

Kajian Literatur: Penerapan Teknologi Pasteurisasi dan Ultra High Temperature (UHT) terhadap Kualitas Mikrobiologi Susu

Anni Khoriah Lubis^{1*}, Agnia Rahmawati¹, Arshyla Eliska¹, Raden Siti Nurlaela²

¹Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda Bogor, Jl. Tol Ciawi No. 1, Kotak Pos 35, Ciawi, Bogor 16720.

*korespondensi: b.2110626@unida.ac.id

ABSTRAK

Susu adalah cairan yang berasal dari ambung atau kelenjar mamalia melalui proses pemerahan tepat dan higienis. Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur atau di kenal dengan tinjauan pustaka dengan menggunakan media seperti jurnal, buku dan sebagainya sebagai sumber data. Susu segar rentan tercemar mikroba, maka dari itu di perlukan penanganan lebih lanjut seperti proses pasteurisasi dan *Ultra High Treatment* (UHT). Pada produk UHT, digunakan suhu tinggi minimal 135°C, proses tersebut membuat bakteri pembusuk, spora, dan patogen mati. sedangkan pasteurisasi cenderung menggunakan suhu rendah yang akan mempengaruhi mutu pada susu yang dipicu oleh perubahan suhu. Pasteurisasi tidak dapat membunuh seluruh sel bakteri dalam susu tetapi hanya menurunkan jumlah sel vegetatif bakteri dan tidak dapat membunuh spora. Selama penyimpanan, aroma susu pasteurisasi mengalami penurunan kualitas yang disebabkan oleh aktivitas bakteri, yaitu *psychrotrophic* yang mampu bertahan di suhu mencapai 35°C seperti *Pseudomonas* hingga *mycobacterium*. Susu yang melalui proses pasteurisasi maupun UHT aman untuk dikonsumsi dibandingkan dengan susu segar karena susu segar memiliki kualitas mikrobiologik yang rentan terhadap kerusakan

Kata Kunci: susu, mikrobiologi, pasteurisasi, uht

PENDAHULUAN

Kualitas berbagai makanan dan produk pertanian dapat menurun dengan cepat karena pertumbuhan mikroba. Cemaran mikroba mengacu pada kerusakan yang disebabkan oleh mikroba terhadap makanan yang telah diolah. Oleh karena itu penilaian mutu produk pangan mempunyai peranan yang sangat penting. Bahan yang terdapat dalam suatu produk makanan yang tercemar oleh mikroba harus ditangani dengan hati-hati dan penting untuk mengetahui cara penanganan produk

yang berpotensi menyebabkan kerusakan atau penurunan kualitas. Apabila mikroorganisme tersebut merupakan patogen maka dapat membahayakan kesehatan orang yang mengkonsumsinya.

Kriteria keamanan pangan salah satunya dapat ditentukan dengan standar mikrobiologi yang terdapat dalam pangan. Selain itu, prosedur GMP dan HACCP yang diterapkan dalam proses pengolahan produk juga dapat dijadikan sebagai kriteria keamanan pangan dan dapat meningkatkan kepercayaan konsumen (Arifin et al., 2016)(Martoyo et al., 2014). Mikroba dapat mencemari bahan pangan pada saat bahan pangan masih melekat pada tanaman atau hewan hidup atau pada saat bahan pangan dipanen. Mikroba yang melekat pada saat bahan pangan dipanen disebut sebagai mikroba kontaminan, Mikroba kontaminan dalam jumlah yang besar biasanya cepat berpengaruh terhadap mutu, seperti produk pangan yang bersentuhan langsung dengan pekerja saat pengolahan, kontaminasi dari bahan mentah itu sendiri, lingkungannya, atau lainnya.

Susu adalah cairan yang berasal dari ambing atau kelenjar mamalia melalui proses pemerahan tepat dan higienis. Salah satu komoditas agroindustri yaitu susu, sangat rentan terhadap kerusakan jika dibiarkan dalam suhu ruang dan dalam jangka waktu yang lama karena gizi yang terkandung sangat lengkap dan menjadi media yang disukai mikroba untuk tumbuh (Febriyanti et al., 2023). Dalam menghasilkan produk yang berkualitas dan terjaga mutunya untuk produk berbahan dasar susu diperlukan pengendalian kualitas dari tahap pra-pengemasan, produksi, pengemasan, dan penyimpanan hingga sampai di tangan konsumen (Widyaningtyas, 2021).

METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan artikel ini, metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur, juga dikenal sebagai tinjauan pustaka, yang berarti mencari dan membaca berbagai buku, jurnal, dan publikasi lain yang terkait dengan topik penelitian untuk

membuat karya tulis tentang topik atau isu tertentu (Marzali, 2016). Dalam studi ini dilakukan pengkajian informasi dari beberapa jurnal penelitian yang memiliki keterkaitan dengan topik yang akan dibahas, yaitu: 1.) Definisi susu segar, 2.) Pencemaran atau kontaminasi yang dapat terjadi pada susu segar, dan 3.) Kualitas mikrobiologi susu dengan penerapan pasteurisasi dan *Ultra High Temperature* (UHT). Dalam mengumpulkan informasi untuk penulisan ini, menggunakan data dengan ketentuan sebagai berikut: 1.) Jurnal penelitian yang berhubungan dengan topik penelitian; 2.) Naskah yang dipublikasi merupakan naskah publikasi dari jurnal nasional dan internasional; 3.) Menggunakan artikel yang dapat diunduh gratis pada google dan google scholar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Definisi Susu Segar

Susu sapi segar bermanfaat untuk mencegah penyakit (osteoporosis, obesitas, darah tinggi, kanker) dan memperkuat sistem imun tubuh, serta pertumbuhan dan perkembangan sel otak manusia agar kesehatannya optimal. Mengandung bahan aktif dengan fungsi fisiologis. Produksi susu sapi terus meningkat, namun masih belum mencukupi untuk memenuhi permintaan dan produksi susu berbahan dasar susu. Susu kambing dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti susu sapi karena protein pada susu sapi lebih menyebabkan alergi dibandingkan pada susu kambing. Selain itu, susu kambing memiliki keunggulan nutrisi vit yang lebih tinggi dan mudah dicerna (Anggraini et al., 2018).

Susu kaya akan komponen-komponen nutrisi, sehingga memiliki peran penting terhadap kesehatan (Tomar et al., 2019). Susu sapi segar bermanfaat untuk mencegah penyakit (osteoporosis, obesitas, darah tinggi, kanker) dan memperkuat sistem imun tubuh, serta pertumbuhan dan perkembangan sel otak manusia agar kesehatannya optimal. Produksi susu sapi terus meningkat, tetapi masih kurang untuk memenuhi permintaan dan produksi susu, sehingga diperlukan susu dari sumber hewan lain

yang memiliki potensi menyebabkan alergi laktosa lebih rendah (Anggraini et al., 2018).

Cemaran mikroba pada produk dapat menjadikan produk tersebut rusak, membahayakan kesehatan yang mengkonsumsinya, serta menurunkan kualitas produk (Mennane et al., 2007). Pada produk susu saat terjadi penurunan mutu dapat ditandai dengan perubahan rasa menjadi asam, aroma asam, warna keruh atau kekuningan, dan konsistensi mengental. Tingkat pencemaran mikroba berkaitan dengan tingkat kebersihan susu yang ditandai dengan jumlah mikroba yang tercemar. yang ada dalam susu dapat digunakan sebagai ukuran tingkat pencemaran dan tingkat kebersihan susu. Oleh karena itu, pengetahuan tentang penanganan susu segar yang benar perlu diketahui agar produk susu tidak mengalami penurunan nutrisi yang tinggi, memiliki mutu baik, tahan lama, dan aman.

2. Pencemaran Pada Susu Segar

Mikroba yang tercemar pada produk susu dapat tercemar melalui lingkungan yang kotor (ternak dan kotor, peralatan tidak bersih, air yang digunakan terkontaminasi). Menurut Meutia et al., (2016), kondisi hygiene yang rendah menyebabkan mikroorganisme menjadi cepat tumbuh.

Mikrobiologis pada susu juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti perbedaan suhu kandang di pagi hari atau di sore hari. Waktu pemerahan yang berbeda saat pagi hari atau sore hari pada penelitian Arifin et al., (2016), hasil yang didapatkan tidak berbeda nyata, namun secara deskriptif susu yang diperah pagi hari mengandung mikroba lebih tinggi dibandingkan dengan susu yang diperah sore hari. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh sanitasi kandang (Cahyono et al., 2013).

