



Pengendalian Cemaran Mikroba Pada Susu

Windi Nopitasari, Mita Anggraini, Linda Advinda

*Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Bar., Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25171
Email : windinovitasari0311@gmail.com*

ABSTRAK

Susu merupakan sumber protein hewani yang kaya akan nutrisi. Susu memiliki sifat yang mudah rusak jika pada proses pengolahannya tidak dilakukan dengan baik. Susu dapat tercemar oleh bakteri patogen atau nonpatogen yang berasal dari ternak itu sendiri, peralatan pemerahan, ruang penyimpanan yang kurang bersih, debu, udara, lalat dan penanganan oleh manusia. Kerusakan yang terjadi pada susu dapat disebabkan karena tingginya nutrisi susu yang juga merupakan sumber substrat bagi mikroorganisme yang mengkontaminasinya. Mikroorganisme yang sering mengkontaminasi atau mencemari susu adalah *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.*, dan *Escherichia coli*. Oleh karena itu, ada beberapa cara yang dapat dilakukan sebagai upaya pengendalian cemaran mikroba pada susu yaitu dengan adanya Penerapan Good Manufacturing Practices (GMP), Pasteurisasi, Ultra high temperature (UHT), Penggunaan Bakteriosin, dan Pencucian dengan neutral electrolysed water (NEW).

Kata kunci : susu, mikroorganisme, kontaminasi

PENDAHULUAN

Susu merupakan salah satu bahan pangan yang sangat penting dalam mencukupi kebutuhan gizi masyarakat. Komposisi gizi susu yang sangat tinggi dan lengkap dengan perbandingan yang sempurna terdiri atas protein, karbohidrat, lemak, dan mineral, sehingga menjadikan susu merupakan bahan pangan yang sangat strategis (Harpini, 2008). Namun demikian, sekalipun susu mengandung berbagai macam zat gizi, diketahui bahwa susu juga merupakan tempat berkembang biak yang baik bagi berbagai macam mikroorganisme. Hal ini terutama disebabkan karena susu memiliki pH antara 6,5 sampai 6,6 dan merupakan kondisi yang sangat menguntungkan bagi mikroorganisme karena pH mendekati netral (pH 6,5-7,5) merupakan pH yang paling baik untuk pertumbuhan bakteri sehingga susu akan mudah rusak (Ahmadi dan Estiasih, 2009)

Susu yang normal berwarna putih kebiru-biruan hingga agak kuning kecokelatan. Warna putih pada susu, serta penampakkannya adalah akibat penyebaran butiran-butiran koloid lemak, kalsium kaseinat dan kalsium fosfat. Sedangkan bahan utama yang memberikan warna kekuningan adalah karoten dan riboflavin. Jenis sapi dan jenis makanannya dapat juga mempengaruhi warna susu (Buckle dkk, 2009). Rasa asli susu hampir tidak dapat diterangkan, tetapi yang jelas menyenangkan dan agak manis. Rasa



manis ini berasal dari laktosa sedangkan rasa asin berasal dari klorida, sitrat dan garam-garam mineral lainnya (Buckle dkk.,2009)

Susu dapat tercemar oleh bakteri patogen atau nonpatogen yang berasal dari ternak itu sendiri, peralatan pemerahan, ruang penyimpanan yang kurang bersih, debu, udara, lalat dan penanganan oleh manusia. Adanya pertambahan jumlah mikroorganisme mengindikasikan bahwa susu tersebut tidak layak dan tidak aman untuk dikonsumsi (Yusuf, 2011). Pertumbuhan mikroorganisme dalam suatu makanan dapat menurunkan mutu dan keamanan pangan, yang ditandai oleh perubahan rasa, aroma, warna, konsistensi, dan penampakan (Chotiah, 2020 dan Rahmawita dkk, 2018). Mikroorganisme yang dibiarkan berkembang dalam susu akan menyebabkan susu menjadi rusak. Namun kondisi yang paling merugikan akan terjadi apabila susu tersebut dikonsumsi oleh konsumen akhir (pengguna akhir produk) akan menyebabkan gangguan kesehatan mulai sakit perut biasa, dehidrasi sampai kondisi yang lebih parah mengakibatkan kematian (Triwidyastuti *et.al*, 2019). Untuk itu, perlu dilakukan prosedur pemerahan yang baik untuk mencegah terjadinya kontaminasi mikroorganisme pada susu, meliputi persiapan sapi yang akan diperah, kondisi kandang, kondisi pemerah, peralatan, dan tempat penyimpanan (Santoso *et.al*, 2012).

