



UNIVERSITAS INDONESIA

**KONTAMINASI BAKTERI *ESCHERICHIA COLI* PADA
PRODUK DEPOT AIR MINUM
DI KECAMATAN PANCORAN MAS, DEPOK, TAHUN 2009**

SKRIPSI

**TEGAR REZAVIE RAMADHAN
1005007119**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
DESEMBER 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**KONTAMINASI BAKTERI *ESCHERICHIA COLI* PADA
PRODUK DEPOT AIR MINUM
DI KECAMATAN PANCORAN MAS, DEPOK, TAHUN 2009**

SKRIPSI

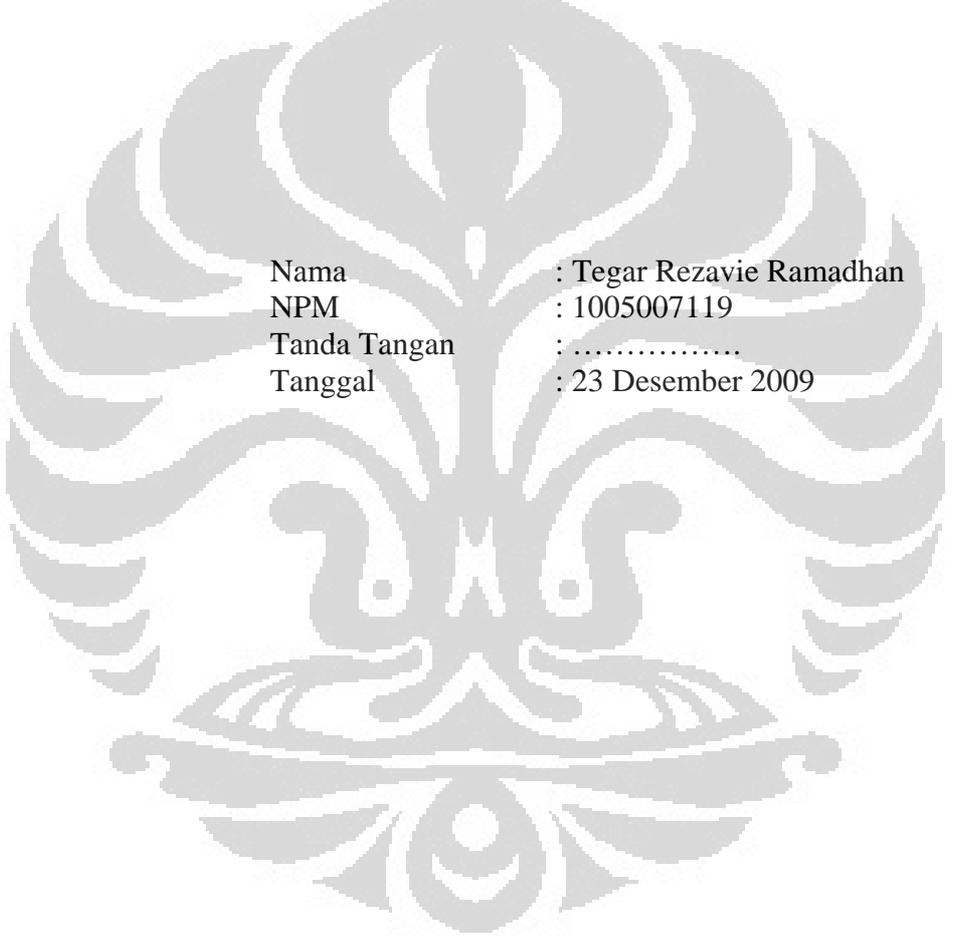
**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kesehatan Masyarakat**

**TEGAR REZAVIE RAMADHAN
1005007119**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT
DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
DESEMBER 2009**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**



Nama : Tegar Rezavie Ramadhan
NPM : 1005007119
Tanda Tangan :
Tanggal : 23 Desember 2009

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Tegar Rezavie Ramadhan
NPM : 1005007119
Peminatan : Kesehatan Lingkungan
Judul Skripsi : Kontaminasi Bakteri *Escherichia coli* pada Produk
Depot Air Minum di Kecamatan Pancoran Mas, Depok

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Peminatan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Drg Sri Tjahjani Budi Utami, Mkes (.....)

Penguji I : Zakianis, SKM, MKes (.....)

Penguji II : Rina Fithri Anni Bahar, SKM, MKes (.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 23 Desember 2009

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Taala, Tuhan Yang Maha Besar, yang bagiNya menciptakan langit dan bumi tidak lebih sulit daripada menciptakan biji anggur, yang bagiNya menciptakan seekor semut tidak lebih mudah daripada menciptakan seorang manusia. Limpahan shalawat semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Rasul Muhammad Shalallahu Alaihi Waalihi Wasallam, Ahlul Baytnya, sahabatnya yang setia, dan umatnya di semua zaman, karena berkat beliau semua yang ada di alam ini diciptakan Allah.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Saya menyadari tanpa adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak mulai dari awal masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, ucapan terima kasih penulis ucapkan terutama kepada:

1. Ibu Sri Tjahjani Budi Utami, drg.,MKM, selaku pembimbing akademik yang telah dengan sabar memberikan banyak arahan dan bimbingan dalam proses pembuatan skripsi ini
2. Ibu Zakianis, SKM, MKes, yang telah bersedia menjadi penguji dan memberikan banyak masukan berharga yang memberikan jalan bagi penulis untuk melakukan pembahasan dengan lebih tajam
3. Ibu Rina Fithri Anni Bahar, yang telah bersedia menjadi penguji dan membantu penulis mendapatkan gambaran kecamatan Pancoran Mas
4. Posco TJ Park Foundation yang telah menjadi sponsor dalam pembuatan skripsi ini
5. Keluarga Besar Penulis, Mama, Papa, adikku Deo, Uti, Keluarga Besar Mojokerto, keluarga besar Dhe Didik, keluarga besar Dhe As, yang selalu mengisi malam-malamnya untuk mendoakanku dan merindukan kepulnganku.
6. Keluarga Besar Asrama SMA Pribadi, Didin Abi, Cetin Abi, Merdan Abi, Shoim Abi, Anak-anak SMA angkatan Gilang dan Ganda, yang selalu menghadirkan nuansa bening di asrama
7. Mehmet Sellim Caglayan, Marwajih, Fadhil Ahsan SKed, Arya Rahmat Johari, Cecep Rahmat Hidayat, Iwan, Ramadhan, Iqbal, Galih, Abi-Abi di Pasiad

Indonesia, SMA Pribadi Depok, SMA Pribadi Bandung, dan SMA Kharisma Bangsa

8. Siswa-siswaku di gang STM Mandiri yang mau mengerti kesibukanku dalam mengerjakan skripsi
9. Keluarga Besar DR dr. Mahlil Rubi, MKes
10. Keluarga Besar BEM FKM UI, KOPMA FKM UI, NURANI FKM UI, dan SALAM UI, Khususnya Fatimah Azzahra, Sita Elanda Lestari, Ikha Purwandari, Elissa Hana, Yeni Anggraeni, Yunita Anggraeni, Yulia Rachma, Vina Anggraeni, Shree, Azzuri, Al Maarif, dan Rozi.
11. Anggota PPT (Para Pencari Takjil): Mas Thoha, HCD, Sigit, Amir, Ali, Angyun, Mustakim, Fadhli, Ahsan Safii, Aa Apip Paisal Bisri
12. Para Dosen dan Staf Departemen KL, Pak Nasir, Pak Haji Tusin, dan Ibu Itus yang penuh senyum membantu penulis.
13. Special Thank's: Ade Yuniarti, Yunita, Amah Majidah, Hana Nika, Silvana Savitri, Deasy Rahmiyati, yang banyak membantu penulis sebelum, saat, dan pasca sidang.
14. Teman-Teman KL Reguler angkatan 2005, 2006, 2007, dan 2008. Lihatlah, KL itu menyenangkan!
15. Teman-Teman KL Ekstensi 2006, 2007, dan 2008
16. Teman-teman FKM '05 Beda! Kakak dan adik kelas yang senantiasa mendukung penulis.

Semoga setiap tetes tinta, pemikiran, dan jerih payah ini bermanfaat bagi semua pihak dan mendapatkan restu dari-Nya.

Depok, 23 Desember 2009

Penulis

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tegar Rezavie Ramadhan
NPM : 1005007119
Peminatan : Kesehatan Lingkungan
Departemen : Kesehatan Lingkungan
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Kontaminasi Bakteri *Escherichia coli* pada Produk Depot Air Minum di Kecamatan Pancoran Mas, Depok, Tahun 2009”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Depok
Pada tanggal : 23 Desember 2009
Yang Menyatakan

(Tegar Rezavie Ramadhan)

ABSTRAK

Nama : Tegar Rezavie Ramadhan
Program Studi : Sarjana Kesehatan Masyarakat
Judul : Kontaminasi Bakteri *Escherichia coli* pada Produk Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Pancoran Mas, Depok, Tahun 2009

Permintaan terhadap air minum dalam kemasan semakin meningkat. Hal ini menjadi masalah dengan ditemukannya kontaminasi fekal coli pada produk depot air minum isi ulang di Kota Depok. Walaupun demikian, penelitian yang ada belum meneliti bakteri indikator kontaminasi fekal manusia, *Escherichia coli*. Selain itu, faktor-faktor yang kemungkinan mempengaruhi kontaminasi juga belum diteliti. Untuk itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui gambaran kontaminasi *Escherichia coli* di depot air minum isi ulang dan faktor yang kemungkinan berhubungan dengan terjadinya kontaminasi, yaitu higiene perorangan operator serta sanitasi lingkungan depot air minum. Penelitian yang dilakukan bersifat kuantitatif deskriptif dengan mengambil sampel sebanyak 21 depot di Kecamatan Pancoran Mas, Depok. Jumlah *E. coli* dienumerasi dengan teknik MPN. Sedangkan higiene perorangan dan sanitasi lingkungan dikuantifikasi dengan skoring. Hasil penelitian menemukan bahwa dari 21 depot yang diteliti ada dua depot (9.5%) terkontaminasi *Escherichia coli*. Depot yang terkontaminasi masing-masing terletak di wilayah kerja Puskesmas Cipayung dan Depok Jaya. Hasil observasi mengindikasikan bahwa sanitasi lingkungan kemungkinan lebih berpengaruh terhadap terjadinya kontaminasi pada air minum bila dibandingkan dengan higiene perorangan. Untuk itu peneliti menyarankan agar pengusaha melengkapi sarana dan prasarana sanitasi serta menjaga kebersihan DAMIU miliknya.

Kata Kunci: Depot air minum, kontaminasi fekal, *Escherichia coli*, higiene perorangan, sanitasi lingkungan

ABSTRACT

Name : Tegar Rezavie Ramadhan
Study Program : Bachelor of Public Health
Title : The *Escherichia coli* contamination of Water Refilling Station Product in Pancoran Mas Subdistrict, Depok, Year 2009

The demand of packaged water products is increasing. This create problems as the findings of fecal contamination on those water refilling station packaged water products is becoming often in Depok. Even so, the previous research have not examine human faecal bacteria indicator, *Escherichia coli*. Some more the factors that have influence to contaminate have not examine too. Therefore, this research is conducted to projects the *Escherichia coli* contamination on the products along with its risk, personal hygiene and environment sanitation. This is a quantitative descriptive research that acquires sample from 21 depot in Pancoran Mas Subdistrict, Depok. Quantity of *E. coli* was enumerated by MPN. Whereas personal hygiene and enviroment sanitation was quantified by scoring. Research detects the *Escherichia coli* contamination on two (9.5%) the sample products from 21 samples was taken. Contaminated depot reside in Puskesmas Cipayung and Depok Jaya working area. Observation indicate that environment sanitation have higher possibility to contaminate water product than personal hygiene. Therefore, researcher suggest to water refilling enterpriser for completing sanitation infrastructure and keep clean their the water refilling station

Key Words: Water Refilling Station, Faecal contamination, *Escherichia coli*, personal hygiene, environment sanitation

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	4
1.4 Tujuan	5
1.4.1 Tujuan Umum.....	5
1.4.2 Tujuan Khusus.....	5
1.5 Manfaat.....	5
1.5.1 Bagi Pengembangan Ilmu.....	5
1.5.2 Bagi Pengusaha.....	5
1.5.3 Bagi Dinas Kesehatan Kota Depok.....	5
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Jenis Air.....	7
2.2 Manfaat Air untuk Manusia.....	7
2.3 Syarat Air Minum.....	7
2.3.1 Parameter Fisik.....	8
2.3.2 Parameter Kimia.....	9
2.3.3 Parameter Biologi.....	9
2.3.4 Parameter Radioaktivitas.....	10
2.4 Sumber Air Minum.....	10
2.5 Depot Air Minum.....	11

2.6 Proses Pengolahan Air Minum pada Depot Air Minum Isi Ulang	12
2.7 Regulasi Depot Air Minum Isi Ulang.....	13
2.7.1 Regulasi Kesehatan.....	13
2.7.2 Regulasi Perdagangan.....	13
2.8 Total coliform, Fecal coliform, dan <i>Escherichia coli</i>	13
2.8.1 Total coliform.....	13
2.8.2 Fecal coliform.....	14
2.8.3 <i>Escherichia coli</i>	14
2.9 Sumber Kontaminasi <i>Escherichia coli</i> pada Depot Air Minum....	17
2.9.1 Higiene Perorangan Penjamah pada Depot Air Minum.....	22
2.9.2 Sanitasi Depot Air Minum.....	25
3. KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI OPERASIONAL.....	28
3.1 Kerangka Teori.....	28
3.2 Kerangka Konsep.....	29
3.3 Definisi Operasional.....	30
4. METODOLOGI PENELITIAN.....	35
4.1 Disain Penelitian.....	35
4.2 Populasi dan Sampel.....	35
4.3 Cara Pengambilan Sampel.....	35
4.4 Cara Pengukuran Sampel.....	36
4.4.1 Pengukuran Bakteri Pada Air Minum.....	36
4.4.2 Pengukuran Higiene Perorangan dan Sanitasi Lingkungan...	41
4.5 Pengolahan Data.....	41
4.6 Penyajian Data.....	41
4.7 Analisa Data.....	41
5. GAMBARAN UMUM PUSKESMAS KECAMATAN PANCORAN MAS.....	42
5.1 Peranan Pusat Kesehatan Masyarakat.....	42
5.2 Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk di Pancoran Mas	42
5.3 Demografi Pancoran Mas	42

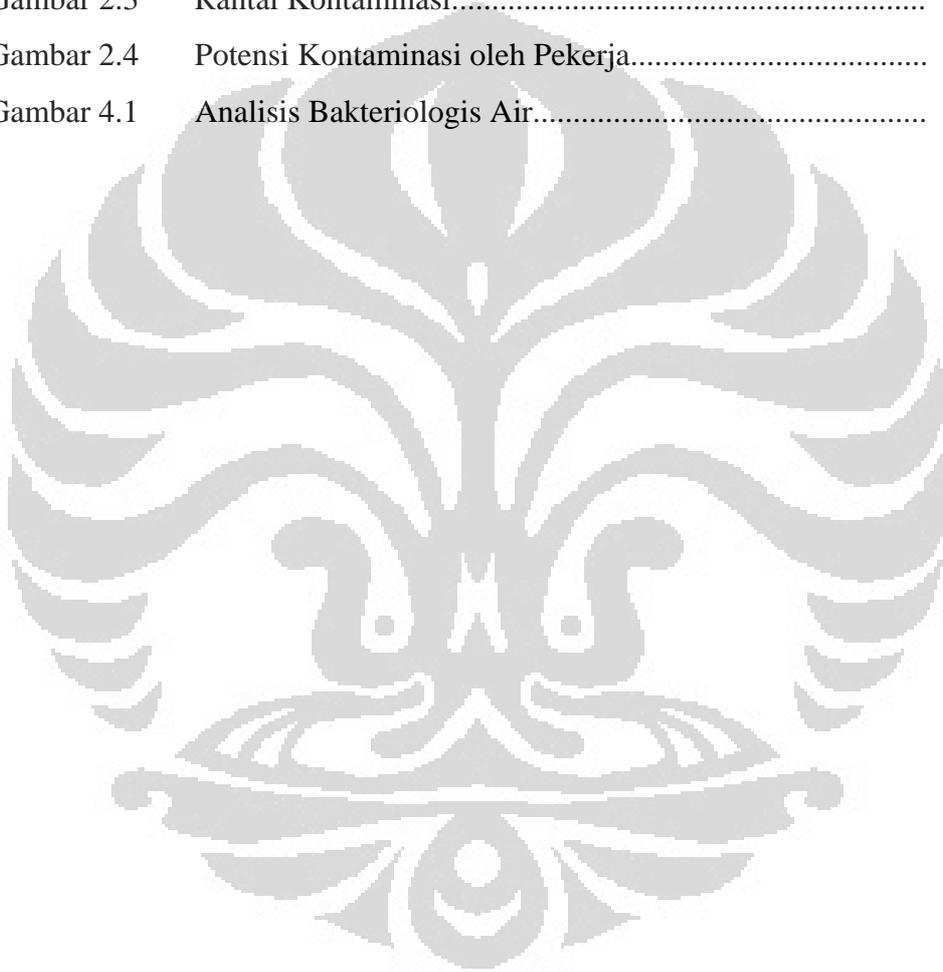
5.4 Pola Penyakit Pasien Rawat Jalan di Puskesmas Pancoran Mas	43
6. HASIL PENELITIAN.....	46
6.1 Distribusi Depot Air Minum Isi Ulang.....	46
6.2 Gambaran Kontaminasi Bakteri <i>Escherichia coli</i> di DAMIU.....	46
6.3 Gambaran Higiene Perorangan Operator DAMIU.....	49
6.4 Gambaran Sanitasi Lingkungan DAMIU.....	50
6.5 Skor Higiene Perorangan Operator Depot dan Sanitasi Lingkungan	52
7. PEMBAHASAN.....	54
7.1 Keterbatasan Penelitian.....	54
7.2 Gambaran kontaminasi bakteri <i>Escherichia coli</i> di DAMIU.....	54
7.3 Gambaran Higiene Perorangan DAMIU.....	56
7.4 Gambaran Sanitasi Lingkungan DAMIU.....	59
7.5 Penyebab Kontaminasi <i>Escherichia coli</i> pada Depot Air Minum di Pancoran Mas, Depok.....	60
7.6 Pengaruh Higiene Perorangan dan Sanitasi Lingkungan pada Kejadian Kontaminasi <i>E. coli</i> pada Produk Air Minum di Kecamatan Pancoran Mas.....	60
7.7 Titik Rawan Kontaminasi <i>Escherichia coli</i>	61
8. PENUTUP.....	64
8.1 Kesimpulan.....	64
7.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Penentuan MPN dari Uji Tabung Multipel.....	40
Tabel 6.1	Distribusi Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) per wilayah kerja Puskesmas.....	46
Tabel 6.2	Hasil uji laboratorium pada sampel air minum.....	47
Tabel 6.3	Distribusi depot yang terkontaminasi per bakteri kontaminan.....	48
Tabel 6.4	Distribusi Frekuensi DAMIU yang terkontaminasi fecal coli per wilayah kerja Puskesmas.....	49
Tabel 6.5	Gambaran higiene perorangan operator DAMIU per item pertanyaan.....	50
Tabel 6.6	Gambaran Sanitasi Lingkungan DAMIU per item pertanyaan.....	51
Tabel 6.7	Distribusi skor variabel higiene perorangan dan sanitasi lingkungan.....	52
Tabel 6.8	Gambaran Status Higiene Perorangan Operator DAMIU.....	53
Tabel 6.9	Gambaran Status Sanitasi Lingkungan DAMIU.....	53

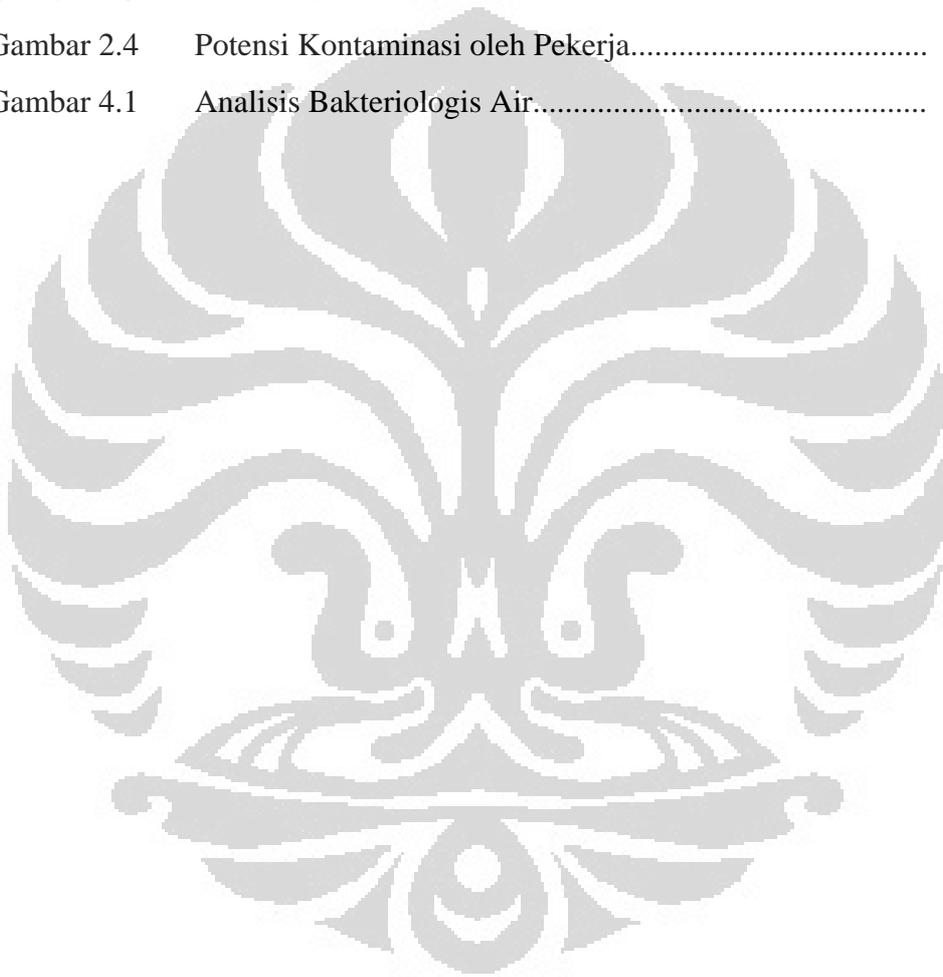
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema proses pengolahan air minum.....	12
Gambar 2.2	Interaksi manusia dan hewan yang berhubungan dengan kontaminasi bakteri pada air minum.....	18
Gambar 2.3	Rantai Kontaminasi.....	22
Gambar 2.4	Potensi Kontaminasi oleh Pekerja.....	24
Gambar 4.1	Analisis Bakteriologis Air.....	39



DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 2.1	Skema proses pengolahan air minum.....	11
Gambar 2.2	Interaksi manusia dan hewan yang berhubungan dengan kontaminasi bakteri pada air minum.....	18
Gambar 2.3	Rantai Kontaminasi.....	22
Gambar 2.4	Potensi Kontaminasi oleh Pekerja.....	24
Gambar 4.1	Analisis Bakteriologis Air.....	38



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber daya air merupakan salah satu sumber daya terpenting bagi kehidupan manusia. Meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatan pembangunan telah meningkatkan kebutuhan akan sumber daya air. Di sisi lain, ketersediaan air semakin terbatas. Keterbatasan air di antaranya disebabkan oleh pencemaran, penggundulan hutan, pertanian yang mengabaikan kelestarian lingkungan, dan berubahnya fungsi daerah tangkapan air (Laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2002, hlm 1).