Air bebas atau aktivitas air (A_w) dapat meningkatkan aktivitas pertumbuhan mikroba dalam produk susu. Waktu pemerahan pagi tidak berbeda nyata dari hasil analisis ragam, pada sore hari dengan nilai A_w susu pemerahan pagi lebih besar 0,916 dan susu sore lebih kecil 0,896. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa, kelembaban

udara saat pemerahan dapat mempengaruhi nilai Aw. Cemarkan mikroba dapat berkaitan erat dengan kualitas susu segar, apabila nilai aw tinggi susu lebih rentan terhadap cemarkan mikroba.

3. Penerapan Teknologi Pasteurisasi dan UHT terhadap Kualitas Mikrobiologi Susu

3.1 Kualitas Mikrobiologi Susu yang melalui proses penanganan Pasteurisasi

Dari berbagai macam teknologi pengolahan susu, pasteurisasi menjadi salah satu cara pengawetan susu yang paling digemari (Sarkar, 2015). Pasteurisasi merupakan perlakuan pemanasan sedang yang suhunya lebih rendah dibandingkan susu sterilisasi. Pemanasan yang digunakan untuk pasteurisasi yaitu dengan pemanasan suhu rendah guna menghilangkan bakteri patogen agar tidak mempengaruhi nilai nutrisi susu dan terjaganya karakteristik fisik serta cita rasa susu segar. Setelah dipanaskan, selanjutnya susu tersebut didinginkan. Pendinginan dapat dilakukan dengan suhu mencapai 10°C agar umur simpan susu dapat bertahan lebih lama. Hal ini dikarenakan mikroba pembusuk akan mati pada 3-10°C (Setya, 2012). Tetapi susu pasteurisasi tidak akan bertahan dengan waktu yang sangat lama hanya berminggu-minggu saja (Niamsuwan et al., 2014).

Kualitas susu pasteurisasi dapat dipengaruhi oleh bahan baku, kontaminasi, bahan kemasan, suhu, dan kondisi penyimpanan karena dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme (Nada et al., 2012). Pasteurisasi bertujuan untuk menghancurkan bakteri yang mungkin ikut terbawa saat proses pemerahan serta meningkatkan mutu susu karena akan mempengaruhi kerusakan dengan ciri-ciri seperti perubahan aroma dan rasa sehingga berpengaruh pada daya terima di pasar. Metode pasteurisasi yaitu LTLT (*Low Temperature Long Time*) dan HTST (*High Temperature Short Time*). Suhu yang

digunakan pada pasteurisasi LTLT adalah 63-66°C pada kurun waktu 30 menit dan HTST pada suhu 72°C pada kurun waktu 15 menit (Nefasa, 2018).

Kelebihan dari pasteurisasi yaitu mikroorganisme patogen dalam susu dapat mati melalui proses pemanasan, dapat memperpanjang umur simpan supaya mutu nya tetap terjaga dalam kurun waktu tertentu. secara ekonomis, manfaat proses pasteurisasi dapat di rasakan oleh peternak sapi perah. dimana harga nya lebih ekonomis di bandingkan dengan yang tidak melalui pasteurisasi dan daya simpan yang lama sehingga dapat di simpan kembali apabila sedang tidak di konsumsi (Triwidyastuti et al., 2019)

Kelemahan dari proses pasteurisasi dapat menyebabkan terjadinya kerusakan komponen gizi dalam susu. selain itu, kekurangan lain dari pasteurisasi yaitu dapat tercemar oleh mikroorganisme saat proses pengemasan. Selain itu ada pula faktor lain seperti suhu saat pengangkutan dan penyimpanan akan berpengaruh pada perkembangan bakteri dan spora tahan panas seperti *Staphylococcus aureus*. Maka perlu di lakukan pengamanan dengan mengacu pada SNI 01-3951-1995 (Wanniatie & Hanum, 2015).

