing technology for maintaining the quality of both healthy and subclinical mastitis milk.

ABSTRAK

Mastitis subklinis menyebabkan penurunan kualitas susu melalui perubahan karakteristik mikrobiologis dan fisikokimia. *Pulsed Electric Field* (PEF) merupakan teknologi pengolahan nontermal yang berpotensi meningkatkan keamanan mikrobiologis tanpa mengubah mutu susu. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh PEF terhadap stabilitas pH susu sehat dan susu mastitis subklinis sapi Friesian Holstein. Sampel susu dikelompokkan menjadi susu sehat dan susu mastitis subklinis berdasarkan hasil *California Mastitis Test* (CMT), kemudian diberi tiga perlakuan, yaitu kontrol, PEF selama 5 menit, dan PEF selama 10 menit. Nilai pH diukur menggunakan pH meter digital, dan data dianalisis menggunakan Two-Way Analysis of Variance (ANOVA). Perlakuan

DOI: 10.31314/jstt.4.2.47-54.2026
Published by Program Study Animal Husbandry Muhammadiyah University of Gorontalo

PEF hanya menyebabkan perubahan pH yang relatif kecil pada kedua jenis susu. Pada susu sehat, pH menurun dari 6,73 ± 0,07 menjadi 6,65 ± 0,02 setelah perlakuan PEF selama 10 menit, sedangkan pada susu mastitis subklinis pH meningkat dari 6,40 ± 0,02 menjadi 6,51 ± 0,02. Seluruh nilai pH tetap berada dalam kisaran fisiologis susu segar, menunjukkan bahwa PEF mampu mempertahankan stabilitas sifat fisikokimia susu. Dengan demikian, PEF berpotensi diterapkan sebagai teknologi pengolahan nontermal untuk menjaga mutu susu sehat maupun susu mastitis subklinis.

PENDAHULUAN

Susu merupakan bahan pangan bernilai gizi tinggi yang mengandung protein, lemak, laktosa, vitamin, mineral, serta berbagai komponen bioaktif yang berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi manusia. Namun demikian, susu juga termasuk komoditas yang mudah mengalami kerusakan karena memiliki kadar air tinggi dan merupakan media yang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme. Penurunan mutu susu tidak hanya dipengaruhi oleh kontaminasi mikroba selama pemerahan dan penanganan pascapanen, tetapi juga oleh kondisi kesehatan ambing sapi perah Surjowardojo et al. (2025). Salah satu penyakit yang paling sering ditemukan pada peternakan sapi perah adalah mastitis subklinis. Mastitis subklinis merupakan penyakit ambing yang paling sering ditemukan pada peternakan sapi perah rakyat di Indonesia dan berkontribusi terhadap penurunan kualitas serta produksi susu (Rifa'i et al., 2024; Bari et al., 2022).

Mastitis subklinis menyebabkan perubahan komposisi kimia, sifat fisik, dan kualitas mikrobiologis susu. Kerusakan jaringan sekretori ambing meningkatkan permeabilitas membran epitel sehingga terjadi perubahan konsentrasi ion, protein serum, serta komponen penyusun sistem penyangga susu. Selain itu, peningkatan populasi mikroorganisme patogen mempercepat aktivitas metabolisme yang dapat memengaruhi karakteristik fisikokimia susu. Perubahan tersebut berdampak terhadap stabilitas protein, cita rasa, daya simpan, hingga kualitas produk olahan susu (Pegolo, et al., 2022).

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter fisikokimia yang paling banyak digunakan untuk mengevaluasi mutu susu segar. Nilai pH mencerminkan keseimbangan sistem buffer yang tersusun atas protein, fosfat, sitrat, dan bikarbonat. Perubahan pH juga berkaitan erat dengan aktivitas metabolisme mikroorganisme, tingkat kesegaran susu, serta stabilitas komponen nutrisi selama penyimpanan maupun pengolahan. Oleh karena itu, pengukuran pH banyak digunakan sebagai indikator sederhana untuk menilai keberhasilan suatu teknologi pengolahan dalam mempertahankan mutu susu (Kandeel et al., 2019).