METODE PENELITIAN

Review Jurnal

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang dilakukan dengan metode review literature atau penelusuran pustaka, berupa paper dari puluhan lebih jurnal ilmiah yang berkaitan dengan pengendalian cemaran mikroba pada susu. Studi literatur dilakukan dengan menggunakan Google Scholar, Science Direct, Pubmed dan membaca buku dalam bentuk e-book terkait dengan topik pengendalian cemaran mikroba pada susu yang dipublikasikan di atas tahun 2000. Setelah literatur dikumpulkan, kemudian di buat rangkuman dan dilakukan analisis mengenai topik yang bersangkutan.

Koleksi data dilakukan dilakukan secara kualitatif dengan metode dokumentasi yaitu fakta diperoleh melalui jurnal, artikel ilmiah dan buku dalam bentuk e-book. Metode ini efisien karena data yang dibutuhkan dikutip dari dokumen jurnal, artikel ilmiah dan buku yang ada. Hasil yang diperoleh akan diolah sedemikian rupa agar terlihat lebih sempurna. Analisis data ini dilakukan untuk meningkatkan pemahaman dan memungkinkan untuk menginterpretasikan apa yang telah ditemukan di penelitian orang lain. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan ditemukan beberapa data kuantitatif dan kualitatif yang kemudian dielaborasi dengan metode deskriptif dari berbagai sudut pandang.



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Mikroorganisme Dalam Susu

Susu dapat tercemar oleh berbagai mikroorganisme yang dapat mengkontaminasi susu sesuai dengan temperatur hidupnya serta aktivitasnya. Dalam menguraikan zat-zat makanan didalam susu, sehingga dapat menimbulkan berbagai perubahan pada susu baik secara fisik, kimia maupun biologi. Lingkungan yang ada di sekitar tempat susu diproduksi baik itu temperatur, iklim, udara, kelembaban udara, sangat mempengaruhi keberadaan susu yang juga akan menentukan kualitas susu yang dihasilkan (Salam, 2017).

Bakteri patogen yang dapat mencemari susu terbagi menjadi dua yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Perbedaan kedua bakteri ini terletak pada struktur dinding selnya yaitu, bakteri gram positif memiliki struktur dinding sel dengan kandungan peptidoglikan yang lebih tebal sedangkan bakteri gram negatif memiliki struktur dinding sel dengan kandungan lipid yang tinggi (Nurhidayati *et.al*, 2015). Bakteri gram positif maupun bakteri gram negatif dapat memberikan dampak yang buruk kepada manusia seperti bakteri penyebab infeksi nosokomial. Bakteri ini adalah jenis bakteri gram positif dari golongan *S.aureus* sedangkan bakteri gram negatif merupakan bakteri yang banyak mengkontaminasi makanan sehingga dapat menyebabkan keracunan makanan. Keracunan makanan biasanya disebabkan oleh *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli* dan *Vibrio cholera* (Porotu'o *et.al.*, 2015).

Staphylococcus aureus

S. aureus menjadi salah satu bakteri patogen yang sering terdapat dalam susu yang terkontaminasi (Oktaviantris, 2007). Karakteristik dari *S. aureus* ialah merupakan bakteri Gram positif, berbentuk bulat, memiliki diameter 1 μm , tersusun secara berkelompok yang tidak teratur seperti buah anggur, non motil dan tidak membentuk spora. Bakteri *S. aureus* dapat tumbuh dalam keadaan aerob sampai anaerob fakultatif, yang mana suhu optimum dalam pertumbuhannya ialah 37 °C, namun membentuk pigmen paling baik pada suhu 20°C -35°C atau pada keadaan suhu kamar. *S. aureus* dapat tumbuh pada berbagai macam media dan dengan aktif melakukan metabolisme. Koloni pada media padat berbentuk bulat, lembut dan mengkilat. *S. aureus* biasanya membentuk koloni abu-abu hingga keemasan (Jawetz et al, 2005).

