

Karakteristik Susu Sapi Terozonisasi dengan Sistem Pasteurisasi Hurdle Non-termal Medan Listrik Berpulsa Tinggi – Ultra Violet

Characteristics of Ozonized Cow's Milk with Non-thermal Hurdle Pasteurization System of High Pulse Electric Field – Ultra Violet

Rakatan Setiya Budi¹, Arfiansyah Yusuf Zuliardi Suyata², Dian Putri Ani¹,
Pandu Dwi Ardiansyah¹, Putri Adila², Aulia Brilliantina^{1*}

¹Program Studi Teknologi Industri Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Jember 68121, Indonesia

²Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Jember 68121, Indonesia

*E-mail: aulia_b@polije.ac.id

Diterima: 28 September 2022; Disetujui: 21 Januari 2023

ABSTRAK

Susu sapi mengandung zat gizi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia, namun susu mempunyai umur simpan yang relatif singkat, serta mudah mengalami kerusakan akibat cemaran mikroorganisme apabila dibiarkan terlalu lama pada suhu ruang. Upaya inaktivasi cemaran mikroorganisme pada susu segar melalui proses pemanasan akan menyebabkan banyak nutrisi yang berkurang atau bahkan hilang. Teknologi pasteurisasi *hurdle non-termal High Pulsed Electronic Fields - Ultra Violet* (HPEF-UV) merupakan suatu teknologi pasteurisasi tanpa pemanasan yang dapat menginaktivasi mikroba pada susu. Penambahan proses ozonasi dapat menghilangkan bau amis pada susu segar. Tujuan riset ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisikokimia dan sensorik dari susu terozonisasi dengan sistem pasteurisasi HPEF-UV serta mengetahui efektivitas metode ini dalam menghilangkan cemaran mikroorganisme. Pengujian yang dilakukan meliputi uji proksimat dengan parameter uji kadar protein, karbohidrat, dan lemak, uji fisik dengan parameter uji viskositas, pH, dan berat jenis, uji mikrobiologi dengan parameter uji Total Plate Count *Salmonella sp. sp.* dan *E. coli*, dan uji organoleptik dengan parameter uji meliputi warna, rasa, aroma, dan tekstur. Hasil yang telah dicapai adalah kombinasi susu terozonisasi dengan sistem pasteurisasi HPEF-UV dapat menurunkan cemaran mikroba sebesar 98,2% tanpa mengubah karakteristik fisikokimia dari susu sapi segar dan aroma susu tidak amis akibat pengaruh ozonasi.

Kata kunci: HPEF-UV; ozonasi; pasteurisasi; susu sapi

ABSTRACT

*Cow's milk contains nutrients that are beneficial to the health of the human body, but milk has a relatively short shelf life, and is easily spoiled by microorganism contamination if left at room temperature for a long time. Efforts to inactivate microbial contamination in fresh milk through the heating process will cause a lot of nutrients to be reduced or even lost. Non-thermal hurdle pasteurization technology High Pulsed Electronic Fields - Ultra Violet (HPEF-UV) is a non-heating pasteurization technology that can inactivate microbes in milk. The addition of the ozonation process can eliminate the fishy smell of fresh milk. The purpose of this research was to determine the physicochemical and sensory characteristics of ozoned milk using the HPEF-UV pasteurization system and to determine the effectiveness of this method in removing microbial contamination. The tests included a proximate test with parameters for protein, carbohydrate, and fat content; a physical test with parameters for viscosity, pH, and specific gravity; a microbiological test with parameters for Total Plate Count *Salmonella sp. sp.* and *E. coli*; and an organoleptic test with parameters for color, taste, aroma, and texture. The result showed that the combination of ozonated milk with the HPEF-UV pasteurization system could reduce microbial contamination by 98.2% without changing the physicochemical characteristics of fresh cow's milk and the ozone treatment prevented milk from having a fishy smell.*

Keywords: cow's milk; HPEF-UV; ozonation; pasteurization

PENDAHULUAN

Susu merupakan salah satu sumber protein hewani yang sangat baik bagi kesehatan. Susu mengandung zat gizi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia, namun susu mempunyai umur simpan yang relatif singkat, serta mudah mengalami kerusakan akibat cemaran mikroorganisme apabila dibiarkan terlalu lama pada suhu ruang (Erawantini et al, 2020).