Kebutuhan masyarakat akan air bersih untuk berbagai keperluan dipenuhi pemerintah melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Meskipun demikian, pada tahun 1999 baru 8.75% rumah tangga di Indonesia menikmati fasilitas air bersih dari PDAM. Di Pulau Jawa, baru 8.15% rumah tangga yang mendapatkan pelayanan air bersih dari PDAM (Laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2002, hlm. 2-3).

Minimnya kemampuan pemerintah melalui PDAM dalam memenuhi kebutuhan air minum yang bersih, bebas polusi, dan menyehatkan membuat banyak perusahaan memanfaatkan peluang ini untuk memproduksi air minum dalam kemasan (Tedjakusuma et al 2001, hlm. 48). Menurut Keputusan Menperindag No. 705/MPP/Kep/II/2003, yang termasuk dalam industri air minum dalam kemasan (AMDK) di antaranya adalah industri air minum isi ulang. Saat ini terdapat lebih dari 350 industri AMDK dengan produksi lebih dari 5 miliar liter per tahun. Industri air minum depot isi ulang juga tumbuh pesat dan telah menjadi salah satu alternatif bisnis skala usaha kecil dan menengah serta berkontribusi terhadap suplai air minum di kota-kota besar dengan harga terjangkau. Akan tetapi, belum ada data pasti tentang jumlah industri air minum isi ulang karena sebagian jenis industri ini tidak terdaftar (Suprihatin 2004)

Penelitian yang dilakukan Tedjakusuma et al menemukan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi perilaku konsumen dalam memilih air minumannya, yaitu

pendidikan, penghasilan, harga air minum, kualitas air minum, distribusi air minum, dan promosi (Tedjakusuma et al 2001, hlm. 55-56). Semakin tinggi pendidikan seseorang, maka pengetahuan terhadap kesehatan semakin tinggi sehingga mereka cenderung untuk lebih selektif dalam memilih air minum yang bebas kuman ($t_h = 3,464$ lebih besar dari $t_t = 1,960$). Semakin tinggi tingkat penghasilan, masyarakat akan cenderung untuk membeli air minum karena daya beli yang dimiliki cukup tinggi ($t_h = 3,642$ lebih besar dari $t_t = 1,960$). Tingkat persaingan yang tinggi antara perusahaan-perusahaan yang memproduksi air minum dalam kemasan membuat konsumen sensitif terhadap harga sehingga bila harga dinaikkan maka konsumen akan cenderung untuk berpindah ke merk lain ($t_h = -5,167$ lebih kecil dari $t_t = -1,960$). Kualitas air minum sangat mempengaruhi keputusan konsumen dengan $t_h = 2,328$ lebih besar dari $t_t = 1,960$. Konsumen juga cenderung memilih produk yang tersedia dekat dengan tempatnya berada ($t_h = 1,992$ lebih besar dari $t_t = 1,960$). Promosi yang baik akan meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk tersebut sehingga membuatnya membeli produk tersebut ($t_h = 2,062$ lebih besar dari $t_t = 1,960$).

Meningkatnya faktor-faktor tersebut memberikan pengaruh terhadap pola konsumsi air minum masyarakat Indonesia. Proporsi masyarakat yang menggunakan air minum dalam kemasan semakin naik dari tahun ke tahun: 1.5% pada tahun 2001, 4.06% pada tahun 2005, 4.43% pada tahun 2006, dan 7.18% pada tahun 2007 (Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2001, 2005, 2006, dan 2007). Di Propinsi Jawa Barat, proporsi pengguna air minum dalam kemasan juga meningkat: 3.84% pada tahun 2005, 4.37% pada tahun 2006, dan 6.89% pada tahun 2007 (Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2005, 2006, dan 2007). Di Kota Depok, diketahui pada tahun 2007 ada 7.45% warganya menggunakan air minum dalam kemasan (Profil Kesehatan Jawa Barat 2007).

Semakin besarnya proporsi masyarakat yang mengonsumsi air minum isi ulang kemudian menjadi masalah dengan ditemukannya kontaminasi bakteri pada produk air minum isi ulang. Penelitian yang dilakukan Athena et al di depot air minum ulang di Jakarta, Tangerang, dan Bekasi pada tahun 2003 menemukan bahwa 28.9% depot terkontaminasi total koli dan 18.4% depot terkontaminasi fekal koli (Athena et al 2003, hlm. 139). Penelitian yang dilakukan oleh IPB pada tahun

2003 menemukan bahwa 16% dari sampel terkontaminasi bakteri koliform. Jumlah sampel yang diambil penelitian ini sebanyak 120 sampel dari 10 kota besar seperti Jakarta, Bogor, Tangerang, Bekasi, Cikampek, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Medan, dan Denpasar (Suprihatin 2004). Penelitian yang dilakukan oleh Rinawati di Kota Depok terhadap depo air minum isi ulang menunjukkan bahwa delapan dari dua puluh depo yang diambil sampelnya terkontaminasi bakteri (Rinawati 2003, hlm. 40). Di Pancoran Mas, dari enam depo yang diambil sampelnya ada tiga sampel yang positif terkontaminasi bakteri (Rinawati 2003, hlm. 38). Dari studi yang dilakukan Rinawati tersebut belum diketahui jenis bakteri spesifik yang diidentifikasi, jumlah sampel yang diambil sedikit, dan belum diambilnya data tentang gambaran risiko kontaminasi bakteri pada depot air minum (Rinawati 2003, hlm. 49).

Kontaminasi bakteri pada air minum bisa diakibatkan oleh terkontaminasinya air baku, tangan, peralatan, dan pakaian pekerja, terutama jika keadaan sanitasi domestik dan higienitas buruk. Peningkatan kualitas dan ketersediaan air dalam pembuangan ekskreta dan hygiene umum adalah bagian paling penting dalam mengurangi transmisi penyakit fekal oral (WHO 2006, hlm. 122). Hal ini tergambar dalam penelitian yang dilakukan Lyus di Jakarta Pusat pada tahun 2004. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah 28% depot yang diamati tidak memenuhi syarat hygiene perorangan, 20% tidak memenuhi syarat sanitasi depot, 12% tidak memenuhi syarat sanitasi ruang pengisian air minum, dan 56% tidak memenuhi syarat sanitasi ruang pencucian galon (Lyus 2004, hlm. 56). Oleh karena di Pancoran Mas belum ada penelitian tentang adanya *Escherichia coli* dalam air minum isi ulang, maka peneliti ingin meneliti tentang hal tersebut disertai dengan gambaran hygiene perorangan operator dan sanitasi lingkungan depot air minum isi ulang.

1.2 Perumusan Masalah

Kebutuhan masyarakat akan air bersih untuk berbagai keperluan dipenuhi pemerintah melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Meskipun demikian, pada tahun 1999 baru 8.75% rumah tangga di Indonesia menikmati fasilitas air bersih dari PDAM. Di Pulau Jawa, baru 8.15% rumah tangga yang mendapatkan

pelayanan air bersih dari PDAM. Minimnya kemampuan pemerintah melalui PDAM dalam memenuhi kebutuhan air minum yang bersih, bebas polusi, dan menyehatkan membuat banyak perusahaan memanfaatkan peluang ini untuk memproduksi air minum dalam kemasan. Proporsi masyarakat yang menggunakan air minum dalam kemasan semakin naik dari tahun ke tahun: 1.5% pada tahun 2001, 4.06% pada tahun 2005, 4.43% pada tahun 2006, dan 7.18% pada tahun 2007. Di Propinsi Jawa Barat, proporsi pengguna air minum dalam kemasan juga meningkat: 3.84% pada tahun 2005, 4.37% pada tahun 2006, dan 6.89% pada tahun 2007. Di Kota Depok, diketahui pada tahun 2007 ada 7.45% warganya menggunakan air minum dalam kemasan. Semakin meningkatnya permintaan akan air minum dalam kemasan menjadi masalah baru dengan ditemukannya produk air minum dalam kemasan yang tercemar bakteri. Penelitian yang dilakukan oleh Rinawati di Kota Depok terhadap depot air minum isi ulang menunjukkan bahwa delapan dari dua puluh depo yang diambil sampelnya terkontaminasi bakteri. Di Kecamatan Pancoran Mas, dari enam depot yang diambil sampelnya ada tiga sampel (50%) yang positif terkontaminasi bakteri. Kelemahan dari studi yang dilakukan oleh Rinawati di antaranya adalah tidak diketahuinya jenis bakteri spesifik yang diidentifikasi, terbatasnya jumlah sampel yang diambil dari setiap kecamatan, dan belum diambilnya data tentang gambaran faktor risiko yang bisa mempengaruhi kontaminasi bakteri pada depot air minum (Rinawati 2003, hlm. 49). Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan penelitian mengenai kontaminasi *Escherichia coli* pada produk depot air minum di Kecamatan Pancoran Mas, Depok.

1.3 Pertanyaan Penelitian

- a. Bagaimana gambaran kontaminasi *Escherichia coli* pada produk depot air minum di Pancoran Mas, Depok?
- b. Bagaimana gambaran higiene perorangan operator depot air minum di Kecamatan Pancoran Mas, Depok?
- c. Bagaimana gambaran sanitasi lingkungan depot air minum di Kecamatan Pancoran mas, Depok?

1.4 Tujuan

1.4.1 Tujuan Umum

Diketuainya kontaminasi bakteri *Escherichia coli* dan faktor-faktor yang berpotensi menjadi sumber kontaminasi pada depot air minum di Pancoran Mas, Depok.

1.4.2 Tujuan Khusus

- a. Diketuainya gambaran kontaminasi *Escherichia coli* pada produk depot air minum di Pancoran Mas, Depok
- b. Diketuainya gambaran higiene perorangan penjamah
- c. Diketuainya gambaran sanitasi depot air minum isi ulang di Kecamatan Pancoran Mas, Depok

1.5 Manfaat

1.5.1 Bagi Pengembangan Ilmu

Sebagai pengayaan referensi pada topik kontaminasi bakteri pada air minum

1.5.2 Bagi Pengusaha

Sebagai bahan pertimbangan pengambilan keputusan terkait dengan peningkatan kualitas produknya

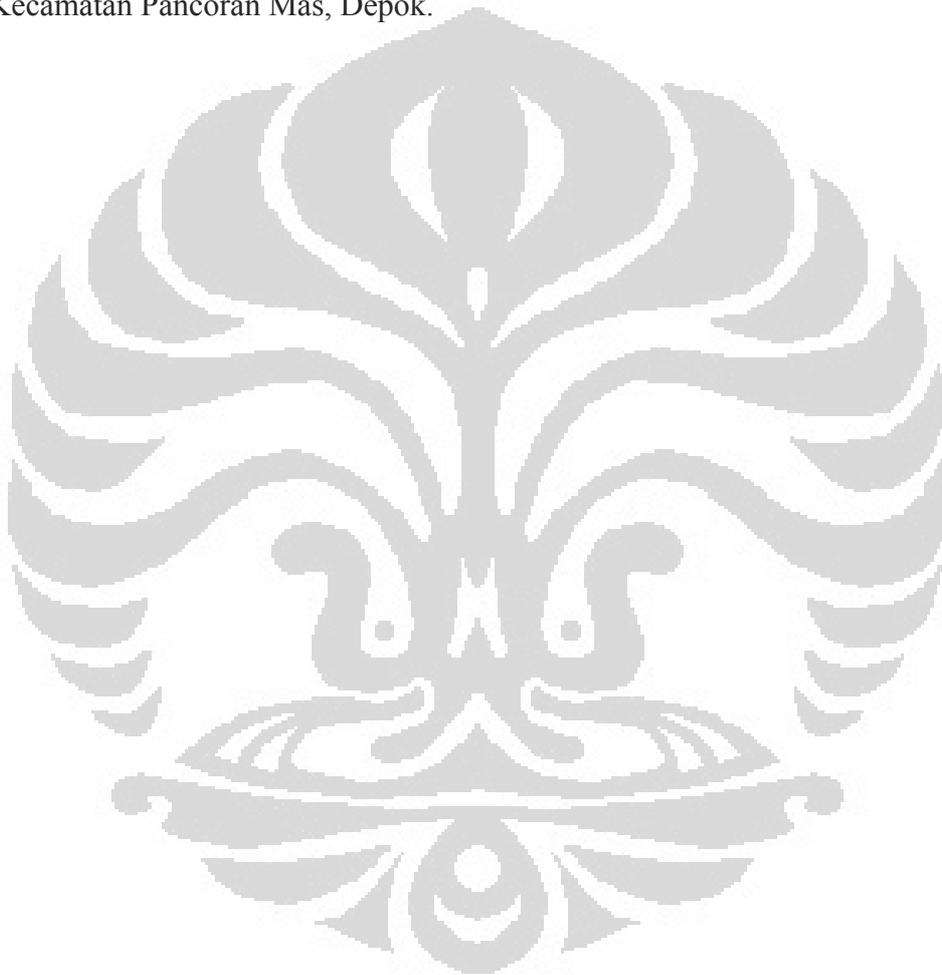
1.5.3 Bagi Dinas Kesehatan Kota Depok

Sebagai bahan pertimbangan untuk pembuatan kebijakan perlindungan kesehatan warga Depok.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian akan dilakukan di depot air minum isi ulang di wilayah Kecamatan Pancoran Mas, Depok. Objek yang menjadi fokus penelitian adalah gambaran depot air minum yang terkontaminasi *E. coli*, higiene perorangan operator, serta sanitasi lingkungan depot air minum. Penelitian akan dilakukan pada bulan November tahun 2009. Untuk mengetahui gambaran kontaminasi *E. coli*, sampel air minum diambil dari 21 depot air minum untuk kemudian dilihat

kandungan *E. coli* di dalamnya. Untuk mengetahui gambaran higiene perorangan, wawancara dilakukan. Sedangkan sanitasi lingkungan diketahui dari hasil observasi depot. Penelitian ini dilakukan karena ditemukannya kontaminasi pada produk depot air minum. Dari penelitian sebelumnya juga diketahui bahwa operator depot masih belum melaksanakan higiene perorangan dengan baik. Demikian juga dengan kondisi sanitasi lingkungannya. Oleh karena itu, timbul keinginan peneliti untuk meneliti kontaminasi bakteri *E. coli* pada produk depot air minum di Kecamatan Pancoran Mas, Depok.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis Air

Air adalah semua air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah kecuali air laut dan air fosil (Pasal 1 PP RI No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air). Air dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan kualitas dan kemungkinan kegunaannya: air baku, air bersih, dan air minum. Air baku adalah air yang dapat diolah menjadi air yang layak sebagai air minum dengan mengolah secara sederhana dengan cara difiltrasi, disinfeksi, dan dididihkan (penjelasan pasal 8 ayat 1 PP RI No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air). Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Pasal 1 Permenkes No 416 tahun 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air).

2.2 Manfaat Air untuk Manusia

Air minum adalah salah satu kebutuhan utama bagi manusia. Manusia memerlukan air untuk mandi, cuci, kakus, produksi pangan, papan, dan sandang (Soemirat 1994, hlm. 108). Pentingnya air dalam memenuhi kebutuhan manusia membuat kualitas air menjadi masalah penting. Berbagai penyakit dapat dibawa air kepada manusia pada saat manusia memanfaatkannya. Oleh karena itu, tujuan utama penyediaan air minum dan air bersih bagi masyarakat adalah mencegah penyakit bawaan air/*waterborne diseases* (Soemirat 1994, hlm. 108).

2.3 Syarat Air Minum

Air minum yang ideal adalah air minum yang jernih, tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak berbau. Air minum juga tidak mengandung kuman patogen dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia. Air minum tidak

mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis, dan dapat merugikan secara ekonomis. Air minum juga tidak korosif dan tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Kriteria ini dibuat untuk mencegah terjadinya penyakit bawaan air (Soemirat 1994, hlm. 110).

Di Indonesia, syarat standar air minum yang berlaku saat ini adalah Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 (Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002). Ada empat parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas air minum, yaitu parameter fisika, kimia, biologi, dan radiologi.

2.3.1 Parameter Fisik

Ruang lingkup dari parameter fisik adalah bau, jumlah zat padat terlarut (*total dissolved solid/TDS*), kekeruhan, rasa, suhu, dan warna. Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tidak memasukkan TDS dalam kriteria fisik yang ditentukan. Hal ini karena TDS terdiri atas zat organik, garam organik, dan gas terlarut yang bahan penyusunnya adalah spesi kimia. Bila TDS bertambah maka kesadahan juga akan naik. Efek TDS ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada spesi kimia penyusun materi TDS (Soemirat 1994, hlm. 112).

Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 menetapkan kadar maksimum yang diperbolehkan untuk kekeruhan sebesar 5 NTU (*nephelometric turbidity unit*). Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun organik. Zat anorganik berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan bahan organik berasal dari penguraian tumbuhan dan hewan. Limbah industri juga dapat menjadi sumber kekeruhan. Zat organik dapat menjadi nutrisi bagi bakteri sehingga keberadaannya dalam air akan mendukung pertumbuhan bakteri di air tersebut. Air yang keruh juga akan sulit didisinfeksi, karena mikroba akan terlindung oleh zat tersuspensi tersebut (Soemirat 1994, hlm. 112 dan WHO 2006, hlm. 7).

Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 menetapkan bahwa air minum harus tidak berasa, tidak berbau, dan berwarna. Warna ditetapkan tidak boleh melebihi 15 TCU (*true colour unit*). Rasa, bau, dan warna berasal dari bahan

kimia yang terlarut dalam air. Oleh karena itu, pengaruhnya terhadap kesehatan tergantung pada bahan kimia penyebab warna dan rasa dalam air.

Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 menetapkan bahwa suhu udara harus $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Tujuan dari penetapan ini adalah (i) agar tidak terjadi pelarutan bahan kimia yang ada pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan, (ii) menghambat reaksi-reaksi biokimia di dalam saluran/pipa, dan (iii) mikroorganisme patogen tidak mudah berkembang biak (Soemirat 1994, hlm. 112).

2.3.2 Parameter Kimia

Ada banyak bahan kimia yang bisa terdapat dalam air minum. Akan tetapi, hanya beberapa saja yang menjadi perhatian terkait pengaruhnya terhadap kesehatan. Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 menetapkan 123 bahan kimia sebagai parameter bahan kimia pada air minum yang mendapatkan perhatian terkait efeknya terhadap kesehatan.

Bahan kimia memiliki efek toksik. Efek toksik dibagi menjadi dua, yaitu nonkarsinogenik dan karsinogenik. Efek nonkarsinogenik memiliki ambang batas (*threshold*). Artinya ada dosis di atas nol yang tidak berefek sampai dosis tertentu tercapai atau melampaui ambang batas. Sedangkan efek karsinogenik tidak memiliki ambang (*nonthreshold*). Artinya selalu ada efek pada setiap dosis di atas nol. Contoh bahan kimia yang telah diketahui memiliki efek karsinogenik di antaranya adalah arsen, bromoform, dan benzena.

2.3.3 Parameter Biologi

Ada dua organisme yang ditetapkan oleh Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 sebagai parameter biologi, yaitu *Escherichia coli* dan fecal coli. Dua parameter ini sebenarnya hanya berupa indikator bagi berbagai mikroba lain seperti parasit (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen, dan virus (Soemirat 1994, hlm. 121). Sebagai indikator kedua bakteri ini berfungsi sebagai penunjuk yang menggambarkan adanya kemungkinan bakteri patogen lain juga hidup.

Standar kualitas air bersih yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 menetapkan

kadar total koliform maksimum yang diperbolehkan 50 per 100 ml air untuk air baku yang digunakan dalam produksi air minum isi ulang. Sedangkan standar kualitas air minum yang ditetapkan dalam Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 mengharuskan air minum bebas dari *E. coli* dan Fecal coli.

2.3.4 Parameter Radioaktivitas

Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 menetapkan dua aktivitas radioaktif sebagai parameter radioaktif air, yaitu *gross alpha activity* dan *gross beta activity*. Kadar maksimum yang diperbolehkan untuk *gross alpha activity* adalah 0.1 Bq/liter dan *gross beta activity* maksimum 1 Bq/liter. (Soemirat 1994, hlm. 121).

2.4 Sumber Air Minum

Sumber air adalah wadah air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini yaitu akuifer, mata air, sungai, rawa, danau, situ, waduk, dan muara (Pasal 1 PP RI No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air). Sumber air dibagi menjadi dua, yaitu air permukaan dan air tanah. Air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah. Termasuk di dalamnya antara lain: air dalam sistem sungai, waduk, danau, dan air irigasi. Air tanah adalah sejumlah air di bawah permukaan bumi yang dapat dikumpulkan dengan sumur-sumur, terowongan atau sistem drainase, atau dengan pemompaan. Dapat juga disebut aliran yang secara alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan. Yang termasuk di dalamnya antara lain akuifer dan sumur artesis (Kodoatie&Sjarief 2005, hlm. 15). Soemirat menambah satu lagi sumber air, yaitu air angkasa. Air angkasa adalah air yang berasal dari atmosfer seperti hujan dan salju (Soemirat 1994, hlm. 82).

