

Profil Cemaran Bakteri Coliform pada Minuman Susu Segar yang Dijual Pedagang Kaki Lima di Daerah Istimewa Yogyakarta

Profile of Coliform Bacteria Contamination in Fresh Milk at the Sidewalk Trader in Yogyakarta Province

Charis Amarantini^{1*}, Tri Yahya Budiarto¹, Regina Suryanto¹

Fakultas Biologi – Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta

Telp. (0274) 563929 Fax. : (0274) 513235

e-mail: charis@ukdw.ac.id/ yahya@ukdw.ac.id *Penulis untuk korespondensi

Abstract

Coliform contamination emerges public health case particularly by pathogenic *E.coli* O157 which is characterized by hemorrhagic colitis with diarrhea. In order to study the profile of coliform bacteria contamination in fresh milk that was sold by the sidewalk trader in Yogyakarta province, in this research coliform detection was done by cultivate fresh milk samples on the medium of *Chromocult Coliform Agar* (CCA) and enrichment cultures on the medium of Vancomycin-Trypticase Soy Broth (mVTSB). Dark-blue colonies isolated on CCA plates were then evaluated for the ability to ferment D-sorbitol on EOH medium in order to suspect pathogenic *E.coli* O157 colonies. The results show that coliform contamination was 1.10^3 - 1.10^7 CFU/ml, although it was not detected on all of the samples. Profile of coliform contamination in fresh milk samples consisted of *Citrobacter*, *Enterobacter*, and *Klebsiella* ($1.0.10^3$ - $1.2.10^7$ CFU/ml), *Shigella*, *Salmonella*, and *Yersinia* ($1.0.10^3$ - $2.1.10^6$ CFU/ml), and *E.coli* ($1.4.10^4$ - $2.8.10^4$ CFU/ml). Dark-blue isolates that were suspected as pathogenic *E.coli* do not ferment D-sorbitol on EOH medium. Based on this result, it was concluded that it was not associated with *E.coli* O157.

Key words: contamination, coliform, *E.coli*, fresh milk

Diterima: 03 Maret 2004, disetujui: 06 Mei 2004

Pendahuluan

Famili *Enterobacteriaceae* menduduki reputasi tertinggi sebagai bakteri penyebab penyakit yang umumnya berasosiasi dengan jalur intestin. Bakteri coliform merupakan salah satu anggota dari famili *Enterobacteriaceae*. Bakteri enterik ini berbentuk batang memiliki sifat gram negatif, fakultatif anaerob, dan hidup dalam saluran usus hewan, baik pada hewan yang sehat maupun hewan sakit. Bakteri dalam famili *Enterobacteriaceae* memiliki arti penting secara medis, karena sebagian genera bersifat patogen pada saluran usus manusia seperti *Salmonella*, *Shigella*, dan *Yersinia*. Beberapa genera lain

mampu berkolonisasi sebagai flora normal pada saluran pencernaan manusia, diantaranya *Escherichia*, *Enterobacter*, dan *Klebsiella*, tetapi kelompok bakteri ini juga dapat menyebabkan penyakit (Todar, 1997). *Escherichia coli* dan *Enterobacter aerogenes* merupakan bagian terbesar dari kelompok bakteri famili *Enterobacteriaceae* (Jay, 1978). *Escherichia coli* secara umum ditemukan di saluran intestin pada manusia ataupun hewan, sehingga digunakan sebagai indikator adanya kontaminasi feses pada lingkungan (Atlas, 1997).