Bakteri ini mudah tumbuh dan merupakan agen penyebab utama penyakit mastitis. Kontaminasi dari bakteri *S. aureus* pada susu sapi segar menghasilkan toksin yang tahan terhadap suhu panas, sehingga dapat membahayakan konsumen. Kemampuan membentuk toksin ditentukan oleh jumlah *S. aureus*, oleh karena itu SNI No 01-6366-2011 membatasi jumlah *S. aureus* dalam susu $\leq 1 \times 10^2$ CFU/ml.



***Salmonella* sp.**

Salmonella sp. adalah bakteri yang tidak tahan terhadap panas, dengan demikian infeksi salmonella dapat dicegah dengan memanaskan makanan. Pemanasan yang disarankan untuk mencegah penyakit salmonellosis adalah pada suhu 66°C selama paling sedikit 20 menit (Brooks, 2008).

Salmonella sp. merupakan salah satu bakteri patogen yang menyebabkan penyakit foodborne disease yaitu penyakit yang disebabkan karena mengkonsumsi makanan atau minuman yang telah tercemar (Arifin, 2015). Pencemaran yang terjadi pada susu dapat mengakibatkan penurunan kualitas susu dan hal ini ditandai dengan perubahan warna, aroma, konsistensi dan tampilan susu yang tidak sewajarnya (Handayani dan Maya, 2010).

Bakteri Coliform

Bakteri coliform adalah golongan bakteri intestinal, yang hidup dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri Coliform adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogen lain. Kelompok bakteri Coliform, antara lain *E. coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Salmonella* sp. dan *Shigella*. Kehadiran bakteri Coliform pada susu sapi segar sangat tidak diharapkan karena dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia, utamanya pada saluran pencernaan, seperti gangguan kram perut, dan diare (Muchtadi *et al.*, 2010)

Syarat mutu susu segar adalah memiliki batas maksimum cemaran bakteri (Total Plate Count/TPC) (1×10^6 CFU/ml), Coliform (20/ml), Most Probable Number (MPN) *E. coli* < 3/ml, *S. aureus* (1×10^2 /ml), serta negatif atau tidak adanya bakteri *Salmonella* sp., *E. coli* (patogenik), dan *Streptococcus* Group B (BSN, 2009).

Escherichia coli

E. coli merupakan agen patogen yang berasal dari lingkungan yang biasa terdapat pada tangan pemerah dan ambing sapi. *E. coli* merupakan bagian famili Enterobacteriaceae, berbentuk batang pendek (coccobasil), Gram negatif, ukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm , sebagian bergerak positif dan beberapa strain memiliki kapsul dan tidak membentuk spora serta bersifat anaerob fakultatif, kebanyakan bersifat motil (dapat bergerak) dengan menggunakan flagella (Nygren *et al.*, 2012). *E. coli* yang patogen dapat hidup pada suhu rendah sekalipun yaitu 7 °C maupun suhu yang tinggi yaitu 44°C, namun dia akan lebih optimal tumbuh pada suhu antara 35°C - 37°C, serta dalam kisaran pH 4,4 - 8,5. Nilai aktivitas air minimal 0,95 lebih resistensi terhadap asam. Bakteri ini relatif sangat sensitif terhadap panas dan inaktif pada suhu pasteurisasi atau selama pemasakkan makanan (Suardana dan Swarcita, 2009)



E. coli dapat bersifat patogen pada manusia karena beberapa serotype dari bakteri ini mampu memproduksi toxin. Keracunan toxin ini dapat menyebabkan terjadinya akumulasi cairan di dalam usus dan menyebabkan diare. Diare akibat keracunan susu yang tidak dipasteurisasi atau dipasterisasi kurang sempurna sering terjadi pada manusia (Nakasone *et al.*, 2005). Bakteri akan masuk ke dalam saluran kelenjar susu ketika sapi mengalami kontak dengan sumber dan lingkungan penularan yang terkontaminasi (Nurhayati dan E Martindah, 2015). Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2011 menetapkan batas maksimum cemaran Enterobacteriaceae dalam susu $\leq 1 \times 10^3$ CFU/ml.