Air tanah dangkal dan air permukaan dapat berkualitas baik jika tanah di sekitarnya tidak tercemar. Banyak zat yang terlarut ataupun tersuspensi di dalamnya selama perjalanannya menuju ke laut. Akan tetapi, selama perjalanan ini pula air dapat membersihkan dirinya karena adanya sinar ultra violet (UV) dari

matahari, aliran, serta kemungkinan-kemungkinan terjadinya reaksi-reaksi antara zat kimia yang terlarut dan pengendapan (Soemirat 1994, hlm. 82).

Air tanah dalam pada umumnya tergolong bersih dari segi mikrobiologis karena sewaktu proses pengaliran ia mengalami penyaringan alamiah sehingga mikroba sudah tidak lagi terdapat di dalamnya. Sedangkan kadar kimia air tanah dalam ataupun artesis tergantung pada formasi litosfir yang dilaluinya. Pada proses ini mineral-mineral yang dilaluinya dapat larut dan terbawa sehingga mengubah kualitas air tersebut (Soemirat 1994, hlm. 82).

Kualitas air angkasa tergantung pada kualitas udara yang dilaluinya sewaktu turun kembali ke permukaan bumi. Bila kadar SO_2 di udara tinggi, maka hujan yang turun akan bersifat asam. Keadaan seperti ini sering ditemukan di daerah perindustrian (Soemirat 1994, hlm. 82).

Statistik Kesejahteraan Rakyat Tahun 2007 mengkategorikan sumber air minum yang digunakan rumah tangga menjadi 2 kelompok besar, yaitu sumber air minum terlindung dan tidak terlindung. Sumber air minum terlindung terdiri dari air kemasan, ledeng, pompa, mata air terlindung, sumur terlindung, dan air hujan. Sedangkan sumber air minum tak terlindung terdiri dari sumur tak terlindung, mata air tak terlindung, air sungai, dan lainnya (Depkes RI 2008, hlm. 14-15).

Persentase rumah tangga menurut sumber air minum tahun 2007 yaitu terdapat 81.48% rumah tangga menggunakan sumber air minum terlindung dan 18.52% rumah tangga menggunakan sumber air minum tak terlindung (Depkes RI 2008, hlm. 15). Rincian rumah tangga yang menggunakan sumber air minum terlindung adalah: air kemasan 7.18%, ledeng meteran 12.36 %, ledeng eceran 3.82, pompa 17.62%, sumur terlindung 30.07 %. Rincian rumah tangga yang menggunakan sumber air minum tak terlindung adalah sumur tak terlindung 10.32, mata air terlindung 7.86%, mata air tak terlindung 4.77%, air sungai 3.02%, air hujan 2.57%, sumber lainnya 0.4% (Depkes RI 2008, Lamp 2.12).

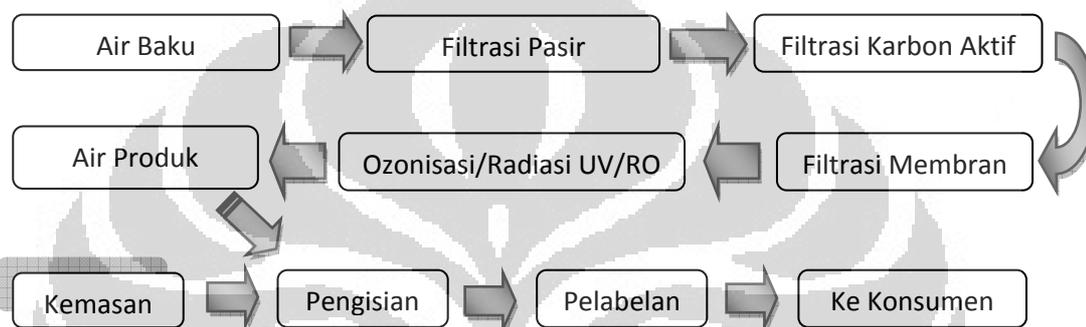
2.5 Depot Air Minum

Depot air minum adalah badan usaha yang mengelola air minum untuk keperluan masyarakat dalam bentuk curah dan tidak dikemas. Keberadaan depot air minum ditujukan untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat (Pedoman

Pelaksanaan Penyelenggaraan Hygiene Sanitasi Depot Air Minum, Dirjen P2PL Depkes RI Tahun 2008).

2.6 Proses Pengolahan Air Minum pada Depot Air Minum Isi Ulang

Air minum produk DAMIU merupakan hasil pengolahan air baku. Proses pengolahan air baku menjadi air yang siap minum dimulai dengan beberapa tahap penyaringan dan diakhiri dengan proses disinfeksi (Athena et al 2004, hlm. 138). Proses pengolahan digambarkan dengan skema berikut:



Gambar 2.1. Skema proses pengolahan air minum (adaptasi dari Widiyanti&Ristiati 2004, hlm. 68)

Air baku disimpan di dalam tangki air baku. Dari tangki, air dialirkan menuju filtrasi pasir. Filtrasi pasir digunakan untuk memisahkan partikel berukuran besar ($>3 \mu\text{m}$). Lalu, air dialirkan ke filter karbon aktif untuk kembali difiltrasi. Filter karbon aktif berfungsi menghilangkan semua bahan kimia organik, herbisida, pestisida, bau, dan rasa. Air kemudian dialirkan melewati filtrasi membran. Filtrasi membran digunakan untuk memisahkan partikel berukuran kecil ($0.08 \mu\text{m}$) dan menghilangkan sedimen karat (Widiyanti&Ristiati 2004, hlm. 67 dan Magtibay 2004, hlm. 591). Setelah melalui tahap penyaringan, air kemudian memasuki proses disinfeksi. Disinfeksi dilakukan dengan penyinaran sinar UV, gas ozon, kombinasi penyinaran sinar UV dan gas ozon, atau dengan *reverse osmosis/osmosis balik* (Athena et al. 2004, hlm. 138 dan (Widiyanti&Ristiati 2004, hlm. 67). Osmosis balik mampu menghilangkan semua mineral anorganik, bakteri, dan virus (Magtibay 2004, hlm. 591)

2.7 Regulasi Depot Air Minum Isi Ulang

2.7.1 Regulasi Kesehatan

Regulasi kualitas air minum isi ulang diatur dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Dalam Kepmenkes ini diatur persyaratan kualitas fisik, kimia, dan biologi air minum produk yang dihasilkan

Pengawasan kualitas air minum dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota. Untuk pemeriksaan kualitas bakteriologi, air baku diperiksa minimal satu sampel tiga bulan sekali, air yang siap dimasukkan ke dalam kemasan minimal satu sampel sebulan sekali, dan air dalam kemasan minimal dua sampel satu bulan sekali.

2.7.2 Regulasi Perdagangan

Untuk melindungi konsumen, pemerintah mengeluarkan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No.705/MPP/Kep/11/2003 tentang Persyaratan Teknis Industri Air Minum dalam Kemasan dan Perdagangannya. Berdasarkan Keputusan Menperindag tersebut, industri air minum isi ulang disamakan dengan industri air minum dalam kemasan (AMDK). Berdasarkan Kepmenperindag ini, usaha air minum isi ulang harus memiliki nomor MD (nomor registrasi produk makanan dan minuman dalam negeri) dan SNI (Standar Nasional Indonesia, sebagai jaminan kualitas produk) untuk memperoleh izin usaha.

2.8. Total coliform, Fecal coliform, dan *Escherichia coli*

2.8.1 Total coliform

Bakteri coliform digambarkan dan dikelompokkan berdasarkan karakteristiknya menjadi total coli dan fecal coliform. Kelompok bakteri total coliform, termasuk diantaranya adalah bakteri fecal coliform seperti *Escherichia coli*, seperti halnya jenis bakteri coliform lainnya secara alamiah ditemukan di tanah. Total coliform tidak selalu mengindikasikan adanya kontaminasi fecal pada air. Akan tetapi, ada atau tidaknya total coliform pada air yang sudah diolah sering digunakan untuk menentukan apakah proses disinfeksi pada air telah bekerja dengan baik atau tidak (WSIS 2007).

2.8.2 Fecal coliform

Karena perhitungan total coli tidak adekuat untuk membedakan antara kontaminasi fekal dan non fekal, maka uji bakteri fecal coliform dikembangkan. Fecal coliform adalah coliform yang memfermentasikan laktosa pada medium EC atau medium brilliant green lactose bile (BGLB) yang ditandai dengan diproduksinya gas pada tabung durham dalam inkubasi selama 48 jam pada suhu 45.5°C (SNIC 2007 dan Pepper&Gerba 2005, hlm. 118). Fecal coliform dipertimbangkan untuk digunakan karena ia lebih berhubungan langsung dengan indikasi kontaminasi fekal dari vertebrata berdarah panas bila dibandingkan dengan anggota koliform lainnya, seperti *Klebsiella*, *Enterobacter*, dan *Citrobacter*. *Escherichia coli*, salah satu anggota fecal coliform, biasanya ditemukan dengan proporsi 75-95% pada identifikasi fecal coli positif. Akan tetapi pada waktu yang sama, hanya merepresentasikan kurang dari 1% pada perhitungan total coli positif (SNIC 2007). Oleh karena itu, fecal coli lebih dipercaya untuk digunakan sebagai indikator kontaminasi fekal daripada total coli.

2.8.3 *Escherichia coli*

Escherichia coli (*E. coli*) adalah organisme bersel tunggal yang dapat hidup di banyak lingkungan berbeda. *E. coli* adalah organisme prokariotik, salah satu organisme terkecil yang pernah ada. *E. coli* pertama kali diidentifikasi pada tahun 1885 oleh Theodor Escherich pada spesimen yang diambil dari bayi yang mengalami gejala enteritis. Enteritis adalah inflamasi pada saluran usus yang dapat menyebabkan sakit perut, *nausea*, muntah-muntah, dan diare pada manusia (Manning 2005, hlm. 15).

E. coli adalah flora normal pada saluran intestinal manusia dan hewan berdarah panas. Keberadaan *E. coli* tersebut di saluran intestinal secara umum tidak merugikan kesehatan (WHO 2006, hlm. 123). Di dalam usus, terbentuk hubungan komensalisme antara *E. coli* dan usus manusia. *E. coli* mendapatkan makanan dan keuntungan lainnya dari manusia tanpa menyebabkan penyakit atau kerusakan apapun. Akan tetapi, terkadang *E. coli* juga dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia (Manning 2005, hlm. 15).

E. coli terbagi menjadi banyak serotipe. Jenis-jenis *E. coli* dari masing-masing serotipe dapat menyebabkan penyakit pada manusia dengan mekanisme dan tingkat keparahan yang berbeda, mulai dari yang bersifat komensal hingga parasit. Dalam penentuan jenis *E. coli*, digunakan nama yang menggambarkan mekanismenya dalam menyebabkan penyakit. Misalnya *E.coli* O157:H7 dimasukkan ke dalam enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) karena ia menyebabkan diare berdarah. Entero berarti usus, sedangkan hemorrhagic artinya berdarah. Oleh karena itu EHEC didefinisikan sebagai bakteri *E. coli* yang menyebabkan pendarahan pada usus. Jenis *E. coli* lainnya adalah *E. coli* (EPEC), *enterotoxigenic E. coli* (ETEC), *enteroinvasive E. coli* (EIEC), *enteroaggregative E coli*. (EAEC).

- a. enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC): EHEC adalah penyebab hampir sebagian besar diare di seluruh dunia. EHEC berhubungan dengan gastroenteritis, yaitu suatu inflamasi pada perut dan lapisan usus yang menyebabkan mual, diare, sakit perut, dan lesu (Manning 2005, hlm. 35). Ingesti EHEC 1-10 koloni per 100 mL dapat menimbulkan manifestasi penyakit pada manusia (Chart 2000). Keberadaan EHEC diketahui berhubungan sebagai penyebab kasus dan wabah diare pada manusia (Donnenberg 2002, hlm 120&Ashbolt 2004). Di lingkungan, reservoir utama EHEC adalah hewan domestik, terutama hewan pemamah biak seperti sapi, domba, kambing, dan rusa. EHEC terlepas ke lingkungan bebas melalui feses hewan dan bisa bertahan hingga berbulan-bulan di dalam tanah dan 21 bulan di dalam pupuk. Infeksi EHEC kepada manusia salah satunya terjadi akibat konsumsi air yang terkontaminasi. Untuk bisa menyebabkan penyakit, EHEC harus teringesti, bertahan hidup dalam lingkungan dengan tingkat keasaman yang tinggi di traktus gastrointestinal bagian atas, dan mendiami traktus gastrointestinal bagian bawah. Organisme ini mampu memproduksi asam kolanik yang diketahui berhubungan dengan kemampuan toleransi EHEC pada keasaman di dinding usus (Donnenberg 2002, hlm 131). Infeksi EHEC dimulai dengan gejala diare dengan feses encer yang seringkali diikuti nyeri perut dan terkadang pusing dan muntah-muntah. Gejala demam jarang ditemukan pada infeksi EHEC pada manusia. Feses yang encer ini bisa meningkat menjadi feses berdarah dalam 1-2 hari. Shiga toxin yang dilepaskan oleh *E. coli* O157:H7 merusak sel endotelial vaskuler, yaitu sel

dari jaringan yang membentengi organ internal usus, sehingga kemudian menyebabkan penyakit bertambah parah (Manning 2005, hlm. 36). Sebagian besar orang yang terinfeksi EHEC dapat kembali pulih tanpa mengalami cacat. Akan tetapi, infeksi EHEC dapat berkembang menjadi *haemolytic uraemic syndrome* (HUS) pada beberapa orang. Hingga saat ini belum diketahui dengan jelas mengapa infeksi EHEC pada sebagian orang bisa berkembang menjadi HUS dan pada orang lainnya tidak (Donnenberg 2002, hlm 120).

- b. Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC): Enterotoxigenic *Escherichia coli* adalah penyebab utama penyakit diare pada manusia dan hewan. ETEC diketahui banyak menyerang anak-anak yang memasuki masa penyapihan. ETEC diinisiasi konsumsi minuman yang telah terkontaminasi ETEC. Pada manusia, dibutuhkan kepadatan organisme dari 10^8 hingga 10^{10} untuk bisa menimbulkan gejala sakit. Bakteri biasanya transit dan mendiami usus kecil. Pada manusia sehat, perut, usus besar, dan usus kecil tidak mengandung bakteri. Akan tetapi, ETEC dapat ditemui di daerah lambung, di sepanjang usus kecil dan usus besar pada saat terjadi infeksi. Penempelan ETEC pada epitel usus dimediasi oleh fimbriae adesif. Kolonisasi pada mukosa usus membuat penghantaran lokal enterotoksin yang bertanggungjawab terhadap diare dengan feses encer menjadi ciri khas infeksi ETEC. Produksi enterotoksin menyebabkan terjadinya sekresi air pada jejunum dan ileum, dengan kehilangan cairan terbesar terjadi di jejunum. Infeksi ETEC dikarakterisasi oleh onset cepat diare dengan feses encer setelah masa inkubasi 14-50 jam. Penderita diare akibat ETEC biasanya juga mengalami kram perut. Feses yang dikeluarkan biasanya juga diikuti oleh darah kering dari dinding mukosa usus. Demam, muntah, dan muntah-muntah juga bisa dialami, tetapi gejala ikutan ini jarang terjadi. Pada infeksi yang tidak diobati, gejala akan pulih secara spontan dalam beberapa hari, antara 1-11 hari. Infeksi ETEC letal muncul sebagai akibat terjadinya dehidrasi dan ketidakseimbangan elektrolit (Donnenberg 2002, hlm 157).
- c. Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC): adalah bakteri yang memiliki karakteristik (i) mampu menyebabkan diare, (ii) kemampuan memproduksi hispatologi pada epitel usus yang dikenal dengan lesi *attaching* dan *effacing*,

dan (iii) tidak memproduksi toksin shiga. Karakteristik kedua EPEC membedakannya dari *E. coli* penyebab diare lainnya seperti EAEC, EIEC, dan ETEC. Karakteristik ketiga EPEC membedakannya dari EHEC. Manifestasi klinis infeksi EPEC adalah diare dengan feses encer yang mengandung mukus tetapi tidak berdarah. Gejala ikutan lainnya biasanya demam, lesu, muntah-muntah, dehidrasi, dan kehilangan berat badan. Diare EPEC biasanya terjadi antara 5-15 hari tetapi bisa juga menjadi diare kronis dan dapat menghasilkan kematian dengan laju mortalitas hingga 50%. EPEC diperkirakan lebih banyak menghuni usus kecil daripada kolon yang menjadi habitat *E. coli* komensal dan EHEC (Donnenberg 2002, hlm 82).

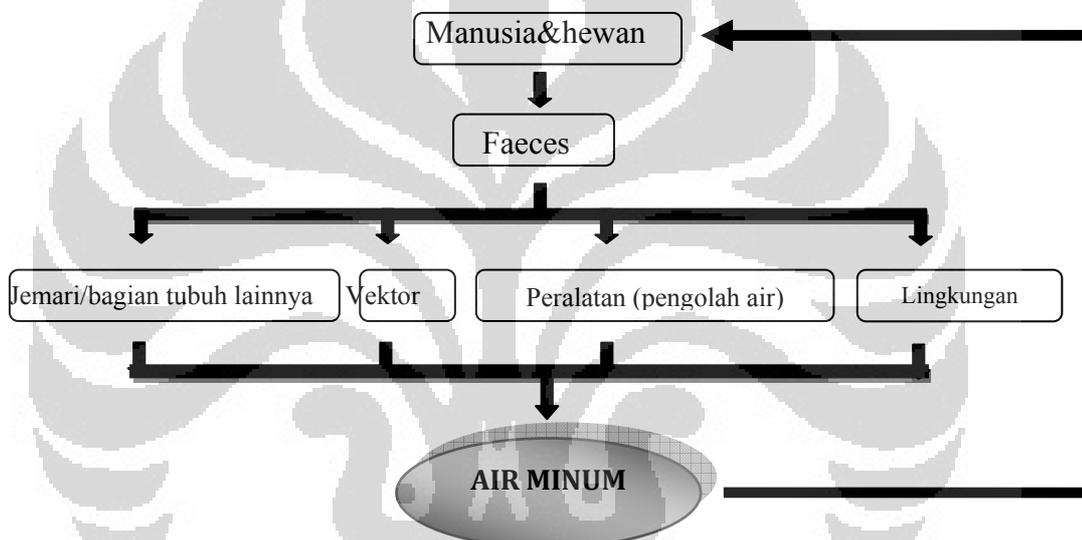
Kontaminasi bakteri *E. coli* pada air minum dapat ditentukan dengan melakukan uji pelengkap pada rangkaian uji *Most Probable Number* (MPN). Keberadaan bakteri *E. coli* diketahui dengan menginokulasi hasil sampel konfirmasi positif BGLB pada media Levine's Eosin Methylene Blue(EMB) Agar dan Simmons Citrate Agar (SCA). Dari uji ini didapat konfirmasi bakteri hingga level spesies, yaitu *Escherichia coli* dan *Escherichia aerogenes*. Koloni *E. coli* biasanya kecil dan berwarna hijau metalik. Sedangkan *E. aerogenes* biasanya tidak memiliki warna metalik dan ukurannya lebih besar (Pepper&Gerba 2005, hlm. 118).

2.9 Sumber Kontaminasi *Escherichia coli* pada Depot Air Minum

Faeces manusia dan hewan adalah sumber terbesar patogen yang dimuat lingkungan yang berhubungan dengan transmisi penyakit bawaan air. Manusia adalah reservoir utama enteropatogenik *E. coli*, terutama strain EPEC, ETEC, dan EIEC. Hewan ternak seperti sapi, domba, kambing, babi, dan ayam adalah sumber utama strain EHEC (WHO 2006, hlm. 230).

Air menjadi satu-satunya wahana transmisi patogen fekal oral seperti *E. coli*. Air, tangan penjamah, peralatan penanganan, dan pakaian yang terkontaminasi menjadi faktor risiko yang berperan dalam meningkatkan risiko kontaminasi bakteri pada air minum. Peningkatan kualitas dan ketersediaan air untuk pengolahan ekskreta dan higiene umum adalah langkah penting untuk mengurangi transmisi penyakit fekal oral (WHO 2006, hlm. 122).

Air dapat tercemar di sumber mata airnya oleh ekskreta atau kotoran yang mengandung mikroorganisme patogenik. Pencemaran terjadi ketika ekskreta atau kotoran mengalir menuju suplai air tanah yang tidak dilindungi dengan tepat. Kontaminasi juga dapat terjadi lewat penjamah yang tidak bersih lewat ekskreta, pus, cairan pernapasan, dan sekreta infeksius lainnya dengan perilaku personalnya yang tidak bersih dan ceroboh. Penyakit intestinal yang diakibatkan kontaminasi bakteriologis pada makanan dan minuman dapat ditransmisikan lewat feces, jemari, lalat, makanan/minuman, peralatan, dan air limbah (Salvato: 1992, hlm. 34). Pola interaksi antara manusia dan hewan yang berhubungan dengan kontaminasi fekal pada air minum dijelaskan dalam gambar 2.



Gambar 2.2 Interaksi manusia dan hewan yang berhubungan dengan kontaminasi bakteri pada air minum

Dalam higiene personel karyawan, ada beberapa bagian tubuh yang diwaspadai karena potensinya sebagai sumber kontaminasi bakteri, antara lain (Marriott & Gravani 2006, hlm. 84-87):

- a. Kulit: kulit terdiri dari epidermis (lapisan terluar kulit) dan dermis (lapisan dalam dari kulit). Kedua lapisan tersebut kuat, lunak, dan elastis yang memberikan daya tahan dari kerusakan akibat lingkungan. Epidermis adalah subjek yang cenderung lebih mudah rusak daripada bagian lainnya karena epidermis tidak mengandung jaringan syaraf ataupun pembuluh darah. Lapisan terluar epidermis adalah korneum. Korneum memiliki peran penting dalam menjaga distribusi flora normal kulit. Jaringan ini digantikan dengan sel yang

baru di bawahnya setiap 4-5 hari sekali. sel mati berukuran $30 \times 0.6 \mu\text{m}$ ini dengan mudah akan tercabut dari tempatnya dan menempel pada pakaian atau tersebar di udara. Sedangkan dermis, terdiri dari jaringan penghubung, serabut elastik, pembuluh darah dan limfe, jaringan syaraf, jaringan otot, pembuluh darah dan limfe, kelenjar-kelenjar serta duktus-duktus. Kelenjar pada dermis menyekresikan keringat dan minyak. Fungsi kulit sebagai organ kerja lewat pengendapan konstan keringat, minyak, dan sel mati pada permukaan terluarnya. Ketika material ini bercampur dengan substansi lain di lingkungan seperti debu, kotoran, dan lemak, maka akan terbentuk lingkungan ideal untuk pertumbuhan bakteri. Jadi, kulit menjadi sumber potensial kontaminasi bakteri. Saat hasil sekresi terendapkan dan bakteri melanjutkan pertumbuhan di dalamnya, berarti kulit telah teriritasi. Penjamah dapat menggosok kulit atau bahkan mendapatkan luka dan kemudian memindahkan bakteri ke produk atau peralatan lainnya. Perilaku mencuci tangan yang tidak tepat dan sedikitnya frekuensi mandi akan meningkatkan jumlah bakteri yang tersebar dalam fragmen sel mati.