Escherichia coli termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*, merupakan bakteri gram negatif, bersifat motil, memfermentasi laktosa,

bersifat aerogenik dan menghasilkan gas dan asam dari glukosa (Doyle dan Cliver, 1990). Dinding sel memiliki struktur yang terdiri dari beberapa lapis. Lapisan paling dalam adalah membran plasma, lapisan kedua berupa peptidoglikan, sedang lapisan paling luar adalah lipopolisakarida (LPS) dan protein (Brock, 1999). Fungsi lapisan terluar dinding sel antara lain sebagai penghalang terluar, memiliki sifat toksin dan bertanggungjawab terhadap beberapa gejala infeksi. *Escherichia coli* memproduksi enterotoksin, yaitu toksin yang dibebaskan ke luar sel. Enterotoksin bekerja pada usus halus, umumnya menyebabkan sekresi cairan yang berlebihan ke dalam lumen usus, yang selanjutnya disebut diare. Penyerangan toksin pada usus memerlukan adanya protein permukaan sel bakteri yang menyebabkan kemampuan bakteri untuk menempel pada sel epitelium usus (Brock, 1999).

Ada tiga kelompok utama struktur antigen Enterobacteriaceae yaitu antigen O (somatik), antigen H (flagela), dan antigen K (kapsula). Antigen O merupakan bagian terluar dinding sel termasuk LPS. Antigen O bersifat tahan terhadap panas dan alkohol. *Escherichia coli* memiliki satu atau lebih antigen O. Antigen O digunakan untuk menggolong-golongkan serotipe, misalnya serotipe O157. Antigen H terletak pada flagela, dan dapat didenaturasi oleh panas dan alkohol. Antigen K dari *E.coli* termasuk antigen yang tersusun atas polisakarida. Untuk serotyping *E.coli*, pada saat ini dikenal lebih dari 171 antigen O, 56 antigen H, dan 90 antigen K (Doyle dan Cliver, 1990; Atlas, 1997).

Menurut Doyle dan Schoeni (1987), galur *E.coli* dapat bersifat patogen pada manusia. Organisme ini berpotensi menghasilkan sitotoksin dengan sebutan *verositotoxin* I dan II. Infeksi *E coli* patogenik menimbulkan problem serius pada berbagai kasus kesehatan di masyarakat, karena dapat menyebabkan penyakit diare yang terkait dengan terjadinya pendarahan. *Escherichia coli* mempunyai toxin paling sedikit berjumlah 2 yaitu: (a) *Alpha Hemolysin* yang menghancurkan sel darah merah dan (b) Enterotoksin yang menyebabkan diare (Jay, 1978; Ray, 1996).

Escherichia coli O157:H7 merupakan salah satu organisme patogen pada manusia. Organisme ini berpotensi menghasilkan sitotoksin yang dikenal sebagai Shiga-like toxin I (SLT-I) dan SLT-II atau lebih dikenal dengan sebutan verositotoksin I dan II. Infeksi *E.coli* patogenik menimbulkan problem serius pada berbagai kasus kesehatan masyarakat karena dapat menyebabkan penyakit diare yang terkait dengan terjadinya pendarahan atau dikenal dengan sebutan *hemorrhagic colitis* (HC). Kondisi ini jika berlangsung terus menerus dapat menyebabkan penyakit *hemolytic uremic syndrome* (HUS), *microangiopathic hemolytic anemias*, atau *thrombotic thrombocytopenic purpura* (Padh dan Doyle, 1991). *Escherichia coli* penghasil verositotoksin (VTEC) dapat dijumpai pada kotoran hewan peliharaan dan kebanyakan terdapat pada hewan ruminansia. Penyakit ini karena HUS juga ditemukan pada anak-anak setelah mengkonsumsi susu segar (Doyle dan Schoeni, 1987). Pada tahun 1993 *enterohemorrhagic E.coli* O157:H7 menjadi penyebab lebih dari 500 kasus *hemorrhagic colitis* dan HUS di Amerika karena mengkonsumsi daging atau hamburger. Kontaminasi daging diduga berasal dari kotoran hewan pada saat pemotongan. Selain daging kasus serupa juga terdapat pada air minum dan susu mentah ataupun susu yang sudah mengalami pasteurisasi. Lebih dari 90% pasien mengalami sakit karena mengkonsumsi susu pasteurisasi dalam kemasan karton ataupun botol. Selain Amerika, Canada dan Scotlandia juga mengalami kasus serupa (Steinhart, et al., 1996). Sumber utama kontaminasi VTEC menurut Borczyk et al (1987) berasal dari saluran pencernaan hewan dan hasil ikutannya sangat potensial menyebabkan infeksi pada manusia. Susu segar, produk keju yang berasal dari susu mentah dan susu pasteurisasi, yang terkontaminasi feses merupakan sumber infeksi pula.

