

Penanganan Pascapanen Susu dalam Menjaga Keamanan Pangan: Kajian Literatur terhadap Teknologi Pascapanen Susu

Hanim Nazwa Nur Fadzilla, Salma Aliyyah Rachmayanti, Rofiqoh Diva Az Zahroh, Irfan Fadhlurrohman*

Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

*Email Korespondensi: irfan.fadhlurrohman@unsoed.ac.id

Abstrak

Susu adalah bahan pangan bernilai gizi tinggi yang mudah rusak jika penanganan pascapanen tidak tepat. Kontaminasi mikroba bisa terjadi sejak pemerahan, selama penyimpanan, hingga saat distribusi, dan berdampak pada mutu fisik, kimia, dan mikrobiologis susu. Artikel ini mengkaji teknologi pascapanen yang dapat menekan kontaminasi mikroba dan mempertahankan mutu susu selama penyimpanan. Metode yang digunakan adalah studi pustaka dari berbagai jurnal dan sumber ilmiah terkait teknologi pascapanen susu. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan sanitasi dan higiene saat pemerahan, penyimpanan pada suhu rendah, serta pengolahan seperti pasteurisasi efektif menghambat pertumbuhan mikroba dan memperpanjang daya simpan. Selain itu, penerapan rantai dingin dan teknologi pendingin modern membantu menjaga mutu selama distribusi. Dengan teknologi pascapanen yang tepat, kualitas susu bisa terjaga, aman dikonsumsi, dan memenuhi standar mutu pangan.

Kata kunci: Kerusakan Susu, Kontaminasi Mikroba, Pendingin Susu, Penyimpanan, Susu

Abstract

Milk is a highly nutritious food product that is highly perishable if not handled properly after harvest. Microbial contamination can occur from the time of milking, throughout storage, and during distribution, affecting the physical, chemical, and microbiological quality of the milk. This article reviews post-harvest technologies that can reduce microbial contamination and maintain milk quality during storage. The method used is a literature review of various journals and scientific sources related to milk post-harvest technology. The results of the study indicate that the implementation of sanitation and hygiene during milking, low-temperature storage, and processing methods such as pasteurization are effective in inhibiting microbial growth and extending shelf life. Additionally, the implementation of a cold chain and modern cooling technologies helps maintain quality during distribution. With appropriate post-harvest technologies, milk quality can be maintained, ensuring it is safe for consumption and meets food quality standards.

Keywords: Dairy Coolers, Dairy Damage, Microbial Contamination, Milk, Storage

PENDAHULUAN

Susu dianggap sebagai makanan yang hampir lengkap karena merupakan sumber protein, lemak, dan mineral utama yang baik (Nurliyani, 2021). Susu sapi mengandung berbagai unsur penting yang dibutuhkan tubuh seperti kalsium, fosfor, natrium dan kalium, kandungan vitamin yang dimilikinya juga lengkap seperti vitamin A, vitamin B kompleks, B1, B2, B6, B12, vitamin B, vitamin D, dan vitamin E (Wulanningsih, 2022). Kadar lemak susu juga dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan preferensi konsumen. Susu termasuk bahan pangan hewani berbentuk cairan berwarna putih yang dihasilkan oleh hewan mamalia dan diperoleh melalui proses pemerahan untuk memenuhi kebutuhan anaknya yang baru lahir (Susanti & Hidayat, 2016).

Susu adalah makanan dengan nilai gizi dan kandungan air yang tinggi, yang menjadi tempat untuk pertumbuhan mikroorganisme terutama bakteri sehingga dapat menyebabkan berkurangnya masa simpan dan menurunnya kualitas susu (Harjanti et al., 2020). Tingginya kandungan bakteri dalam susu mempengaruhi kualitas dan keamanan produk yang dihasilkan (Puspitarini dan Herbani, 2019). Susu dapat dikonsumsi secara langsung dengan catatan bahwa susu murni yang dikonsumsi terjamin higienitasnya dan keamanannya (Suciati & Safitri, 2021).