- b. Jemari: bakteri dapat terbawa lewat sentuhan tangan pada peralatan, makanan, pakaian, atau wilayah lain tubuh yang telah terkontaminasi. Ketika jemari terkontaminasi, penjamah harus mencuci tangannya dengan sabun untuk mengurangi transfer kontaminasi. Sarung tangan plastik dapat menjadi solusi. Sarung tangan plastik mencegah transfer bakteri patogenik dari jemari dan tangan pada produk.
- c. Kuku: salah satu jalan termudah penyebaran bakteri adalah lewat kotoran yang dikandung kuku. Karyawan dengan kuku belum dipotong tidak boleh bekerja terlebih dahulu sebelum ia membersihkan kukunya. Mencuci tangan dengan sabun dan air akan menghilangkan bakteri tanpa menyebabkan iritasi pada tangan.
- d. Perhiasan: untuk mengurangi bahaya keselamatan pada lingkungan yang mengoperasikan mesin, perhiasan disarankan tidak digunakan selama bekerja. Hal ini karena perhiasan bisa saja telah terkontaminasi dan jatuh ke dalam produk.
- e. Rambut: beberapa mikroorganisme ditemukan berada di rambut. Karyawan yang menggaruk rambutnya seharusnya mencuci tangannya sebelum kembali

berinteraksi dengan proses produksi dan ia perlu menggunakan penutup kepala. Kebutuhan menggunakan penutup rambut dalam tahap pemrosesan produk perlu dikembangkan sebagai kondisi pekerjaan yang akan dihadapi kepada semua karyawan baru dan mereka sudah mengetahui kondisi tersebut pada waktu mereka mulai dikontrak.

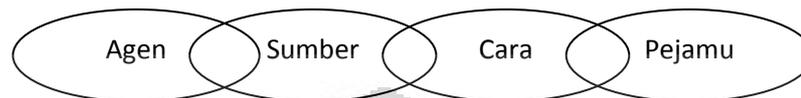
- f. Mata: mata dalam kondisi normal bebas dari bakteri. Akan tetapi, beberapa bakteri dengan kelas infeksi menengah bisa tumbuh. Bakteri dapat ditemukan pada bulumata dan pada lekukan antara hidung dan mata. Dengan menggaruk mata, tangan menjadi terkontaminasi
- g. Mulut: banyak bakteri ditemukan di mulut dan bibir. Ketika bersin, beberapa bakteri terbang menuju udara dan dapat jatuh ke produk yang ditangani atau bahkan menulari orang lainnya. Lebih jauh lagi, merokok harus dilarang ketika bekerja. Beberapa bakteri dan virus yang menyebabkan penyakit juga ditemukan di mulut, khususnya jika pekerja sedang sakit. Kebiasaan merokok akan memicu pekerja untuk meludah dalam kaitannya dengan sensasi gangguan rasa di dalam mulut pasca merokok. Merokok juga meningkatkan risiko batuk pekerja yang dapat menyebarkan mikroorganisme di dalam mulut. Menggosok gigi dapat mencegah pertumbuhan plak bakterial pada gigi dan mengurangi derajat kontaminasi yang dapat ditransmisikan menuju produk jika karyawan bersin.
- h. Hidung, nasofaring, dan traktus respiratori: populasi mikroba pada hidung dan tenggorokan lebih terbatas bila dibandingkan dengan mulut. Partikel dengan diameter lebih besar dari 7 μm yang terhirup akan ditahan di traktus respiratori bagian atas. Penyaringan semakin sempurna dengan adanya *mucus* yang mempunyai daya ikat kuat yang terdapat pada membran di sepanjang hidung, sinus-sinus, faring, dan esofagus. Kira-kira setengah dari partikel dengan diameter 3 μm atau lebih dibersihkan di sisa traktus. Partikel yang melakukan penetrasi hingga bronchi dan bronchiolus akan dihancurkan oleh pertahanan tubuh yang dimotori oleh lisosom. Populasi virus dikontrol dengan agen inaktivasi virus yang ditemukan pada cairan serus hidung. Biasanya mikroorganisme melakukan penetrasi pada membran mukosa dan membangun populasi di tenggorokan dan traktus respiratori. *Staphylococci*, *streptococci*, dan *difteroid* sering ditemukan di wilayah ini. mikroorganisme lainnya biasanya

tinggal di tonsil. Flu yang biasa diidap disebabkan oleh rhinovirus. Serangan viral awal umumnya diikuti onset infeksi sekunder karena rendahnya resistensi membran mukus pada traktus respiratori atas. Infeksi sekunder bisa disebabkan oleh berbagai macam agen, termasuk bakteri. Bakteri, khususnya dari pekerja yang sedang sakit flu, dapat ditransmisikan dari hidung ke tangan lewat tangan hanya dengan garukan ringan pada bagian hidung. Penyakit lainnya adalah infeksi sinus akibat *S. Aureus*; infeksi tenggorokan, laringitis, dan bronkitis akibat spesies streptococcus yang disebarkan melalui mukosa carier; dan influenza. Kematian dapat terjadi sebagai hasil dari infeksi bakteri sekunder oleh staphylococci, streptococci, atau pneumococci. Banyak dari penyakit ringan ini sangat menular. Oleh karena itu, pekerja yang terinfeksi oleh salah satu darinya disarankan untuk tidak diizinkan bekerja terlebih dahulu. Mereka bisa membahayakan produk dan rekan kerjanya. Semua batuk dan bersin mengandung droplet yang terurai menjadi atom mukus yang mengandung agen infeksius dan harus dicegah. Tangan harus senantiasa dijaga selalu bersih dengan mencuci tangan untuk mencegah kontaminasi mikroorganisme infeksius.

- i. Organ ekskresi: pelepasan (*discharge*) intestinal adalah sumber utama kontaminasi bakteri. Kira-kira 30-35% berat kering isi usus manusia terdiri dari sel-sel bakteri. *Streptococcus fecalis* dan staphylococci adalah bakteri yang secara umum ditemukan di bagian atas usus kecil. Meskipun demikian spesies dan organisme individual berjumlah lebih banyak di usus bagian bawah. Partikel feses berkumpul pada rambut di sekitar wilayah anal dan menyebar pada pakaian. Ketika pekerja menggunakan toilet, mereka bisa saja membawa beberapa bakteri intestinal. Jika mereka tidak mencuci tangannya dengan tepat, organisme ini akan menyebar ke produk makanan

Pada industri air minum, pengenalan terhadap rantai kontaminasi menjadi hal penting dipahami untuk melakukan pemutusan rantai kontaminasi. Rantai kontaminasi (Gambar 2.3) terdiri dari agen (*agent*), sumber (*source*), cara transmisi (*mode of transmission*), dan pejamu (*host*). Faktor kausatif yang penting dalam transmisi bakteri penyakit bawaan pada makanan dan minuman adalah (Marriott&Gravani 2006, hlm. 77):

- a. Transmisi agen kausatif dari lingkungan dimana air diproduksi, diproses, atau disiapkan menjadi air minum
- b. Sumber dan reservoir transmisi dari setiap agen
- c. Transmisi dari sumber ke air
- d. Pendukung pertumbuhan mikroorganisme pada air yang telah terkontaminasi



Gambar 2.3 Rantai Kontaminasi

Rantai kontaminasi menekankan pada penyebab multipel penyakit bawaan makanan dan air. Kehadiran agen penyakit adalah mutlak, tetapi semua langkah dalam rantai tersebut adalah penting keberadaannya untuk bisa menghasilkan penyakit bawaan makanan dan air. Ketidakhadiran salah satu rantai tidak akan bisa menghasilkan penyakit (Marriott&Gravani 2006, hlm. 77).

2.9.1 Higiene Perorangan Penjamah pada Depot Air Minum

Proses pengolahan air di depot air minum isi ulang yang tidak seluruhnya dilakukan secara otomatis juga dapat mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan (Athena et al 2004, hlm. 136). Salah satu langkah yang tidak dilakukan dengan otomatis adalah pembersihan galon air dan proses pengisian air ke dalam galon. Pada proses ini, galon mengalami kontak langsung dengan penjamah/pekerja.

Karyawan adalah sumber kontaminasi terbesar dari semua sumber pajanan mikroorganisme pada air minum. Karyawan yang tidak mengikuti praktik saniter akan mengontaminasi makanan yang mereka sentuh dengan mikroorganisme patogenik. Tangan, rambut, hidung, dan mulut mengandung mikroorganisme yang dapat berpindah ke produk selama pemrosesan, pengepakan, persiapan, dan pelayanan lewat sentuhan, pernapasan, batuk, atau bersin (Gambar 4). Karena manusia adalah makhluk berdarah panas, mikroorganisme dapat berproliferasi di dalam tubuh manusia dengan cepat khususnya jika tidak dilakukan praktik higiene (Marriott&Gravani 2006, hlm. 80).

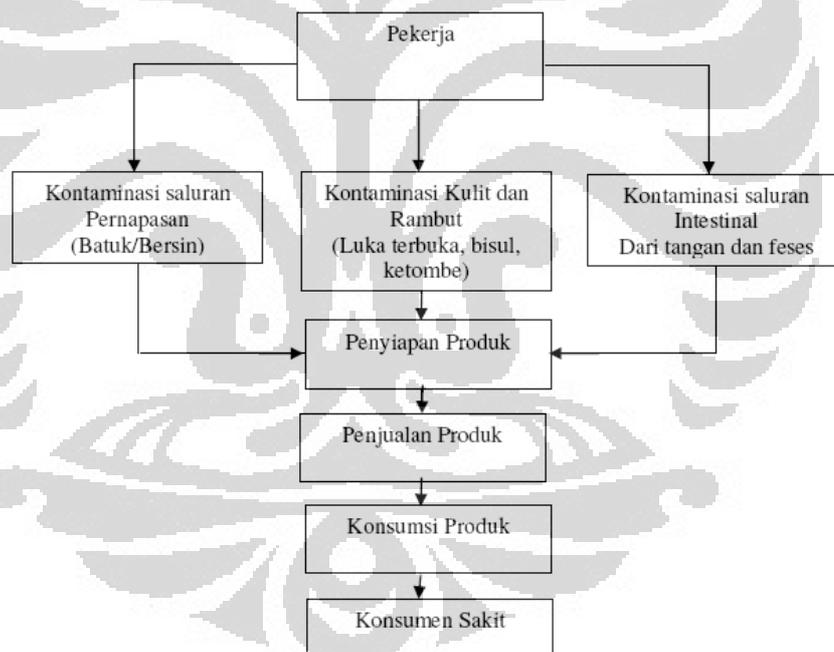
Pekerja yang sedang sakit harus dilarang melakukan kontak dengan bahan baku, produk, dan peralatan yang digunakan dalam tahap proses, persiapan, dan

penyiapan produk. Kesakitan yang dapat ditularkan adalah penyakit pada traktus intestinal, tuberkulosis, disentri, demam typhoid, dan hepatitis. Dalam banyak kasus, penyakit yang disebabkan oleh mikroorganismenya bisa saja masih melekat pada pekerja pada masa pemulihan sehabis sakit atau bahkan setelah sembuh dari sakit (*carier*) (Marriott&Gravani 2006, hlm. 84).

Higiene personal sebagai langkah protektif untuk mempromosikan kesehatan dan membatasi penyebaran penyakit menular, terutama yang ditularkan lewat kontak langsung adalah tanggungjawab setiap individu. Higiene personal meliputi: (a) mencuci tangan dengan sabun dan air setelah defekasi atau micturisi dan sebelum menjamah makanan atau makan; (b) menjaga tangan dari benda tak bersih, atau benda-benda yang biasa digunakan di dalam toilet agar jauh dari mulut, hidung, mata, telinga, genitalia, dan luka; (c) mencegah penggunaan alat-alat makan, gelas minum, handuk, serbet, sikat, dan sisir yang tidak bersih; (d) mencegah pajanan dari orang lain lewat hidung atau mulut, misalnya batuk, bersin, tertawa, dan berbicara; (e) menjaga badan tetap bersih dengan mandi menggunakan sabun dalam frekuensi yang cukup (Salvato: 1992, hlm. 7-8). Semua karyawan mempunyai tanggungjawab untuk menjaga kebersihan personal, memperhatikan higienitas, praktik keamanan makanan, dan diberi pelatihan. Pemilik harus mendesak karyawannya untuk mentaati peraturan atau menggantinya dengan karyawan baru. Sebuah wastafel atau tempat cuci tangan yang dilengkapi dengan sabun dan handuk pengering pribadi harus tersedia di tempat kerja untuk mendukung kebersihan personal. Instruksi standar untuk penjamah adalah sebagai berikut (Adaptasi dari Salvato: 1992, hlm. 906-907):

- a. Mencuci tangan secara menyeluruh sebelum bekerja, setelah menggunakan toilet, merokok, mengusap hidung. Cuci tangan dilakukan dengan cukup sabun, air hangat, dengan menggosokkan kedua tangan secara bersama-sama setidaknya selama 30 detik disertai dengan membersihkan sela-sela jari dan kuku.
- b. Menggunakan sarung tangan yang dapat di daur ulang
- c. Menjaga tangan tetap bersih dan memastikan kuku selalu pendek dan bersih. Jauhkan tangan dari menyentuh makanan, hidung, rambut, dan wajah.
- d. Menjaga badan dan pakaian bersih dan menggunakan tutup kepala

- e. Menutup hidung dan mulut dan tissue ketika bersin atau batuk, lalu membuang tissue dan mencuci tangan. Pekerja dilarang merokok saat beraktivitas di depot air minum isi ulang. Hal ini karena merokok dapat meningkatkan risiko pekerja untuk batuk. Berbagai macam bakteri yang tumbuh dalam mulut pekerja, apalagi jika sedang sakit, dapat dengan mudah tersebar saat pekerja batuk (Marriott&Gravani 2006, hlm. 86).
- f. Melapor kepada dokter atau pemilik depo ketika muncul tanda awal pilek, sakit tenggorokan, muntah, demam, atau kehilangan berat badan. Jika perlu, ambil waktu untuk istirahat dan kunjungi dokter
- g. Menjaga kebersihan tempat pengolahan air. Depot air minum harus dijaga agar tetap kering, terlindung dari hewan, manusia, tikus, dan kontaminasi serangga. Demikian juga dengan alat-alat penanganan produk harus dijaga agar tetap bersih.



Gambar 2.4 Potensi Kontaminasi oleh Pekerja (adaptasi dari Marriott&Gravani 2006, hlm. 77)

2.9.2 Sanitasi Depot Air Minum

Sanitasi adalah membuat dan memelihara kondisi higienis dan sehat. Sanitasi ditujukan untuk mencegah kontaminasi oleh mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit bawaan air dan untuk meminimisasi cacat pada produk

yang disebabkan kontaminasi mikroorganisme. Sanitasi efektif mengacu pada semua prosedur yang membantu untuk tercapainya tujuan ini (Marriott&Gravani 2006, hlm. 3).

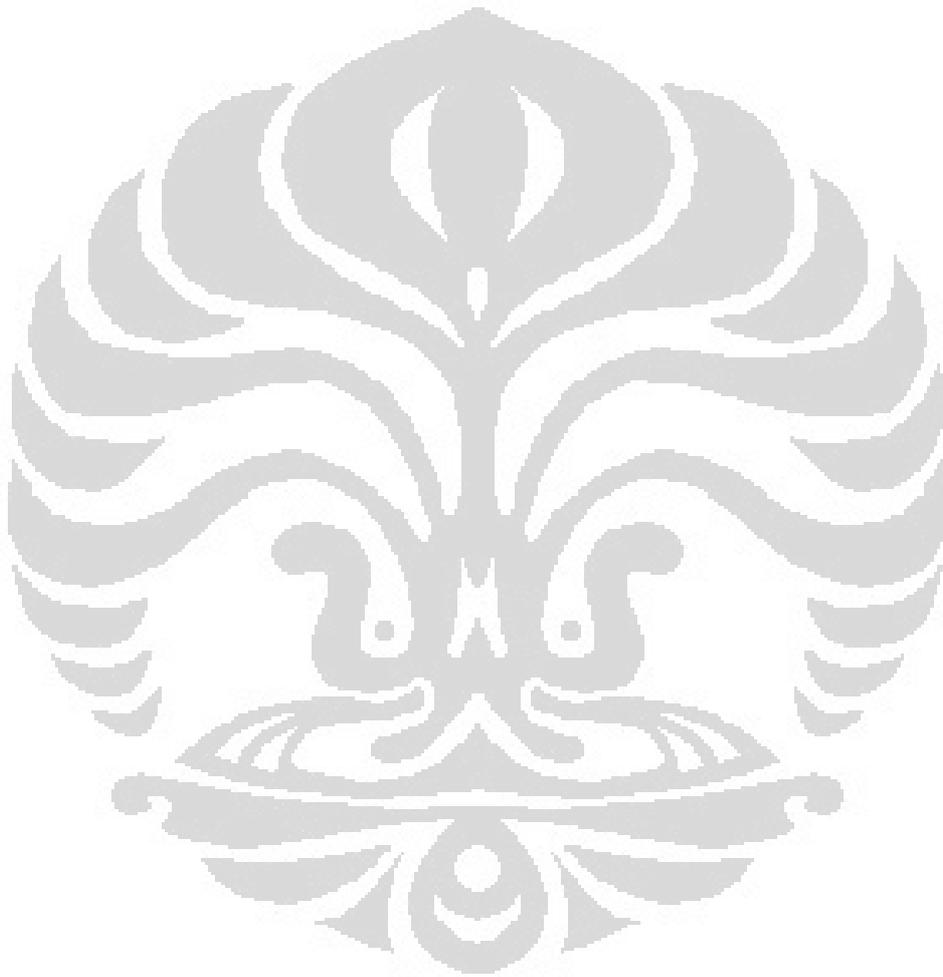
Sanitasi efektif dikembangkan setelah dilakukan analisis sumber dan titik kontaminasi. Salah satu jalan identifikasi sumber kontaminasi adalah dengan menggunakan pendekatan zonal pada monitoring lingkungan yang telah dikembangkan oleh Kraft Foods dan diadopsi perusahaan makanan dan minuman lainnya. Zona 1 mewakili wilayah paling kritis untuk dibersihkan dan disanitasi. Yang termasuk dalam wilayah ini adalah wilayah dimana terjadi kontak langsung dengan air yaitu peralatan produksi dan kontainer air. Zona 2 adalah wilayah yang mana personel pekerja dapat datang dan melakukan kontak dekat dengan zona 1, misalnya saluran pembuangan bilasan galon. Sedangkan yang termasuk dalam zona 3 adalah dinding, lantai, dan item-item lainnya yang kontak dengan dinding, lantai, alat pembersih, dan item lain di wilayah pemrosesan produk. Zona 4 melingkupi tempat masuk, tempat karyawan, toilet, dan tempat cuci tangan (adaptasi dari Marriott&Gravani 2006, hlm. 78).