LANGKAH PENGENDALIAN CEMARAN MIKROBA

Kontaminasi pada susu dapat dikurangi antara lain dengan menjaga kesehatan ternak, higiene susu, dan pasteurisasi (Jeffrey *et al.* 2009). Higiene personal berperan penting pula dalam mencegah keracunan setelah minum susu. Penerimaan bahan baku harus memenuhi standar SNI susu segar. Selama penanganan, susu ditempatkan pada suhu dingin dalam *milk can* tertutup sehingga terhindar dari kontaminasi lingkungan. Untuk susu segar yang telah memenuhi standar SNI, proses penyimpanan dan pendistribusiannya sampai ke tangan konsumen perlu diperhatikan agar susu tidak mengandung bakteri pembusuk. Hal yang dapat dilakukan untuk menghindari susu dari bakteri pembusuk yaitu susu pasteurisasi harus disimpan pada kondisi dingin. Susu yang mengandung mikroba $>10^6$ CFU/ml sudah terbentuk toksin yang dengan pasteurisasi masih dapat bertahan hidup (Suwito, 2010)

Penerapan Good Manufacturing Practices (GMP)

Aspek yang dinilai pada GMP ini adalah lokasi pabrik, bangunan pabrik, fasilitas sanitasi, mesin dan peralatan, bahan, pengawasan proses, produk akhir, laboratorium, karyawan, pengemasan, label dan keterangan produk, penyimpanan, pemeliharaan dan program sanitasi, pengangkutan, dokumentasi dan pencatatan, pelatihan, penarikan produk, dan pelaksanaan pedoman. (Sari *et al.*, 2020)

Struktur bangunan harus kuat, aman dan tidak menjadi sumber kontaminasi, Desain, konstruksi dan lay out bangunan dibuat berdasarkan perencanaan yang memenuhi persyaratan teknik dan hygiene, susunan bangunan tidak menimbulkan lalu lintas kerja, serta pertemuan antar dinding dengan lantai tidak bersudut mati. Jarak antar mesin yang ditetapkan adalah 2 m, jarak 2 m antara mesin dengan dinding bangunan dimana adanya jarak, penggunaan mesin dikalibrasi, peralatan yang bersentuhan langsung dengan makanan terbuat dari bahan tidak beracun serta mesin yang digunakan dilengkapi dengan pengendali kelembaban. Bahan baku dari supplier benar dari awal datang benar-benar dikontrol oleh bagian QC, bahan baku harus sesuai dengan persyaratan MUI, serta air yang digunakan harus memenuhi persyaratan kualitas air



bersih. Produk dihindarkan dari kontaminasi, bahan dalam proses sesuai dengan standar mutu, pengawasan selama proses produksi dilakukan dengan memperhatikan faktor-faktor waktu, suhu, kelembaban, tekanan dan sebagainya, bahan pada setiap tahapan proses harus memenuhi persyaratan mutu dengan cara diperiksa secara fisik, kimia, organoleptik maupun mikrobiologi. (Sari *et.al* , 2020)

Pengawasan penyimpanan bahan baku harus terpisah dengan bahan lain serta pengawasan Pelaksanaan produksi dilakukan dengan menghindari penyebab kontaminasi produk dengan cara sebelum masuk ke tempat produksi karyawan harus dalam kondisi bersih, menggunakan APD. Penyimpanan Bahan baku , bahan tambahan, dan bahan penolong serta produk akhir disimpan terpisah dalam ruangan yang bersih, menggunakan sistem FIFO serta Penyimpanan produk jadi dilakukan pada kondisi yang terkendali. Pelatihan wajib bagi karyawan baru sebelum bekerja mendapat pengarahan, latihan, teknik, GMP, hygiene personal, dan hygiene proses, pengolahan pangan, HACCP/ ISO 22000, SJH, FSSC 22000 cara produksi berwawasan lingkungan, K3 dan Standar Operational Procedure sesuai bidang tugasnya.

