



# Perbedaan nilai gizi susu sapi setelah pasteurisasi non termal dengan HPEF (*High Pulsed Electric Field*)

## *Differences of nutritional value of cow's milk after non thermal pasteurization with HPEF (High Pulsed Electric Field)*

Budi Hariono<sup>1</sup>, Feby Erawantini<sup>2\*</sup>, Azamataufiq Budiprasojo<sup>3</sup>, Trismayanti Dwi Puspitasari<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia.

Email: [budi.hariono@polije.ac.id](mailto:budi.hariono@polije.ac.id)

<sup>2</sup> Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia.

Email: [feby.erawantini@polije.ac.id](mailto:feby.erawantini@polije.ac.id)

<sup>3</sup> Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia.

Email: [azamataufiq@polije.ac.id](mailto:azamataufiq@polije.ac.id)

<sup>4</sup> Jurusan Tekhnologi Informasi, Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia.

Email: [trismayanti@polije.ac.id](mailto:trismayanti@polije.ac.id)

### \*Korespondensi:

Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, Jln. Mastrip Po Box 164, Jember, Jawa Timur, Indonesia. Email: [feby.erawantini@polije.ac.id](mailto:feby.erawantini@polije.ac.id)

### Riwayat Artikel:

Diterima tanggal 20 Januari 2021; Direvisi tanggal 24 Agustus 2021; Disetujui tanggal 14 Juli 2021; Dipublikasi tanggal 30 Nopember 2021.

### Penerbit:



Politeknik Kesehatan Aceh  
Kementerian Kesehatan RI

© The Author(s). 2021 **Open Access**



Artikel ini telah  
dilakukan distribusi  
berdasarkan atas

ketentuan *Lisensi Internasional Creative Commons Attribution 4.0*

## Abstract

Cow's milk is the secretion of a cow that has perfect nutritional value but is easily damaged. Efforts to extend the shelf life of milk, milk is usually stored in a box freezer or by thermal pasteurization. However, this thermal processing can change the smell, taste, colour and reduce the nutritional content of milk, especially protein, which is a heat resistant substance. Alternative non-thermal technology that HPEF can apply. The method of this research was descriptive, describing the nutritional value of milk before and after had been HPEF Implementation. After non-thermal pasteurized cow's milk with HPEF, the nutritional value of cow's milk was better than fresh cow's milk. In unprocessed milk with HPEF, the fat content decreased by 3,77%. Protein content increased 0,15%, lactose 0,29%, and increased mineral content 0,05%. The TPC test on milk showed 6,91 x 10<sup>2</sup> cfu/ml. HPEF implementation can effectively reduce fat levels, increase protein, lactose levels, and increase mineral levels in milk. Non-thermal pasteurized cow's milk with HPEF can be immediately ready for consumption.

**Keywords:** Cow's milk, nutritional value, non-thermal pasteurization

## Abstrak

Susu sapi merupakan sekresi puting sapi yang bernilai gizi sempurna namun mudah rusak. Upaya untuk memperpanjang masa simpan susu, biasanya susu disimpan pada freezer box atau dengan pasteurisasi termal. Namun, pengolahan dengan pemanasan ini dapat merubah bau, rasa, warna, dan mengurangi kandungan nutrisi dari susu terbanyak adalah protein yang mudah rusak dengan pemanasan. Alternatif teknologi nontermal yang dapat diaplikasikan HPEF (*High Pulsed Electric Field*). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Deskriptif, yaitu dengan mendeskripsikan nilai gizi susu sebelum dan sesudah implementasi HPEF. Setelah susu sapi dipasteurisasi non termal dengan HPEF, nilai gizi susu sapi lebih baik dibandingkan susu sapi segar. Pada susu yang tidak diproses dengan HPEF kandungan lemak turun 3,77%. Kadar protein meningkat 0,15%, lactose 0,29%, dan meningkatkan kadar mineral 0,05%. Uji TPC pada susu diperoleh hasil 6,91 x 10<sup>2</sup> cfu/ml hal ini menunjukkan bahwa kandungan bakteri pada susu dengan HPEF aman untuk dikonsumsi. Implementasi HPEF efektif dapat menurunkan kadar lemak, meningkatkan kadar protein, lactose, dan meningkatkan kadar mineral pada susu. Susu sapi yang dipasteurisasi non termal dengan HPEF dapat langsung siap dikonsumsi.

