

BAKTERI YANG SERING MENCEMARI SUSU: DETEKSI, PATOGENESIS, EPIDEMIOLOGI, DAN CARA PENGENDALIANNYA

Widodo Suwito

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, Jalan Rajawali No. 28, Demangan Baru, Yogyakarta 55281
Telp. (0274)-884662, Faks. (0274)-562935, E-mail: bptp-diy@litbang.deptan.go.id

Diajukan: 01 April 2009; Diterima: 19 Mei 2010

ABSTRAK

Susu merupakan salah satu makanan yang bergizi tinggi, namun mudah terkontaminasi oleh bakteri. Kontaminasi bakteri pada susu dimulai pada saat proses pemerahan sampai konsumsi. Bakteri yang mengontaminasi susu dikelompokkan menjadi dua, yaitu bakteri patogen dan bakteri pembusuk. Bakteri patogen meliputi *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella* sp., sedangkan untuk bakteri pembusuk antara lain adalah *Micrococcus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Bacillus* sp. Kasus keracunan setelah minum susu ada dua bentuk, yaitu infeksi dan intoksikasi. Infeksi terjadi karena mengonsumsi susu yang terkontaminasi bakteri, sedangkan intoksikasi terjadi karena mengonsumsi susu yang mengandung toksin. Gejala intoksikasi lebih cepat muncul dibandingkan dengan infeksi. Kontaminasi susu dapat diminimalkan dengan memperbaiki proses penerimaan susu segar, penanganan, pemrosesan, penyimpanan sampai konsumsi. Susu yang aman dikonsumsi berasal dari sapi yang sehat dan diproses dengan pasteurisasi atau *ultra high temperature* (UHT), penggunaan bakteriosin, dan pencucian peralatan dengan *neutral electrolysed water* (NEW). Keracunan setelah minum susu dapat dihindari dengan tidak mengonsumsi susu mentah dan susu yang telah berubah penampilannya secara fisik maupun organoleptis.

Kata kunci: Susu, bakteri, kontaminasi

ABSTRACT

Bacteria commonly contaminating milk: Detection, pathogenesis, epidemiology and control strategies

Milk is one of the highly nutritious food, but it is easily contaminated by bacteria. Contamination in milk is begun at the milking process until consumption. Contaminant bacteria in the milk can be divided into two groups, namely pathogenic and spoilage bacteria. Pathogenic bacteria include *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Salmonella* sp. and spoilage bacteria are *Micrococcus* sp., *Pseudomonas* sp., and *Bacillus* sp. Cases of poisoning after drinking milk can be divided into two kinds, namely infection and intoxication. Infection occurs after consuming milk contaminated bacteria, while intoxication occurs after drinking milk containing the toxin. Symptoms of intoxication are more quickly detected compared with that of infections. Contamination of milk can be minimized by improving the receiving fresh milk, handling, processing, storage until consumption. Milk that safe to be consumed is produced from healthy cows and pasteurized on processed in ultra high temperature (UHT), using bacteriocin and washing equipment with neutral electrolysed water (NEW). Poisoning after drinking milk can be avoided by not consume raw milk and milk that has changed its physical and organoleptic appearances.

Keywords: Milk, bacteria, contamination

Susu merupakan salah satu bahan pangan yang kaya akan zat gizi. Kandungan protein, glukosa, lipida, garam mineral, dan vitamin dengan pH sekitar 6,80 menyebabkan mikroorganisme mudah tumbuh dalam susu.