Menurut penelitian Sari (2020) ,SOP GMP ini sangat mempengaruhi kualitas susu ,dimana SOP GMP diterapkan dengan cukup baik dengan skor 592 serta proses produksi dilakukan dengan sanitasi dan higiene yang baik sehingga kandungan kadar air dalam produk masih sesuai dengan persyaratan SNI yaitu 1,86%, Samonella sp dan Coliform tidak terdeteksi serta total mikroba masih dalam batas aman yaitu $1,67 \times 10^1$ CFU/ml. Hal ini sesuai dengan pendapat Wijayanti (2017) yang menyatakan bahwa Jumlah bakteri Coliform dan jumlah total bakteri yang terkandung didalam susu semakin sedikit apabila higiene dan sanitasinya dilakukan dengan baik.

Ada atau tidaknya Coliform pada bahan pangan juga dipengaruhi oleh waktu pemanasan, suhu pemanasan, higiene atau tidaknya proses produksinya. Coliform merupakan bakteri gram negatif yang keberadaannya dipengaruhi oleh proses pemanasan, waktu dan suhu pemanasan, ada tidaknya pencemaran dari peralatan saat proses pengolahan. Tidak terdeteksinya Coliform pada susu bubuk ini, mengindikasikan bahwa kontaminasi oleh kotoran, sanitasi pada peternakan dan proses pengolahan dikontrol dengan baik (Herdiana, 2007).

Pasteurisasi

Pasteurisasi merupakan metode yang dikenal dalam industri pengolahan susu sebagai metode untuk membunuh mikroorganisme menggunakan suhu tinggi (thermal). Pasteurisasi thermal ini mengakibatkan terjadinya kerusakan komponen kimiawi seperti protein, vitamin, dan mineral, sehingga diperlukan teknologi pasteurisasi non-thermal yang aman, mempertahankan nutrisi dan atribut mutu lainnya (Sarman, 2014). Tjahjadi dan Marta (2011) menyatakan bahwa tujuan pengolahan susu pasteurisasi adalah sebagai



berikut: 1. Membunuh semua bakteri patogen (penyebab penyakit) yang umumnya dijumpai pada bahan pangan, yaitu bakteri - bakteri patogen yang berbahaya ditinjau dari kesehatan masyarakat. 2. Memperpanjang daya tahan simpan bahan pangan dengan jalan mematikan bakteri pembusuk dan menonaktifkan enzim pada bahan pangan yang asam (pH).

Pasteurisasi dapat dilakukan dengan dua metode umum yaitu metode batch untuk pasteurisasi skala kecil dan metode continue untuk skala menengah sampai besar. Pada tipe pasteurisasi yang menggunakan metode batch adalah tipe pasteurisasi low temperature long time (LTLT), sedangkan tipe pasteurisasi yang menggunakan metode continue adalah tipe pasteurisasi high temperature short time (HTST) (Sabil, 2015). Pada Proses pasteurisasi High Temperature Short Time (HTST) dilakukan pemanasan diatas 75°C selama 15 detik dan pada Low Temperature Long Time (LTLT) dilakukan pemanasan dengan suhu rendah tapi jangka waktunya lama misalnya pemanasan 65°C selama 30 menit (Malaka, 2010).

Agar susu dapat diterima oleh konsumen, maka kualitas susu pasteurisasi harus memenuhi standar baku SNI sehingga konsumen tidak merasa dirugikan. Cemaran mikroba pada susu pasteurisasi yang ditetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 1995 menetapkan batas maksimum cemaran Coliform 10/ml, dengan Total Plate Count (TPC) maksimal 3×10^4 CFU/ml.