**Kata Kunci:** Nilai gizi, pasteurisasi non termal, susu sapi

## Pendahuluan

Susu sapi merupakan sekresi puting sapi yang bernilai gizi yang sempurna serta merupakan sumber asam amino terbaik yang berasal dari hewan (Hasria et al., 2019).

Kandungan gizi yang ada pada susu sapi yaitu: Protein, Kalsium, Vitamin A, Vitamin B, Vitamin D, asam amino, kalori, lemak, fosfor, iodium, seng, zat besi, tembaga, magnesium, vitamin E dan Tiamin (Putri, 2016). Selain memiliki nilai gizi yang tinggi, susu sapi sangat bermanfaat untuk kesehatan yaitu: mencegah penyakit jantung dan gangguan pembuluh darah, penyakit gondok, meringankan kerja cerebrum, baik untuk penderita anemia, menjaga kesehatan kulit, menjadikan rileks dan tenang (Vanga & Raghavan, 2018), membantu pertumbuhan gigi dan tulang, memelihara kesehatan, mempercepat penyembuhan, menajamkan penglihatan, sebagai penetralisir zat, mencegah osteoporosis (Sobhanardakani, 2018), sebagai energi cadangan, mengurangi risiko diabetes tipe 2, menghambat pertumbuhan kanker usus besar, serta menurunkan risiko kanker payudara pada wanita (Sozańska, 2019).

Selain keunggulan nilai gizi susu yang tinggi serta baik bagi manusia, susu juga sumber nutrisi yang baik bagi mikroorganisme, sehingga susu sangat mudah basi. sehingga apabila terkontaminasi zat patogen maka akan membahayakan bagi yang meminumnya. Kontaminasi bakteri berkembang sangat cepat sekali sehingga susu menjadi tidak bisa diolah lebih lanjut atau tidak layak dikonsumsi. Akibat aktivitas zat patogen dalam memetabolisme protein akan menyebabkan bau busuk seperti H<sub>2</sub>S, indol, sketol, CO<sub>2</sub>, kadaverin, dan NH<sub>3</sub> (Putri, 2016). Kontaminasi pada susu oleh bakteri dimulai pada saat pemerahan sampai konsumsi. Hal ini menyebabkan masa simpan susu tanpa pengolahan relatif pendek yaitu pada suhu ruang hanya bertahan 4 jam (Nababan et al., 2014).

Upaya untuk memperpanjang masa simpan susu, biasanya susu disimpan pada *freezer box*. Upaya lain yaitu dengan cara pasteurisasi yaitu susu pemanasan susu pada suhu 72 °C dalam kurun waktu 15 detik atau pemanasan pada suhu 63-66 °C dalam waktu 30 menit, kemudian didinginkan sampai 10 °C, selanjutnya diperlakukan secara aman dari kontaminan dan disimpan pada suhu tidak lebih dari 4,4 °C

(Wulandari et al., 2017). Proses pasteurisasi seperti tersebut di atas disebut dengan pasteurisasi thermal. Namun ternyata Proses pengolahan secara manual yaitu dengan pemanasan mengakibatkan penurunan kualitas keseluruhan bahan pangan, merusak beberapa vitamin, pigmen, lemak, dan denaturasi protein. Pengolahan dengan pemanasan ini dapat merubah, rasa, bau, warna, dan mengurangi kandungan zat gizi pada susu terutama asam amino yang tidak tahan panas. Penurunan kandungan asam amino pada susu ini merugikan para konsumen susu (Pratiwi et al., 2020). Proses pasteurisasi konvensional dengan pemanasan tidak hanya membunuh mikroorganisme berbahaya, tetapi juga merubah sensori seperti warna, rasa, tekstur, dan flavour dengan adanya *cooked flavor* (gosong), serta kehilangan sebagian kandungan gizi dan sifat fungsional susu. Suheri et al. (2012) telah melaporkan bahwa alternatif teknologi tanpa pemanasan yang dapat diimplementasikan pada bahan pangan yaitu radiasi sinar ultraviolet (UV) dan *High Pulsed Electric Field* (HPEF).