Secara alami, susu mengandung mikroorganisme kurang dari 5×10^3 per ml

jika diperah dengan cara yang benar dan berasal dari sapi yang sehat (Jay 1996). Berdasarkan SNI 01-6366-2000, batas cemaran mikroba dalam susu segar adalah *Total Plate Count* (TPC) $< 3 \times 10^4$ cfu/ml, koliform $< 1 \times 10^1$ cfu/ml, *Staphylococcus aureus* 1×10^1 cfu/ml, *Escherichia coli* negatif, *Salmonella* negatif, dan *Strepto-*

coccus group B negatif. Beberapa bakteri seperti *Listeria monocytogenes*, *Camphylolobacter jejuni*, *E.coli*, dan *Salmonella* sp. dilaporkan mengontaminasi susu dengan prevalensi kecil (Jayarao *et al.* 2006). Tujuan dari tulisan ini untuk mengulas beberapa jenis bakteri yang mengontaminasi susu ditinjau dari deteksi, epidemio-

logi, patogenesis, serta cara pengendaliannya sehingga kasus keracunan setelah minum susu dapat diminimalkan.

JENIS MIKROBA PADA SUSU

Staphylococcus aureus

Salah satu bakteri penyebab keracunan setelah minum susu adalah *S. aureus*. Di beberapa negara di Eropa, seperti Norwegia, *S. aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab keracunan setelah minum susu (Jorgensen *et al.* 2005). Sumber-sumber *S. aureus* terdapat di sekitar kita, yaitu bagian permukaan kulit, mukosa mulut, hidung, dan kulit kepala. Pemeriksaan *S. aureus* dapat menggunakan metode isolasi dilanjutkan uji koaglutinasi plasma kelinci (AOAC 1996).

Salmonella sp.

Salmonella sp. merupakan bakteri berbahaya yang dikeluarkan dari saluran pencernaan hewan dan manusia bersama dengan feses. *Salmonella enteritidis* merupakan salah satu serotipe yang sering mengontaminasi susu di samping *Salmonella typhimurium* (Sarati 1999). Berdasarkan SNI 01-6366-2000, pemeriksaan *Salmonella sp.* dilakukan secara kualitatif dan harus negatif. Salah satu metode untuk pemeriksaan *Salmonella sp.* adalah metode AOAC (1996).

Escherichia coli

E. coli termasuk bakteri berbahaya karena dapat menyebabkan diare. Salah satu syarat *E. coli* dalam SNI 01-6366-2000 harus negatif. Pemeriksaan *E. coli* dapat menggunakan metode AOAC (1996), sedangkan untuk strain *E. coli* O157:H7 mengikuti Robert *et al.* (1995).

PEMERIKSAAN MIKROBIOLOGIS

Total Plate Count (TPC)

SNI 01-6366-2000 mensyaratkan pemeriksaan TPC perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas susu. Jumlah TPC $>10^6$ cfu/ml menyebabkan mikroba cepat berkembang dan toksin sudah terbentuk.

Susu akan cepat rusak apabila disimpan pada suhu ruang lebih dari 5 jam, jarak antara peternak dan tempat pengumpul susu jauh tanpa dilengkapi dengan sarana pendingin (Jayarao *et al.* 2006). Sebagian industri pengolahan susu akan menolak susu apabila jumlah TPC $>10^6$ cfu/ml. Pemeriksaan TPC dapat dilakukan dengan metode hitungan cawan (AOAC 1996).

Koliform

Koliform merupakan parameter sanitasi susu dan produk lainnya. Koliform termasuk bakteri yang dikeluarkan dari saluran pencernaan hewan dan manusia. Pemeriksaan koliform dapat menggunakan metode *Most Probe Number* (MPN) dan hitungan koloni dalam cawan (AOAC 1996).

Isolasi dan Identifikasi

Isolasi dan identifikasi merupakan metode konvensional dalam pemeriksaan bakteri yang didasarkan pada reaksi biokimia. Oleh karena itu, dalam isolasi dan identifikasi bakteri diperlukan media yang selektif. Setelah dilakukan pewarnaan Gram dilanjutkan dengan uji biokimia pada berbagai media seperti gula. Bakteri yang sudah diisolasi dan diidentifikasi selanjutnya diuji secara serologis untuk menentukan serotipenya. Isolasi dan identifikasi untuk berbagai jenis bakteri dapat mengikuti metode Cowan (1984).