Ultra high temperature (UHT)

Merupakan susu yang diproses secara pemanasan yang tinggi (135-145°C) dalam waktu singkat selama 2-5 detik, dapat mempertahankan nilai gizi lebih baik daripada pengolahan lainnya. Pemanasan suhu tinggi bertujuan untuk membunuh seluruh mikroorganisme (baik pembusuk maupun patogen). Waktu pemanasan yang singkat dimaksudkan untuk mencegah kerusakan nilai gizi susu serta untuk mendapatkan warna, aroma, dan rasa yang relatif tidak berubah, seperti susu segarnya (Ide, 2008)

Susu yang melalui proses UHT akan memiliki masa kadaluarsa lebih panjang dibandingkan dengan susu pasteurisasi. Susu dengan proses UHT akan steril karena bakteri pembusuk, patogen, dan berspora akan mati sehingga susu aman dikonsumsi. Kasus keracunan setelah minum susu yang disebabkan oleh *S. aureus* terjadi karena kontaminasi selama penyimpanan maupun proses produksi. (Suwito, 2010)

Umur simpan susu UHT bisa sangat panjang pada suhu kamar, yaitu mencapai 6-10 bulan tanpa bahan pengawet dan tidak perlu dimasukkan ke lemari pendingin. Susu UHT dapat bertahan selama 2 tahun tanpa dengan kondisi suhu ruangan, tapi jika kemasannya telah dibuka, harus disimpan di lemari pendingin dan jangan lebih dari 5 hari. Bila dibiarkan dalam suhu ruang, susu akan menjadi asam (rusak) dalam sehari (Ide, 2008).



Sistem pengemasan susu UHT dengan cara higienis dengan menggunakan kemasan aseptik multilapis berteknologi canggih dan kedap udara sehingga diduga bakteri tak akan dapat masuk ke dalamnya. Selain itu, kemasan susu UHT yang multilapis serta juga kedap cahaya sehingga sinar ultraviolet tidak akan mampu menembusnya. Terlindunginya susu dari sinar ultraviolet akan membuat kesegaran susu UHT akan tetap terjaga (Eirry, 2005).

Produk susu kemasan UHT dan pasteurisasi hendaknya harus memenuhi Standar Nasional Indonesia mengenai spesifikasi persyaratan mutu susu (SNI 01-6366-2000). Persyaratan susu UHT/steril mengharuskan tidak adanya cemaran bakteri *Enterococcus* sp., *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella* sp., sedangkan pada susu pasteurisasi cemaran bakteri *Enterococcus* sp. 1×10^{-2} , *S. aureus* 1×10^{-1} , dan *Salmonella* sp. negatif.

Penggunaan Bakteriosin

Bakteriosin merupakan antimikroba yang digunakan untuk menonaktifkan mikroba. Pengendalian bakteri patogen dapat dilakukan dengan kombinasi antara bakteriosin yang dihasilkan bakteri asam laktat dan suhu tinggi. Cara ini sudah diterapkan pada industri keju di Spanyol (Arques *et al.* 2005).

Pencucian dengan neutral electrolysed water (NEW)

Pencucian peralatan yang digunakan dalam proses pasteurisasi dapat menggunakan neutral electrolysed water (NEW). Efektivitas NEW sama dengan sodium hipoklorit (NaOCl) dan metode ini efektif untuk menonaktifkan *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *S. aureus* (Deza *et al.* 2005). Peralatan yang terbuat dari baja tahan karat yang digunakan selama proses pasteurisasi, bila tidak segera dicuci akan berpotensi terbentuknya biofilm atau koloni bakteri yang berbentuk seperti lendir sehingga akan lebih tahan terhadap proses pencucian biasa (Deza *et al.* 2005).

PENUTUP

1. Susu dapat tercemar oleh bakteri patogen atau nonpatogen yang berasal dari ternak itu sendiri, peralatan pemerahan, ruang penyimpanan yang kurang bersih, debu, udara, lalat dan penanganan oleh manusia.
2. Adanya pertambahan jumlah mikroorganisme mengindikasikan bahwa susu tersebut tidak layak dan tidak aman untuk dikonsumsi. Pertumbuhan mikroorganisme dalam susu dapat menurunkan mutu dan keamanan pangan susu, yang ditandai oleh perubahan rasa, aroma, warna, konsistensi, dan penampakan.
3. Bakteri patogen yang dapat mencemari susu terbagi menjadi dua yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Bakteri gram positif maupun bakteri gram



negatif dapat memberikan dampak yang buruk kepada manusia seperti bakteri penyebab infeksi nosokomial adalah jenis bakteri gram positif dari golongan *S. aureus* sedangkan bakteri gram negatif merupakan bakteri yang banyak mengkontaminasi makanan sehingga dapat menyebabkan keracunan makanan. Keracunan makanan biasanya disebabkan oleh *Salmonella* sp. Shigella, *E. coli* dan *Vibrio cholera*