Beberapa peneliti sebelumnya juga membahas tentang implementasi HPEF terhadap perkembangbiakan *Salmonella Typhimurium* tcc 14028 dan kandungan gizi yang ada pada susu kambing (Bakri et al., 2018). Penelitian lain yaitu penerapan *pulsed electric field* pada pasteurisasi sari buah apel varietas ana meneliti karakteristik sifat fisik, nilai gizi, sifat kimiawi dan kandungan total mikroba (Hawa & Putri, 2011). Jadi penelitian yang telah dipublikasikan sebelumnya belum sama-sama mengimplementasikan HPEF namun dengan tujuan spesifik dan objek yang berbeda. Studi ini membandingkan kandungan gizi pada susu sapi serta mengukur kandungan bakteri pada susu sebelum dan sesudah implementasi HPEF.

Tujuan penelitian yaitu membandingkan nilai gizi serta mengukur kandungan bakteri pada susu sapi dari daerah Rembangan Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember sebelum dan sesudah implementasi HPEF.

## Metode

Penelitian eksperimen ini menggunakan pendekatan secara deskriptif yaitu mendeskripsikan nilai gizi susu sapi sebelum dan sesudah di sterilisasi dengan HPEF. Subjek pada

penelitian ini yaitu susu sapi dari daerah Rembangan Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember. Susu sapi tanpa perlakuan dan susu sapi yang telah diolah dengan HPEF.

Penelitian telah dilakukan di laboratorium Peternakan Politeknik Negeri Jember tanggal 11 November 2020 dan di Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember tanggal 11 November 2020. Penelitian di laboratorium Peternakan Politeknik Negeri Jember bertujuan untuk mengetahui Nilai gizi susu sapi yang dideskripsikan yaitu: *FAT*, *Solid Non-Fat (SNF)*, *Protein*, *Lactosa*, *Density Poin*, *Freezing ppin* dan mineral.

Prosedur pengumpulan data yaitu dengan melakukan pengukuran nilai gizi dengan alat Lacto Star (2018) yaitu mengukur kecepatan gelombang ultrasonik dari susu. Lacto Star memiliki kelebihan dalam hal menganalisis susu daripada metode analisis lainnya, karena lebih efisien dan waktu dan biaya (Rachmatiah et al., 2013), sedangkan Uji TPC (*Total Plate Count*) Bakteri dilakukan di Laboratorium Biosains Politeknik Negeri Jember sebanyak masing-masing 250 ml. Prinsip Uji TPC adalah mengembangbiakkan bakteri dalam contoh medium yang mengandung makanan yang diperlukan bagi pertumbuhan bakteri. Koloni yang tumbuh menggambarkan jumlah seluruh mikroorganisme yang ada pada sampel seperti: bakteri, khamir dan kapang. Uji TPC merupakan persyaratan untuk mutu dan keamanan pangan (Santhi, 2017).

Sampel yang digunakan ada 2 yaitu susu sapi tanpa perlakuan dan susu sapi yang telah di proses dengan HPEF. Sampel diambil dari sapi yang sama yaitu berasal dari Desa Kemuning Lor kecamatan Arjasa Kabupaten Jember dan diperah pada waktu yang sama.

Analisis data yang digunakan yaitu dengan membandingkan antara nilai gizi dan kandungan bakteri susu sapi sebelum dan sesudah implementasi HPEF. Surat keterangan kelayakan etik dilakukan dikeluarkan Komisi Etik Penelitian Politeknik Negeri Jember dengan nomor: 1648/PL17/PG/2021.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian terkait nilai gizi susu sapi segar dibandingkan dengan susu sapi yang telah diproses dengan metode HPEF disajikan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Nilai gizi susu sebelum dan sesudah diproses dengan HPEF

Parameter	Susu Segar	Susu HPEF
Fat (%)	9,34	5,79
Solid Non-Fat (SNF) (%)	7,875	8,345
Protein (%)	2,875	3,025
Lactose (%)	4,14	4,43
Density poin (BJ)	1,0154	1,0215
Freezing ppin (°C)	-0,5145	-0,5145
Mineral (%)	0,665	0,715

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 1) telah diketahui bahwa nilai gizi susu sapi setelah diproses dengan HPEF lebih baik dibandingkan susu sapi segar (sebelum diproses dengan HPEF). Implementasi HPEF efektif dapat menurunkan kadar lemak 3,77%, meningkatkan kadar protein 0,15%, lactose 0,29%, dan meningkatkan kadar mineral 0,05% pada susu. Pada penelitian sebelumnya disebutkan bahwa implementasi HPEF dapat menurunkan kadar air pada susu (Muslim et al., 2013). Penerapan HPEF pada sari buah apel juga dapat menurunkan kadar air (Hawa & Putri, 2011).