Pasteurisasi termal merupakan metode yang umum digunakan untuk menjamin keamanan susu. Meskipun efektif menurunkan jumlah mikroorganisme, pemanasan dapat menyebabkan perubahan sifat fisikokimia, denaturasi protein, degradasi vitamin, perubahan cita rasa, dan menurunkan beberapa komponen bioaktif. Keterbatasan tersebut mendorong berkembangnya teknologi pengolahan nontermal yang mampu mempertahankan kualitas susu sekaligus meningkatkan keamanan pangan (Khan et al., 2026).

DOI: 10.31314/jstt.4.2.47-54.2026
Published by Program Study Animal Husbandry Muhammadiyah University of Gorontalo

Salah satu teknologi nontermal yang berkembang pesat adalah *Pulsed Electric Field* (PEF). Teknologi ini menggunakan pulsa listrik bertegangan tinggi dalam waktu yang sangat singkat sehingga mengakibatkan kerusakan membran sel mikroorganisme melalui mekanisme electroporation. Kerusakan membran menyebabkan meningkatnya permeabilitas sel, hilangnya keseimbangan osmotik, dan akhirnya menurunkan viabilitas mikroorganisme. Karena proses berlangsung tanpa peningkatan suhu yang signifikan, PEF mampu mempertahankan karakteristik fisikokimia serta kandungan nutrisi bahan pangan lebih baik dibandingkan pengolahan termal (Vashisht et al., 2024; Siddique et al., 2025).

Berbagai penelitian telah melaporkan efektivitas PEF dalam menurunkan populasi mikroorganisme pada susu tanpa menyebabkan perubahan berarti terhadap kandungan protein, lemak, maupun vitamin. Selain berperan dalam inaktivasi mikroorganisme, PEF juga dilaporkan mampu mempertahankan stabilitas protein susu, vitamin yang sensitif terhadap panas, struktur globula lemak, serta karakteristik sensoris dibandingkan pasteurisasi konvensional. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada susu normal atau susu yang diinokulasi secara eksperimental, sedangkan informasi mengenai respons susu mastitis subklinis terhadap perlakuan PEF masih relatif terbatas, terutama pada kondisi peternakan sapi perah tropis. Perbedaan karakteristik mikrobiologis antara susu sehat dan susu mastitis subklinis diduga dapat memengaruhi perubahan parameter fisikokimia setelah perlakuan PEF (Mohamad et al., 2023).

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh perlakuan Pulsed Electric Field terhadap stabilitas pH susu sehat dan susu mastitis subklinis sapi Friesian Holstein. Hasil penelitian diharapkan memberikan informasi mengenai kemampuan PEF dalam mempertahankan karakteristik fisikokimia susu dengan status kesehatan ambing yang berbeda sehingga dapat menjadi dasar pengembangan teknologi pengolahan susu nontermal yang lebih aman dan berkualitas.

BAHAN DAN METODE

Materi

Penelitian dilaksanakan pengambilan sampel susu pada peternakan sapi perah rakyat di Desa Pesanggrahan, Kecamatan Batu, Kota Batu, Jawa Timur, Indonesia. Sampel susu segar diperoleh dari sapi Friesian Holstein pada periode laktasi aktif dan dikelompokkan menjadi dua kategori berdasarkan hasil pemeriksaan *California Mastitis Test* (CMT), yaitu susu sehat dan susu mastitis subklinis. Susu sehat diperoleh dari sapi dengan hasil CMT negatif, sedangkan susu mastitis subklinis berasal dari sapi dengan hasil CMT positif tanpa menunjukkan gejala klinis mastitis. Informasi identitas individu ternak tidak disajikan dalam publikasi ini untuk menjaga kerahasiaan data penelitian. CMT merupakan metode skrining yang banyak digunakan untuk mendeteksi mastitis subklinis karena memiliki hubungan yang baik dengan peningkatan jumlah sel somatik (*somatic cell count*) pada susu (Kandeel et al., 2019; Pakrashi et al., 2023).