Polymerase Chain Reaction (PCR)

Polymerase Chain Reaction (PCR) merupakan uji mikrobiologis yang lebih sensitif dibandingkan dengan metode konvensional. Saat ini banyak pengembangan dari metode PCR, salah satunya adalah *Multiplex PCR*. Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi *S. aureus* dan membedakan jenis enterotoksin (Tamarapau *et al.* 2001; Jorgensen *et al.* 2005). Pengembangan PCR yang memberikan sensitivitas 93,30% dan mendeteksi *S. aureus* 10^3 cfu/g adalah *Real Time PCR* (RTQ-PCR) (Alarcon *et al.* 2006). Teknik *3 Reaction multiplex PCR* lebih akurat, cepat, dan spesifik karena metode tersebut menggunakan tiga primer sehingga dalam satu kali *running* dapat mendeteksi tiga jenis bakteri patogen sekaligus (Oscar *et al.* 2009).

EPIDEMIOLOGI

Kasus

Kasus keracunan setelah minum susu di Indonesia sering dilaporkan, baik melalui media cetak maupun media elektronik. Pada bulan September 2004 telah terjadi keracunan setelah minum susu pada 72 siswa Sekolah Dasar (SD) di Tulung Agung Jawa Timur, 300 siswa SD di Bandung, dan 73 karyawan Carefour di Surabaya. Menurut Badan Pemeriksaan Obat dan Makanan (BPOM), kasus tersebut disebabkan oleh *E. coli* dan *S. aureus* (Kompas, 4 September 2004). Kasus serupa terjadi pada tanggal 2 Juni 2009 pada 10 siswa SD di Cipayang Jakarta Timur dan 293 siswa SD di Kecamatan Sindangkatra Kabupaten Bandung yang mengalami mual-mual setelah mengonsumsi susu dalam kemasan.

Berdasarkan pemeriksaan BPOM, toksin yang dihasilkan *S. aureus* dianggap sebagai penyebab keracunan setelah minum susu (Pikiran Rakyat, 9 September 2009). Setelah keluar dari pabrik, susu dibawa ke pengecer dengan proses pendinginan yang tidak sempurna. Hal inilah yang menyebabkan *S. aureus* berkembang dan memproduksi toksin (Pikiran Rakyat, 9 September 2009). Kasus-kasus keracunan setelah minum susu dari survei yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kota Padang terjadi pada karyawan perusahaan 45%, sekolah 25%, masyarakat umum 20%, dan orang dewasa 75% (Dinas Kesehatan Padang 2008).

Bakteri Pencemar

Bakteri pencemar dalam susu dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu bakteri patogen dan bakteri pembusuk. Bakteri pembusuk seperti *Micrococcus sp.*, *Pseudomonas sp.*, dan *Bacillus sp.* akan menguraikan protein menjadi asam amino dan merombak lemak dengan enzim lipase sehingga susu menjadi asam dan berlendir. Beberapa *Bacillus sp.* yang mencemari susu antara lain adalah *B. cereus*, *B. subtilis*, dan *B. licheniformis*.

E. coli O157: H7 termasuk kelompok enterohemoragik *E. coli* (EHEC) pada manusia yang menyebabkan terjadinya *hemorrhagic colitis* (HC), *hemolytic*

uremic syndrome (HUS), dan *thrombocytopenia purpura* (TPP). Infeksi *E. coli* O157:H7 pada manusia terjadi karena minum susu yang terkontaminasi feses sapi atau dari lingkungan (Vimont *et al.* 2006).

Bakteri yang mampu hidup pada refrigerator adalah *L. monocytogenes*. Infeksi *L. monocytogenes* pada manusia terjadi secara kronis. Kejadian *L. monocytogenes* dalam susu dipengaruhi oleh musim. Pada musim dingin, kasus listeriosis pada manusia lebih sering muncul di beberapa negara di Eropa (Jayarao *et al.* 2006). Listeriosis di Eropa disebabkan mengonsumsi keju yang berasal dari susu mentah (Jayarao *et al.* 2006). Pada wanita hamil, *L. monocytogenes* menyebabkan keguguran karena bakteri tersebut dapat menembus plasenta (Oliver *et al.* 2005).