Susu dapat cepat rusak dan tidak layak konsumsi karena terkontaminasi bakteri sehingga pengolahan susu sapi dilakukan untuk meningkatkan variasi produk olahan sekaligus mencegah kerugian akibat susu segar yang mudah rusak (Wardhani *et al.*, 2023). Susu segar umumnya hanya dapat bertahan kurang dari 24 jam apabila tidak segera diolah atau dimanfaatkan. Salah satu faktor kerusakan susu yang terpenting adalah suhu saat transportasi atau penyimpanan (hendrawati & Utomo, 2017). Laju pertumbuhan bakteri pada susu sangat bergantung pada suhu penyimpanan. Oleh karena itu, penerapan teknologi rantai dingin (*cold chain system*) menjadi sangat penting dalam mempertahankan kualitas dan keamanan susu. Sistem rantai dingin merupakan salah satu metode penyimpanan yang paling umum digunakan, terutama oleh industri rumah pengolahan susu (Festicora *et al.*, 2025). Cara yang efektif dalam mempertahankan mutu susu adalah penerapan teknologi refrigerasi, yaitu menurunkan suhu susu hingga mencapai tingkat tertentu agar pertumbuhan bakteri dapat dihambat (James, 2020). Cold chain sangat penting dalam menjaga kualitas pangan dengan mempertahankan suhu rendah secara konsisten selama proses penyimpanan, transportasi, hingga distribusi (Tian, 2021). Selain memperpanjang

masa simpan, penerapan rantai dingin juga membantu menjaga kandungan gizi, cita rasa, serta mutu fisik susu agar tetap layak dikonsumsi.

METODE

Kajian ini dilakukan dengan pendekatan studi pustaka (*literature review*) terhadap publikasi ilmiah dari database nasional dan internasional seperti *googlescholar* selama periode 2016-2026. Kata kunci yang digunakan antara lain susu, kontaminasi mikroba, penyimpanan, kerusakan susu, dan pendinginan susu. Kriteria inklusi meliputi studi yang membahas integrasi penyebab kontaminasi dan teknologi untuk menekan kontaminasi.

Pustaka yang telah diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan sejumlah kriteria tertentu, selanjutnya diringkaskan dan dianalisis guna memperoleh informasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penanganan Pascapanen Susu Setelah pemerahan

Proses pemerahan sapi yang meliputi bersihkan kandang, bersihkan hewan ternak, utamanya area puting dan ambing, pemerahan sapi menggunakan mesin ataupun secara manual dan menyimpan hasil pemerahan pada tempat penyimpanan sementara. Proses pengepakanan susu secara manual sangat berisiko terserang oleh bakteri yang berasal dari hygiene sanitasi yang buruk (Pramesti & Yudhastuti, 2017). Hal tersebut dikarenakan penanganan alat penyaring yang tidak bersih dan pembersihan alat pengemas yang hanya menggunakan air saja tanpa disinfektan, sehingga masih tersisa susu dan kotoran di atasnya. Kebiasaan membersihkan alat menggunakan kain pun tidak steril sehingga memperburuk proses ini. Susu bisa dengan mudah dipolusi setelah dikeluarkan dari ambing, sehingga alat yang tidak dapat disterilkan berperan sebagai media pembawa bakteri.

Durasi waktu yang ditempuh oleh susu segar secara alami hanya bertahan 120 menit, setelah itu susu akan rusak karena infeksi bakteri patogen seperti *Escherichia coli*. Kontaminasi tersebut terjadi akibat ketidaksesuaian pada saat sanitasi kandang, hygiene pemerah, proses pasteurisasi yang tidak sempurna, dan tidak adanya sistem pendingin pada kendaraan pengangkut saat distribusi (Roza *et al.*, 2020). Kualitas yang harus tetap dipantau untuk keamanan dalam konsumsi susu, yaitu kondisi rusak pada susu dapat diketahui dari kehadiran buih pada susu, rasanya yang pahit sebagai akibat dari rusaknya protein, rasa dan bau asam yang disebabkan oleh bakteri penghasil asam, susu menggumpal, serta adanya lender serta bau tengik.

Kondisi sanitasi yang buruk dan eksekusi tindakan yang tidak tepat berdasarkan SOP penyematan dan pengolahan pasca-pemanenan dapat dipastikan sebagai faktor yang signifikan dalam membentuk kualitas mikrobiologis susu sapi segar menjadi buruk. Rekomendasi FAO dan WHO untuk memproduksi susu berkualitas tinggi dan aman, maka manajemen sanitasi harus diimplementasikan secara menyeluruh dari hulu sampai hilir mulai dari persiapan ternak, sanitasi alat, sanitasi lingkungan kandang, operator, sanitasi sumber air (Rumondor *et al.*, 2021). Rantai dingin merupakan kegiatan yang dijalankan guna mengendalikan agar produksi air susu tetap berada dalam suhu dingin atau <4C setelah melalui proses pemerahan. Penggunaan rantai dingin dapat mempengaruhi tingginya jumlah bakteri dan ketahanan air susu sapi segar.