Sampel susu segar dikumpulkan secara aseptis setelah pemerahan pagi dan segera dimasukkan ke dalam botol steril. Setiap unit percobaan menggunakan susu sebanyak 250 mL. Seluruh sampel disimpan di dalam cool box bersuhu sekitar 4°C selama transportasi menuju laboratorium untuk mencegah perubahan karakteristik fisikokimia sebelum perlakuan. Penanganan

DOI: 10.31314/jstt.4.2.47-54.2026
Published by Program Study Animal Husbandry Muhammadiyah University of Gorontalo

sampel pada suhu dingin merupakan prosedur yang direkomendasikan untuk mempertahankan stabilitas mutu mikrobiologis dan fisikokimia susu sebelum dilakukan analisis laboratorium.

Perlakuan PEF dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Agroindustri dan Biosistem, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Setiap jenis susu dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan, yaitu kontrol tanpa PEF, perlakuan PEF selama 5 menit, dan perlakuan PEF selama 10 menit. Perlakuan dilakukan menggunakan alat PEF laboratorium dengan kondisi operasi yang sama untuk seluruh sampel, sedangkan lama paparan menjadi faktor perlakuan utama. Prinsip kerja PEF didasarkan pada pemberian pulsa listrik bertegangan tinggi yang menyebabkan electroporation membran sel mikroorganisme sehingga meningkatkan permeabilitas membran dan mengakibatkan inaktivasi sel dengan kerusakan termal yang minimal (Mohamad et al., 2023; Vashisht et al., 2024).

Setelah perlakuan selesai, seluruh sampel segera dianalisis untuk menentukan nilai pH. Pengukuran dilakukan menggunakan pH meter digital yang telah dikalibrasi menggunakan larutan buffer standar pH 4,00 dan pH 7,00. Setiap sampel dianalisis sebanyak tiga kali sebagai ulangan teknis, kemudian dihitung nilai rata-rata beserta simpangan bakunya. Pengukuran pH menggunakan elektroda gelas yang telah dikalibrasi merupakan metode baku yang direkomendasikan dalam analisis susu dan produk susu untuk memperoleh hasil yang akurat dan reprodusibel.

Penelitian menggunakan rancangan faktorial 2 × 3 dengan faktor pertama berupa kondisi susu (susu sehat dan susu mastitis subklinis) dan faktor kedua berupa lama perlakuan PEF (0, 5, dan 10 menit). Data disajikan sebagai rerata ± standar deviasi. Penggunaan rancangan faktorial memungkinkan evaluasi pengaruh masing-masing faktor maupun interaksi antar faktor secara simultan sehingga sesuai untuk penelitian eksperimental dengan dua variabel bebas (Montgomery, 2020).

Metode

Sampel susu segar dikumpulkan secara aseptis setelah pemerahan pagi dan segera dimasukkan ke dalam botol steril. Setiap unit percobaan menggunakan susu sebanyak 250 mL. Seluruh sampel disimpan di dalam cool box bersuhu sekitar 4°C selama transportasi menuju laboratorium untuk mencegah perubahan karakteristik fisikokimia sebelum perlakuan. Penanganan sampel pada suhu dingin merupakan prosedur yang direkomendasikan untuk mempertahankan stabilitas mutu mikrobiologis dan fisikokimia susu sebelum dilakukan analisis laboratorium.

Perlakuan PEF dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Agroindustri dan Biosistem, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Setiap jenis susu dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan, yaitu kontrol tanpa PEF, perlakuan PEF selama 5 menit, dan perlakuan PEF selama 10 menit. Perlakuan dilakukan menggunakan alat PEF laboratorium dengan kondisi operasi yang sama untuk seluruh sampel, sedangkan lama paparan menjadi faktor perlakuan utama. Prinsip kerja PEF didasarkan pada pemberian pulsa listrik bertegangan tinggi yang menyebabkan electroporation membran sel mikroorganisme sehingga meningkatkan permeabilitas membran dan mengakibatkan inaktivasi sel dengan kerusakan termal yang minimal (Mohamad et al., 2023; Vashisht et al., 2024).