Kasus keracunan setelah minum susu juga disebabkan oleh *C. jejuni*. Kasus tersebut terjadi pada anak sekolah, terutama pada saat melakukan kunjungan ke peternakan. Susu yang terkontaminasi kotoran unggas berpotensi menimbulkan terjadinya *food borne disease* oleh *C. jejuni* (CDC 2005).

Kelompok *Bacillus* sp. yang sering menjadi penyebab keracunan setelah minum susu adalah *B. cereus* (CDC 2002). Kontaminasi *B. cereus* dengan jumlah 10^4 cfu/ml berpotensi menghasilkan toksin sehingga menimbulkan gejala seperti mual dan muntah. Gejala keracunan *B. cereus* dalam susu mencuat pada tahun 1988–1989. Gejala muncul 0,50–1 jam setelah minum susu.

Prevalensi

Prevalensi susu yang terkontaminasi bakteri masih sedikit yang dilaporkan. Prevalensi bakteri patogen pada susu untuk *C. jejuni* sebesar 2%, *E. coli* 2,40%, *L. monocytogenes* 2,80%, *Salmonella* sp. 60%, dan *Y. enterocolitica* 1,20% (Jayarao *et al.* 2006). Susu kotak yang beredar di Yogyakarta dilaporkan 30% tercemar mikroba setelah disimpan pada suhu kamar selama 5–10 hari, walaupun tidak tampak adanya kerusakan fisik maupun organoleptis (Wibowo 1989). Susu segar dan susu pasteurisasi yang berasal dari peternak sapi perah dan pedagang skala rumah tangga di sekitar Bogor, 73,70% terkontaminasi *E. coli* O157:H7 (Ayu *et al.* 2005).

PATOGENESIS

Bakteri patogen yang sering mencemari susu salah satunya adalah *E. coli*. Pada manusia, *E. coli* yang menyebabkan diare dikelompokkan menjadi empat, yaitu enterotoksigenik *E. coli* (ETEC), enteroinvasif *E. coli* (EIEC), enteropatogenik *E. coli* (EPEC), dan enterohemoragik *E. coli* (EHEC) (Nataro dan Kaper 1998). Perbedaan di antara kelompok *E. coli* tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Virulensi ETEC disebabkan adanya ekspresi antigen fimbria sehingga memungkinkan *E. coli* menempel pada sel usus mamalia dan memproduksi enterotoksin yang bersifat tahan panas (*heat stable*) dan tidak tahan panas (*heat labile*).

Enterotoksin akan memengaruhi sekresi cairan saluran pencernaan melalui peningkatan konsentrasi *cyclic* AMP (cAMP) ataupun cGMP (Nataro dan Kaper 1998). Pada saluran pencernaan manusia, EPEC akan menyebabkan atrofi dan nekrosis usus. Pada anak-anak, EPEC menyebabkan diare, sedangkan EHEC akan membentuk koloni pada saluran pencernaan sehingga mengakibatkan terjadinya atrofi dari mikrofil sel-sel epitel usus.

Salmonella sp. merupakan bakteri berbahaya yang dapat mencemari susu. Bakteri tersebut dikeluarkan dari saluran pencernaan hewan atau manusia bersama dengan feses. Oleh karena itu, produk yang berasal dari peternakan rentan terkontaminasi *Salmonella* sp. Strain *Salmonella enteritidis* sering mengontaminasi susu, di samping *Salmonella typhimurium*. Beberapa peneliti telah

melaporkan kontaminasi *Salmonella* sp. pada susu (Sarati 1999). Gambar 1 menyajikan koloni bakteri *Salmonella* sp. pada media *Xylose Lysine Desoxycholate* (XLD).

Patogenesis *Salmonella* sp. saat ini belum diketahui dengan pasti, namun dalam menimbulkan infeksi bersifat invasif dengan cara menembus sel-sel epitel usus dan merangsang terbentuknya sel-sel radang. *Salmonella* sp. juga berpotensi menghasilkan toksin yang bersifat tidak tahan panas.