Kontaminasi Mikroba selama Pascapanen

Salah satu permasalahan utama dalam penanganan pascapanen susu adalah kontaminasi mikroba pada susu. Hal tersebut terjadi karena susu memiliki kandungan nutrisi yang lengkap sehingga sangat mudah menjadi media pertumbuhan mikroorganisme. Sepanjang proses pemerahan, hingga penyimpanan, dan distribusi, bakteri dapat masuk ke dalam susu. Ambing ternak yang tidak bersih, tangan pemerah yang kurang higienis, peralatan yang tidak steril, air pencuci yang tercemar, serta wadah susu yang kotor merupakan penyebab umum terjadinya kontaminasi mikroba. Jumlah mikroba dalam susu dapat meningkat dengan cepat dan menyebabkan penurunan mutu susu jika sanitasi tidak dilakukan dengan baik (Zairinayati & Santia, 2023).

Kualitas susu segar yang baru diperah dapat menurun, jika pascapanen tidak dirawat dengan benar. Susu mengandung air, protein, lemak, dan laktosa yang merupakan sumber nutrisi bagi mikroba. Mikroorganisme seperti bakteri dapat berkembang biak sangat cepat pada suhu ruang. Kontaminasi mikroba dapat menyebabkan perubahan warna, aroma, dan rasa, serta mempercepat kerusakan susu. Beberapa bakteri patogen juga dapat membahayakan kesehatan konsumen, jika susu dikonsumsi tanpa proses pengolahan yang baik (Nababan *et al.*, 2016).

Sanitasi dan hygiene selama proses pascapanen sangat penting, untuk mengurangi kontaminasi mikroba. Membersihkan kandang, mencuci ambung sebelum pemerahan, menggunakan peralatan yang steril, dan menjaga pekerja tetap dalam keadaan bersih adalah beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melakukan sanitasi. Susu harus segera disaring setelah pemerahan selesai dan disimpan pada suhu rendah. Tindakan tersebut perlu dilakukan, karena suhu rendah dapat memperlambat aktivitas bakteri dan mempertahankan

kualitas susu lebih lama (Sutrisno *et al.*, 2016).

Teknologi pengolahan seperti pasteurisasi juga berperan penting dalam mengurangi jumlah mikroba pada susu selain sanitasi dan pendinginan. Pasteurisasi dilakukan dengan memanaskan susu pada suhu tertentu dalam waktu tertentu untuk membunuh bakteri patogen, tanpa merusak kandungan nutrisi yang terdapat di dalam susu. Kualitas susu akan terjaga dengan baik, jika teknologi pascapanen diterapkan dengan baik, sehingga susu lebih aman untuk dikonsumsi dan tahan lebih lama (Rahmawati *et al.*, 2024).

Pengaruh Penyimpanan terhadap Kualitas Susu

Proses penyimpanan merupakan tahapan yang sangat penting dalam penanganan pascapanen susu, karena dapat mempengaruhi kualitas susu yang dihasilkan. Susu memiliki sifat yang mudah mengalami kerusakan, sehingga memerlukan kondisi penyimpanan yang tepat untuk menjaga kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi susu agar tetap terjaga. Suhu dan lama penyimpanan adalah faktor utama yang perlu diperhatikan dalam mempertahankan mutu susu, karena apabila susu disimpan pada suhu yang tidak sesuai, pertumbuhan mikroba akan meningkat dan menyebabkan kerusakan susu lebih cepat terjadi (Sugiyani *et al.*, 2024).

Penyimpanan susu pada suhu rendah sangat membantu menghambat pertumbuhan bakteri, dengan begitu kualitas dapat bertahan lebih lama dibandingkan jika disimpan pada suhu ruang. Pada suhu ruang, bakteri berkembang sangat cepat, hal ini menyebabkan susu menjadi asam, karena peningkatan aktivitas mikroba sehingga menyebabkan perubahan pada aroma, rasa, warna susu, serta terjadi penggumpalan protein susu. Sebaliknya, penyimpanan pada suhu rendah atau dingin mampu memperlambat proses kerusakan, sehingga susu tetap segar dan layak dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu (Sukmaningrum *et al.*, 2021).