Implementasi HPEF dengan tegangan tinggi yaitu 80 kv pada penolakan susu akan meningkatkan nilai nutrisi pada susu (Nowosad et al., 2021), selain itu implementasi PEF juga berpengaruh pada pelepasan ion kalsium (Bhat et al., 2019). Pengolahan susu dengan HPEF akan merubah struktur membrane sel dan sifat dari membran makronutrien yang ada pada susu termasuk protein dan lemak (Vanga et al., 2021). Protein sangat bermanfaat bagi tubuh. Protein adalah makronutrien, tidak seperti bahan makronutrien lainnya seperti karbohidrat maupun lemak, protein berperan lebih penting dalam pembentukan biomolekul daripada fungsi lainnya yaitu sebagai sumber energi atau penyusun bentuk tubuh (Jauhari et al., 2019). Susu tinggi protein atau asam amino dapat meningkatkan status gizi melalui peningkatan massa otot dan dapat meningkatkan asupan energi dan protein. Manfaat lain dari protein yang ada pada susu yaitu dapat mengurangi risiko Hipertensi, susu mengandung potasium sehingga menjaga kestabilan tekanan darah, menetralkan racun, vitamin B12 pada susu dapat meningkatkan ketajaman penglihatan, menjaga kesehatan jantung dan sistem syaraf, tahan terhadap kelelahan, magnesium yang terkandung dalam susu memiliki peran yaitu dapat menjaga

kesehatan jantung dan sistem syaraf terhindar dari kelelahan, memperkuat tulang, meningkatkan kerja otak besar, mendorong hormon kegembiraan, dan menjaga kesehatan kulit (Okarini & Suartiningsih, 2017). Pengolahan susu dengan HPEF sangat baik karena dapat meningkatkan kadar protein pada susu.

Selain protein, pengolahan susu sapi dengan HPEF juga meningkatkan kadar lactose dan mineral. Keduanya sangat bermanfaat bagi tubuh. Lactose pada susu atau yang sering disebut gula susu bermanfaat untuk tumbuh kembang, yaitu sebagai sumber energi, mendukung perkembangan bakteri baik, mengoptimalkan penyerapan kalsium dan zat besi, membantu perkembangan otak dan sistem

syaraf (Audihani et al., 2020). Kadar mineral yang tinggi terutama kalsium pada susu sangat baik untuk menjaga kesehatan tulang (Nadia et al., 2019).

Kadar lemak pada susu yang telah di pasteurisasi non termal dengan HPEF dapat turun 3,77%, hal ini baik karena asupan lemak yang tinggi berarti asupan kalori juga tinggi. Tingginya asupan kalori dapat mengakibatkan obesitas (Al Rahmad et al., 2020) dan risiko penyakit kardiovaskuler (Iskandar et al., 2017), kanker, gangguan metabolisme dan lain sebagainya (Permanasari & Aditianti, 2017).

Uji TPC di Laboratorium Biosains Politeknik Negeri Jember dengan hasil seperti yang ditunjukkan pada Table 2.

**Tabel 2.** Hasil uji bakteri sebelum dan sesudah implementasi HPEF

Parameter	Satuan	Hasil Uji		Spesifikasi Metode
		Susu Segar	Susu HPEF	
Total Bakteri (TPC)	cfu/ml	$6,91 \times 10^2$	$1,96 \times 10^2$	SNI 2897-2008

Berdasarkan hasil uji total bakteri pada Table 2 dapat dikemukakan bahwa, implementasi HPEF sangat efektif dalam menurunkan kandungan bakteri pada susu. Hal ini karena membran sel mikroba akan berubah signifikan saat terpapar tegangan tinggi pada HPEF (Gonzalez & Barrett, 2010). Susu yang telah diproses dengan HPEF dapat langsung dikonsumsi karena total bakteri yang ada pada susu HPEF lebih kecil dari batas maksimal konsumsi yaitu  $5 \times 10^4$  Cfu/ml (SNI 7388:2009) (Kuncara et al., 2021). Susu sapi yang telah disterilisasi dengan HPEF aman untuk dikonsumsi sehingga masyarakat tidak perlu memanaskannya kembali. Sehingga jelas bahwa implementasi teknologi HPEF pada pengolahan susu sapi memiliki keunggulan yaitu membunuh bakteri yang ada pada susu tetapi tetap mempertahankan warna cita rasa bahkan meningkatkan nilai gizi susu sapi (Barba et al., 2015). Susu yang telah disterilisasi dengan HPEF dan telah diberi aneka rasa diberikan kepada anggota UKM Susu Sapi Rembangan yang berjumlah 20 orang. Respon masyarakat terhadap susu dengan implementasi HPEF sangat baik. Hal ini terbukti dari 20 orang yang mencoba minum susu HPEF, semuanya menyatakan suka.