DOI: 10.31314/jstt.4.2.47-54.2026
Published by Program Study Animal Husbandry Muhammadiyah University of Gorontalo

Setelah perlakuan selesai, seluruh sampel segera dianalisis untuk menentukan nilai pH. Pengukuran dilakukan menggunakan pH meter digital yang telah dikalibrasi menggunakan larutan buffer standar pH 4,00 dan pH 7,00. Setiap sampel dianalisis sebanyak tiga kali sebagai ulangan teknis, kemudian dihitung nilai rata-rata beserta simpangan bakunya. Pengukuran pH menggunakan elektroda gelas yang telah dikalibrasi merupakan metode baku yang direkomendasikan dalam analisis susu dan produk susu untuk memperoleh hasil yang akurat dan reprodusibel.

Penelitian menggunakan rancangan faktorial 2 × 3 dengan faktor pertama berupa kondisi susu (susu sehat dan susu mastitis subklinis) dan faktor kedua berupa lama perlakuan PEF (0, 5, dan 10 menit). Data disajikan sebagai rerata ± standar deviasi. Penggunaan rancangan faktorial memungkinkan evaluasi pengaruh masing-masing faktor maupun interaksi antar faktor secara simultan sehingga sesuai untuk penelitian eksperimental dengan dua variabel bebas (Montgomery, 2020).

Analisis Data

Analisis statistik dilakukan menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) dua arah (Two-Way ANOVA) untuk mengevaluasi pengaruh kondisi susu, lama perlakuan PEF, serta interaksi kedua faktor terhadap nilai pH. Apabila diperoleh perbedaan nyata, analisis dilanjutkan menggunakan uji pembandingan rata-rata pada taraf kepercayaan 95% ($P < 0,05$). Seluruh analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik yang sesuai. Pendekatan ini merupakan metode statistik yang umum digunakan untuk mengevaluasi pengaruh dua faktor perlakuan terhadap parameter kuantitatif dalam penelitian pangan dan peternakan (Montgomery, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh perlakuan PEF terhadap derajat keasaman (pH) susu sehat dan susu mastitis subklinis dievaluasi melalui pengukuran nilai pH setelah perlakuan selama 5 dan 10 menit. Hasil pengukuran pH pada masing-masing kelompok perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai pH Susu Sehat dan Susu Mastitis Subklinis Setelah Perlakuan PEF

Jenis Susu	Kontrol	PEF 5 menit	PEF 10 menit
Susu sehat	6,73 ± 0,07	6,68 ± 0,03	6,65 ± 0,02
Susu mastitis subklinis	6,40 ± 0,02	6,48 ± 0,03	6,51 ± 0,02

Tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan pada taraf $P > 0,05$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan PEF hanya menyebabkan perubahan pH yang relatif kecil pada kedua jenis susu. Pada susu sehat, nilai pH menurun secara bertahap dari 6,73 ± 0,07 pada kelompok kontrol menjadi 6,68 ± 0,03 setelah perlakuan PEF selama 5 menit dan 6,65 ± 0,02 setelah perlakuan selama 10 menit. Sebaliknya, pada susu mastitis subklinis terjadi peningkatan pH dari 6,40 ± 0,02 pada kelompok kontrol menjadi 6,48 ± 0,03 dan 6,51 ± 0,02 setelah perlakuan PEF selama 5 dan 10 menit. Meskipun menunjukkan kecenderungan perubahan

DOI: 10.31314/jstt.4.2.47-54.2026
Published by Program Study Animal Husbandry Muhammadiyah University of Gorontalo

yang berbeda, seluruh nilai pH masih berada dalam kisaran normal susu segar sehingga mengindikasikan bahwa aplikasi PEF tidak menyebabkan perubahan yang berarti terhadap karakteristik fisikokimia susu.

Perubahan pH yang relatif kecil setelah perlakuan PEF menunjukkan bahwa teknologi ini mampu mempertahankan kestabilan sistem penyangga (*buffer system*) susu. Mekanisme utama PEF adalah menginaktivasi mikroorganisme melalui proses electroporation, yaitu pembentukan pori pada membran sel akibat paparan pulsa listrik bertegangan tinggi. Berbeda dengan pengolahan termal, mekanisme tersebut tidak menyebabkan peningkatan suhu yang cukup tinggi untuk mengubah struktur protein, keseimbangan mineral, maupun komponen penyusun sistem penyangga seperti kasein, protein whey, fosfat, sitrat, dan bikarbonat. Oleh karena itu, perubahan derajat keasaman selama perlakuan berlangsung relatif kecil. Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan Šalaševičius et al. (2021), Mohamad et al. (2023), dan Vashisht et al. (2024) yang menyatakan bahwa aplikasi PEF mampu mempertahankan pH serta karakteristik fisikokimia susu dengan lebih baik dibandingkan proses pemanasan konvensional.