4. Pengendalian cemaran mikroorganisme pada susu dapat dilakukan dengan Penerapan Good Manufacturing Practices (GMP), pasteurisasi, ultra high temperature (UHT), penggunaan bakteriosin, dan pencucian dengan neutral electrolysed water (NEW)

REFERENSI

- Ahmadi, K. dan Estiasih, T. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arifin, I.M. 2015. Deteksi *Salmonella* sp. Pada Daging Sapi di Pasar Tradisional dan Pasar Modern di Kota Makassar. *Skripsi*. Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Baharutan, A., Rares, F dan Soeliongan, S. 2015. Pola Bakteri Penyebab Infeksi Nosokomial Pada Ruang Perawatan Intensif Anak di BLU RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *Jurnal e-Biomedik*, 3(1): 412-419.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2009. Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7388:2009 tentang Batas maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan. Jakarta.
- Brooks GF, Carroll KC, Butel JS, Morse SA, Jawetz, Melnick et al. 2008. *Medical Microbiology, 24th edition*. New York: McGraw-Hill Medical.
- Buckle KA, RA Edwarda, G.H. F T, M. Woolton. 2009. *Ilmu Pangan*. Jakarta Universitas Indonesia
- Chotiah, S. 2020. *Beberapa bakteri patogen yang mungkin dapat ditemukan pada susu sapi dan pencegahannya*. Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah menuju Perdagangan Bebas.
- Estiasih, T. dan Kgs. Ahmadi. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: Rajawali Pres.
- Eirry, S. 2005. *Macam-Macam Olahan Susu*. Jakarta: Penerbit Penebar Swadaya.



- Handayani, K. S., dan P. Maya. 2010. Kesehatan ambing dan higien pemerahan di peternakan sapi perah desa pasir buncir kecamatan caringin. *Jurnal Penyuluhan Peternakan*; 5: 1.
- Harpini B. 2008. *Upaya menyongsong industri pengolahan dan pemasaran susu pada peternakan rakyat. Dalam: Prosiding Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas 2020*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan bekerja sama dengan Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Keuangan dan Perbankan Indonesia”. Jakarta.
- Ide, P. 2008. *Health Secret Of Kefir*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Jawetz , E, Melnick, J.L & Adelberg,E.A. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Salemba Medika.
- Jayarao, B.M., S.C. Donaldson, B.A. Straley, A.A. Sawant, N.V. Hegde, and J.L. Brown. 2006. A survey of foodborne pathogens in bulk tank milk and raw milk consumption among farm families in Pennsylvania. *J. Dairy Sci.* (89): 2451–2458.
- Jeffrey , T., Lejeune, and P.J.R. Schultz. 2009. Unpasteurized milk: A continued public health threat. Food Safety. *Clinical Infectious Dis.* (48): 93–100.
- Jorgensen, H.J., T. Mork, H.R. Hogasen, and L.M. Rorvik. 2005. Enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in bulk milk in Norway. *J. Appl. Microbiol.* (99): 158–166.
- Muchtadi, Tien R dkk, 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. CVALFABETA: Bandung.
- Nakasone, N., H. H. Tran, M. B. Nguyen, N. Higa, C. Toma, T. Song, Y. Ichinose, and M. Iwanga. 2005. Short Report: Isolation of *Escherichia coli* O157: H7 from Fecal Samples of Cows In Vietnam. *Am. J. Med. Hyg.* 73(3): 586-587.
- Nurhidayati, I.S. dan E. Martindah. 2015. Pengendalian Mastitis Subklinis melalui Pemberian Antibiotik Saat Periode Kering pada Sapi Perah. *Jurnal WARTAZOA*. 25(2): 65-74.
- Nygren Bl, Schilling KA, Blanton EM, Silk BJ, Cole DJ, Mintz ED. 2012. *Foodborne Outbreaks Of Shigellosis in the USA. Dalam : Epidemiology And Infection*. New York, 141(2): 233–241.
- Oktaviantris , F.A. 2007. *Deteksi Bakteri Staphylococcus aureus Pada Susu Bubuk Skim (Skim Milk Powder)*. Impor. Departemen Ilmu Penyakit Hewan Dan Kesehatan



- Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Oliver, S.P., B.M. Jayarao, and R.A. Almeida. 2005. Review: Foodborne pathogens in milk and dairy farm environment: Food safety and public health implications. *Foodborne Path. Dis.* (2): 115–129.
- Porotu'o, A.C., Buntuan, V dan Rares, F. 2015. Identifikasi Bakteri Aerob Pada Makanan Jajanan Jagung Bakar di Pinggir Jalan Ring Road Manado. *Jurnal e-Biomedik.* 3(1): 1-8.
- Rahmawita, R., Putri, DH., Advinda, L. 2018. Kualitas Jajanan Anak Sekolah Dasar Secara Mikrobiologi di Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat. *Biomedika.* Vol 10. No 2. Hal 102-106
- Salam, N. 2017. *Susu dan Teknologi, Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK)*. Padang: Universitas Andalas.
- Sabil, S. 2015. Pasteurisasi High Temperature Short Time (HTST) Susu Terhadap *Listeria Monocytogenes* Pada Penyimpanan Refrigerator. *Skripsi.* Fakultas Peternakan. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Santoso, L., M. G. I. Rukmi, dan O. Lestari. 2012. Jumlah Total Bakteri dan Coliform dalam Air Susu Sapi Segar pada Pedagang Pengecer di Kota Semarang. *J. Kesehatan Masyarakat.* 1(2): 402-412.
- Sari,A.N., Pramono,Y.B., dan Dwiloka, B. Penerapan Good Manufacturing Practices (GMP) dengan Metode Skoring pada Analisis Kadar Air, Total Mikroba dan Bakteri Patogen Susu Bubuk Kambing PE di Cv. Halt Manufaktur Tegal. *Jurnal Teknologi Pangan.* 4(1)4–12.
- Sharma, P., Bremer,P., Oey,I., and Everett, D. W. 2014. Bacterial Inactivation in Whole Milk Using Pulsed Electric Field Processing. *International Dairy Journa.* Vol. 35 No. 1, pp. 49-56.
- SNI 01–3141–2011. 2011. Susu Segar. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. Jakarta. Diakses dari <https://www.slideshare.net/kutarni/27705-sni314112011sususegarbag1sapi>
- Suardana dan Swarcita. 2009 . *Higiene Makanan.* Denpasar: Udayana University Press.
- Suwito, W., 2010. Bakteri yang sering mencemari susu: deteksi, patogenesis, epidemiologi, dan cara pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian.* 29(3), p. 96-100.



- Triwidyastuti ,Y., Nizar , M. , Harianto , dan Jusak, J. 2019. Pengendali Suhu Pada Proses Pasteurisasi Susu Dengan Menggunakan Metode Pid Dan Metode Fuzzy Sugeno. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*. 6(4), p. 355-362.
- Vimont, A., C.V. Rozand, and M.L.D. Muller. 2006. Isolation of E. coli O157:H7 and nonO157 STEC in different matrices: Review of the most commonly used enrichment protocols. *Lett. Appl. Microbiol.* (42): 102– 108.
- Widiyanti, N. L. P. M. dan Ni Putu Ristiati. 2004. “Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. 3(1), 64-73.
- Wijayanti, Novita. 2017. *Fisiologi Manusia dan Metabolisine Zat Gizi*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Yusuf, A. 2011. *Tingkat Kontaminasi Escherichia coli pada Susu Segar di Kawasan Gunung Perak, Kabupaten Sinjai*. Fakultas Peternakan. Makassar: Universitas Hasanuddin.