Pengolahan susu sapi menjadi susu rasa-rasa terbukti dapat meningkatkan usaha industri susu di Kecamatan Purworejo Kota Pasuruan.

Selain itu dengan sentuhan teknologi dapat meningkatkan nilai ekonomi susu sapi (Rahutami et al., 2010).

Keterbatasan pada riset ini yaitu, belum mengukur dan membandingkan lama simpan susu sebelum dan sesudah implementasi HPEF.

## Kesimpulan

Pasteurisasi non thermal dengan HPEF selain sebagai metode sterilisasi susu non termal, juga dapat memberikan nilai gizi susu sapi yang lebih baik dibandingkan sebelumnya. Nilai gizi yang mengalami peningkatan yaitu kadar protein, laktosa dan mineral pada susu serta menurunkan kadar lemak.

Susu sapi yang dipasteurisasi non termal dengan HPEF mengalami penurunan total bakteri dibawah batas maksimal konsumsi, sehingga dapat langsung dikonsumsi.

## Acknowledgement

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pemberi Dana Hibah UKM Indonesia Bangkit Kementerian Riset Teknologi/Badan Riset Inovasi Nasional dengan nomor kontrak 949/PL17/PM/2020.

## References

- Al Rahmad, A. H., Fitri, Y., Suryana, S., Mulyani, N. S., Fajriansyah, F., & Abdul, H. (2020). Analysis of the relationship between nutritional influence with the obesity phenomenon among primary school students in Banda Aceh, Aceh Province, Indonesia. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 8(E), 267–270. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2020.3471>
- Audihani, A. L., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Perbedaan kandungan protein dan laktosa pada ASI dan susu formula (usia 0-6 bulan). *Edusaintek*, 4.
- Bakri, A., Hariono, B., & Utami, M. M. D. (2018). Inactivation of Bacteria *S. aureus* ATCC 25923 and *S. Thyphimurium* ATCC 14 028 Influence of UV-HPEF. *Journal of Physics: Conference Series*, 953(1), 12122.
- Barba, F. J., Parniakov, O., Pereira, S. A., Wiktor, A., Grimi, N., Boussetta, N., Saraiva, J. A., Raso, J., Martin-Belloso, O., & Witrowa-Rajchert, D. (2015). Current applications and new opportunities for the use of pulsed electric fields in food science and industry. *Food Research International*, 77(4), 773–798. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.015>
- Bhat, Z. F., Morton, J. D., Mason, S. L., & Bekhit, A. E.-D. A. (2019). Current and future prospects for the use of pulsed electric field in the meat industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(10), 1660–1674. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1425825>
- Gonzalez, M. E., & Barrett, D. M. (2010). Thermal, high pressure, and electric field processing effects on plant cell membrane integrity and relevance to fruit and vegetable quality. *Journal of Food Science*, 75(7), R121–R130. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01763.x>
- Hasria, A., Kusnadi, J., Ardyati, T., & Suharjono. (2019). Karakteristik nutrisi susu kerbau belang toraja, Makassar. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.35792/zot.40.1.2020.27773>
- Hawa, L. C., & Putri, R. I. (2011). Penerapan pulsed electric field pada pasteurisasi sari buah apel varietas ana: Kajian karakteristik nilai gizi, sifat fisik, sifat kimiawi dan mikrobial total. *Agritech*, 31(4), 352–358. <https://doi.org/10.22146/agritech.9643>
- Iskandar, I., Hadi, A., & Alfridsyah, A. (2017). Faktor risiko terjadinya penyakit jantung koroner pada pasien Rumah Sakit Umum Meuraxa Banda Aceh. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 2(1), 32–42. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30867/action.v2i1.34>
- Jauhari, M. T., Santoso, S., & Anantanyu, S. (2019). Asupan protein dan kalsium serta aktivitas fisik pada anak usia sekolah dasar. *Ilmu Gizi Indonesia*, 2(2), 79–88. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v2i2.86>
- Kuncara, M. C., Yuliati, F. N., & Prahesti, K. I. (2021). The total plate count, *Staphylococcus aureus*, and pH value of raw chicken meat sold at the traditional markets in Maros regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 788(1), 12157.
- Muslim, C., Hawa, L. C., & Argo, B. D. (2013). Pasteurisasi non-termal pada susu sapi segar untuk inaktivasi bakteri *staphylococcus aureus* berbasis Pulse Electric Field (PEF). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 1(1), 35–49.
- Nababan, L. A., Suada, I. ketut, & 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.
- Nadia, A., Penggalih, M. H. S. T., & Huriyati, E. (2019). Pengembangan produk susu yang mengandung kalsium, inulin, dan teripang sebagai susu kaya prebiotik dan kolagen. *AgriTECH*, 38(4), 442. <https://doi.org/10.22146/agritech.13603>
- Nawan Primasoni. (2019). *Manfaat Protein untuk Mendukung Aktifitas Olahraga, Pertumbuhan, dan Perkembangan Anak Usia Dini*. Fakultas Ilmu Olahraga, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nowosad, K., Sujka, M., Pankiewicz, U., & Kowalski, R. (2021). The application of PEF technology in food processing and human nutrition. *Journal of Food Science and Technology*, 58(2), 397–411.