Susu mengandung nutrisi yang sangat kompleks, yaitu tersusun atas: air (87,4%), laktosa (4,6%); protein (3,2%); lemak (3,9%) dan mineral (0,9%). Komposisi susu yang demikian merupakan medium yang sangat baik untuk pertumbuhan mikrobia. Susu yang

dihasilkan dari sapi sehat pada umumnya relatif terbebas dari kontaminasi mikrobial. Jika terjadi kontaminasi bakteri, maka kontaminan pada umumnya berasal dari lingkungan dan peralatan yang dipergunakan selama pemerahan dan jika susu disimpan pada suhu dingin di bawah kondisi yang higienis, maka kontaminasi oleh bakteri sangat rendah, yaitu kurang dari 10.000 bakteri/ml. Jika jumlah bakteri mengalami kenaikan secara signifikan melebihi 3 juta/ml maka akan terjadi degradasi lemak, protein, atau laktosa sehingga menyebabkan bau (Jay, 1978; Harding, 1999). Kontaminasi bakteri coli pada susu yang dihasilkan dari pemerahan pada umumnya berasal dari luar, seperti keadaan lingkungan yang tidak memadai (Adnan, 1984).

Minuman susu segar rentan terkontaminasi oleh bakteri *coliform*. Kontaminasi disebabkan oleh lamanya proses transportasi mulai dari pemerahan pada pagi hari di tingkat peternak sampai ke tangan pedagang kaki lima sore hari. Walaupun penyimpanan susu sudah dilengkapi dengan tangki pendinginan diperkirakan selama masa penyimpanan mulai dari pemerahan sampai konsumsi mengalami masa inkubasi sekitar 10 jam (Budiarso dan Amarantini, 2002). Pada pedagang kaki lima diduga resiko kontaminasi bertambah oleh sebab pencucian gelas yang tidak bersih, penggunaan kain lap kotor, ataupun proses pemasakan yang tidak sempurna.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji profil cemaran bakteri *coliform* dan mendeteksi keberadaan *E.coli* O157 patogenik yang mencemari minuman susu segar yang dijual oleh pedagang kaki lima di Daerah Istimewa Yogyakarta. Profil *coliform* dipetakan berdasarkan pola distribusi warna koloni yang tumbuh pada medium *Chromocult Coliform Agar* (CCA) (Turner, *et al.*, 2000). Sedangkan keberadaan *E.coli* patogenik dideteksi berdasarkan pengujian kemampuan menggunakan sorbitol sebagai salah satu penanda karakter fisiologis untuk kelompok *E.coli* O157 yang bersifat patogenik (Kang and Fung, 1999).

Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat eksploratif untuk mendeteksi keberadaan bakteri *coliform* pada minuman susu segar yang dijual oleh pedagang kaki lima di DIY. Pengambilan sampel dilakukan secara acak pada 12 lokasi pedagang kaki lima. Pengambilan sampel dilakukan seperti layaknya seorang pembeli kemudian segera dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian mikrobiologis.

Enumerasi Langsung

Enumerasi langsung dilakukan dengan memasukkan 50 ml susu ke dalam 450 ml pepton 1%. Sampel digojog 150 rpm pada suhu 37°C selama 10 menit. Selanjutnya dilakukan pengenceran dan ditumbuhkan pada medium CCA selama 24 jam pada suhu 37°C (Doyle and Schoeni, 1987; Turner, *et al.*, 2000).