Pada kasus keracunan setelah minum susu, *S. aureus* sering dilaporkan sebagai penyebabnya. Hal yang penting dari *S. aureus* adalah menghasilkan toksin yang bersifat tahan panas. *S. aureus* menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan mual, muntah, dan diare dan kasus tersebut disebut intoksikasi. Kasus intoksikasi terjadi karena mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung toksin.

Enterotoksin tahan pada suhu 110°C selama 30 menit, dan dalam jumlah 10^6 – 10^8 cfu/ml berpotensi menghasilkan toksin



Gambar 1. Koloni *Salmonella* pada media XLD (David 1999).

Tabel 1. Gejala klinis, epidemiologi dan faktor virulensi dari beberapa strain *E. coli*.

Strain	Gejala klinis	Epidemiologi	Faktor virulensi
EPEC	Diare berair	Pada anak-anak	Melekat pada mukosa usus dan merusak vili-vili usus
EHEC	Diare berair, hemoragik kolitis Hemolytic uremic syndrome	<i>Food borne</i> , <i>water borne</i>	<i>Shiga like toxin</i>
ETEC	Diare berair	<i>Traveler diare</i>	Pili, <i>heat-labile</i> dan <i>heat-stable</i> enterotoksin
Enteraggregative Enteroinvasive	Diare berlendir Disentri, diare berair	Pada anak-anak <i>Food borne</i>	Pili, sitotoksin Seluler invasif

Sumber: Nataro dan Kaper (1998).

dengan konsentrasi 1 µg (Alarcon *et al.* 2006). *S. aureus* menghasilkan sembilan jenis enterotoksin, yaitu A, B, C, D, E, G, H, I, dan J. Enterotoksin tipe C dibagi menjadi tiga sub tipe, yaitu C1, C2, dan C3. Enterotoksin tipe C merupakan penyebab paling banyak pada kasus intoksikasi setelah minum susu (Tamarapau *et al.* 2001). Gambar 2 menyajikan koloni bakteri *S. aureus* pada media *Baird Parker Agar* (BPA)

Jumlah *S. aureus* >10⁴ cfu/ml pada susu sudah dapat membentuk toksin dan bila dikonsumsi akan menyebabkan intoksikasi. Mekanisme kerja toksin *S. aureus* adalah dengan cara merangsang reseptor saraf lokal dalam perut, selanjutnya mengantarkan impuls melalui syaraf vagus dan simpatis dan pada akhirnya menstimulasi pusat muntah yang terdapat di medula oblongata (Tamarapau *et al.* 2001).

Kelompok bakteri berspora yang berpotensi mencemari susu salah satunya adalah *B. cereus*. Spora yang dihasilkan *B. cereus* tahan terhadap pasteurisasi. *B. cereus* menghasilkan dua macam toksin, yaitu emetik dan diare. Toksin emetik bekerja dengan cara menstimulasi sel syaraf vagus aferen melalui ikatan dengan reseptor 5-HT₃ (Agata *et al.* 1995). Toksin emetik merupakan lipida dan bersifat hidrofobik sehingga tahan terhadap pengaruh enzim tripsin dan pepsin. Pada PH 2-11, toksin tersebut masih stabil, serta tahan pada suhu 121°C selama 90 menit. Toksin emetik terbentuk pada saat *B. cereus* mengalami germinasi (Agata *et al.* 1995). Toksin emetik juga disebut dengan *cereulide*, terdiri atas struktur cincin dari tiga ulangan empat asam amino atau disebut dengan asam oksid [D-O-Leu-D-Ala-L-O-Val-L-Val]₃. Struktur cincin ini memiliki bobot molekul 1,2 kDa dan berhubungan dengan *potassium ionophore valinomycin* (Shinagawa *et al.* 1991).



Gambar 2. Koloni *S. aureus* pada media BPA umur 24 jam (David 1999).