Berdasarkan SNI 3141.1-2011, standar mutu yang dimiliki oleh susu segar yaitu harus memiliki kadar lemak minimal 3%. Namun, tidak semua susu segar yang dihasilkan dari peternakan telah memenuhi standar mutu

tersebut. Pada akhirnya, susu yang tidak memenuhi standar mutu dijual dengan harga lebih rendah. Harga jual susu segar di Kabupaten Jember berkisar Rp.6.000/liter, sehingga hanya bisa menutupi biaya produksi dan memperoleh sedikit keuntungan (Wahid et al, 2018). Selain itu, selama ini peternak tidak menjual susu dalam bentuk siap konsumsi. Peternak harus melakukan proses pasteurisasi atau pemanasan untuk memperoleh susu siap konsumsi. Namun, jika susu segar tersebut melalui proses pemanasan, maka akan banyak nutrisi yang berkurang atau bahkan hilang akibat proses pemanasan (Kurnianto et al, 2021).

Teknologi pasteurisasi *Hurdle Non-Thermal High Pulsed Electronic Fields-Ultra Violet* merupakan suatu teknologi

pasteurisasi tanpa pemanasan yang dapat mempertahankan kandungan gizi dari susu segar. Susu yang dihasilkan dari proses ini terjamin kesegarannya, serta nutrisinya tetap terjaga. Dengan menggunakan teknologi ini, proses pasteurisasi akan menjadi lebih efektif, mudah, murah, dan aman (Erawantini et al, 2020). Meskipun demikian, penggunaan teknologi Pasteurisasi *Hurdle Non-Thermal* HPEF-UV masih belum dapat menghilangkan bau amis pada susu. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk menghilangkan bau amis pada susu segar yaitu dengan metode ozonisasi. Berdasarkan penelitian oleh Kurnianto et al (2021), ozon dapat menghilangkan bau amis pada susu segar. Namun, selama ini belum pernah dilakukan penelitian terkait kombinasi antar metode ozonisasi dengan pasteurisasi HPEF-UV. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian terkait kombinasi ini.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non-faktorial. Adapun berikut bahan, alat, tahapan dan analisis dalam penelitian.

Bahan yang digunakan pada riset ini yaitu susu sapi segar terozonisasi (ozonated). Bahan yang digunakan untuk analisis karakteristik antara lain aquades, $K_2C_2O_4$ (jenuh), indikator PP 1%, larutan Luff Schoorl, suspensi bakteri *E. coli*, Lactose Broth Double Strength (LBDS), Lactose Broth Single Strength (LBSS), Brilliant Green Lactose Broth (BGLB), Nutrient Broth (NB), *Salmonella sp.* -Shigella Agar (SSA), Eosin Methylene Blue Agar (EMBA), Plate Count Agar (OXOID CM 0325B).

Alat yang digunakan meliputi, alat ozonasi (Ozone Sterilizer) tipe Aquazone Ozonizer JQ518 dan teknologi pasteurisasi *Hurdle Non-Thermal* HPEF-UV. Peralatan yang digunakan untuk analisis karakteristik antara lain, neraca analitik, inkubator, buret, botol butyrometer, sentrifuge tipe Centrifuge 8 Hole LC-04S Oregon, pH meter digital, viskometer ostwald, timbangan, dan peralatan gelas.