Tahap Pengkayaan (*Enrichment Culture*)

Tahap pengkayaan dilakukan dengan memasukkan 25 ml sampel susu ke dalam 225 ml *medium Vancomycin Trypticase Soy Broth* (mVTSB) yang mengandung 40 mg/L *vancomycin*. Sampel diinkubasi dalam *shaker incubator* dengan agitasi 150 rpm selama 16 jam pada suhu 37°C. Selanjutnya dilakukan pengenceran dan ditumbuhkan pada medium CCA diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C (Doyle and Schoeni, 1987; Tarr, *et al.*, 1999; Turner, *et al.*, 2000).

Profil Koloni *Coliform* Pada Medium CCA

Medium CCA adalah medium tunggal yang mengandung dua substrat kromogenik yaitu substrat untuk enzim β -Glucuronidase (5-bromo-4-chloro-3-indoxyl- β -D-glucuronide) dan β -Galactosidase (6-chloro-3-indoxyl- β -D-galactosidase). Bakteri *E.coli* menunjukkan koloni dengan warna biru gelap, tetapi kelompok, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* memberikan warna koloni warna merah. Kelompok *Salmonella*, *Shigella*, dan *Yersinia* memberikan warna koloni biru terang (Turner, *et al.*, 2000). Berdasarkan kenampakan

warna koloni yang tumbuh dalam medium CCA tersebut akan diperoleh peta masing-masing populasi bakteri *coliform* yang mencemari susu. Jumlah koloni yang tumbuh dalam medium CCA dihitung sebagai unit pembentuk koloni (*colony forming unit*) dalam satu mililiter sampel (CFU/ml). Koloni biru gelap yang merupakan kandidat *E.coli* O157 diisolasi dan dilakukan uji identifikasi secara fisiologis.

Identifikasi Kandidat *E.coli* O157

Isolat bakteri dari koloni warna biru gelap selanjutnya dilakukan uji IMViC dan uji ke medium *Escherichia coli* O157:H7 (EOH). Uji IMVIC yang dilakukan meliputi uji indol, *methyl red* (MR), *voges-proskauer* (VP) dan penggunaan sitrat (Benson, 1983; Cappuccino, 1983; AOAC, 1995; Atlas, 1997; Kang and Fung, 1999).

Hasil dan Pembahasan

Pada Tabel 1 ditunjukkan pola distribusi *coliform* hasil enumerasi langsung yang mencerminkan profil cemaran *coliform*. Pola distribusi ini diketahui berdasarkan kenampakan warna koloni yang tumbuh pada medium CCA (Turner, et al., 2000). Koloni berwarna biru gelap yang mewakili kelompok *E.coli* terdeteksi pada dua lokasi dari 12 lokasi pengambilan sampel dengan jumlah koloni sebesar $1,4 \times 10^4$ - $2,8 \times 10^4$ (CFU/ml). Dengan demikian tidak semua lokasi menunjukkan terdapatnya cemaran *E.coli*. Koloni biru terang terdeteksi pada tujuh lokasi pengambilan sampel dengan tingkat cemaran sebesar 1×10^3 - $2,1 \times 10^6$ (CFU/ml). Koloni biru terang ini mewakili kelompok *Salmonella*, *Shigella*, dan *Yersinia*. Koloni merah terdeteksi pada delapan lokasi dengan tingkat cemaran sebesar 1×10^3 - $1,2 \times 10^7$ (CFU/ml). Koloni ini mewakili kelompok *Citrobacter*, *Enterobacter*, dan *Klebsiella*.

Standart mutu untuk susu mentah di beberapa negara tidak memberikan syarat khusus, akan tetapi standart mutu untuk susu pasteurisasi harus nol. Angka cemaran *coliform* dari data enumerasi di tiga lokasi (lokasi no: 10-12) penjualan bahan baku susu mentah berkisar 10^5 - 10^7 CFU/ml. Kualitas bahan baku susu mentah

ternyata tidak baik sehingga ketika sampai ke tangan pedagang kaki lima dengan pemasakan yang tidak sempurna maka masih terdeteksi cemaran *coliform*. Pemasakan dengan cara pasteurisasi pada suhu 60°C selama 30 menit hanya mampu menurunkan *E.coli* sejumlah 10^4 CFU/ml (Forsythe and Hayes, 1998; Muniesa, et al., 1999). Dengan melihat hasil enumerasi langsung maka perlu dilakukan berbagai upaya untuk mengeleminasi populasi *coliform*. Para pedagang kaki lima perlu memperhatikan sanitasi lingkungan mulai dari cara pencucian sampai pada penirisan gelas tanpa menggunakan kain lap yang dipakai berulang-ulang. Saran ini direkomendasikan mengingat buruknya sanitasi lingkungan pada delapan lokasi penjualan susu segar.