Lama penyimpanan juga mempengaruhi kandungan nutrisi susu, semakin lama susu disimpan, maka kualitas protein, lemak, dan laktosa dapat mengalami penurunan akibat aktivitas mikroorganisme dan reaksi kimia selama penyimpanan. Kandungan vitamin tertentu dalam susu juga dapat berkurang apabila penyimpanan dilakukan terlalu lama atau pada suhu yang kurang tepat (Arum & Widyawati, 2016).

Penyimpanan dengan cara yang tepat, seperti menyimpan dalam wadah tertutup, meletakkan di tempat yang dingin dan mendistribusikan dengan cara yang bersih sangat dibutuhkan untuk menjaga kualitas susu selama penyimpanan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Susu yang disimpan dengan cara yang benar dapat membantu menjaga mutu susu,

membuatnya bisa disimpan lebih lama, dan mengurangi resiko terkontaminasi bakteri. Penanganan penyimpanan yang baik, dapat menjaga susu tetap aman dikonsumsi dan memiliki kualitas yang sesuai dengan standar mutu pangan (Rusidah *et al.*, 2022).

Teknologi Pascapanen untuk Menekan Kontaminasi

Pengolahan pascapanen susu dalam industri pangan memiliki peran krusial dalam memastikan kualitas dan keamanan produk yang sampai ke tangan konsumen. Proses ini mencakup penanganan, penyimpanan, dan pengolahan susu segar setelah diperah hingga menjadi produk siap konsumsi (Lengkong *et al.*, 2025). Seiring berkembangnya teknologi, inovasi dalam pengolahan susu pascapanen terus mengalami kemajuan. Salah satu upaya penting yang diterapkan adalah metode pendinginan cepat pada susu untuk mempertahankan kualitas serta memperpanjang daya simpan tanpa penggunaan bahan pengawet kimia.

Sistem Pendingin	Cara Kerja / Sumber Energi	Kelebihan	Kekurangan	Skala Penggunaan	Sumber
Bulk Tank	Pendinginan aktif menggunakan listrik untuk menurunkan suhu susu secara cepat	Pendinginan cepat dan stabil, mampu mencapai suhu $\leq 4^{\circ}\text{C}$, menjaga kualitas susu	Membutuhkan listrik stabil, biaya investasi tinggi, dan perawatan teknis	Industri/peternakan skala besar	Festicora <i>et al.</i> (2025)
DX Cooling	Sistem pendingin langsung (direct expansion) berbasis refrigerasi listrik	Efektif menjaga suhu susu tetap rendah dalam waktu singkat	Memerlukan biaya operasional dan keahlian teknis tinggi	Industri susu	Festicora <i>et al.</i> (2025); Agustriyanto (2022)
Can Cooling Insulated Milk Transport Box (IMTB)	Pendinginan sederhana menggunakan wadah berinsulasi tanpa listrik	Lebih murah, praktis, dan tidak membutuhkan listrik	Kapasitas terbatas dan rentan fluktuasi suhu yang dapat merusak susu	Peternakan kecil / distribusi sederhana	Adi <i>et al.</i> (2019)
Refrigerated Milk Truck	Truk pengangkut susu dengan	Sangat efektif mempertahankan suhu stabil	Risiko kontaminasi mikroba	Distribusi industri skala besar	Felipus <i>et al.</i> (2023)

Sistem Pendingin	Cara Kerja / Sumber Energi	Kelebihan	Kekurangan	Skala Penggunaan	Sumber
Pendingin Termoelektrik Berbasis Arduino	sistem refrigerasi untuk menjaga suhu selama transportasi Menggunakan modul termoelektrik dengan sumber daya listrik atau baterai	saat distribusi jarak jauh Portable, praktis, cocok untuk jumlah susu sedikit	tinggi jika sanitasi kurang baik Kapasitas penyimpanan terbatas	Rumah tangga / skala kecil	Suryanata dan Ibutama (2020)
Pendingin Susu Berbasis Biogas	Memanfaatkan biogas limbah ternak untuk menghasilkan energi listrik pendingin	Ramah lingkungan, menekan biaya listrik, memanfaatkan limbah ternak	Membutuhkan instalasi biogas dan pengelolaan khusus	Peternakan sapi perah	Munahar <i>et al.</i> (2019)