Bakteri yang terbunuh saat pasteurisasi mencapai 90–99%.kelebihan pasteurisasi yaitu nutrisi serta mutu sensori dapat bertahan (Setya, 2012). Masa simpan dari pasteurisasi dapat bertahan paling lama 2 minggu.dan akan terjadi perubahan dari beberapa parameter terutama pada tampilan fisik yang menyebabkan terjadinya degradasi vitamin (Setya, 2012).

Membran sel patogen pada susu terdapat senyawa protein yang dapat melindungi lapisan. suhu tinggi di atas 50°C dapat menyebabkan protein terdenaturasi, yang dapat merusak senyawa protein yang melindungi lapisan bakteri patogen selain itu, suhu tinggi juga dapat membuat terjadi pecahnya membran sel mikroba yang lebih efektif (Maitimu et al., 2013). Selama penyimpanan, aroma susu pasteurisasi mengalami penurunan kualitas yang disebabkan oleh aktivitas bakteri, yaitu *psychrotrophic* yang mampu bertahan di

suhu mencapai 35°C seperti *Pseudomonas* hingga *mycobacterium* (Adriawan et al., 2021).

3.2 Kualitas Mikrobiologi Susu yang melalui proses penanganan Ultra High Temperature (UHT)

Lengkapya nutrisi yang terdapat dalam susu membuat susu sangat rentan rusak yang disebabkan karena bakteri. Rusaknya susu utamanya disebabkan karena terkandungnya protein yang tinggi yang dapat mendorong tumbuhnya bakteri patogen. Bakteri yang umum ditemukan dalam susu segar diantaranya *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Eschericia coli*, dan *Yersinia enterocolitica*. Umur simpan susu akan semakin pendek apabila terkandung bakteri patogen dan dapat menimbulkan masalah kesehatan (Claeys et al., 2013). Untuk memperpanjang umur simpan susu, dapat dilakukan penanganan atau pemrosesan susu salah satunya menggunakan teknologi Ultra High Temperature (UHT).

Terdapat sedikit perbedaan dengan susu pasteurisasi, Susu Ultra High Treatment (UHT) adalah produk susu yang diproses secara aseptis dan dibersihkan dengan suhu minimal 135 derajat Celcius selama dua detik, dengan atau tanpa bahan tambahan makanan yang diizinkan (Miskiyah, 2011). Susu yang diproses melalui Ultra High Temperature Treatment (UHT) memiliki tanggal kedaluwarsa yang lebih lama dibandingkan dengan susu yang dipasteurisasi. Selain itu, susu yang diproses melalui UHT akan steril karena bakteri pembusuk, patogen, dan pembentuk spora akan mati, yang membuatnya aman untuk dikonsumsi (Suwito, 2010).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Banik et al., (2014), kualitas mikrobiologi sebagian besar sampel susu mentah yang diteliti tidak memuaskan sebagaimana ditunjukkan oleh jumlah bakteri yang tinggi dan keberadaan bakteri koliform. Namun pada susu yang telah dipasteurisasi maupun yang melalui proses UHT aman untuk dikonsumsi. Menurut definisi proses UHT,

keberadaan bakteri dalam susu UHT harus minimal atau tidak ada sama sekali (Hassan et al., 2009).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Banik et al., (2014), semua sampel susu UHT yang diteliti negatif mengandung bakteri. Alasan keberadaan bakteri dalam susu UHT dapat terjadi karena kualitas susu mentah, sanitasi pabrik pengolahan, status bahan pengemas dan juga proses penanganan (Tekinsen et al., 2007). Sedangkan pada susu segar memiliki jumlah bakteri yang tinggi, berkisar antara $5,2 \times 10^8$ hingga $1,3 \times 10^7$ cfu/ml.

Penyebab paling sering dari jumlah bakteri yang tinggi biasanya adalah akibat dari buruknya pembersihan sistem pemerahan. Jumlah bakteri mungkin tinggi karena pemerah ambing yang kotor, menjaga lingkungan pemerahan dan kandang yang tidak bersih, dan gagal mendinginkan susu dengan cepat hingga kurang dari 40 °F atau setara dengan 4,45 °C (Saxena & Rai, 2013).