Enrichment culture dalam medium mVTSB dilakukan untuk mendeteksi koloni biru gelap yang tidak terdeteksi pada enumerasi langsung. Hasil enumerasi menunjukkan bahwa lima dari 10 lokasi terdeteksi koloni biru gelap, tujuh dari 10 lokasi terdeteksi koloni biru terang, sedangkan koloni merah terdeteksi pada semua lokasi (Tabel 2).

Tabel 1 dan 2 menggambarkan perbandingan beberapa kelompok bakteri yang tidak muncul pada enumerasi langsung tetapi muncul setelah dilakukan pengkayaan. Melalui tahap pengkayaan populasi bakteri *coliform* yang tidak terdeteksi dengan cara enumerasi langsung karena jumlahnya sedikit atau sel-sel dengan aktivitas metabolik sangat lambat akan muncul, tumbuh dan memperbanyak sel dalam medium mVTSB. Medium ini bersifat selektif untuk menumbuhkan kelompok *coliform*. Bakteri gram positif akan terhambat pertumbuhannya dengan penambahan *bile salt* no.3 sebanyak 1,5 g/l (Doyle and Schoeni, 1987; Tarr et al., 1999).

Melalui tahap pengkayaan diketahui dari dua lokasi pengambilan sampel yang terdeteksi koloni biru gelap meningkat menjadi terdeteksi sebanyak tujuh lokasi. Koloni biru terang yang hanya terdeteksi pada tujuh lokasi pengambilan sampel, setelah melalui tahap pengkayaan terdeteksi sebanyak sembilan lokasi. Sedangkan koloni merah yang hanya terdeteksi pada delapan lokasi pengambilan sampel, setelah melalui tahap pengkayaan terdeteksi di semua lokasi pengambilan sampel.

Caliform pada Minuman Susu Segar

Tabel 1. Pola distribusi *coliform* pada medium CCA hasil enumerasi langsung

No Sampel	Jumlah Koloni (CFU/ml)			Jumlah <i>Coliform</i> (CFU/ml)
	Biru Gelap: <i>E.coli</i>	Biru Terang: <i>Salmonella, Shigella, Yersinia</i>	Merah: <i>Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella</i>	
1	2,8.10 ⁴	1,0.10 ³	3,8.10 ⁴	6,7.10 ⁴
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	1,0.10 ³	1,0.10 ³
6	0	1,0.10 ³	0	1,0.10 ³
7	1,4.10 ⁴	8,0.10 ³	2,8.10 ⁴	5,0.10 ⁴
8	0	2,0.10 ³	1,8.10 ⁴	2,0.10 ⁴
9	0	0	4,4.10 ⁶	4,4.10 ⁶
10	0	1,1.10 ⁵	5,5.10 ⁵	6,6.10 ⁵
11	0	2,1.10 ⁶	1,0.10 ⁷	1,2.10 ⁷
12	0	1,3.10 ⁶	1,2.10 ⁷	1,3.10 ⁷

Tabel 2. Pola distribusi *coliform* pada medium CCA dari hasil enumerasi setelah melalui tahap pengkayaan.