Riset dimulai dengan menyiapkan 8 liter susu sapi segar, kemudian dilakukan ozonasi pada susu sapi segar selama 20 menit dengan debit ozon sebesar 400 mg/jam (Kurnianto et al, 2021). Selanjutnya susu sapi segar terozonisasi dilakukan pasteurisasi sesuai variabel perlakuan yaitu variabel PO (terozonisasi tanpa pasteurisasi), variabel PNT (pasteurisasi non termal) HPEF-UV selama 15 menit dengan tegangan 1300 kV/cm dan variabel PT (pasteurisasi termal) dengan suhu 60°C selama 30 menit (Kurniawan et al, 2013). Pada riset ini juga dilakukan pengujian pada kontrol yang berupa variabel PBB (bahan baku).

Susu segar hasil pasteurisasi dilakukan analisis karakteristik meliputi uji organoleptik menggunakan analisis Deskriptif dengan scoring test meliputi (warna, rasa, aroma, dan tekstur), uji proksimat (analisis protein metode formol, analisis karbohidrat metode Luff Schoorl, dan analisis lemak metode Gerber), Uji fisik (pH sesuai SNI : 6989.11.2019, berat jenis dengan Laktodensimeter dan viskositas menggunakan metode ostwald), dan uji mikrobiologi sesuai SNI : 2897.2007 dan SNI : 01: 01-6366-2000 (Total Plate Count, *Salmonella sp.*, dan *E. coli*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Proksimat

Uji proksimat yaitu analisa kimia yang digunakan untuk mengidentifikasi kandungan nutrisi pada bahan. Parameter uji proksimat pada riset ini meliputi analisis kadar protein, kadar karbohidrat, dan kadar lemak. Hasil uji proksimat tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji proksimat susu sapi terozonisasi dengan sistem pasteurisasi *hurdle non-thermal* medan listrik berpulsa tinggi – ultra violet

Perlakuan	Hasil		
	Protein (%)	Karbohidrat (%)	Lemak (%)
PBB	3,10±0,09 ^b	2,60±0,08 ^a	3,80±0,80 ^a
PO	2,97±0,11 ^b	2,33±0,48 ^a	2,78±1,09 ^a
PT	2,37±0,12 ^a	2,43±0,61 ^a	2,15±0,84 ^a
PNT	2,96±0,11 ^b	2,40±0,29 ^a	3,12±0,81 ^a

Ket : PBB = Kontrol, PO = Tanpa Pasteurisasi, PT = Pasteurisasi Termal, PNT = Pasteurisasi Non-Termal. Data-data dengan notasi yang sama bermakna tidak berbeda nyata

Protein dapat mengalami kerusakan akibat pemanasan, sebab kenaikan suhu dapat menyebabkan rusaknya struktur protein sehingga protein terdenaturasi (Novia et al, 2011). Menurut SNI : 3141.1 (2011), susu harus memiliki kandungan protein minimal 2,8%. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh hasil bahwa kadar protein susu ozonasi masih berada di atas standar susu menurut SNI : 3141.1 (2011). Selain itu, apabila dilihat pada hasil uji kadar protein susu sapi segar sebelum dipaparkan medan listrik dengan setelah dipaparkan medan listrik memberikan hasil yang tidak berbeda nyata. Artinya, pengaruh paparan medan listrik tidak menimbulkan perubahan signifikan antara kadar protein susu hasil paparan medan listrik terhadap kadar protein susu dibandingkan tanpa paparan medan listrik (Pertiwi et al, 2020). Kandungan protein yang dihasilkan dari perlakuan HPEF-UV dan Ozonasi tidak membuat perubahan kandungan yang nyata dibanding pasteurisasi thermal yang berbeda nyata terhadap susu segar. Kandungan protein yang dihasilkan dari perlakuan pasteurisasi non thermal HPEF-UV dan Ozonasi tidak membuat perubahan kandungan yang nyata dibanding pasteurisasi thermal yang berbeda nyata terhadap susu segar.