Toksin diare dapat menimbulkan diare pada manusia setelah 24 jam mengonsumsi makanan yang mengandung 10⁴ organisme per gram makanan (CDC 2002). Toksin diare ada tiga macam, yaitu hemolisin BL (HBL), enterotoksin T, dan enterotoksin FM (Shinagawa *et al.* 1991). Daya kerja toksin *B. cereus* 100 kali lebih poten dibandingkan dengan enterotoksin *Clostridium perfringens*. Kedua toksin tersebut bersifat merusak membran sel epitel, tetapi mekanisme kerjanya berbeda (Shinagawa *et al.* 1991).

LANGKAH PENGENDALIAN

Mencegah keracunan setelah minum susu dapat dilakukan dengan memperbaiki proses penerimaan bahan baku atau susu segar, penanganan, pemrosesan, dan penyimpanan. 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. Penyimpanan harus dilakukan pada suhu dingin sampai susu ke tangan konsumen karena meskipun telah melalui proses pasteurisasi, susu masih mengandung bakteri pembusuk. Bakteri pembusuk akan berkembang pada suhu ruang. Oleh karena itu, susu pasteurisasi harus disimpan pada kondisi dingin. Susu yang mengandung mikroba >10⁶ cfu/ml sudah terbentuk toksin yang dengan pasteurisasi masih dapat bertahan hidup.

Pasteurisasi

Kasus keracunan setelah minum susu perlu diwaspadai dan diperlukan tindakan pencegahan. Pasteurisasi merupakan salah satu tindakan yang dapat dilakukan untuk mematikan bakteri patogen. Namun, melalui pasteurisasi, bakteri yang berspora masih tahan hidup sehingga susu pasteurisasi hanya memiliki masa kedaluwarsa sekitar satu minggu. Pasteurisasi dilakukan dengan waktu tertentu seperti

disajikan pada Tabel 2. Pasteurisasi tidak mengubah komposisi susu sehingga komposisinya masih setara susu segar (Jay 1996). Pasteurisasi umumnya dilakukan pada suhu 72°C selama 15 detik.

Ultra high temperature (UHT)

Susu yang melalui proses UHT akan memiliki masa kedaluwarsa 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.

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).

Nisin dan bakteriosin merupakan antimikroba yang dihasilkan oleh *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* yang dapat menekan *B. cereus* dalam susu. Nisin merupakan antimikroba alami yang sudah lama digunakan untuk mengendalikan bakteri pembusuk dalam proses pasteurisasi susu sehingga sel vegetatif dan spora *B. cereus* tidak aktif (Wandling *et al.* 1999).

Pencucian dengan neutral electrolysed water (NEW)

Pencucian peralatan yang digunakan dalam proses pasteurisasi dapat meng-

Tabel 2. Suhu dan waktu pasteurisasi susu.

Suhu (°C)	Waktu (detik)
63	18
72	15
89	1
90	0,50
94	0,10
96	0,05
100	0,01

gunakan *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).

KESIMPULAN

Susu merupakan minuman yang bergizi tinggi, namun mudah terkontaminasi oleh bakteri. Sebelum dikonsumsi, susu perlu dilakukan pemeriksaan mikrobiologis sehingga aman bagi konsumen.

Bakteri yang mengontaminasi susu, yaitu bakteri patogen dan bakteri pembusuk harus dihilangkan dengan memperbaiki proses penerimaan susu segar, penanganan, pengolahan, hingga penyimpanan. Beberapa tindakan yang dapat diterapkan sehingga susu aman untuk dikonsumsi antara lain adalah melakukan pasteurisasi, UHT, penggunaan bakteriosin, dan pencucian peralatan dengan NEW.