No Sampel	Jumlah Koloni (CFU/ml)			Jumlah <i>Coliform</i> (CFU/ml)
	Biru Gelap: <i>E.coli</i>	Biru Terang: <i>Salmonella, Shigella, Yersinia</i>	Merah: <i>Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella</i>	
1	*	*	*	*
2	1,3.10 ⁵	1,3.10 ⁵	4,3.10 ⁵	6,9.10 ⁵
3	0	0	3,7.10 ⁵	3,7.10 ⁵
4	0	0	1,3.10 ⁶	1,3.10 ⁶
5	0	0	3,6.10 ⁵	3,6.10 ⁵
6	3,9.10 ⁶	8,0.10 ⁶	6,5.10 ⁶	1,8.10 ⁷
7	*	*	*	*
8	2,0.10 ³	1,3.10 ⁴	9,1.10 ⁴	1,1.10 ⁵
9	0	1,7.10 ⁴	2,4.10 ⁵	2,6.10 ⁵
10	1,0.10 ¹⁵	3,0.10 ¹⁵	9,7.10 ¹⁶	1,0.10 ¹⁷
11	1,0.10 ¹²	1,0.10 ¹²	2,2.10 ¹³	2,4.10 ¹³
12	0	1,0.10 ¹⁵	1,3.10 ¹⁷	1,3.10 ¹⁷

Keterangan: * tidak dilakukan pengujian karena hasil enumerasi langsung sudah terdeteksi koloni biru gelap.

Berdasarkan kenampakan warna koloni yang tumbuh pada medium CCA baik dari hasil enumerasi langsung maupun setelah melalui tahap pengkayaan dapat diketahui bahwa kelompok *coliform* merah menduduki peringkat tertinggi, disusul oleh kelompok biru terang, dan biru gelap. Kenampakan warna koloni yang berbeda-beda dari anggota *coliform* pada medium CCA disebabkan oleh perbedaan kemampuan metabolik menggunakan substrat untuk enzim β -glucoronidase yaitu *5-bromo-4-chloro-3-indoxyl- β -D-glucoronida* dan substrat untuk enzim β -gallactosidase yaitu *6-chloro-3-indoxyl- β -D-galactocida*. Koloni *E.coli* berwarna biru gelap sampai violet sebab 96% *E.coli* dapat menggunakan substrat untuk enzim β -gallactosidase dan β -glucoronidase. Koloni *Citrobacter*, *Enterobacter*, dan *Klebsiella*

berwarna merah karena dapat menggunakan substrat untuk enzim β -gallactosidase tetapi tidak dapat menggunakan substrat untuk enzim β -glucoronidase. Sebaliknya kelompok *Salmonella*, *Shigella*, dan *Yersinia* tidak dapat menggunakan substrat enzim β -gallactosidase tetapi dapat menggunakan substrat enzim β -glucoronidase sehingga berwarna biru terang (Turner, *et al.*, 2000).

Untuk memastikan apakah koloni biru gelap yang tumbuh dari hasil enumerasi bersifat patogenik, dilanjutkan dengan serangkaian uji fisiologis dan uji pada medium EOH. Uji fisiologis yang dilakukan meliputi indol, laktosa, *methyl red*, *voges proskauer*, dan penggunaan sitrat (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Uji Fisiologis Isolat Biru Gelap

Isolat dari Sampel	Σ Isolat	Uji Fisiologis					Hasil Identifikasi
		Indol	Sitrat	Laktosa	MR	VP	
1	1	+	-	+	+	-	<i>Escherichia coli</i>
2	5	+	-	+	+	-	<i>E.coli</i>
6	3	+	-	+	+	-	<i>E.coli</i>
7	1	+	-	+	+	-	<i>E.coli</i>
8	2	+	-	+	+	-	<i>E.coli</i>
10	3	+	-	+	+	-	<i>E.coli</i>
11	3	+	-	+	+	-	<i>E.coli</i>