Aspek lain yang membutuhkan perhatian untuk disanitasi karena adanya potensi kontaminasi *Escherichia coli* di dalamnya antara lain:

- a. Udara dan Air: Dalam depot air minum, air bersih bertindak sebagai medium pembersih, baik untuk membersihkan tangan pekerja ataupun untuk membersihkan galon. Air juga bisa berperan sebagai sumber kontaminasi. Jika terdapat banyak kontaminasi, maka dibutuhkan sumber air lainnya atau sumber air yang ada harus mendapat perlakuan disinfeksi dengan bahan kimia (misalnya dengan klorin, unit ultraviolet, dan sebagainya) atau metode lainnya. Selain air, kontaminasi juga dapat dihasilkan oleh mikroorganisme bawaan udara (*microorganisme airborne*) yang mengontaminasi produk selama pemrosesan, pengepakan, penyimpanan, dan penyiapan. Kontaminasi ini dihasilkan dari lingkungan udara instalasi pengolahan air yang tidak bersih atau dari kontaminasi lewat praktik sanitasi yang tidak tepat. Metode yang paling efektif dalam mengurangi kontaminasi udara adalah dengan melakukan langkah-langkah saniter seperti menyiapkan ventilasi yang: (i) menjamin terjadi peredaran udara dengan baik; (ii) tidak mencemari proses pengolahan dan atau

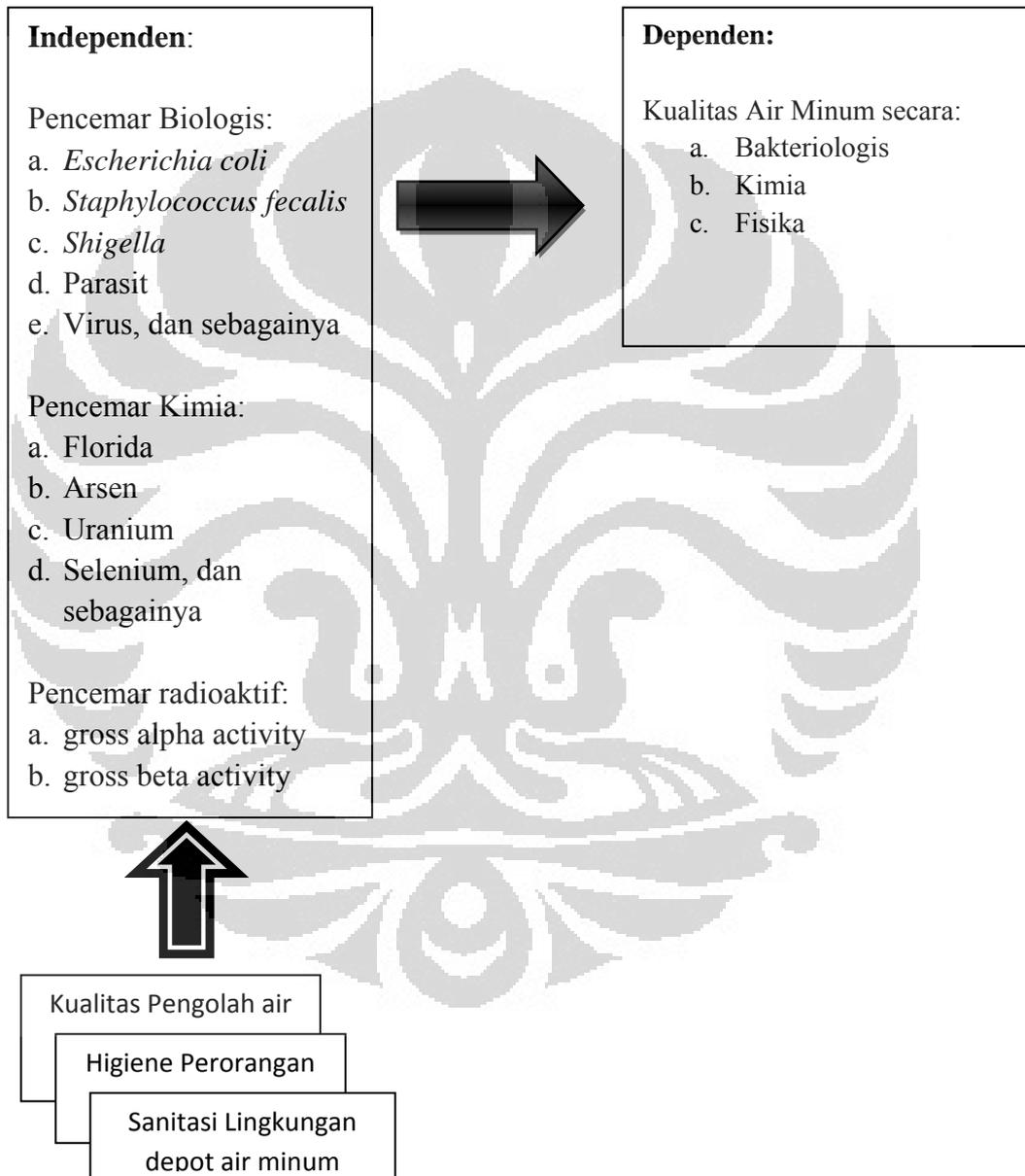
- air minum; (iii) menjaga usaha tetap nyaman dan sesuai kebutuhan. Usaha lainnya adalah dengan melindungi produk dari udara dengan melakukan teknik pengepakan dan material yang tepat, yaitu dilakukan dalam ruangan steril di bawah sinar UV (adaptasi dari Marriott&Gravani 2006, hlm. 80).
- b. Sampah: Sampah yang tidak diolah dengan baik dapat mengandung mikroorganisme patogen, misalnya mikroorganisme yang menyebabkan typhoid, disentri, dan hepatitis (Marriott&Gravani 2006, hlm. 80). Oleh karena itu perlu disediakan tempat sampah yang tertutup serta pembuangan sampah secara kontinu. Kotak sampah harus terbuat dari *heavy duty plastic* atau galvanisir metal dengan tutup rapat (Marriott&Gravani 2006, hlm. 247).
- c. Serangga dan hewan pengerat: lalat dan kecoa berhubungan baik dengan tempat tinggal, ruang makan, dan fasilitas pemrosesan makanan sama halnya dengan hubungannya dengan toilet, sampah, dan tempat kotoran lainnya. Hama ini memindahkan kuman dari tempat-tempat yang telah terkontaminasi kepada makanan atau produk lewat mulut, kaki, dan bagian tubuh lainnya. Untuk mencegah kontaminasi dari hama ini, eradikasi adalah penting. Selain itu, wilayah pemrosesan, penyiapan, dan pelayanan harus dilindungi dari kehadiran hama ini. Sedangkan tikus, memindahkan kuman lewat kakinya, bulunya, dan traktus intestinalnya. Tikus secara langsung ataupun tak langsung menyebarkan penyakit seperti leptospirosis, typhus, dan salmonellosis. Jutaan mikroorganisme berbahaya dapat ditemukan pada satu kotoran tikus. Ketika kotoran tersebut mengering dan hancur, partikelnya dapat terbawa ke air baku ataupun air minum lewat pergerakan udara di dalam ruangan (Marriott&Gravani 2006, hlm. 245). Pengendalian hewan pengerat, khususnya tikus, adalah sulit karena kemampuan mereka untuk beradaptasi dengan lingkungan. Metode yang paling efektif adalah dengan sanitasi dan menutup semua pintu masuk tikus ke tempat penyimpanan, pemrosesan, dan pengemasan produk. Tanpa adanya pintu masuk menuju tempat persembunyian dan kehadiran remah-remah yang dapat menjadi makanan tikus, hama ini tidak akan dapat bertahan hidup dan akan bermigrasi ke lokasi lainnya. Sedangkan racun dan jebakan tikus hanya mengurangi populasi tikus secara temporer saja. Pekerja juga disarankan tidak makan dan minum di tempat kerja

karena remah-remah makanan dapat menarik perhatian hama.
(Marriott&Gravani 2006, hlm. 246-247).

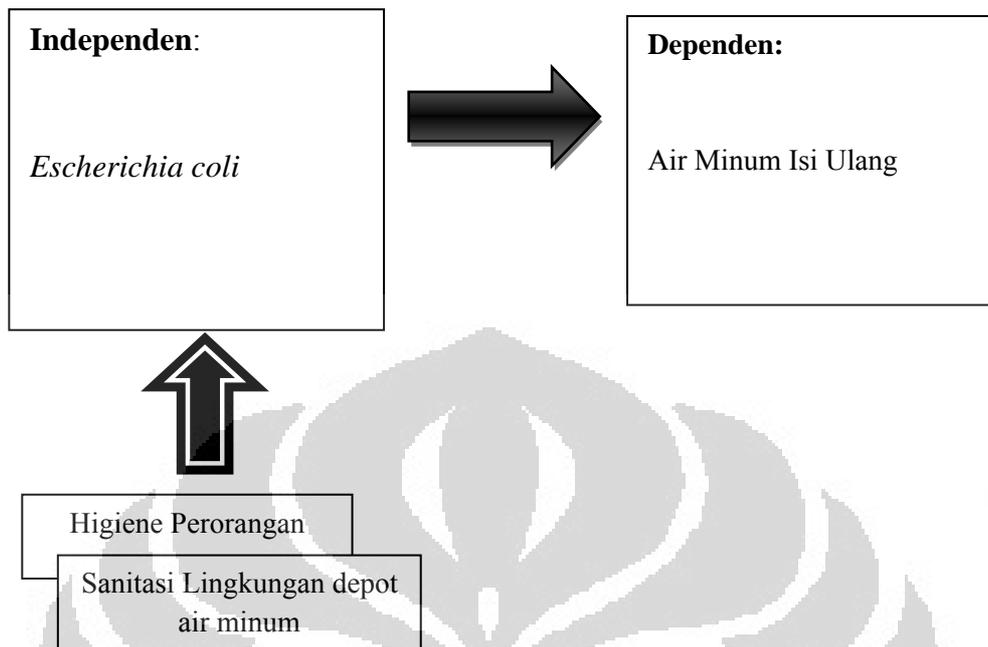


BAB 3
KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI
OPERASIONAL

3.1 Kerangka Teori



3.2 Kerangka Konsep

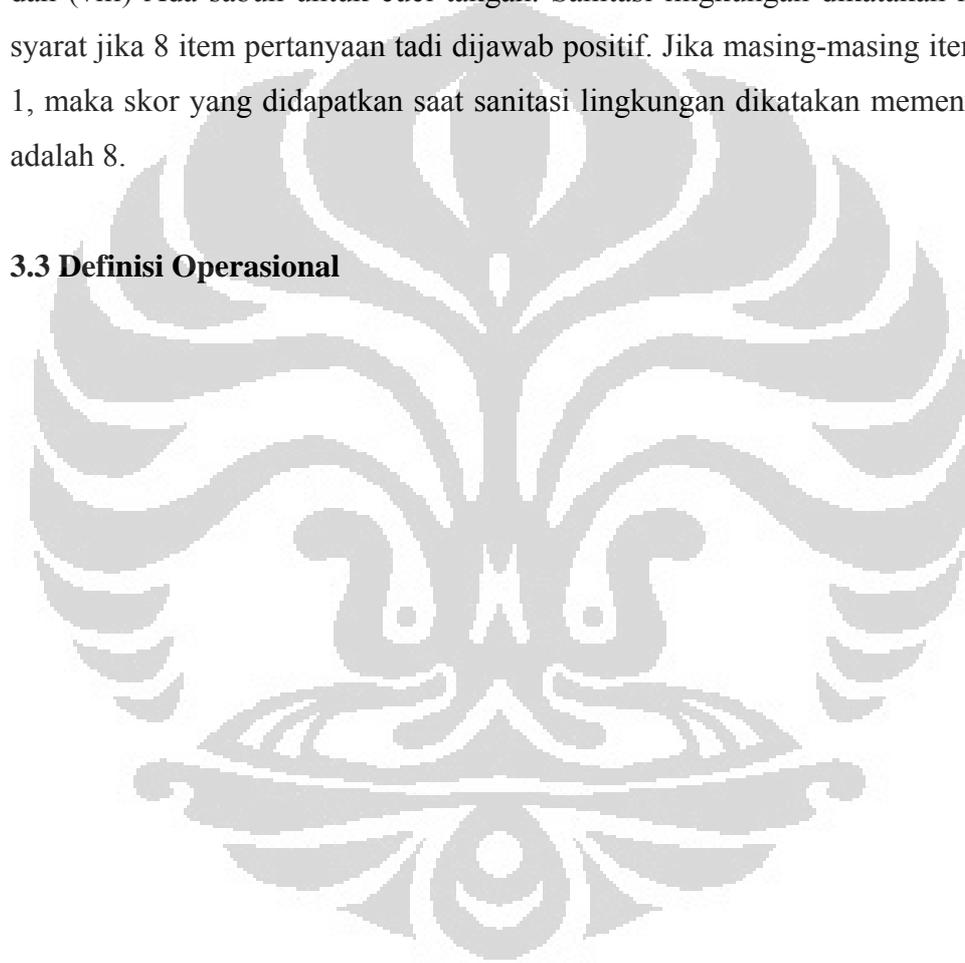


Ada banyak pencemar yang bisa mempengaruhi kualitas air minum. Dari semua pencemar, pencemar biologi adalah pencemar yang paling diperhatikan dalam menentukan kualitas produk depot air minum isi ulang. Hal ini karena proses pengolahan air di depot air minum isi ulang yang tidak seluruhnya dilakukan secara otomatis. Ada proses yang memungkinkan adanya kontak langsung penjamah dengan galon air yang siap diisi. Untuk menjamin tidak adanya kontaminasi bakteri pada produk, maka kualitas sanitasi dan higiene perorangan menjadi perhatian utama untuk dilakukan penilaian. Hal ini disebabkan oleh tidak bisa dihindarnya kontak langsung penjamah dengan galon air yang siap diisi. Perilaku karyawan yang tidak higiene dan kondisi lingkungan yang tidak saniter dapat meningkatkan risiko terjadinya kontaminasi bakteri pada air minum isi ulang.

Status higiene perorangan diketahui dari 8 item pertanyaan. 8 item tersebut meliputi: (i) mencuci tangan dengan sabun sebelum melayani pembeli, (ii) mencuci tangan setiap selesai buang air besar, (iii) menutup hidung dan mulut ketika batuk dan bersin, (iv) mencuci tangan yang digunakan untuk menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin, (v) mandi minimal dua kali sehari, (vi) menjaga kuku agar tetap bersih dan pendek, (vii) mencuci rambut setiap hari, dan menggunakan tutup kepala saat bertugas. Higiene perorangan dikatakan memenuhi syarat jika 8 item

pertanyaan tadi dijawab positif. Jika masing-masing item bernilai 1, maka skor yang didapatkan saat higiene perorangan dikatakan memenuhi syarat adalah 8. Status sanitasi lingkungan juga diketahui dari 8 item pertanyaan. 8 item pertanyaan tersebut meliputi: (i) Bebas dari hewan pengerat seperti tikus, (ii) Bebas dari serangga seperti lalat dan kecoa, (iii) Tidak ada sampah yang berserakan, (iv) Memiliki tempat sampah tertutup, (v) Sampah dibersihkan dan dibuang secara reguler, (vi) Memiliki saluran pembuangan limbah, (vii) Memiliki toilet tertutup, dan (viii) Ada sabun untuk cuci tangan. Sanitasi lingkungan dikatakan memenuhi syarat jika 8 item pertanyaan tadi dijawab positif. Jika masing-masing item bernilai 1, maka skor yang didapatkan saat sanitasi lingkungan dikatakan memenuhi syarat adalah 8.

3.3 Definisi Operasional



Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel Independen: Higiene Perorangan	Keadaan pekerja yang sehat dan berperilaku sehat selama bekerja di Depot Air Minum isi Ulang. Kriterianya:	Wawancara	Kuesioner	1. Tidak memenuhi syarat (skor < 8)	Ordinal
	a. Mencuci tangan dengan sabun sebelum melayani pembeli			2. Memenuhi syarat (skor = 8)	
	b. Selalu mencuci tangan setiap selesai buang air besar			0 = Tidak 1 = Ya	
	c. Selalu menutup hidung dan mulut ketika batuk dan bersin			0 = Tidak 1 = Ya	

	d. Mencuci tangan yang digunakan untuk menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin			0 = Tidak 1 = Ya	
	e. Mandi minimal dua kali sehari			0 = Tidak 1 = Ya	
	f. Menjaga kuku tetap bersih dan pendek			0 = Tidak 1 = Ya	
	g. Mencuci rambut setiap hari			0 = Tidak 1 = Ya	
	h. Menggunakan tutup kepala saat bertugas			0 = Tidak 1 = Ya	

Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Independen: Sanitasi Lingkungan Depot Air Minum	Keadaan lingkungan depot air minum yang sehat dan higienis. Kriterianya:	Observasi	Kuesioner	1. Tidak memenuhi syarat (skor < 8) 2. Memenuhi syarat (skor = 8)	Ordinal
	a. Bebas dari hewan pengerat seperti tikus			0 = Tidak 1 = Ya	
	b. Bebas dari serangga seperti lalat dan kecoa			0 = Tidak 1 = Ya	
	c. Tidak ada sampah yang berserakan			0 = Tidak 1 = Ya	
	d. Memiliki tempat sampah tertutup			0 = Tidak 1 = Ya	
	e. Sampah dibersihkan dan dibuang secara reguler			0 = Tidak 1 = Ya	
	f. Memiliki saluran pembuangan limbah			0 = Tidak 1 = Ya	
	g. Memiliki toilet tertutup			0 = Tidak 1 = Ya	
	h. Ada sabun untuk cuci tangan			0 = Tidak 1 = Ya	

Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel dependen: Kontaminasi bakteri <i>Escherichia coli</i>	Tidak adanya bakteri <i>Escherichia coli</i> pada air minum sesuai Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002	Analisis Laboratorium dengan pembiakan bakteri	MPN	1. Tidak Memenuhi syarat (Ada bakteri <i>E. coli</i> ; $n > 0$) 2. memenuhi syarat (tidak ada bakteri <i>Escherichia coli</i> ; $n = 0$)	Ordinal

BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Disain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan disain studi potong lintang atau *cross sectional*. Desain *cross sectional* diambil karena dari penelitian ini ingin melihat gambaran kontaminasi bakteri *Escherichia coli*, higiene perorangan penjamah, dan sanitasi di Pancoran Mas, Depok. Kelemahan dari metode studi ini adalah tidak bisa menjelaskan hubungan sebab akibat antara pajanan dengan *outcome*.

4.2 Populasi dan Sampel

Populasi yang akan menjadi unit analisis dalam penelitian ini adalah semua depot air minum di Kecamatan Pancoran Mas yaitu sebanyak 21 Depot. Sampel yang akan diambil adalah total populasi. Data depot didapat dari daftar depot air minum yang dimiliki oleh Puskesmas yang berada di Kecamatan Pancoran Mas, yaitu Puskesmas Pancoran Mas, Puskesmas Depok Jaya, Puskesmas Cipayung, dan Puskesmas Rangkapan Jaya.

4.3 Cara Pengambilan Sampel

Sebelum melakukan pengambilan sampel air minum, perlu dipersiapkan alat-alat sebagai berikut:

- a. Botol air steril 100 mL
- b. Label
- c. Pulpen
- d. *Cool Box*
- e. Form Kunjungan
- f. Kuesioner dan Ceklist

Sampel diambil dengan urutan kerja sebagai berikut:

- a. Sampel air minum diambil dengan botol steril sebanyak 100 mL
- b. Tutup botol sampel
- c. Beri label botol

- d. Isikan informasi tentang nama depot, tanggal dan waktu pengambilan sampel, serta petugas sampel pada label
- e. Masukkan botol ke dalam *cool box*

Sementara itu, informasi mengenai higiene personal dilakukan dengan wawancara kepada pemilik depot air minum isi ulang atau karyawan yang bertugas mengoperasikan depot. Wawancara dilakukan dengan menggunakan kuesioner standar. Sedangkan keadaan sanitasi lingkungan diobservasi dengan menggunakan ceklist sebagai alat ukurnya.

4.4 Cara Pengukuran Sampel

4.4.1 Pengukuran Bakteri Pada Air Minum

Bakteri *Escherichia coli* pada sampel air minum dihitung dengan menggunakan teknik *Most Probable Number* (MPN). Untuk mengetahui jumlah bakteri *Escherichia coli* pada sampel, dilakukan tiga uji yang berbeda: uji penduga (*presumptive*), uji konfirmasi, dan uji pelengkap (*completed test*). Setiap uji mengeksploitasi satu atau lebih karakteristik *E. coli* (Benson 2001, hlm.222).

a. Uji Penduga

Alat:

- 3 tabung durham DSLB (*double strength lactose broth*), mengandung dua kali lebih banyak laktosa yang dimiliki SSLB
- 6 tabung durham SSLB (*single strength lactose broth*)
- 1 buah pipet 10 mL
- 1 buah pipet 1 mL

Cara Kerja:

- Susun 3 tabung DSLB dan 6 tabung SSLB seperti ditunjukkan dalam gambar 5.1. Beri label setiap tabung berdasarkan jumlah air yang dilarutkan padanya: berturut-turut 10 mL; 1.0 mL; dan 0.1 mL
- Campur botol air yang akan diuji dengan mengguncangnya sebanyak 25 kali
- Masukkan 10 mL air ke setiap tabung DSLB dengan pipet 10 mL (set pertama)

- Masukkan masing-masing 1 mL ke tiga tabung SSLB yang ada di tengah (set kedua) dan masing-masing 0.1 mL ke sisa 3 tabung SSLB (set ketiga).
- Simpan tabung pada suhu 35°C selama 24 jam
- Uji tabung dan catat jumlah tabung di setiap set yang memiliki 10% gas atau lebih
- Tentukan MPN dengan merujuk pada tabel di lampiran 2. Pertimbangkan hal berikut: misalnya, jika ada gas pada set pertama tabung, dan gas hanya ada di satu tabung pada rangkaian kedua, tetapi tidak ada gas di set ketiga, hasil uji harus dibaca sebagai 3-1-0. Tabel di lampiran 2 mengindikasikan bahwa pembacaan MPN menghasilkan angka 43 untuk kasus contoh ini. ini berarti bahwa sampel air yang diuji mempunyai kira-kira 43 organisme per 100 mL dengan probabilitas 95% antara 7-210 organisme. Hal yang perlu diingat adalah hasil 43 hanyalah gambaran probabilitas statistik.
- Catat data pada laporan laboratorium

b. Uji Konfirmasi

Saat ditetapkan bahwa bakteri pemfermentasi laktosa penghasil gas muncul pada air, maka diduga bahwa air status air tidak aman. Formasi gas bisa jadi berasal dari bakteri nonkoliform. Untuk mengonfirmasi kehadiran pemfermentasi laktosa gram negatif, langkah selanjutnya adalah menginokulasikan sampel pada media BGLB dari tabung penduga yang positif (Benson 2001, hlm. 225).

BGLB memiliki sifat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif. Koliform yang tumbuh pada medium ini akan memproduksi gas pada tabung durham yang dibalik.