KESIMPULAN

Susu sapi memiliki banyak manfaat, namun pada susu segar mengandung bakteri seperti *campylobacter spp*, *salmonella spp*, *listeria monocytogenes*, *escherichia coli* dan *yersenia enterocolitica*. Maka dari itu dilakukan penanganan susu segar dengan 2 metode pengolahan susu, yaitu pasteurisasi dan UHT (*Ultra High Temperature*). Metode pasteurisasi terbagi menjadi 2 jenis yaitu LTLT dan HTST. Metode pasteurisasi terbagi menjadi 2 jenis yaitu LTLT dan HTST. LTLT suhu yang digunakan 63-66°C pada kurun waktu 30 menit dan HTST pada suhu 72°C pada kurun waktu 15 menit. Bakteri yang terbunuh saat pasteurisasi mencapai 90–99%, namun pengangkutan dan penyimpanan akan berpengaruh pada perkembangan bakteri dan spora tahan panas seperti *Staphylococcus aureus*. Selama penyimpanan, aroma susu pasteurisasi mengalami penurunan kualitas yang disebabkan oleh aktivitas bakteri, yaitu *psychrotrophic* yang mampu bertahan di suhu mencapai 35°C seperti *Pseudomonas* hingga *mycobacterium*. Susu yang mengalami proses UHT negatif

mengandung bakteri, adanya keberadaan bakteri dapat terjadi karena kualitas susu mentah, sanitasi pabrik pengolahan, status bahan pengemas dan juga proses penanganan. Susu yang melalui proses pasteurisasi maupun UHT aman untuk dikonsumsi dibandingkan dengan susu segar karena susu segar memiliki kualitas mikrobiologik yang rentan terhadap kerusakan.

REFERENSI

- Adriawan, U. D., Setyawardani, T., Hantoro, A., & Rahardjo, D. (2021). Pengaruh Lama Simpan Susu Pasteurisasi Rasa Coklat pada Suhu Dingin Terhadap Total Asam dan Kualitas Organoleptik (Rasa, Tekstur, Aroma). *Journal Animal Science and Technology*, 3(1), 47–54.
- Anggraini, H., Tongkhao, K., & Chanput, W. (2018). *Reducing milk allergenicity of cow, buffalo, and goat milk using lactic acid bacteria fermentation*. 070010. <https://doi.org/10.1063/1.5062808>
- Arifin, M., Oktaviana, A. ., Wihansah, R. R. ., Yusuf, M., Rifkhan, R., Negara, J. ., & Sio, A. . (2016). Kualitas Fisik, Kimia dan Mikrobiologi Susu Kambing pada Waktu Pemerahan yang Berbeda di Peternakan Cangkurawok, Balumbang Jaya, Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 4(2), 291–295. <https://doi.org/10.29244/jipthp.4.2.291-295>
- Banik, S. K., Das, K. K., & Uddin, M. A. (2014). Microbiological quality analysis of raw, pasteurized, UHT milk samples collected from different locations in Bangladesh. *Stamford Journal of Microbiology*, 4(1), 5–8. <https://doi.org/10.3329/sjm.v4i1.22753>
- Cahyono, D., Padaga, M. ., & Sawitry, M. . (2013). Kajian Kualitas Mikrobiologis Total Plate Count (TPC), Enterobacteriae dan Staphylococcus aureus) Susu Sapi Segar di Kecamatan Krucil Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak*, 8(1), 1–8. <http://jitek.ub.ac.id/index.php/jitek/article/download/170/161>
- Claeys, W. L., Cardoen, S., Daube, G., De Block, J., Dewettinck, K., Dierick, K., De Zutter, L., Huyghebaert, A., Imberechts, H., Thiange, P., Vandenplas, Y., &