Berdasarkan hasil identifikasi, diketahui bahwa koloni biru gelap merupakan *E.coli*. Untuk mendeteksi keberadaan *E.coli* O157 dilakukan pengujian kemampuan menggunakan sorbitol dalam medium EOH. Isolat yang tidak dapat menggunakan sorbitol tampak berwarna merah. Pada medium EOH isolat *E.coli* menyebabkan medium berwarna kuning. Warna kuning pada medium EOH disebabkan *E.coli* mampu memfermentasikan sorbitol menghasilkan asam. Produk asam akan menyebabkan penurunan pH medium sehingga indikator *phenol red* berubah menjadi warna kuning. Warna kuning pada medium EOH ini dipakai sebagai penanda untuk membedakan isolat *E.coli* dan *E.coli* O157 (Kang and Fung, 1999). Isolat *E.coli* O157 jika ditumbuhkan pada medium EOH akan tetap berwarna merah karena tidak mampu menggunakan sorbitol sehingga tidak membentuk produk asam. Semua isolat yang berasal dari sampel minuman susu segar yang dijual pedagang kaki lima di 12 lokasi pengambilan sampel mampu menggunakan sorbitol. Walaupun tidak diperoleh isolat yang berpotensi patogenik, perlu dilakukan upaya perbaikan sanitasi lingkungan mengingat angka kontaminasi *coliform* yang cukup tinggi.

Kesimpulan dan Saran

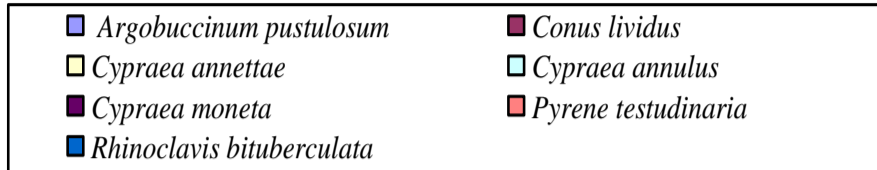
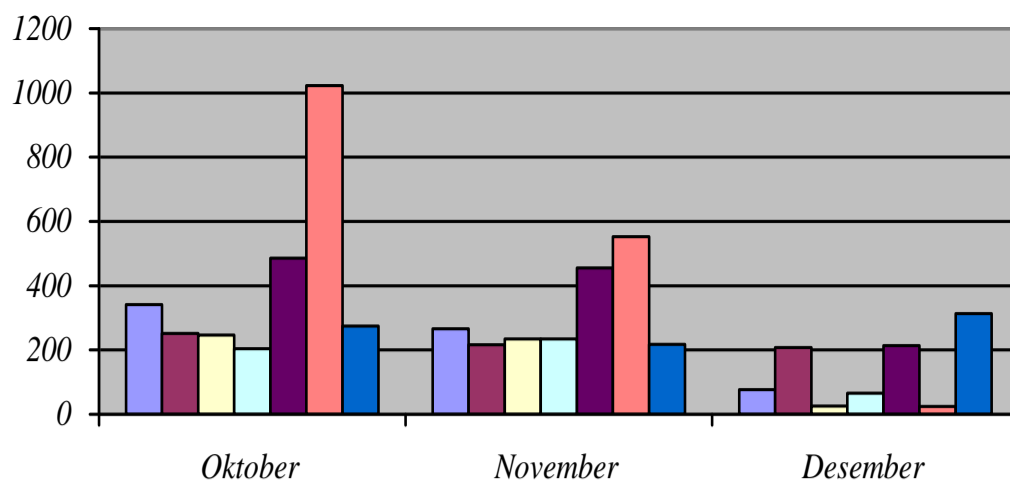
Tingkat cemaran *coliform* pada minuman susu segar yang dijual pedagang kaki lima berkisar $1,0 \times 10^3$ - $1,3 \times 10^7$ (CFU/ml). Cemaran *coliform* didominasi oleh kelompok *Citrobacter*, *Enterobacter*, dan *Klebsiella* ($1,0 \times 10^3$ - $1,2 \times 10^7$ CFU/ml), kemudian disusul oleh kelompok *Shigella*, *Salmonella*, *Yersinia*

($1,0 \times 10^3$ - $2,1 \times 10^6$ CFU/ml), dan *E.coli* ($1,4 \times 10^4$ - $2,8 \times 10^4$ CFU/ml). Isolat biru gelap yang dicurigai sebagai kandidat *E.coli* O157 tidak mampu memfermentasi sorbitol, sehingga pada sampel minuman susu segar yang diteliti tidak terdapat *E.coli* O157 yang bersifat patogenik.