Alat dan Bahan:

- Sejumlah tabung berisi media BGLB dengan tabung durham terbalik di dalamnya, telah terautoklaf
- Jarum Ose
- Pembakar Spiritus

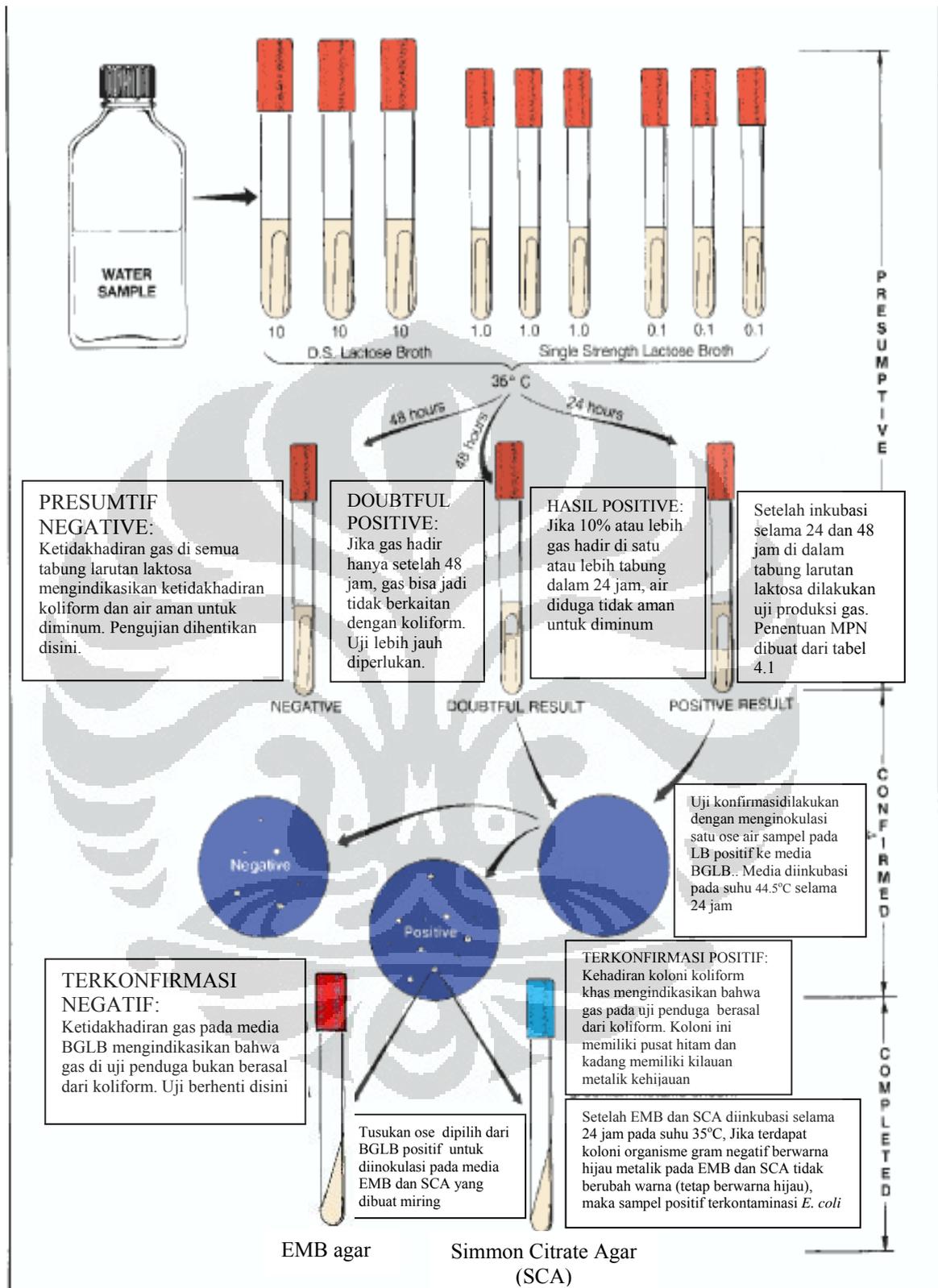
- Alkohol
- Tabung LB yang sebelumnya telah terkonfirmasi positif

Cara Kerja:

- Hidupkan pembakar spiritus
- Ambil tabung LB positif, pegang bersamaan dengan tabung BGLB
- Buka tutup tabung dengan metode aseptis di bawah pembakar spiritus
- Ambil satu tusukan ose dari tabung LB positif, inokulasikan pada tabung BGLB
- Tutup kembali tabung
- Inkubasi semua tabung BGLB dalam inkubator pada suhu 44.5°C
- Setelah 24-48 jam, apabila terbentuk gas di dalamnya, maka hasilnya adalah konfirmasi positif
- Catat hasil pengamatan

c. Uji Pelengkap

Pengecekan final koloni muncul pada media konfirmasi dibuat dengan menginokulasi sampel BGLB positif pada miringan agar nutrien EMB dan SCA. Setelah inkubasi selama 24 jam pada suhu 35°C, organisme terbukti sebagai gram negatif jika muncul koloni pada media EMB dan media SCA tidak berubah warna (tetap berwarna hijau). Koloni *E. coli* dan *E. aerogenes* dapat dideferensiasi dengan dasar ukuran dan kehadiran kilauan hijau metalik. Koloni *E. coli* pada media ini biasanya berukuran kecil dan memiliki kilau metalik ini, sedangkan koloni *E. aerogenes* kurang berkilau dan berukuran lebih lebar (Benson 2001, hlm. 225). Diagram kerja disajikan dalam gambar 4.1. Sedangkan perhitungan MPN menggunakan indeks MPN dalam tabel 4.1.



Gambar 4.1 Analisis Bakteriologis Air (Benson: 2001, hlm. 223)

Tabel 4.1. Penentuan MPN dari Uji Tabung Multipel (Benson: 2001, hlm. 431)

Jumlah Tabung yang Memberi reaksi positif			Indeks MPN per 100 mL	Batas kepercayaan 95%	
3 dari masing-masing 10 mL	3 dari masing-masing 1 mL	3 dari masing-masing 0.1 mL		Batas Bawah	Batas Atas
0	0	1	3	<0.5	9
0	1	0	3	<0.5	13
1	0	0	4	<0.5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	150
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	380
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800

4.4.2 Pengukuran Higiene Perorangan dan Sanitasi Lingkungan

Status higiene perorangan dan sanitasi lingkungan diketahui dengan sistem skoring. Higiene perorangan digambarkan dengan 8 item pertanyaan. Demikian juga dengan sanitasi lingkungan, juga digambarkan dengan 8 item pertanyaan. Masing-masing item pertanyaan memiliki bobot skor satu. Sehingga skor maksimal yang bisa didapatkan suatu variabel adalah 8. Kuesioner telah dibuat sedemikian rupa sehingga skor 1 hanya diberikan untuk jawaban berskala positif, sedangkan jawaban berskala negatif diberi skor 0.

4.5 Pengolahan Data

Data diolah secara komputerisasi.

4.6 Penyajian Data

Data hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk tabel.

4.7 Analisa Data

Data akan dianalisis secara univariat. Analisis univariat dilakukan untuk mendapatkan gambaran kontaminasi bakteri, higiene personal, dan sanitasi pada depot air minum isi ulang yang diteliti. Dari tabel distribusi frekuensi akan didapatkan proporsi masing-masing variabel yang diteliti.

BAB 5

GAMBARAN UMUM PUSKESMAS KECAMATAN PANCORAN MAS

5.1 Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk di Pancoran Mas

Tabel 5.1 Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk di Pancoran Mas Tahun 2008

No	Kelurahan	Luas (km ²)	Jumlah Penduduk	Jumlah Rumah Tangga	Rata-Rata Jiwa/Rumah Tangga
1	Depok	430	36.114	7.819	4,6
2	PancoranMas	47.355	43.283	10.143	4,3
3	Ratu Jaya	23.789	20.248	4.747	4,3
	Jumlah	71.574	99.645	22.699	4,4

Sumber: Profil Puskesmas Kecamatan Pancoran Mas Tahun 2008

5.3 Demografi Pancoran Mas

Jumlah penduduk Pancoran Mas pada akhir tahun 2008 adalah 99.645 jiwa. Berdasarkan jenis kelamin, penduduk terbagi menjadi 44.858 (45%) laki-laki dan 54.787 (55%) perempuan. Berikut adalah tabel 5.2 yang berisi data penduduk laki-laki berdasarkan tingkat pendidikan tertinggi yang ditamatkan (data penduduk perempuan belum tersaji di dalam profil).

Tabel 5.2 Data penduduk laki-laki berdasarkan tingkat pendidikan tertinggi yang ditamatkan di Pancoran Mas 2008

No	Kelurahan	Tidak/belum pernah sekolah	SD/MI	SLTP/MTs	SLTA/MA	AK/Diploma	Universitas
1	Depok	174	3460	2991	1943	468	425
2	PanMas	254	3571	2942	1394	432	296
3	Ratu Jaya	97	1512	1453	959	363	103
	Jumlah	525	8543	7386	4296	1263	399

Sumber: Profil Puskesmas Kecamatan Pancoran Mas Tahun 2008

5.4 Pola Penyakit Pasien Rawat Jalan di Puskesmas Pancoran Mas

Penyakit yang paling banyak diderita warga Pancoran Mas adalah ISPA. Penyakit kedua terbanyak yang diderita adalah diare. Berikut adalah data pola penyakit pasien rawat jalan di Puskesmas Pancoran Mas per usia.

Tabel 5.3 Penyakit Pasien Rawat Jalan umur 29 hari hingga < 1 tahun

No.	Nama Penyakit	Kasus Baru	
		n	%
1	ISPA	2.064	72.19
2	Diare	283	9.90
3	Demam tanpa sebab	226	7.90
4	Dermatitis	137	4.79
5	Asma Bronchiale	83	2.90
6	Batuk	37	1.29
7	Konjunctivis	18	0.63
8	OMSK	11	0.38
Jumlah		2.859	100

Sumber: Profil Puskesmas Kecamatan Pancoran Mas Tahun 2008

Tabel 5.4 Penyakit Pasien Rawat Jalan umur 1 - 4 tahun

No.	Nama Penyakit	Kasus Baru	
		n	%
1	ISPA	1.713	61.80
2	Batuk	571	20.60
3	Demam tanpa sebab	471	16.99
4	Influenza	17	0.61
5	Jumlah	2772	100

Sumber: Profil Puskesmas Kecamatan Pancoran Mas Tahun 2008

Tabel 5.5 Penyakit Pasien Rawat Jalan umur 5 - 44 tahun

No.	Nama Penyakit	Kasus Baru	
		N	%
1	ISPA	904	17.84
2	Hipertensi	776	15.32
3	Rematik&Gout	678	13.38
4	Myalgia	471	9.30
5	Gastritis	415	8.19
6	DM tidak Spesifik	393	7.76
7	Dermatitis	392	7.74
8	Neuralgia&Neuritis	354	6.99
9	Demam tanpa sebab	439	8.67
10	Batuk	244	4.82
Jumlah		5066	100

Sumber: Profil Puskesmas Kecamatan Pancoran Mas Tahun 2008

Tabel 5.6 Penyakit Pasien Rawat Jalan umur 45- 64 tahun

No.	Nama Penyakit	Kasus Baru	
		N	%
1	ISPA	2.124	29.10
2	Penyakit Sist Pencernaan	1.546	21.18
3	Penyakit Sist muskuloskeletal	1.103	15.11
4	Batuk	555	7.60
5	Peny kulit	469	6.42
6	Sakit Kepala	401	5.49
7	Hipertensi	371	5.08
8	Demam tanpa sebab	272	3.73
9	Peny Infeksi dan Parasit	244	3.34
10	TBC	215	2.95
Jumlah		7300	100

Sumber: Profil Puskesmas Kecamatan Pancoran Mas Tahun 2008

Tabel 5.6 Penyakit Pasien Rawat Jalan umur > 65 tahun

No.	Nama Penyakit	Kasus Baru	
		N	%
1	ISPA	336	26.50
2	Penyakit Sist Pencernaan	296	23.34
3	Penyakit Sist muskuloskeletal	200	15.77
4	Hipertensi	112	8.83
5	Penyakit kulit	86	6.78
6	Batuk	73	5.76
7	TBC	51	4.02
8	Sakit Kepala	48	3.79
9	DM	36	2.84
10	Demam tanpa sebab	30	2.37
Jumlah		1.268	100

Sumber: Profil Puskesmas Kecamatan Pancoran Mas Tahun 2008

BAB 6

HASIL PENELITIAN

6.1 Distribusi Depot Air Minum Isi Ulang

Jumlah sampel yang diambil adalah 21 depot air minum isi ulang di Kecamatan Pancoran Mas. Data depot didapat dari empat Puskesmas di wilayah Kecamatan Pancoran Mas, yaitu Puskesmas Pancoran Mas, Puskesmas Depok Jaya, Puskesmas Cipayung/Jembatan Serong, dan Puskesmas Rangkapan Jaya. Berikut adalah distribusi jumlah depot yang diambil sampelnya per wilayah kerja Puskesmas.

Tabel 6.1 Distribusi Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) per wilayah kerja Puskesmas

Nama Puskesmas	Jumlah
Puskesmas Pancoran Mas	5
Puskesmas Depok Jaya	4
Puskesmas Cipayung	7
Puskesmas Rangkapan Jaya	5
Jumlah	21

6.2 Gambaran kontaminasi bakteri *Escherichia coli* di DAMIU

Untuk mengetahui apakah air sampel terkontaminasi bakteri *E. coli* atau tidak, air sampel melewati tiga kali uji untuk memastikan bahwa bakteri yang terdapat dalam sampel adalah benar-benar bakteri *E. coli*. Masing-masing uji akan mengonfirmasi keberadaan bakteri di dalam sampel air, dari keluarga total coli, fekal coli, hingga mencapai *E. coli*. Uji pertama akan mengidentifikasi total coli, uji kedua mengidentifikasi fekal coli, dan uji ketiga akan mengonfirmasi *E. coli*. Berikut adalah Hasil uji laboratorium pada air minum yang diambil sampelnya:

Tabel 6.2 Hasil uji laboratorium pada sampel air minum

Wilayah Puskesmas	Nama Depot	Kontaminasi Total Coli (CFU/100 mL)	Kontaminasi Fekal Koli (CFU/100 mL)	Kontaminasi <i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Pancoran Mas	P1	(+) 7	0	0
	P2	0	0	0
	P3	(+) 43	(+) 3	0
	P4	(+) 1100	(+) 23	0
	P5	(+) 21	(+) 4	0
Cipayung	C1	0	0	0
	C2	0	0	0
	C3	(+) 9	0	0
	C4	(+) 7	(+) 4	(+) 4
	C5	0	0	0
	C6	(+) 23	0	0
	C7	0	0	0
Depok Jaya	D1	0	0	0
	D2	0	0	0
	D3	(+) 43	(+) 9	(+) 3
	D4	(+) 460	(+) 460	0
Rangkapan Jaya	R1	0	0	0
	R2	0	0	0
	R3	0	0	0
	R4	0	0	0
	R5	0	0	0

Hasil laboratorium tersebut kemudian dikelompokkan per bakteri kontaminan dengan tabel 6.3 untuk mengetahui sebaran depot per bakteri kontaminan.

Tabel 6.3 Distribusi depot yang terkontaminasi per bakteri kontaminan

Jenis Bakteri Kontaminan	Depot yang tidak terkontaminasi		Depot yang terkontaminasi		Total	
	n	%	n	%	n	%
Total Coli	12	57.1	9	42.9	21	100
Fekal Coli	15	71.43	6	28.57	21	100
<i>Escherichia coli</i>	19	90.5	2	9.5	21	100

Dari 21 depot yang diambil sampelnya, 12 depot (57.1%) bebas dari kontaminasi total coli. Sedangkan sisanya sebanyak 9 depot (42.9%) ada kontaminasi total coli. Dari 21 depot ada 6 (28.57%) depot yang positif terkontaminasi fekal coli, sedangkan sisanya sebanyak 15 depot (71.43 %) tidak ada kontaminasi fekal coli. Dari semua depot yang diambil sampelnya, hanya dua dua depot saja (9.5%) yang terkontaminasi bakteri *E. coli*. p[sisanya sebanyak 19 depot (90.5%) tidak ada kontaminasi bakteri *E. coli*.

Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 mensyaratkan bahwa air minum harus bebas dari *E. coli* atau fekal coli dengan kadar maksimum yang diperbolehkan 0 CFU (*Colony Forming Unit*)/100 mL sampel air minum. Di antara semua bakteri indikator, *Escherichia coli* adalah bakteri indikator adanya kontaminasi materi fekal manusia pada air minum. Hasil pada tabel 6.3 menunjukkan bahwa ada 9.5% depot di Kecamatan Pancoran Mas yang terkontaminasi materi fekal manusia.

Hasil observasi pada data distribusi depot air minum yang terkontaminasi fekal coli pada tiap wilayah kerja Puskesmas berbeda-beda. Sebaran depot yang terkontaminasi fekal coli per wilayah kerja Puskesmas ditampilkan dalam tabel 6.4. Dari tabel 6.4 diketahui bahwa jumlah depot yang terkontaminasi fekal coli di wilayah kerja Puskesmas Pancoran Mas ada 3 (60%) dari 5 depot yang diambil sampelnya. Jumlah depot yang terkontaminasi fekal coli di wilayah kerja Puskesmas Cipayung ada 1 (14.29 %) dari 7 depot yang diambil sampelnya. Jumlah depot yang terkontaminasi fekal coli di wilayah kerja Puskesmas Depok

Jaya ada 2 (50 %) dari 4 depot yang diambil sampelnya. Sedangkan 5 (100%) depot wilayah kerja Puskesmas Rangkapan Jaya bebas dari kontaminasi fecal coli.

Tabel 6.4 Depot yang terkontaminasi fecal coli per wilayah kerja Puskesmas

Wilayah Puskesmas	Jumlah depot yang tidak terkontaminasi		Jumlah depot yang terkontaminasi		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Pancoran Mas	2	40	3	60	5	100
Cipayung	6	85.71	1	14.29	7	100
Depok Jaya	2	50	2	50	4	100
Rangkapan Jaya	5	100	0	0	5	100
Jumlah Depot	15	71.43	6	28.57	21	100

6.3 Gambaran Higiene Perorangan Operator DAMIU

Gambaran higiene perseorangan operator DAMIU diketahui dari delapan item pertanyaan. Distribusi higiene persorangan operator DAMIU ditunjukkan dalam tabel 6.5. Dari tabel 6.5 diketahui bahwa hasil pengamatan pada 21 operator depot air minum di Kecamatan Pancoran Mas, jumlah operator yang selalu mencuci tangan ada 12 orang (57.1%), dan sisanya sebanyak 9 orang (42.9%) tidak selalu mencuci tangannya sebelum melayani konsumen. Ada 20 operator (95.2%) yang selalu mencuci tangan dengan sabun setiap selesai buang air besar, sedangkan satu orang (4.8%) tidak. Sebanyak 10 operator (47.6%) selalu menutup mulut dan hidungnya ketika batuk dan bersin, sedangkan sisanya sebanyak 11 operator (52.4%) tidak. Ada 11 operator (52.4%) yang selalu mencuci tangan yang digunakan untuk menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin, sedangkan 10 operator (47.6%) tidak melakukannya. Sebanyak 21 responden (100%) mandi minimal dua kali sehari. Perilaku menjaga kuku tetap bersih dan pendek dijalankan oleh 6 orang operator (28.6%), sedangkan 15 orang (71.4%) tidak melakukannya. Demikian juga dengan perilaku menggunakan tutup kepala saat bekerja dilakukan oleh 6 operator (28.6%), sedangkan sisanya

sebanyak 15 orang (71.4%) tidak melakukannya. Sebanyak 13 operator (61.9%) mencuci rambutnya setiap hari, sedangkan 8 orang lainnya (38.1%) tidak melakukannya.

Tabel 6.5 Gambaran higiene perorangan operator DAMIU per item pertanyaan

Item pertanyaan	Memenuhi syarat		Tidak memenuhi syarat		Jumlah responden
	Jumlah	%	Jumlah	%	
Selalu mencuci tangan sebelum melayani konsumen	12	57.1	9	42.9	21
Selalu mencuci tangan dengan sabun setiap selesai buang air besar	20	95.2	1	4.8	21
Selalu menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin	10	47.6	11	52.4	21
Selalu mencuci tangan yang digunakan untuk menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin	11	52.4	10	47.6	21
Mandi minimal dua kali sehari	21	100	0	0	21
Menjaga kuku tetap bersih dan pendek	6	28.6	15	71.4	21
Menggunakan tutup kepala saat bertugas	6	28.6	15	71.4	21
Mencuci rambut setiap hari	13	61.9	8	38.1	21

6.4 Gambaran Sanitasi Lingkungan DAMIU

Gambaran kualitas sanitasi lingkungan DAMIU diketahui dari delapan item materi yang diobservasi. Berikut adalah tabel gambaran sanitasi lingkungan DAMIU.

Tabel 6.6 Gambaran Sanitasi Lingkungan DAMIU per item pertanyaan

Item Observasi	Memenuhi syarat		Tidak memenuhi syarat		Jumlah depot
	Jumlah	%	Jumlah	%	
Bebas dari hewan pengerat seperti tikus	13	61.9	8	38.1	21
Bebas dari serangga seperti lalat dan kecoa	10	47.6	11	52.4	21
Tidak ada sampah yang berserakan	9	42.9	12	57.1	21
Memiliki tempat sampah tertutup	3	14.3	18	85.7	21
Sampah dibersihkan dan dibuang secara reguler	20	95.2	1	4.8	21
Memiliki saluran pembuangan limbah	18	85.7	3	14.3	21
Memiliki toilet tertutup	20	95.2	1	4.8	21
Ada sabun untuk cuci tangan	19	90.5	2	9.5	21

Dari 21 depot air minum yang diobservasi, 13 depot (61.9%) bebas dari hewan pengerat seperti tikus. Sedangkan 8 depot (38.1%) masih memiliki tanda-tanda keberadaan tikus. Sebanyak 10 depot (47.6%) bebas dari serangga dan kecoa dan 11 depot lainnya (52.4%) masih ada lalat dan atau kecoa. Ada 9 depot (42.9%) bersih dari dari sampah yang berserakan, sedangkan 12 sisanya (57.1%) masih ada sampah yang berserakan di sekeliling lingkungan depot. Hanya ada 3 depot (14.3%) yang memiliki tempat sampah tertutup, sedangkan 18 depot lainnya (85.7%) tidak. sebanyak 20 depot (95.2%) telah membersihkan sampah dan membuangnya secara reguler, sedangkan 1 depot sisanya (4.8%) masih belum. Sebanyak 18 depot (85.7%) telah memiliki saluran pembuangan limbah yang tertutup, sedangkan 3 depot (14.3%) lainnya masih belum. Sebanyak 20 depot (95.2%) sudah memiliki toilet tertutup, sedangkan satu sisanya (4.8%)

masih belum. Sebanyak 19 depot (90.5%) sudah menyediakan sabun untuk cuci tangan, sedangkan 2 depot lainnya (9.5%) masih belum.

6.5 Skor Higiene Perorangan Operator Depot dan Sanitasi Lingkungan

Skor Higiene Perorangan operator depot dan skor sanitasi lingkungan didapatkan dengan menjumlahkan semua poin yang didapat oleh setiap item pertanyaan. Setiap variabel mempunyai skala skor maksimal 8. Berikut adalah tabel distribusi skor variabel higiene perorangan dan sanitasi lingkungan.

Tabel 6.7 Distribusi skor variabel higiene perorangan dan sanitasi lingkungan

Variabel	Rata-Rata Indeks Skor	SD	Nilai Minimal-maksimal	95% CI
Higiene Perorangan	4.71	1.23	2-7	4.15-5.27
Sanitasi Lingkungan	5.33	1.32	2-7	4.73-5.93

Dari tabel 6.6 tersebut diketahui bahwa tidak ada responden yang mendapatkan skor maksimal 8 dari skala 8. Skor maksimal yang dicapai hanya 7. Untuk memfasilitasi interpretasi, maka higiene perorangan akan dikategorikan berdasarkan mean (mean= 4.71). Mean digunakan sebagai *cut of point* (titik potong) karena sebaran data higiene perorangan normal (nilai skewness dibagi standar error ≤ 2). Berikut adalah tabel 6.7 yang menggambarkan distribusi frekuensi higiene perorangan setelah dikelompokkan.