Menariknya, nilai pH susu mastitis subklinis pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan susu sehat. Hasil tersebut berbeda dengan sebagian besar laporan yang menyatakan bahwa mastitis subklinis umumnya meningkatkan pH susu akibat meningkatnya permeabilitas epitel ambing sehingga ion natrium dan klorida dari plasma darah masuk ke dalam susu. Perbedaan tersebut diduga berkaitan dengan kondisi biologis sampel yang digunakan. Aktivitas bakteri penghasil asam pada fase infeksi tertentu dapat meningkatkan pembentukan asam organik, terutama hasil metabolisme laktosa, sehingga penurunan pH menjadi lebih dominan dibandingkan peningkatan kapasitas buffer akibat proses inflamasi. Selain itu, stadium mastitis, jenis mikroorganisme penyebab infeksi, tingkat keparahan inflamasi, dan kondisi penyimpanan sampel sebelum analisis juga diketahui dapat memengaruhi variasi nilai pH susu mastitis.

Peningkatan pH pada susu mastitis subklinis setelah perlakuan PEF diduga berkaitan dengan menurunnya aktivitas metabolisme mikroorganisme sebagai akibat kerusakan membran sel selama proses *electroporation*. Berkurangnya aktivitas metabolik diperkirakan mengurangi pembentukan metabolit asam sehingga nilai pH cenderung meningkat mendekati kondisi fisiologis susu. Akan tetapi, mekanisme tersebut belum dievaluasi secara langsung dalam penelitian ini karena tidak dilakukan pengukuran kadar asam laktat maupun metabolit organik lainnya. Oleh sebab itu, hubungan antara penurunan populasi mikroorganisme dengan perubahan pH masih memerlukan konfirmasi melalui penelitian lanjutan.

Temuan ini didukung oleh hasil *Total Plate Count* (TPC) yang menunjukkan adanya penurunan populasi mikroorganisme setelah perlakuan PEF. Namun demikian, perubahan pH yang terjadi relatif kecil dibandingkan penurunan jumlah bakteri. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa efek utama PEF adalah meningkatkan mutu mikrobiologis melalui inaktivasi mikroorganisme tanpa menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap keseimbangan kimia susu. Dengan demikian, PEF berpotensi menjadi teknologi pengolahan nontermal yang mampu meningkatkan keamanan mikrobiologis sekaligus mempertahankan mutu fisikokimia susu, baik pada susu sehat maupun susu mastitis subklinis.

DOI: 10.31314/jstt.4.2.47-54.2026
Published by Program Study Animal Husbandry Muhammadiyah University of Gorontalo

KESIMPULAN

Perlakuan PEF selama 5 dan 10 menit hanya menyebabkan perubahan pH yang relatif kecil pada susu sehat maupun susu mastitis subklinis. Meskipun terjadi kecenderungan penurunan pH pada susu sehat dan peningkatan pH pada susu mastitis subklinis, seluruh nilai pH tetap berada dalam kisaran fisiologis susu segar. Temuan ini menunjukkan bahwa PEF mampu mempertahankan stabilitas sifat fisikokimia susu sehingga berpotensi diterapkan sebagai teknologi pengolahan nontermal untuk menjaga mutu susu.

DAFTAR PUSTAKA

Bari, M. S., Rahman, Md. M., Persson, Y., Derks, M., Sayeed, Md. A., Hossain, D., Singha, S., Hoque, Md. A., Sivaraman, S., Fernando, P., Ahmad, I., Samad, A., & Koop, G. (2022). Subclinical mastitis in dairy cows in south-Asian countries: a review of risk factors and etiology to prioritize control measures. Veterinary Research Communications, 46(3), 621–640. https://doi.org/10.1007/s11259-022-09948-x

Kandeel, S. A., Megahed, A. A., Ebeid, M. H., & Constable, P. D. (2019). Ability of milk pH to predict subclinical mastitis and intramammary infection in quarters from lactating dairy cattle. Journal of Dairy Science, 102(2), 1417–1427. https://doi.org/10.3168/jds.2018-14993