Kandungan karbohidrat yang dihasilkan dari perlakuan HPEF-UV dan Ozonasi tidak membuat perubahan kandungan yang nyata pada susu segar dengan dihitung menggunakan rancangan acak kelompok non faktorial. Secara umum, perlakuan UV-HPEF tidak menyebabkan perubahan sifat fisik (viskositas, pH, kepadatan, konduktivitas, titik beku dan panas spesifik) dan kimia (kadar lipid, BKTL, protein, kadar air, kadar laktosa, berat kering, dan kadar air) (Hariono, 2020)

Kandungan lemak yang dihasilkan dari perlakuan HPEF-UV dan Ozonasi tidak membuat perubahan kandungan yang nyata pada susu segar, sebab perlakuan medan listrik dapat mempertahankan lemak (Pertiwi et al, 2020). Sedangkan pada perlakuan PT terjadi penurunan kadar lemak. Pada umumnya setelah proses pengolahan bahan pangan akan terjadi kerusakan lemak yang terkandung didalamnya. Dalam pemanasan, lemak akan terdegradasi (Afzal et al, 2022). Terjadinya penurunan lemak setelah pemanasan disebabkan karena sifat lemak yang tidak tahan panas, selama proses pemanasan lemak mencair bahkan menguap (volatile) menjadi komponen lain

seperti flavor (Sundari et al, 2015). Kandungan lemak yang dihasilkan dari perlakuan HPEF-UV dan Ozonasi tidak membuat perubahan kandungan yang nyata pada susu segar. Hal ini perlakuan medan listrik dapat mempertahankan lemak (Pertiwi,2020).

Hasil Uji Fisik

Uji fisik merupakan analisis yang dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik fisik dari satu bahan. Parameter uji fisik pada riset ini meliputi viskositas, pH, dan berat jenis. Hasil uji fisik tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji fisik susu sapi terozonisasi dengan sistem pasteurisasi *hurdle non-thermal* medan listrik berpulsa tinggi – ultra violet

Perlakuan	Hasil		
	Viskositas (cP)	pH	Berat Jenis (g/mL)
PBB	1,57±0,14 ^a	6,62±0,02 ^a	1,0317±0,0009 ^a
PO	1,73±0,10 ^a	6,67±0,04 ^a	1,0310±0,0000 ^a
PT	1,63±0,14 ^a	6,71±0,05 ^a	1,0303±0,0005 ^a
PNT	1,57±0,00 ^a	6,72±0,05 ^a	1,0253±0,0038 ^a

Ket : PBB = Kontrol, PO = Tanpa Pasteurisasi, PT = Pasteurisasi Termal, PNT = Pasteurisasi Non-Termal. Data-data dengan notasi yang sama bermakna tidak berbeda nyata

Hasil uji fisik meliputi uji viskositas, uji pH dan uji berat jenis dapat disimpulkan tidak berbeda nyata untuk tiap perlakuan. Perlakuan perbedaan pasteurisasi thermal ataupun non thermal tidak mempengaruhi dalam uji fisik. Pada parameter uji pH, didapat bahwa perlakuan non thermal menggunakan HPEF-UV tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hal ini sesuai dengan Muslim et al (2013) bahwa medan pulsa listrik tidak mempengaruhi nilai pH dari susu. Hasil pengukuran pH susu menunjukkan angka yang normal pada semua perlakuan. Apabila susu memiliki pH kurang dari 6,5 maka telah terjadi kolostrum atau pembusukan oleh bakteri (Mahlufi dalam Muslim et al 2013).

Viskositas susu sapi pada semua perlakuan meliputi control, ozonasi, thermal, dan non thermal tidak menunjukkan perbedaan yang nyata atau tidak ada pengaruh dari setiap perlakuan. Perlakuan non thermal menggunakan HPEF-UV tidak menimbulkan perubahan nilai viskositas. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Muslim et al (2013) yang menyatakan bahwa pasteurisasi non termal melalui kejut listrik tidak memberikan perubahan yang nyata terhadap nilai viskositas susu. Berdasarkan Hawa et al (2011), perlakuan pasteurisasi thermal dan non thermal pada susu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai viskositas susu.