Tabel 6.7 Gambaran Status Higiene Perorangan Operator DAMIU

Status Higiene Perorangan	Frekuensi	Persen (%)
Tidak Berisiko	12	57,1
Berisiko	9	42,9
Total	21	100,0

Dari tabel 6.7 tersebut diketahui bahwa 9 depot (42.9%) memiliki perilaku higiene yang berisiko. Sedangkan sisanya, yaitu 12 depot (57.1%) sudah menerapkan perilaku higiene perorangan yang lebih baik.

Seperti halnya higiene perorangan, skor maksimal yang dicapai oleh variabel sanitasi lingkungan juga hanya mencapai angka 7 dari skala 8. Untuk memudahkan interpretasi, maka variabel sanitasi lingkungan akan dikategorikan berdasarkan mean (mean = 5.33). Mean digunakan sebagai *cut of point* karena sebaran data higiene perorangan normal (nilai skewness dibagi standar error ≤ 2). Berikut adalah tabel 6.8 yang menggambarkan status sanitasi lingkungan setelah dikelompokkan.

Tabel 6.8 Gambaran Status Sanitasi Lingkungan DAMIU

Status Sanitasi Lingkungan	Frekuensi	Persen (%)
Tidak Berisiko	12	57,1
Berisiko	9	42,9
Total	21	100,0

Dari tabel 6.8 tersebut diketahui bahwa 9 depot (42.9%) sanitasi lingkungannya berisiko. Sedangkan sisanya, yaitu 12 depot (57.1%) sudah menerapkan sanitasi lingkungan yang lebih baik.

BAB 7

PEMBAHASAN

7.1 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan untuk memotret gambaran kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada depot air minum isi ulang. Untuk melengkapi penelitian, dua faktor yang diperkirakan mempengaruhi kontaminasi bakteri *E. coli* juga diambil datanya. Berikut adalah beberapa keterbatasan penelitian ini:

- a. Hanya mengetahui besaran masalah pada tiga variabel yang diteliti, yaitu kontaminasi bakteri *E. coli*, higiene perorangan operator depot, serta sanitasi lingkungan depot. Penelitian ini tidak sampai meneliti ada tidaknya hubungan di antara variabel-variabel tadi karena sedikitnya jumlah sampel yang diambil.
- b. Jumlah depot yang ada di lapangan melebihi jumlah depot yang ada di dalam daftar depot air minum isi ulang yang dimiliki Puskesmas, bahkan ada Puskesmas yang masih belum memiliki daftar depot air minum yang beroperasi di wilayah kerjanya. Akibatnya, masih ada depot yang belum diambil datanya.
- c. Tidak meneliti semua faktor yang berhubungan dengan kontaminasi bakteri, misalnya kualitas air baku, keadaan pengolah air minum, dan jarak antara *septic tank* dengan tandon tempat penyimpanan air baku. Oleh karena itu, penelitian ini tidak bisa menginvestigasi apa penyebab kontaminasi bakteri pada produk depot air minum di Kecamatan Pancoran Mas, Depok.
- d. Tidak mengidentifikasi tingkat virulensi bakteri

7.2 Gambaran kontaminasi bakteri *Escherichia coli* di DAMIU

Dari hasil pengamatan diketahui bahwa 42.9% depot terkontaminasi total koli, 23.8% depot terkontaminasi fekal koli, dan 9.5% depot terkontaminasi bakteri *Escherichia coli*. Hasil ini menegaskan penelitian sebelumnya yang mengungkapkan 3 dari 6 depot di Kecamatan Pancoran Mas yang diambil sampelnya terkontaminasi fekal koli (Rinawati 2003, hlm. 38). Hasil penelitian ini juga melengkapi studi Rinawati dengan memperbanyak jumlah depot yang diambil sampelnya hingga level total populasi dan diteruskannya identifikasi

kontaminasi bakteri hingga tingkat spesies. Pada distribusi depot yang terkontaminasi per wilayah kerja Puskesmas diketahui proporsi depot terkontaminasi tertinggi ada di wilayah kerja Puskesmas Pancoran Mas (60% depot terkontaminasi), diikuti Depok Jaya (50% depot terkontaminasi), Cipayung (14.29 % depot terkontaminasi). Hasil terbaik ada di wilayah kerja Puskesmas Rangkapan Jaya dimana 100% depot air minum yang ada di wilayah kerjanya bebas dari kontaminasi fecal coli. Sebaran kontaminasi depot air minum per wilayah kerja Puskesmas yang didapat dari penelitian ini dapat dijadikan rekomendasi untuk Dinas Kesehatan Kota Depok untuk menentukan prioritas wilayah yang perlu mendapatkan intervensi.

Selain itu, hasil penelitian ini secara umum melengkapi beberapa penelitian mengenai kontaminasi bakteriologis pada air minum isi ulang di tempat-tempat lainnya. Pada tahun 2004, Athena menemukan bahwa 18.4% air minum yang diambil sampelnya di Jakarta, Tangerang, dan Bekasi terkontaminasi fecal coli (Athena 2004, hlm. 139). Penelitian yang dilakukan oleh IPB pada tahun 2003 menemukan bahwa 16% dari sampel di Kota Jakarta, Bogor, Bekasi, Tangerang Cikampek, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Medan, dan Denpasar terkontaminasi bakteri koliform (Suprihatin 2004). Hal ini mengindikasikan bahwa produk depot air minum isi ulang yang tersebar di berbagai kota rentan terkontaminasi material fekal.

Mayoritas penyakit diare diakibatkan oleh air minum yang tidak aman akibat kontaminasi fekal. Di Kota Depok, proporsi warga Depok yang menjadi pengguna air minum dalam kemasan mencapai 7.45%. Analisis bakteri indikator kontaminasi fekal seperti *E. coli* dan fecal coli memberikan hasil yang sensitif, walaupun bukan yang tercepat, dalam menghasilkan indikasi adanya polusi fekal pada air minum. Dalam penelitian ini, ditemukan adanya sampel air minum yang terkontaminasi oleh *E. coli* dan fecal coli. Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 mensyaratkan bahwa air minum harus bebas dari *E. coli* atau fecal coli atau dengan kata lain kadar kedua bakteri itu harus 0 di setiap 100 mL sampel air minum. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa masih ada 23.8% depot di Pancoran Mas yang masih terkontaminasi fecal coli dan 9.5% depot terkontaminasi *E. coli*. Di antara semua bakteri indikator, *Escherichia coli*

adalah bakteri indikator adanya kontaminasi materi fekal manusia pada air minum. Hasil pada tabel 6.3 menunjukkan bahwa ada 9.5% depot di Kecamatan Pancoran Mas yang terkontaminasi materi fekal manusia.

Adanya kontaminasi *E. coli* dan fecal coli adalah indikator yang menandakan bahwa produk depot yang terkontaminasi bakteri ini memiliki risiko untuk bisa menyebabkan wabah berbasis air (*waterborne outbreak*) seperti diare di Kecamatan Pancoran Mas, Depok. Oleh karena itu, kehadiran *Escherichia coli* dan fecal coli pada depot air minum isi ulang adalah masalah kesehatan yang penting untuk diperhatikan.

7.3 Gambaran Higiene Perorangan DAMIU

Higiene perorangan adalah salah satu faktor yang menjadi risiko terjadinya kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada air minum. Item pertanyaan pertama yang menggambarkan higiene perorangan operator DAMIU adalah mencuci tangan dengan sabun setiap sebelum melayani konsumen. Berdasarkan pengamatan di tiap depot, perilaku mencuci tangan dengan sabun belum banyak dilakukan oleh operator DAMIU. Hal ini terlihat dari proporsi operator yang mencuci tangan dengan sabun (57.1%) dengan yang tidak mencuci tangan dengan sabun (42.9%) menunjukkan selisihnya hanya sedikit.

Mencuci tangan dengan sabun diketahui mengurangi kontaminasi bakteri secara signifikan dibandingkan dengan hanya mencuci tangan dengan air saja dengan $p < 0.01$ (Anuradha et al 1999, hlm. 10). Mencuci tangan dengan sabun sebelum mengisi air minum adalah cara penting untuk mengurangi transmisi agen diare seperti *Escherichia coli*. Petugas promosi kesehatan dinas kesehatan setempat perlu meningkatkan kesadaran operator DAMIU untuk mencuci tangan dengan sabun sebagai upaya perlindungan konsumen dari kontaminasi bakteri.

Item pertanyaan kedua dari variabel higiene perorangan operator DAMIU adalah selalu mencuci tangan dengan sabun setiap selesai buang air besar. Berdasarkan pengamatan di tiap depot, perilaku mencuci tangan dengan sabun setiap selesai buang air besar sudah dengan baik dilakukan oleh operator DAMIU. Hal ini terlihat dari proporsi operator yang mencuci tangan dengan sabun setiap

selesai buang air besar 95.2% (20 orang). Sedangkan yang tidak mencuci tangan setelah buang air besar hanya 4.8% (1 orang). Artinya hampir 100% operator telah melakukan perilaku mencuci tangan dengan sabun setiap selesai buang air besar sudah dengan baik. Mencuci tangan dengan sabun setiap selesai buang air besar adalah langkah penting untuk mengurangi transmisi agen diare seperti *Escherichia coli* yang bersifat fekal oral.

Item pertanyaan ketiga dari variabel higiene perorangan operator DAMIU adalah selalu menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin. Berdasarkan pengamatan di tiap depot, perilaku menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin hanya dijalankan oleh 10 operator dari 21 operator yang diwawancarai (47.6%). Artinya perilaku ini masih belum dijalankan oleh 52.4% responden. Menutup mulut dan hidung saat batuk dan bersin adalah hal yang penting dilakukan. Hal ini karena ada berbagai macam bakteri yang tumbuh dalam mulut pekerja, apalagi jika sedang sakit, dapat dengan mudah tersebar saat pekerja batuk dan bersin (Marriott&Gravani 2006, hlm. 86). Selain itu, batuk dan pilek adalah tanda awal operator sedang menderita penyakit. Pada saat operator mengalami gejala ini, perlu baginya untuk berkonsultasi ke dokter dan mengambil waktu untuk beristirahat. Hal ini penting untuk bisa dengan cepat memulihkan kondisi fisiknya dan mencegah kontaminasi silang penyakit dari dirinya ke air minum produk.

Item pertanyaan selanjutnya adalah kondisi untuk selalu mencuci tangan yang digunakan menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin. Berdasarkan pengamatan didapatkan bahwa hanya 11 orang (52.4%) operator yang selalu mencuci tangan sehabis digunakan untuk menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin. Sedangkan sisanya sebanyak 10 orang (47.6%) masih belum melakukannya. Seperti diterangkan dalam penjelasan sebelumnya bahwa mencuci tangan dengan sabun diketahui mengurangi kontaminasi bakteri secara signifikan dibandingkan dengan hanya mencuci tangan dengan air saja. Mencuci tangan dengan sabun setelah menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin adalah cara penting untuk mengurangi transmisi agen penyakit.

Item pertanyaan kelima dari variabel higiene perorangan operator DAMIU adalah mandi minimal dua kali sehari. Berdasarkan pengamatan di tiap

depot diketahui bahwa 100% operator depot mandi minimal dua kali sehari. Mandi adalah salah satu langkah higiene terpenting yang perlu dilakukan. Frekuensi mandi yang jarang dapat meningkatkan jumlah sebaran bakteri di dalam fragmen sel mati kulit (Marriott&Gravani 2006, hlm. 86).

Item pertanyaan keenam dari variabel higiene perorangan operator DAMIU adalah menjaga kuku agar tetap bersih dan pendek. Dari hasil pengamatan di tiap depot diketahui bahwa hanya ada 6 operator (28.6%) yang menjaga kukunya tetap bersih dan pendek. Masih ada 15 orang lagi (71.4%) yang belum menjaga kukunya agar tetap bersih dan pendek.

Salah satu jalan termudah penyebaran bakteri adalah lewat kotoran yang dikandung kuku. Karyawan dengan kuku belum dipotong tidak boleh bekerja terlebih dahulu sebelum ia membersihkan kukunya (Marriott&Gravani 2006, hlm. 86). Hal ini perlu ditegaskan oleh pemilik demi menjamin kualitas produk depot air minum miliknya. Selain itu, menggunting kuku dan menjaganya agar tetap bersih dan pendek adalah cara yang mudah dan tidak memerlukan biaya yang mahal sehingga bisa langsung diterapkan.

Item pertanyaan selanjutnya adalah apakah operator menggunakan tutup kepala saat bertugas. Dari 21 operator yang diobservasi, 28.6% operator diketahui telah menggunakan tutup kepala saat bertugas. Sedangkan 71.4% tidak menggunakan tutup kepala saat bertugas. Rendahnya angka ini mungkin masih bisa ditolerir jika dalam item pertanyaan selanjutnya, yakni mengenai apakah operator mencuci rambut setiap hari memiliki proporsi yang bagus. Dari pengamatan didapatkan bahwa 61.9% petugas telah memiliki kebiasaan yang bagus dengan mencuci rambutnya setiap hari.

Masih ditemukannya beberapa item yang keadaannya masih buruk juga menandakan bahwa keadaan higiene perorangan di depot tidak sesuai dengan arahan Pedoman Pelaksanaan Penyelenggaraan Hygiene Sanitasi Depot Air Minum yang dikeluarkan Dirjen P2PL Depkes RI Tahun 2008. Pedoman Pelaksanaan Penyelenggaraan Hygiene Sanitasi Depot Air Minum mensyaratkan operator agar berperilaku hidup bersih dan sehat yang ditunjukkan dengan pemenuhan terhadap item pertanyaan-pertanyaan tersebut.

7.4 Gambaran Sanitasi Lingkungan DAMIU

Dari delapan item pertanyaan tentang variabel sanitasi lingkungan di DAMIU, 5 item pertanyaan proporsinya di atas 50%. Kelima item pertanyaan tersebut adalah: bebas dari hewan pengerat seperti tikus (61.9%), sampah telah dibersihkan dan dibuang secara reguler (95.2%), memiliki saluran pembuangan limbah (85.7%), memiliki toilet (95.2%), dan ada sabun untuk cuci tangan (90.5%). 3 item lagi proporsinya masih berada dibawah 50%, di antaranya adalah: bebas dari serangga seperti lalat dan kecoa (47.6%), tidak ada sampah yang berserakan (42.9%), dan memiliki tempat sampah yang tertutup (42.9%).

Hasil observasi menemukan hubungan menarik dari ketiga item yang proporsinya masih dibawah 50% ini. Ketiga item ini memberikan skor observasi yang berkaitan. Hasil observasi menunjukkan bahwa hanya 3 (14.3%) yang memiliki tempat sampah tertutup. Rendahnya tingkat kepemilikan tempat sampah tertutup sesuai standar pedoman bisa jadi menjadi penyebab sampah yang berserakan. Hasil observasi menunjukkan bahwa masih ada sampah yang berserakan di 12 (57.1%) depot. Sampah yang berserakan dan tempat sampah yang terbuka akan mengundang serangga untuk datang. Kecoa misalnya, memiliki karakter memakan makanan apa saja yang ada di hadapannya serta membutuhkan air dan tempat bersembunyi (Marriott&Gravani 2006, hlm. 237). Oleh karenanya sampah yang berserakan dan tempat sampah yang terbuka adalah tempat ideal untuk memenuhi kebutuhan kecoa tersebut.

Serangga lainnya seperti lalat juga menjadi perhatian karena lalat biasanya makan dari kotoran manusia dan hewan yang menyebabkan mikroorganisme patogen menempel pada kaki, mulut, sayap, dan lambungnya. Lalat juga suka hinggap di sampah dan sisa-sisa makanan (Marriott&Gravani 2006, hlm. 239). Oleh karena itu, rendahnya tempat sampah yang tertutup di lingkungan depot dan masih banyaknya sampah yang berserakan beriringan dengan proporsi depot yang tidak bebas dari serangga seperti lalat dan kecoa (52.9%).

Cara pencegahan masuknya serangga ke tempat pengolahan dan pengisian air minum dapat dilakukan dengan menjauhkan material sampah dan tempat sampah dari pintu masuk menuju tempat pengolahan dan pengisian air minum. Sampah juga harus dikumpulkan dalam satu kontainer yang tertutup rapat. Jika

masih ada lalat yang masuk, cara pengontrolan lainnya adalah dengan menggunakan jebakan lalat elektrik yang akan menarik perhatian lalat ke lampu biru yang digunakannya untuk kemudian membunuhnya dengan pangsangan elektrik yang terpasang di dalamnya (Marriott&Gravani 2006, hlm. 239).

Serangga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas sanitasi lingkungan. Penelitian yang dilakukan Geldreich et al menemukan bahwa persentase kecil sebesar 14.9% serangga yang diambil sampelnya berhubungan dengan kontaminasi fekal koli (Geldreich et al. 1964, hlm. 63). Oleh karena itu, faktor-faktor yang diperkirakan dapat mengundang kehadiran serangga perlu mendapatkan intervensi untuk meningkatkan kualitas sanitasi lingkungan.

7.5 Penyebab Kontaminasi *Escherichia coli* pada Depot Air Minum di Pancoran Mas, Depok

Dari hasil yang didapatkan, diperkirakan bahwa kontaminasi *E. coli* pada produk depot air minum di Kecamatan Pancoran Mas bukan disebabkan oleh buruknya higiene perorangan dan sanitasi lingkungan. Perkiraan ini didasarkan pada tidak adanya depot yang mencapai skor maksimal (skor yang dicapai < 8) untuk variabel higiene perorangan dan sanitasi lingkungan. Tidak adanya depot yang mencapai skor maksimal adalah indikasi bahwa semua depot di Pancoran Mas kondisi higiene perorangan dan sanitasi lingkungannya buruk. Akan tetapi, buruknya kualitas higiene perorangan dan sanitasi lingkungan ini tidak kemudian membuat semua depot positif terkontaminasi *Escherichia coli*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya ada 9.2% depot yang terkontaminasi *Escherichia coli*. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa semua depot air minum di wilayah Rangkapan Jaya memenuhi syarat Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002. Oleh karena itu, kontaminasi *E. coli* pada depot air minum di Kecamatan Pancoran Mas, Depok diperkirakan terjadi pada titik kritis lainnya seperti air baku yang tercemar dan pengolahan air yang tidak efektif.

7.6 Pengaruh Higiene Perorangan dan Sanitasi Lingkungan pada Kejadian Kontaminasi *E. coli* pada Produk Air Minum di Kecamatan Pancoran Mas

Dari tabel 6.4 diketahui bahwa titik kritis kontaminasi pada higiene perorangan hanya terdapat pada item pertanyaan mencuci tangan dengan sabun sebelum melayani pembeli. Item pertanyaan kedua yaitu selalu mencuci tangan dengan sabun setiap selesai buang air besar menunjukkan hasil yang baik (95.2% memenuhi syarat). Sedangkan item pertanyaan ketiga, yaitu menjaga kuku tetap bersih dan pendek, menjadi titik kritis dengan cara pengendaliannya adalah dengan mencuci tangan (item pertanyaan pertama). Item pertanyaan lainnya seperti: (i) Selalu menutup mulut dan hidung ketika batuk dan bersin, (ii) Mandi minimal dua kali sehari, (iii) Menggunakan tutup kepala saat bertugas, dan (iv) Mencuci rambut setiap hari, tidak banyak berkontribusi dalam kontaminasi *E. coli*. Oleh karena itu, faktor risiko terbesar sebagai sumber kontaminasi *E. coli* pada variabel higiene perorangan adalah mencuci tangan dengan sabun sebelum melayani pembeli.

Sementara itu, sanitasi lingkungan mempunyai dua titik kritis yang menjadi faktor risiko penyebab kontaminasi *E. coli*, yaitu (i) Bebas dari hewan pengerat seperti tikus, dan (ii) Bebas dari serangga seperti lalat dan kecoa. Item pertanyaan (i) Tidak ada sampah yang berserakan dan (ii) Memiliki tempat sampah tertutup berkaitan dengan item pertanyaan 'Bebas dari serangga seperti lalat dan kecoa' sebagaimana telah dijelaskan dalam poin 6.2. Item pertanyaan lainnya seperti: (i) Sampah dibersihkan dan dibuang secara reguler, (ii) Memiliki toilet tertutup, dan (iii) Ada sabun untuk cuci tangan sudah memiliki proporsi memenuhi syarat yang bagus.

Dari distribusi ini, maka sanitasi lingkungan lebih berpengaruh untuk menjadi penyebab kontaminasi *E. coli* daripada higiene perorangan. Hal ini karena sanitasi lingkungan memiliki faktor risiko lebih banyak (dua faktor risiko) bila dibandingkan dengan higiene perorangan (satu faktor risiko). Selain itu, tikus, lalat, dan kecoa memiliki mobilitas tinggi sehingga tidak mudah untuk dikendalikan. Binatang ini dikendalikan dengan jalan memperbaiki kualitas sanitasi. Binatang datang karena ada sesuatu yang menarik perhatiannya, yaitu

sisa-sisa makanan. Untuk itu, tidak boleh ada sampah berserakan di lingkungan depot air minum. Sampah harus dimasukkan ke dalam tempat sampah yang tertutup. Tempat sampah juga harus diletakkan jauh dari tempat pengolahan air minum. Selain itu, operator juga harus dilarang makan dan minum di sekitar tempat pengolahan air minum. Makan dan minum di tempat pengolahan air minum berpeluang untuk meninggalkan remah-remah makanan yang mengundang kehadiran binatang hama tadi.

7.7 Titik Rawan Kontaminasi *Escherichia coli*

Proses pengolahan air minum pada depot air minum terdiri dari penyiapan air baku, filtrasi pasir, filtrasi karbon aktif, filtrasi membran, ozonisasi/penyinaran UV/reverse osmosis/kombinasi ozonisasi dan sinar UV, air produk dihasilkan, pengisian ke kontainer yang dibawa konsumen, penyegelan, dan berakhir pada konsumsi oleh konsumen.. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Athena, air baku memiliki peran dalam menentukan bagaimana produk air minum akan dihasilkan oleh suatu depot. Hasil penelitian Athena menunjukkan bahwa 30% air baku yang tercemar bakteri menyebabkan air baku yang dihasilkan depot juga terkontaminasi (Athena 2004, hlm. 141). Kontaminasi pada air baku bisa disebabkan oleh sumber air baku sudah tercemar, air baku tercemar selama proses pengangkutan, dan air baku tercemar saat pengisian tandon (Athena 2004, hlm. 140). Untuk menghindari pencemaran pada sumber air baku, pemilik depot harus tahu dimana pengusaha penyuplai air baku mendapatkan sumber air baku, bagaimana perlakuannya terhadap air baku, dan bagaimana usaha perlindungan sumber air baku dari kontaminasi selama penyimpanan.