- <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04512-4>
- Okarini, I., & Suartiningih, A. N. P. M. (2017). Susu sebagai bahan pangan kimia, mikrobiologi, manfaat, penanganan susu dan limbah. In *Universitas Udayana*. Universitas Udayana.
- Permanasari, Y., & Aditianti. (2017). Konsumsi makanan tinggi kalori dan lemak tetapi rendah serat dan aktivitas fisik kaitannya dengan kegemukan pada anak usia 5-18 tahun di Indonesia. *Nutrition and Food Research*, 40(2), 95-104. <https://doi.org/10.22435/pgm.v40i2.774>
- Pratiwi, Y., Irmansyah, Juansah, J., & Rahmat, M. (2020). Uji paparan medan listrik bertegangan rendah terhadap kadar protein dan lemak susu sapi segar. *Jurnal Agriculture Technology*, 3(1), 23-30. <https://doi.org/10.32662/gatj.v3i1.945>
- Putri, E. (2016). Kualitas protein susu sapi segar berdasarkan waktu penyimpanan. *Chempublish Journal*, 1(2), 14-20.
- Rachmatiah, T., Anggraini, R., Sigoro, I., Penelitian, P., Isotop, T., Nuklir, B. T., & Batan, N. (2013). The analyze of microbial contamination and nutrient content of fresh cow's milk from dairy farm. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 23(2), 91-94. <https://doi.org/10.37277/stch.v23i2.556>
- Rahutami, I., Retnaningsih, C., Wartaya, R., & Haryani Saptaningtyas. (2010). *Pertanian dan Kemiskinan Menuju Rantai Pasokan Pangan Berkeadilan*. Unika.
- Santhi, D. G. D. D. (2017). Uji total plate count ( TPC ) pada produk udang segar. In *Universitas Udayana Denpasar*. Universitas Udayana Denpasar.
- Sobhanardakani, S. (2018). Human health risk assessment of Cd, Cu, Pb and Zn through consumption of raw and pasteurized cow's milk. *Iranian Journal of Public Health*, 47(8), 1172.
- Sozańska, B. (2019). Raw cow's milk and its protective effect on allergies and asthma. *Nutrients*, 11(2), 469. <https://doi.org/10.3390/nu11020469>
- Suheri, K. F., Maheswari, R. R. A., & Hariono, B. (2012). Aplikasi Ultraviolet dan High Pulsed Electric Field (HPEF) terhadap Reduksi Staphylococcus aureus ATCC 25923 dan Escherichia coli ATCC 25922 pada Susu Kambing. In *Institut Pertanian Bogor*. Institut Pertanian Bogor.
- Vanga, S. K., & Raghavan, V. (2018). How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 10-20. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2915-y>
- Vanga, S. K., Wang, J., Jayaram, S., & Raghavan, V. (2021). Effects of pulsed electric fields and ultrasound processing on proteins and enzymes: A review. *Processes*, 9(4), 1-16. <https://doi.org/10.3390/pr9040722>
- Wulandari, Z., Taufik, E., & Syarif, M. (2017). Kajian kualitas produk susu pasteurisasi hasil penerapan rantai pendingin. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 5(3), 94-100. <https://doi.org/10.29244/jipthp.5.3.94-100>