Walaupun hasil identifikasi tidak diperoleh isolat *E.coli* patogenik, bagi para pedagang minuman susu segar perlu meningkatkan kebersihan lingkungan untuk menekan tingginya cemaran *coliform*.

Daftar Pustaka

- Adnan, 1984. *Kimia dan Teknologi Pengolahan Air Susu*. Andy Offset, Yogyakarta.
- AOAC. 1995. *Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual*. 8thed, pp. 5.01-5.19. AOAC International, USA.
- Atlas, R.M. 1997. *Principles of Microbiology*. 1nded. pp. 976-985. Win.C.Brown Publishing, Iowa.
- Benson, H.J. 1983. *Microbiological Application - Laboratory Manual in General Microbiology*. pp. 105. Wm.C.Brown Publishing, Iowa.
- Borczyk, A.A., Karmali, M.A., Lior, H. and Duncan L.M.C. 1987. Bovine Reservoir for Verotoxin-Producing *Escherichia coli* in Infants and Toddlers in Czechoslovakia. *Infection* 18: 352-355.
- Brock, T.D. 1999. *Biology of Microorganism*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cluffs, New Jersey.
- Budiarso, T.Y. dan Amarantini, C. 2002. Prevalensi Cemaran *Coliform* dalam Susu Segar pada Kelompok Peternak di Kabupaten Sleman. *National Colloquium A Critical Look on Food Research in Indonesia*. ISBN: 979-97 002-0 5. PF-9.
- Cappucino, J.G. and Sherman, N. 1983. *Microbiology - Laboratory Manual*. Addison-Wesley Publishing, California.



Susu Segar

Doyle, M.P. and Cliver, D.O. 1990. *Foodborne Diseases*. Academic Press, Inc. San Diego.

Doyle, M.P. and Schoeni, J.L. 1987. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from Retail Fresh Meats and Poultry. *Applied Environmental Microbiology* 53 : 2394-2396.

Forsythe, S.J. and Hayes, P.R. 1998. *Food Hygiene, Microbiology and HACCP*. 3rded. pp. 24-32. Aspen Publishing Inc. Gaithersburg, Maryland.

Harding, F. 1999. *Milk Quality*. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland.

Jay, J.M. 1978. *Modern Food Microbiology*. 2nd ed. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Kang, D.H. and Fung, D.Y.C 1999. Development of a Medium for Differentiation between *Escherichia coli* and *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Food Protection* 62 (4):313-317.

Muniesa, M., Lucena, F. and Jofre, J. 1999. Comparative Survival of Free Shiga Toxin-2 Encoding Phages and *Escherichia coli* Strains Outside the Gut. *Applied Environmental Microbiology* 65: 5615-5618.

Padhe, N.V. and Doyle, M.P. 1991. Rapid Procedure for Detecting Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in Food. *Applied Environmental Microbiology*. 57:2693-2698.

Ray, B. 1996. *Fundamental Food Microbiology*. CRC Press, Boca Raton.

Steinhart, C.E., Doyle, M.E. and Cochrane, B.A. 1996. Food Safety. Marcel Dekker, Inc. Madison Avenue, New York.

Tarr, P.I., Tran, N.T. and Wilson, R.A 1999. *Escherichia coli* O157:H7 in Retail Ground Beef in Seattle: Result of One-Year Prospective Study. *Journal of Food Protection* 62:133-139.

Todar, K. 1997. *Bacteriology 330 Lecture Topics: Pathogenic Escherichia coli*. Departement of Bacteriology. University of Wisconsin.

Turner, K.M., Restaino, L. and Frampton, E.W. 2000. Efficacy of Chromocult Coliform Agar for Coliform and *Escherichia coli* Detection in Foods. *Journal of Food Protection* 63 (4): 539-541.