Pada parameter uji berat jenis, nilai berat jenis susu pada setiap perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Berat jenis dari kontrol, ozonasi, termal, dan non termal memiliki berat jenis sebesar 1,0253-1,0317 g/mL. Perlakuan non termal menggunakan HPEF-UV tidak menimbulkan perubahan berat jenis. Hal ini sesuai dengan Muslim et al (2013) yang menyatakan bahwa perlakuan non termal menggunakan kejut listrik tidak memberikan perubahan yang nyata terhadap nilai berat jenis susu.

Hasil Uji Organoleptik

Uji organoleptik merupakan pengujian terhadap bahan pangan melalui indra manusia. Jenis uji organoleptik yang digunakan adalah Analisis Deskripsi dengan bentuk scoring test. Parameter uji organoleptik pada riset ini meliputi warna,

rasa, aroma, dan tekstur. Hasil uji organoleptik tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji organoleptik susu sapi terozonisasi dengan sistem pasteurisasi *hurdle non-thermal* medan listrik berpulsa tinggi – ultra violet

Parameter	PBB	PO	PT	PNT
Warna	Putih Kekuningan	Putih Kekuningan	Putih Kekuningan	Putih Kekuningan
Rasa	Gurih, <i>creamy</i>	Gurih, <i>creamy</i>	Gurih, <i>creamy</i>	Gurih, <i>creamy</i>
Aroma	Amis, Khas susu (Sangat kuat)	Tidak Amis, Khas susu (Kurang kuat)	Amis, Khas susu sapi (Kurang kuat)	Tidak amis, Khas susu sapi (cukup kuat)
Tekstur	Kental	Kental	Kental	Kental

Ket : PBB = Kontrol, PO = Tanpa Pasteurisasi, PT = Pasteurisasi Termal, PNT = Pasteurisasi Non-Termal

Pada uji organoleptik untuk warna, rasa, dan tekstur tidak mengalami perbedaan pada setiap perlakuan dengan susu segar. Hal ini diperkuat oleh Navyanti dan Adriyani (2015) yang menyatakan bahwa atribut warna dan rasa tidak akan terpengaruh jika tidak terdapat kontaminasi benda asing seperti antibiotik. Namun, pada aroma mengalami perbedaan pada perlakuan ozonasi dan pasteurisasi Non thermal membuat bau amis pada susu hilang. Pada perlakuan pasteurisasi thermal aroma pada susu menjadi amis hal terjadi bisa karena pemanasan membuat asam amino pada susu bereaksi dengan gula pereduksi dan menghasilkan flavor susu, (reaksi asam amino dan laktosa (gula pereduksi)). Pada semua tipe perlakuan panas, terjadi reaksi maillard pada susu (Shimamura et al, 2012). Kejut listrik berintensitas tinggi dapat menginaktivasi mikroba tanpa mengubah karakteristik aroma, rasa, dan nutrisi yang umumnya terjadi pada proses pasteurisasi atau sterilisasi termal (Qingke et al dan Fang et al dalam Muslim et al, 2013).

Atribut warna pada susu segar menunjukkan warna putih kekuningan pada semua perlakuan. Hal ini sesuai dengan SNI (2011) yang menyatakan bahwa warna susu sapi segar adalah putih kekuningan. Warna kekuningan yang terdapat pada susu disebabkan karena adanya kandungan kasein yang bersifat tidak tembus cahaya karena merupakan disfersi koloid (Buckle et al dalam Asmaq et al, 2020).

Pada pengujian rasa pada sampel susu, semua perlakuan menunjukkan rasa yang gurih dan *creamy*. Tidak terjadi perubahan rasa pada setiap perlakuan yang dilakukan. Hal ini sesuai dengan SNI (2011) yang menyatakan bahwa rasa susu sapi segar adalah gurih dan sedikit berlemak. Rasa gurih pada susu sapi segar dihasilkan oleh kandungan lemak dan protein yang terdapat pada susu (Asmaq et al, 2020).