Penerapan sistem rantai dingin pada penyimpanan susu sapi memiliki peranan penting dalam mempertahankan kualitas dan keamanan produk dengan mencegah kontaminasi mikroorganisme serta kerusakan komponen kimia pada susu. Sistem aktif seperti *bluk tank* dan *DX cooling* menawarkan pendinginan cepat dan stabil, yang sangat efektif dalam menurunkan suhu susu hingga $\leq 4^{\circ}\text{C}$ dalam waktu singkat (Festicora *et al.*, 2025). Namun keduanya memerlukan pasokan listrik stabil, biaya investasi tinggi, serta keahlian teknis dalam pengoperasiannya (Agustriyanto, 2022). Kondisi tersebut dapat diatasi dengan menggunakan sistem pendingin sederhana seperti *can cooling insulated milk transport box* (IMTB) yang lebih terjangkau dan tidak memerlukan listrik. Akan tetapi, sistem pendingin sederhana tersebut memiliki kapasitas yang terbatas dan berisiko merusak susu apalagi terjadi fluktuasi suhu (Adi *et al.*, 2019). Pendistribusian dalam skala besar seperti industri persusuan, sistem pendingin *refrigerated milk truck* paling efektif menjaga suhu stabil selama transportasi, tetapi juga memiliki risiko kontaminasi mikroba paling besar jika tidak disanitasi dengan baik (Felipus *et al.*, 2023). Sistem pendingin susu tidak hanya diciptakan pada skala besar untuk kebutuhan industri saja tetapi juga terdapat sistem pendingin untuk susu berjumlah kecil yang dibutuhkan oleh skala rumah tangga.

Rancangan sistem termoelektrik yang dikendalikan dengan arduino dan dapat menggunakan daya listrik maupun baterai merupakan sistem pendingin yang bekerja dengan menjaga suhu tetap rendah sehingga susu terjaga selama penyimoanan dan perjalanan (Suryanata & Ibnutama, 2020).

Mahalnya biaya listrik untuk pengoperasian alat pendingin susu menyebabkan beberapa peternak mengalami kerugian akibat rusaknya susu. Kondisi ini mendorong terciptanya inovasi pendingin susu yang memanfaatkan biogas hasil limbah ternak untuk menggerakkan generator yang mampu menghasilkan daya *electric* lebih dari 3000 watt dan mampu menghidupkan alat penyimpanan dan pendingin susu dengan kapasitas 200 liter (Munahar et al., 2019). Biogas sebagai sumber energi pendingin susu dapat membantu mempertahankan kualitas susu pascapanen sekaligus menekan biaya operasional peternak melalui penggunaan energi alternatif yang ramah lingkungan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penanganan pascapanen susu memiliki peranan penting dalam menjaga kualitas, keamanan, dan daya simpan susu sebelum sampai ke konsumen. Susu merupakan bahan pangan yang kaya nutrisi sehingga mudah mengalami kerusakan akibat aktivitas mikroorganisme apabila tidak ditangani dengan baik. Oleh karena itu, penerapan sanitasi dan higiene selama proses pemerahan, penyimpanan, hingga distribusi menjadi faktor utama dalam mencegah kontaminasi mikroba dan mempertahankan mutu susu. Penyimpanan pada suhu rendah terbukti mampu memperlambat pertumbuhan bakteri serta menjaga kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi susu lebih lama dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang. Berbagai teknologi pendingin seperti bulk tank, *DX cooling*, *refrigerated milk truck*, IMTB, pendingin termoelektrik berbasis Arduino, hingga pendingin berbasis biogas telah dikembangkan untuk mendukung sistem rantai dingin susu sesuai kebutuhan peternak maupun industri. Setiap sistem memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, baik dari segi biaya, kapasitas, maupun efektivitas pendinginan. Selain itu, teknologi pascapanen seperti pendinginan cepat dan pasteurisasi juga berperan penting dalam menekan kontaminasi mikroba dan menjaga keamanan susu. Pengembangan teknologi pendingin yang hemat energi, terjangkau, dan mudah digunakan perlu terus dilakukan, terutama bagi peternak skala kecil. Pemanfaatan energi alternatif seperti biogas juga perlu dikembangkan lebih lanjut karena mampu menekan biaya operasional sekaligus mendukung pengelolaan limbah ternak yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustrianto, R. M. (2022). Dynamic study and PI control of milk cooling process. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 12(5), 1836–1843. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.12.5.15049>
- Arum, P., & Widyawati, A. (2016). Kandungan gizi ASI (Air Susu Ibu) pada berbagai suhu dan lama penyimpanan. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 16(3), 200–208. <https://doi.org/10.25047/jii.v16i3.313>
- Felipus, N. C., Bajaluk, S. A. B., Thaler Neto, A., Knob, D. A., & Alessio, D. R. M. (2022). Quality of refrigerated raw milk according to the bulk transport conditions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 45(1), Article e58353. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v45i1.58353>
- Festicora, A. D., Sitompul, I. S. B., & Suseno, R. (2025). Teknologi pemerahan susu sapi di Indonesia: Implikasi cold chain terhadap kualitas penyimpanan susu. *Science, Technology and Management Journal*, 5(2), 93–99.
- Hendrawati, T. Y., & Utomo, S. (2017). Optimasi suhu dan waktu sterilisasi pada kualitas susu segar di Kabupaten Boyolali. *Jurnal Teknologi*, 9(2), 97–102. <https://doi.org/10.24853/jurtek.9.2.97-102>
- James, S. A. (2020). The food cold-chain and climate change. *Food Research International*, 43(7), 1944–1956. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.02.001>
- Munahar, S., Purnomo, B. C., & Widiyanto, A. (2019). Implementasi pemanfaatan biogas sebagai energi pendingin susu di Kecamatan Cepogo Kabupaten Boyolali. *Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 149–154. <https://doi.org/10.32699/jpm.v3i2.880>
- Nababan, M., Suada, I. K., & Swacita, I. B. N. (2016). Kualitas susu segar pada penyimpanan suhu ruang ditinjau dari uji alkohol, derajat keasaman dan angka katalase. *Indonesia Medicus Veterinus*, 4(4), 374–382.
- Nurliyani. (2021). *Imunologi susu*. Gadjah Mada University Press..
- Rahmawati, A., Lubis, A. K., Eliska, A., & Nurlaela, R. S. (2024). Kajian literatur: Penerapan teknologi pasteurisasi dan Ultra High Temperature (UHT) terhadap kualitas mikrobiologi susu. *Karimah Tauhid*, 3(6), 6961–6972. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i6.13689>
- Rusidah, Y., Auliya, Q. A., & Saputro, A. A. (2022). Studi kualitas hewani melalui pengujian mikrobiologi, organoleptik, dan derajat keasaman susu sapi segar yang diproduksi Kota Kudus. *Jurnal Medika Indonesia*, 1(1), 1–6.
- Suciati, F., & Safitri, L. S. (2021). Pangan fungsional berbasis susu dan produk turunannya. *Journal of Sustainable Research in Management of Agroindustry*, 1(1), 13–19.
- Sugiyani, R. A., Safari, W. F., & Achmadi. (2024). Perbandingan suhu penyimpanan susu sapi segar terhadap Total Plate Count (TPC). *Jurnal Penelitian Biologi dan Terapannya*, 7(2), 280–289.