- Herman, L. (2013). Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Food Control*, 31(1), 251–262. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.035>
- Febriyanti, A. D., Arthiyani, F. P., Khotami, K. Y., & Septi, N. (2023). Analisis Pengendalian Mutu Produksi Pada Produk Susu Pasteurisasi Serta Pengendalian Kerusakan Produk Akhir dan Perbaikannya. *Karimah Tauhid*, 2(4), 1004–1010.
- Hassan, A., Amjad, I., & S, M. (2009). Microbiological and physicochemical analysis of different UHT milk available in local market. *As. J. Food Ag. Ind*, 2(3), 434–447.
- Maitimu, C. ., Legowo, A. ., & Al-Baarri, A. . (2013). Karakteristik Mikrobiologis , Kimia , Fisik Dan Organoleptik Susu Pasteurisasi Dengan Penambahan Ekstrak Daun Aileru (*Wrightia Calycina*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1), 18–29.
- Martoyo, P. Y., Hariyadi, R. D., & Rahayu, W. P. (2014). KAJIAN STANDAR CEMARAN MIKROBA DALAM PANGAN DI INDONESIA. *Jurnal Standardisasi*, 16(2), 113. <https://doi.org/10.31153/js.v16i2.173>
- Marzali, A.-. (2016). Menulis Kajian Literatur. *ETNOSIA : Jurnal Etnografi Indonesia*, 1(2), 27. <https://doi.org/10.31947/etnosia.v1i2.1613>
- Mennane, Z., Ouhssine, M., Khedid, K., & Elyachioui, M. (2007). Hygienic quality of raw cow's milk feeding from domestic waste in two regions in Morocco. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9(1), 46–48.
- Meutia, N., Rizalsyah, T., Ridha, S., & Sari, M. K. (2016). Antibiotic Residues in Water Fresh Milk Derivat From Farms in The Territory of Aceh Besar. *Ilmu Peternakan*, 16(1), 1–5.
- Miskiyah. (2011). Kajian Standar Nasional Indonesia Susu Cair di Indonesia. *Jurnal Standardisasi*, 13(1), 1–7.
- Nada, S., Ilija, D., Igor, T., Jelena, M., & Ruzica, G. (2012). Implication of food safety measures on microbiological quality of raw and pasteurized milk. *Food Control*,

25(2), 728–731. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.12.022>

Nefasa, N. . (2018). *Teknologi Pengolahan Hasil Ternak*. Plantaxia.

Niamsuwan, S., Kittisupakorn, P., & Mujtaba, I. M. (2014). Control of milk pasteurization process using model predictive approach. *Computers & Chemical Engineering*, 66, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2014.01.018>

Sarkar, S. (2015). Microbiological Considerations: Pasteurized Milk. *International Journal of Dairy Science*, 10(5), 206–218. <https://doi.org/10.3923/ijds.2015.206.218>

Saxena, M., & Rai, P. (2013). Microbiological and chemical analysis of raw, pasteurized and UHT milk during preservation In India. *International Journal of ChemTech Research*, 5(6), 2804–2809.

Setya, A. . (2012). *Teknologi Pengolahan Susu*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Slamet Riyadi.

Suwito, W. (2010). Bakteri yang sering mencemari susu: deteksi, patogenesis, epidemiologi, dan cara pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(3), 96–100. <http://pustaka.litbang.pertanian.go.id/publikasi/p3293103.pdf>

Tekinsen, K. K., Elmali, M., & Ulukanli, Z. (2007). Microbiological Quality of UHT Milk Consumed in Turkey. *Internet Journal Of Food Safety*, 7, 45–48.

TOMAR, O., AKARCA, G., ÇAĞLAR, A., BEYKAYA, M., & GÖK, V. (2019). The effects of kefir grain and starter culture on kefir produced from cow and buffalo milk during storage periods. *Food Science and Technology*, 40(1), 238–244. <https://doi.org/10.1590/fst.39418>

Triwidyastuti, Y., Nizar, M., & Jusak, J. (2019). Pengendali Suhu Pada Proses Pasteurisasi Susu Dengan Menggunakan Metode Pid Dan Metode Fuzzy Sugeno Temperature Control for Milk Pasteurization Utilizing the Proportional-Integral-Derivative (Pid) and Fuzzy Sugeno Method. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(4), 355–362. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201961068>

Wanniatie, V., & Hanum, Z. (2015). Kualitas Susu Pasteurisasi Komersil. *Jurnal*

Agripet, 15(2), 92–97. <https://doi.org/10.17969/agripet.v15i2.2724>

Widyaningtyas, S. (2021). ANALISIS PENGENDALIAN MUTU STATISTIK KEMASAN SUSU PASTEURISASI Shinta Widyaningtyas Program Studi Teknologi Agroindustri , Universitas Nahdlatul Ulama Indonesia , Indonesia. *Jitmi*, 4(1), 121–128.