Pengujian pada tekstur susu menunjukkan bahwa karakteristik tekstur susu sapi dari semua perlakuan adalah sama yaitu bertekstur kental. Tidak ada perubahan yang terjadi pada setiap perlakuan. Hal ini sesuai dengan hasil kuantitatif dari viskositas susu yang terdapat pada tabel 2 di mana tidak terjadi perubahan viskositas pada setiap perlakuan.

Hasil Uji Mikrobiologi

Uji mikrobiologi adalah pemeriksaan pada bahan pangan untuk mendeteksi adanya mikroorganisme.

Parameter uji pada riset ini meliputi uji Total Plate Count, Uji *Salmonella sp. sp.* dan uji *E. coli*. Angka hasil uji mikrobiologi disajikan dalam bentuk logaritma. Hasil uji mikrobiologi tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji mikrobiologi susu sapi terozonisasi dengan sistem pasteurisasi *hurdle* non-termal medan listrik berpulsa tinggi – ultra violet

Perlakuan	Hasil		
	TPC (cfu/mL)	<i>Salmonella sp.</i> (cfu/mL)	<i>E. coli</i> (cfu/mL)
PBB	5,90±1,39 ^d	3,21±0,03 ^d	2,43±0,01 ^d
PO	5,54±1,36 ^c	3,03±0,02 ^c	2,02±0,02 ^c
PT	3,36±1,45 ^a	0,77±0,08 ^a	0,00±0,00 ^a
PNT	4,15±1,73 ^b	1,75±0,04 ^b	1,46±0,05 ^b

Ket : PBB = Kontrol, PO = Tanpa Pasteurisasi, PT = Pasteurisasi Termal, PNT = Pasteurisasi Non-Termal. Data-data dengan notasi yang sama bermakna tidak berbeda nyata

Pada uji TPC penurunan jumlah mikroorganisme signifikan. Dengan adanya perlakuan menggunakan HPEF-UV mampu menurunkan 97.27% mikroba dari mikroba awal susu. Pada pengujian *Salmonella sp. sp.* HPEF-UV mampu menurunkan 89.4% *Salmonella sp. sp.* dari awal susu segar. Sedangkan pada perlakuan ozonasi mampu menurunkan 60.6% jumlah *Salmonella sp. sp.* dari awal susu segar. Pasteurisasi thermal tidak ditemukan *Salmonella sp.* Pengaruh perlakuan Ozonasi dan Pasteurisasi *Non thermal* (HPEF-UV) juga menurunkan jumlah *E. coli* pada susu sebanyak 89.2%.