- Sukmaningrum, H., Darmayanti, L. P. T., & Puspawati, G. A. K. D. (2021). Perubahan karakteristik minuman susu fermentasi selama penyimpanan suhu ruang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 10(1), 119–130. <https://doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i01.p12>
- Suryanata, M. G., & Ibnutama, K. (2020). Lemari pendingin portable untuk penyimpanan Air Susu Ibu (ASI) menggunakan termoelektrik. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 7(1), 53–60.
- Susanti, R., & Hidayat, E. (2016). Profil protein susu dan produk olahannya. *Jurnal MIPA*, 39(2), 98–106. <https://doi.org/10.15294/jurnalmipa.v39i2.10873>
- Sutrisno, D. A., Kumalaningsih, S., & Mulyadi, A. F. (2016). Studi stabilitas mutu susu segar selama pengangkutan menggunakan suhu rendah yang layak secara teknis dan finansial (Kajian suhu dan lama waktu pendinginan). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 16(3), 207–212.
- Tian, Y. Z. (2021). Efek gelembung nano dan pembekuan berbantuan ultrasonik frekuensi konstan/variabel pada perilaku pembekuan sistem model pangan kental. *Journal of Food Engineering*, 292, Article 110284. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110284>
- Wardhani, S. A., Haris, H., & Fanani, M. Z. (2023). Kajian produk olahan susu fermentasi. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 5(1), 33–37. <https://doi.org/10.30997/jiph.v5i1.7891>
- Wulanningsih, U. A. (2022). Pelatihan pembuatan yoghurt susu sapi dengan metode sederhana menggunakan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 1(2), 66–78.
- Zairinayati, & Santia, S. (2023). Higiene sanitasi proses pengolahan susu sapi terhadap kualitas mikrobiologi (cemaran coliform) di Bangka Botanical Garden. *Buletin Kesehatan Lingkungan Masyarakat*, 42(4), 163–171.