DAFTAR PUSTAKA

- Agata, N., M. Ohta, M. Mori, and M. Isobe. 1995. A novel dodecadepsipeptide, cereulide, is an emetic toxin of *Bacillus cereus*. *FEMS Microbiol. Lett.* (129): 17–19.
- Alarcon, B., B. Vicedo, and R. Aznar. 2006. PCR-based procedures for detection and quantification of *Staphylococcus aureus* and their application in food. *J. Appl. Microbiol.* (100): 352–364.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1996. *Official Methods of Analysis*, 16th Ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
- Arques, J.L., E. Rodriguez, G. Gaya, M. Medina, B. Guamis, and M. Nunez. 2005. In-activation of *Staphylococcus aureus* in raw milk cheese by combinations of high-pressure treatments and bacteriocin producing lactic acid bacteria. *J. Appl. Microbiol.* (98): 254–260.
- Ayu, R.D.S., Y.M. Vonne, Indrawani, dan T. Sudiarti. 2005. Analisis mikrobiologi *Escherichia coli* O157:H7 pada hasil olahan hewan sapi dalam proses produksinya. *Makara Kesehatan* 9(1): 23–28.
- CDC (Center for Disease Control). 2002. Foodborne illness. Outbreaks *Bacillus cereus*. *Milk Safety Notes*. revised June (28).
- CDC (Center for Disease Control). 2005. Foodborne illness. Frequently asked questions. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. January 10: 1–13.
- Cowan, S.T. 1984. *Manual for the Identification of Medical Bacteria*. Second Ed. Cambridge University Press, Cambridge. p. 238.
- David, E.P. 1999. Foodborne pathogens. Monograph no 6 *Staphylococcus aureus*. Oxoid.
- Deza, M.A., M. Araujo, and M.J. Garrido. 2005. Inactivation of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Staphylococcus aureus* on stainless steel and glass surfaces by neutral electrolysed water. *Lett. Appl. Microbiol.* (40): 341–346.
- Dinas Kesehatan Padang. 2008. Hasil pemeriksaan sampel makanan penyebab keracunan makanan pada karyawan setelah mengkonsumsi nasi bungkus karena *Staphylococcus aureus*. Laporan Hasil Pemeriksaan Laboratorium, 18 April.
- Jay, M.J. 1996. *Modern Food Microbiology*. Fifth Ed. International Thomson Publishing, Chapman & Hall Book, Dept. BC. p. 469–471.
- 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.
- Nataro, J.P. and J.B. Kaper. 1998. Diarrhegenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiol. Rev.* 1(11): 15–38.
- 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.
- Oscar, G., G. Duarte, J. Bai, and N. Elizabeth. 2009. Detection of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Yersinia enterocolitica*, *Vibrio cholerae*, and *Campylobacter* spp. enteropathogens by 3-reaction multiplex polymerase chain reaction. *Diagnostic Microbiol. Infectious Dis.* (63): 1–9.
- Robert, D., W. Hooper, and W. Greenwood. 1995. *Public health laboratory service London. Practical Food Microbiol.* (1): 40–43.
- Sarati, A. 1999. Pemeriksaan angka kuman dan jenis kuman *Salmonella* pada air susu sapi segar yang diperoleh dari loper/penjual di kota Semarang. Skripsi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Shinagawa, K., H. Konuma, H. Sekita, and S. Sugil. 1991. Purification and some properties of a *Bacillus cereus* mouse lethal toxin. *J. Vet. Med. Sci.* 53: 469–474.
- Tamarapau, S., J.L. Mckillip, and M. Drake. 2001. Development of a multiplex polymerase chain reaction assay for detection and differentiation of *Staphylococcus aureus* in dairy products. *J. Food Protect.* 64(5): 664–668.
- Wandling, L.R., B.W. Sheldon, and P.M. Foegeding. 1999. Nisin in milk sensitizes spores to heat and prevents recovery of survivors. *J. Food Protect.* 65(5): 492–498.
- Wibowo, W. 1989. Pemantauan bakteri susu kotak pada berbagai umur simpan. Skripsi Fakultas Teknologi Pangan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Vimont, A., C.V. Rozand, and M.L.D. Muller. 2006. Isolation of *E. coli* O157:H7 and non-O157 STEC in different matrices: Review of the most commonly used enrichment protocols. *Lett. Appl. Microbiol.* (42): 102–108.