Terbukti HPEF-UV dapat menurunkan jumlah mikroba. Hal ini karena membran sel mikroba akan berubah signifikan saat terpapar tegangan tinggi pada HPEF (Erawantini, 2021). Semakin besar medan listrik yang diberikan memberikan tekanan yang tinggi pada membran sel bakteri hingga membengkak dan membrane sel menjadi pecah. Akhirnya kerusakan yang terjadi pada membran sel tersebut menimbulkan lubang-lubang kecil yang menyebabkan terjadinya kebocoran dalam sel dan menimbulkan kematian bakteri itu sendiri (Salsabila, 2019). Hal ini karena membran sel mikroba akan berubah signifikan saat terpapar tegangan tinggi pada HPEF (Erawantini, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan alat pasteurisasi non thermal (HPEV-UV) efektif dalam mempertahankan kandungan nutrisi dan juga dalam menginaktivasi mikroba pada susu karena kandungan nutrisi dapat tetap terjaga seperti susu segar dan juga kandungan mikroorganisme pada susu dapat turun. Pada organoleptik untuk aroma amis pada susu hilang namun dari segi tekstur, rasa, dan warna tidak ada perubahan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Vokasi dan Penyelenggara Program Kreativitas Mahasiswa sebagai penyedia dana, kepada Institusi Politeknik Negeri Jember yang telah mendukung dan memberikan bantuan kepada kami.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, A., Saeed, F., Afzaal, M., Maan, A. A., Ikram, A., Hussain, M., ... & Anjum, W. (2022). The chemistry of flavor formation in meat and meat products in response to different thermal and non-thermal processing techniques: An overview. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(10), e16847. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16847>.
- Asmaq, N., & Marisa, J. (2020). Karakteristik fisik dan organoleptik susu segar di Medan Sunggal. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 22(2), 168-175.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 3141.1-2011. Susu segar-Bagian 1: Sapi. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Erawantini, F., Hariono, B., Budiprasojo, A. & Puspitasari, T.D. 2020. Peningkatan ketrampilan peternak susu perah dalam proses penanganan pemerahan susu di mitra produksi susu pasteurisasi berbasis teknologi medan pulsa listrik tegangan tinggi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat J-DINAMIKA*. 5(2):72-76.
- Hariono, B., Brilliantina, A., Sari, E.K.N., Kurnianto, M.F., Erawantini, F. & Kautsar, S. 2022. Pulsed electric field application on pasteurization of orange milk from low grade orange: study on nutritional, physical, chemical properties, and total microorganism. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 6-7 November 2021, Jember, Indonesia. pp.1-7.
- Hawa, L. C., Susilo, B., & Jayasari, N. E. (2011). Comparison Study on *E. coli* Inactivation and Physical Changes of Thermal and Non Thermal Processing using PEF (Pulsed Electric Field) in Fresh Milk Pasteurization. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(1), 31-39.
- Kurnianto, M.F., Wijaya, R., NY, S.O., Hariono, B. & Brilliantina, A. 2021. Inovasi teknologi sterilisasi ozon sebagai upaya menghilangkan bau amis susu sapi di peternak rakyat Desa Kemuning Lor. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif*. 29 November 2021, Jember, Indonesia. pp.206-215.
- Kurniawan, I. & Putri, R.D.M., 2013. Alat pemantau kestabilan pasteurisasi susu. *Jurnal Teknik Elektro*. 5(2) : 69 – 74.
- Muslim, C., Hawa, L. C., & Argo, B. D. (2012). 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.
- Navyanti, F., & Adriyani, R. (2015). Higiene sanitasi, kualitas fisik dan bakteriologi susu sapi segar perusahaan susu x di Surabaya. *Jurnal kesehatan lingkungan*, 8(1), 36-47.
- Novia, D., Amelia, S., & Ayuza, N. Z. (2011). Kajian suhu pengovenan terhadap kadar protein dan nilai organoleptik telur asin. *Jurnal Peternakan*, 8(2), 70-76.
- Pertiwi, Y., Irmansyah, I., Juansah, J., & Rahmat, M. (2020). Uji paparan medan listrik bertegangan rendah terhadap kadar protein dan lemak susu sapi segar. *Gerontolo Agriculture Technology Journal*, 3(1), 23-30.
- Salsabila, M. (2019). Medan Listrik Berpulsa untuk Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Salmonella typhi* pada Susu Sapi Murni. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Shimamura, T., & Ukeda, H. (2012). Maillard reaction in milk—effect of heat treatment. *Milk protein*, 147-158. Rijeka: InTech. <http://dx.doi.org/10.5772/50079>.

- Sundari, D., Almasyhuri, A., & Lamid, A. (2015). Pengaruh proses pemasakan terhadap komposisi zat gizi bahan pangan sumber protein. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 25(4), 235-242.
- Wahid, M. A., Hilmi, M., Prastujati, A. U., Catrawedarma, I. G. N. B., Erwanto, Z., Ridlo, D., & Utami, S. W. (2018). Pelatihan pembuatan produk berbahan dasar susu sapi di Desa Balung Lor Jember. *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 61-66.

Halaman ini sengaja dikosongkan