Khan, M. U., Zhen, L., Kong, L., Yang, J., Tian, J., Khan, T. U., Chen, Z., & Hongliang, L. (2026). Advancing Raw Milk Safety and Quality: A Critical Review of Existing and Emerging Nonthermal Technologies. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 25(2). Portico. https://doi.org/10.1111/1541-4337.70430

Mohamad, A., Shah, N. N. A. K., Sulaiman, A., Mohd Adzahan, N., Arshad, R. N., & Aadil, R. M. (2023). The Impact of Pulsed Electric Fields on Milk's Macro- and Micronutrient Profile: A Comprehensive Review. Foods, 12(11), 2114. https://doi.org/10.3390/foods12112114

Mohamad, A., Shah, N. N. A. K., Sulaiman, A., Mohd Adzahan, N., Arshad, R. N., & Aadil, R. M. (2023). The Impact of Pulsed Electric Fields on Milk's Macro- and Micronutrient Profile: A Comprehensive Review. Foods, 12(11), 2114. https://doi.org/10.3390/foods12112114

Montgomery, D. C. (2020). Design and Analysis of Experiments, 10th. Hoboken.

Pakrashi, A., Ryan, C., Guéret, C., Berry, D. P., Corcoran, M., Keane, M. T., & Mac Namee, B. (2023). Early detection of subclinical mastitis in lactating dairy cows using cow-level features. Journal of Dairy Science, 106(7), 4978–4990. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22803

Pegolo, S., Tessari, R., Bisutti, V., Vanzin, A., Giannuzzi, D., Gianesella, M., Lisuzzo, A., Fiore, E., Barberio, A., Schiavon, E., Trevisi, E., Piccioli Cappelli, F., Gallo, L., Ruegg, P., Negrini, R., & Cecchinato, A. (2022). Quarter-level analyses of the associations among

DOI: 10.31314/jstt.4.2.47-54.2026
Published by Program Study Animal Husbandry Muhammadiyah University of Gorontalo

subclinical intramammary infection and milk quality, udder health, and cheesemaking traits in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 105(4), 3490–3507. https://doi.org/10.3168/jds.2021-21267

Rifa'i, Radiati, L.E, Hawa, L.C., and Surjowardojo, P. (2024). Prevalence of Subclinical Mastitis in Holstein-Friesian Cow Dairy Among Small-Scale Farms in Batu, Indonesia. International Journal of Veterinary Science. https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2024.144

Šalaševičius, A., Uždavinytė, D., Visockis, M., Ruzgys, P., & Šatkauskas, S. (2021). Effect of Pulsed Electric Field (PEF) on Bacterial Viability and Whey Protein in the Processing of Raw Milk. Applied Sciences, 11(23), 11281. https://doi.org/10.3390/app112311281

Siddique, F., Imtiaz, S., Noreen, S., Bilal, M., Zubairi, M. N., Shabbir, H., Iqbal, R., Hussain, A., & Woldemariam, H. W. (2025). Emerging trends and future perspectives in pulsed electric technology for dairy processing: a comprehensive review. Discover Food, 6(1). https://doi.org/10.1007/s44187-025-00793-w

Surjowardojo, P., Susilorini, T. E., Ndaru, P. H., & Rifa'i, R. (2025). Traditional Milking Hygiene Practices and their Effect on Subclinical Mastitis in Holstein-Friesian of Small-Scale Farms. Advances in Animal and Veterinary Sciences, 13(5). https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2025/13.5.1036.1044

Vashisht, P., Singh, L., Mahanta, S., Verma, D., Sharma, S., Saini, G.S., Sharma, A., Chowdhury, B., Awasti, N., Gaurav, Mahanta, S. and Chauhan, D.S. (2024), Pulsed electric field processing in the dairy sector: A review of applications, quality impact and implementation challenges. Int J Food Sci Technol, 59: 2122-2135. https://doi.org/10.1111/ijfs.16979

DOI: 10.31314/jstt.4.2.47-54.2026
Published by Program Study Animal Husbandry Muhammadiyah University of Gorontalo