Kontak dengan udara saat pengisian air baku ke dalam mobil tangki pengangkut atau pada saat pemindahan air baku dari mobil tangki ke tandon depot air minum juga memungkinkan terjadinya kontaminasi. Selain itu, penyimpanan air baku yang terlalu lama (lebih dari 3 hari) juga dapat mempengaruhi kualitasnya. Hal ini karena rentang waktu tersebut memungkinkan mikroorganisme tumbuh di dalamnya (Athena 2004, hlm. 140).

Proses pengolahan air minum mulai dari filtrasi pasir, filtrasi karbon aktif, filtrasi membran, hingga ozonisasi/penyinaran UV/reverse osmosis/kombinasi

ozonisasi dan sinar UV menjadi titik penting dalam pengolahan air minum. Semua teknik disinfektan ini merupakan titik kritis untuk menghilangkan kontaminasi *E. coli* yang mungkin muncul pada air baku sehingga menjadi *critical control point* (CCP) dalam *decision tree* dari *hazard analysis critical control point* (HACCP). Buruknya kualitas pengolah air dapat mengakibatkan produk air minum yang dihasilkan terkontaminasi *Escherichia coli*. Hasil penelitian yang dilakukan Athena mengungkapkan bahwa 18.5% sampel air minum meningkat kadar total coliformnya setelah dilakukan pengolahan air (Athena et al 2004, hlm. 142). Padahal pengolahan air minum bertujuan untuk menghilangkan kontaminasi bakteri pada air baku. Hal ini menunjukkan bahwa disinfektan yang digunakan tidak efektif untuk menghilangkan mikroorganisme kontaminan. Oleh karena itu, pengawasan dan perawatan terhadap disinfektan yang digunakan harus dilakukan dengan tepat.

Filter perlu diganti secara rutin untuk menjaga kualitas filterisasi. Hal ini dilakukan karena proses filterisasi mengakumulasi agen-agen pencemar dari air pada filter. Akumulasi tanpa henti dapat menyebabkan filter melewati masa jenuhnya sehingga tidak lagi efektif dalam melakukan filterisasi.

Demikian juga dengan ozonisasi/penyinaran UV/reverse osmosis/kombinasi ozonisasi dan sinar UV. Kegagalan ozon dalam melakukan disinfeksi biasanya disebabkan oleh adanya kebakaran pada sekering yang tidak terdeteksi sebelumnya oleh operator. Selain itu, penyesuaian dan kalibrasi dosis ozon yang dikeluarkan generator harus dilakukan untuk menjamin mikroorganisme kontaminan dapat didisinfeksi dengan sempurna (Felipe&Méndez: 2003, hlm. 75).

Depot dengan disinfektan sinar ultraviolet perlu mengganti lampunya secara reguler, setidaknya setahun sekali. Hal ini karena lampu UV yang dijual di pasaran biasanya memiliki durasi 10.000 jam. Lampu UV yang radiasinya kurang dari 70% kapasitas normalnya tidak lagi mampu mendisinfeksi mikroorganisme patogen (Felipe&Méndez: 2003, hlm. 96).

Depot yang menggunakan reverse osmosis sebagai metode disinfektan harus menjamin tekanan membrane berada pada standarnya. Kendali pada tekanan transmembran harus dijaga untuk semua operasi, karena kapasitas filtrasi

berkurang jika tekanan berkurang 1 bar. Untuk menjaga tekanan ini maka perawatan pada permukaan membran dan piranti di dalamnya menjadi hal yang sangat penting. Kesempurnaan permukaan material membran akan meningkatkan daya tahan terhadap aliran rembesan air. Selain itu, injeksi udara harus bekerja sepanjang waktu. Cara ini dapat mencegah kerusakan dan deposisi/pengendapan yang akan menyumbat filter (Felipe&Méndez: 2003, hlm. 85).

Titik rawan kontaminasi berikutnya adalah pengisian. Ketika proses pengisian, terjadi interaksi antara udara lingkungan, air minum produk yang akan diisi, tangan operator, dan kontainer air minum konsumen yang akan diisi. Udara lingkungan adalah titik kritis. Cara pengendaliannya adalah dengan menjamin keadaan sanitasi lingkungan dalam status baik. Lingkungan depot harus bebas dari serangga, hewan pengerat dan kotorannya, dan sampah. Tangan operator adalah titik kritis. Cara pengendaliannya adalah dengan melakukan higiene perorangan dengan baik, terutama mencuci tangan dengan sabun sebelum melayani pembeli. Kontainer air minum adalah titik kritis. Cara pengendaliannya adalah dengan jalan membilas kontainer dengan air yang mengandung ozon dan membiarkan ozon berinteraksi dengannya setidaknya selama 5 menit (WHO: 2006, hlm. 172).

Dari uraian ini dapat disimpulkan bahwa perbedaan kualitas bakteriologis produk antara depot air minum di wilayah Rangkapan Jaya dengan wilayah lainnya dapat disebabkan oleh perbedaan kualitas air baku dan kualitas pengolahan airnya.

BAB 8

PENUTUP

8.1 Kesimpulan

- a. Ada 9 depot (42.9%) terkontaminasi total coli, 6 depot (28.57%) terkontaminasi fecal coli, dan 2 depot (9.5%) terkontaminasi *Escherichia coli* di Kecamatan Pancoran Mas, Depok.
- b. Tidak ada depot yang mencapai skor 8 (skor 8 = memenuhi syarat) untuk variabel higiene perorangan.
- c. Tidak ada depot yang mencapai skor 8 (skor 8 = memenuhi syarat) untuk variabel sanitasi lingkungan

8.2 Saran

8.2.1 Bagi Pengusaha

- a. Mengarahkan operator DAMIU miliknya agar berperilaku higiene sesuai dengan arahan Pedoman Pelaksanaan Penyelenggaraan Hygiene Sanitasi Depot Air Minum
- b. Melengkapi sarana dan prasarana sanitasi serta menjaga kebersihan DAMIU miliknya
- c. Menghindari kehadiran tikus, lalat, dan kecoa dengan memperbaiki kualitas sanitasi lingkungan. Binatang datang karena ada sesuatu yang menarik perhatiannya, yaitu sisa-sisa makanan. Untuk itu, tidak boleh ada sampah berserakan di lingkungan depot air minum. Sampah harus dimasukkan ke dalam tempat sampah yang tertutup. Tempat sampah juga harus diletakkan jauh dari tempat pengolahan air minum. Selain itu, operator juga harus dilarang makan dan minum di sekitar tempat pengolahan air minum. Makan dan minum di tempat pengolahan air minum berpeluang untuk meninggalkan remah-remah makanan yang mengundang kehadiran binatang hama tadi.
- d. Memperbaiki kualitas produk air minumnya hingga memenuhi persyaratan biologi Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002

8.2.2 Bagi Dinas Kesehatan Kota Depok

- a. Menggiatkan program pembinaan bagi depot air minum yang positif terkontaminasi bakteri fecal coli. Pembinaan depot sebaiknya dilakukan dengan tatap muka langsung di depot air minum dengan operator dan pengusaha dengan membuat janji sebelumnya. Cara ini akan membuat pengusaha merasa lebih dihargai dan diperhatikan sehingga menjadi motivasi bagi mereka untuk mengikuti arahan-arahan yang diberikan oleh petugas kesehatan. Akan tetapi, cara ini membutuhkan sumber daya manusia dan waktu yang tidak sedikit.

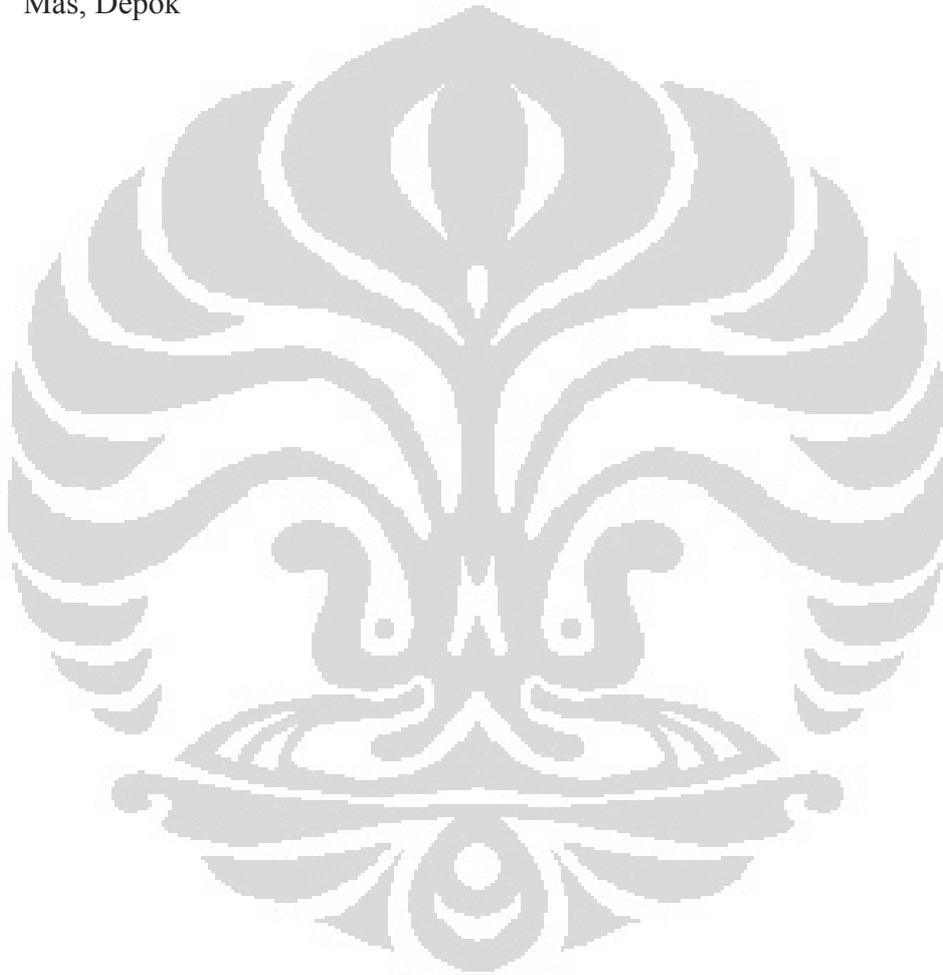
Untuk itu, Dinas Kesehatan dapat membuat program kemitraan dengan Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (Dept KL FKM UI) dengan menjadikan program pembinaan depot sebagai lahan praktikum kesehatan masyarakat bagi mahasiswa tingkat akhir peminatan KL FKM UI. Program kemitraan diharapkan dapat membantu Dinas menyelesaikan program pembinaan dan membantu mahasiswa juga dalam memenuhi tugas praktikum kesehatan masyarakatnya.

Program pembinaan *on the spot* dirasa lebih baik bila dibandingkan dengan program pembinaan dengan mengumpulkan semua pengusaha dan operator dalam satu momen dan tempat. Dengan pembinaan *on the spot*, operator dapat menerima materi pembinaan yang lebih baik bila dibandingkan dengan pembinaan dalam ruang besar sekaligus. Hal ini karena rasio antara fasilitator pelatihan dengan operator yang dilatih pada pembinaan *on the spot* lebih besar bila dibandingkan dengan pembinaan dalam ruang besar sekaligus. Dalam pembinaan *on the spot*, fasilitator datang ke tempat produksi. Hal ini akan membuat pembinaan lebih aplikatif. Selain itu risiko yang muncul pada pembinaan sekaligus dalam ruang besar seperti tidak hadirnya operator dan pengusaha pada saat pembinaan dapat diminimalkan.

- b. Melakukan pemeriksaan kualitas bakteriologi air minum satu sampel sebulan sekali sesuai Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002
- c. Menjadikan wilayah kerja Puskesmas Pancoran Mas sebagai prioritas wilayah untuk diintervensi

8.3.3 Bagi Peneliti lain

- a. Melengkapi penelitian ini dengan melakukan penilaian terhadap faktor-faktor lain yang mempengaruhi kontaminasi pada depot air minum seperti kualitas air baku, keadaan pengolah air minum, dan jarak antara *septic tank* dengan tandon tempat penyimpanan air baku
- b. Melakukan uji kemaknaan statistik pada semua variabel untuk menginvestigasi penyebab kontaminasi bakteri pada depot air minum di Kecamatan Pancoran Mas, Depok



DAFTAR PUSTAKA

- Anuradha, P., Devi, PY., Prakash, MS. 1999. 'Effect of Handwashing Agents on Bacterial Contamination,' *Indian J Pediatr*, vol 66, hlm. 7-10
- Ashbolt, N.J. 2004. 'Microbial Contamination of Drinking Water and Disease Outcomes in Developing Regions. *Toxicology*, vol 198, hlm. 229-238
- Athena, Sukar, Hendro M, D. Anwar M., Haryono. 2004. 'Kandungan Bakteri *Total Coli* dan *Escherichia coli/Fecal coli* Air Minum dari Depot Air Minum Isi Ulang di Jakarta, Tangerang, dan Bekasi,' *Buletin Penelitian Kesehatan*, Vol 32, No.4, hlm. 135-143
- Benson. *Microbiological Applications: Laboratory Manual in General Microbiology 8th edition*, The McGraw-Hill Company
- BPS. 2006. 'Sumber Air Minum yang digunakan rumah tangga (Drinking Water Sources used by Household) 2006,' *Badan Pusat Statistik Papua*, [Online] Available at:
<http://bps.papua.go.id/keerom/index.php?pilih=news&mod=yes&aksi=lihat&id=135>
- Chart, H. 2000. 'VTEC enteropathogenicity,' *Symp Ser Soc Appl Microbiol* 29: 12S-23S
- Depkes RI. 2008. *Profil Kesehatan Indonesia 2007*. Depkes RI, Jakarta
- Depkes RI. 2007. *Profil Kesehatan Indonesia 2006*. Depkes RI, Jakarta
- Depkes RI. 2006. *Profil Kesehatan Indonesia 2005*. Depkes RI, Jakarta
- Dinkes Jabar. 2007. *Profil Kesehatan Jawa Barat 2007*. Dinkes Jabar, Bandung
- Donnenberg, Michael S, ed. 2002. *Escherichia coli Virulence Mechanisms of a Versatile Pathogen*, Elsevier Inc,
- Felipe, Salvano&Méndez, Juan Pablo. 2003. *Water Disinfection*, CEPIS, Lima
- Geldreich, E.E., Kenner, B.A., Kabler, P.W. 1964. 'Occurrence of Coliforms, fecal Coliforms, and Streptococci on Vegetation and Insect, *Applied Microbiology*, vol. 12, no. 1, hlm. 63-69
- Gerardi, MH. 2006. *Wastewater Bacteria*. John Wiley&Sons Inc, New Jersey

- Harianja, Desima. 2005. 'Faktor-Faktor yang berhubungan dengan kualitas Bakteriologis pada Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Karawang tahun 2005, [Skripsi] Fakultas Keseh 66 Masyarakat Universitas Indonesia, Depok
- Lys, Denny. 2005. 'Tinjauan Terhadap Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Terjadinya Kontaminasi Bakteriologi *Escherichia coli* dan *Coliform* pada Depot-Depot Air Minum Isi Ulang (AMIU) di Wilayah Jakarta Pusat yang menjadi Industri Binaan Suku Dinas Kesehatan Masyarakat Jakarta Pusat Tahun 2004, [Skripsi] Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Depok
- Magtibay, BB. 2004. 'Water Refilling Station: an Alternative Source of Drinking Water Supply in the Philippines,' *Prosiding 30th WEDC International Conference, Vientiane, Laos PDR*, hlm. 590-593
- Manning, Shannon D. 2005. *Escherichia coli Infection*, Chelsea House Publisher, Philadelphia
- Marriott, NG dan Gravani, RB. 2006. *Principle of Food Sanitation*. Springer, New York
- Novita, Emma. 2004. *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Air Minum Isi Ulang di Kota Palembang tahun 2004*, [Tesis]. Program Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Depok
- Pedoman Pelaksanaan Penyelenggaraan Hygiene Sanitasi Depot Air Minum, Dirjen P2PL Depkes RI Tahun 2008
- Pepper, I.L., and Gerba, C.P., 2005. *Environmental Microbiology: A Laboratory Manual*. Elsevier Academic Press, California
- Profil Puskesmas Pancoran Mas 2008
- Rinawati. Diana. 2003, *Risiko Keterpaparan Bakteriologi pada Penduduk yang Mengonsumsi Air Minum Produksi Depot Air Minum di Empat Kecamatan di Kota Depok*, [Tesis]. Program Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Depok
- Siya, R., Vajpayee, P., Shanker, R. 2008. 'Contamination of Potable Water Distribution Systems by Multiantimicrobial-Resistant Enterohemorrhagic

- Escherichia coli*,’ *Environmental Health Perspective*, vol 116, no. 4, hlm. 448-452
- Soemirat, Juli. 1994. *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Suprihatin. 2004. “Keamanan Air Minum Isi Ulang,” *Kompas Cyber Media*, 7 Januari 2004
- Tedjakusuma, R., Hartini, S., Muryani. 2001, “Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Konsumen dalam Pembelian Air Minum Mineral di Kotamadya Surabaya,” *Jurnal Penelitian Dinamika Sosial*, Vol.2, No.3, hlm. 48-58
- Salvato, JA. 1992. *Environmental Engineering and Sanitation*. John Wiley & Sons, New York
- SNIC (Seafood Network Information Center) 2007. ‘Seafood HACCP Compendium: Chapter 14: Coliforms, Fecal Coliforms and *Escherichia coli*. [On line] Available at: <http://seafood.ucdavis.edu/haccp/Compendium/chapt14.htm>, accessed on December 12, 2009.
- WHO. 2006. *Guidelines for Drinking-Water Quality: First Addendum to Third Edition, Volume 1, Recommendation.*’ Genewa
- Widiyanti, Ni Luh Putu Manik dan Ristiati, Ni Putu. 2004, ‘Analisis Kualitatif Bakteri Koliform pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali,’ *Jurnal Ekologi Kesehatan*, Vol. 3, No. 1, hlm. 64-73
- Webb, A.L., Stein, A.D., Ramakrishnan, U., Hertzberg, V.S., Urizar, M., Martorell, R. 2006. ‘A Simple Index to measure hygiene behaviours,’ *International Journal of Epidemiology*, vol. 35, hlm. 1469-1477
- WSIS. 2007. ‘Total, Fecal,&*E. coli* Bacteria in Groundwater,’ *British Columbia’s Ground Water Protection* [On Line] Available at: [http://www.env.gov.bc.ca/wsd/plan_protect_sustain/groundwater/library/round_fact_sheets/pdfs/coliform\(020715\)_fin2.pdf](http://www.env.gov.bc.ca/wsd/plan_protect_sustain/groundwater/library/round_fact_sheets/pdfs/coliform(020715)_fin2.pdf), accessed on December 12, 2009

Lampiran 1. Hasil uji laboratorium pada sampel air minum

Wilayah Puskesmas	Nama Depot	Kontaminasi Total Coli (CFU/100 mL)	Kontaminasi Fekal Koli (CFU/100 mL)	Kontaminasi <i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Pancoran Mas	Amita	(+) 7	0	0
	Ma-dewi	0	0	0
	Stasiun Depok Lama	(+) 43	(+) 3	0
	JS Qua Pdk Jaya	(+) 1100	(+) 23	0
	JS Qua Ratu Jaya	(+) 21	(+) 4	0
Cipayung	Adiqua	0	0	0
	Hexaqua	0	0	0
	JS Qua Cipayung	(+) 9	0	0
	Blora	(+) 7	(+) 4	(+) 4
	Kampung Sengon	0	0	0
	Al Hidayah	(+) 23	0	0
	Freshwater	0	0	0
Depok Jaya	Dzu Hurmun	0	0	0
	Aquila	0	0	0
	Quakita	(+) 43	(+) 9	(+) 3
	Ciqua	(+) 460	(+) 460	0
Rangkapan Jaya	Permata Tirta	0	0	0
	Berkah	0	0	0
	Anggi Tirta	0	0	0
	APEG	0	0	0
	Air Segar Meruyung	0	0	0

Lampiran 2. Hasil Analisis Data di Komputer:

A. Higiene Perorangan

b01

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	9	42,9	42,9	42,9
	1	12	57,1	57,1	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

b02

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	1	4,8	4,8	4,8
	1	20	95,2	95,2	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

b03

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	11	52,4	52,4	52,4
	1	10	47,6	47,6	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

b04

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	10	47,6	47,6	47,6
	1	11	52,4	52,4	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

b05

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	21	100,0	100,0	100,0

b06

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	15	71,4	71,4	71,4
	1	6	28,6	28,6	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

b07

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	15	71,4	71,4	71,4
1	6	28,6	28,6	100,0
Total	21	100,0	100,0	

b08

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	8	38,1	38,1	38,1
1	13	61,9	61,9	100,0
Total	21	100,0	100,0	

0 = Tidak memenuhi syarat/Berisiko

1 = Memenuhi syarat/Tidak Berisiko

B. Sanitasi Lingkungan**c01**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	8	38,1	38,1	38,1
1	13	61,9	61,9	100,0
Total	21	100,0	100,0	

c02

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	11	52,4	52,4	52,4
1	10	47,6	47,6	100,0
Total	21	100,0	100,0	

c03

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	12	57,1	57,1	57,1
1	9	42,9	42,9	100,0
Total	21	100,0	100,0	

c04

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	18	85,7	85,7	85,7
	1	3	14,3	14,3	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

c05

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	1	4,8	4,8	4,8
	1	20	95,2	95,2	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

c06

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	3	14,3	14,3	14,3
	1	18	85,7	85,7	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

c07

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	1	4,8	4,8	4,8
	1	20	95,2	95,2	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

c08

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	2	9,5	9,5	9,5
	1	19	90,5	90,5	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

C. Distribusi Frekuensi Skor Higiene Perorangan (sebelum pengelompokan)

Statistics

EPersHig

N	Valid	21
	Missing	0
Mean		4,7143
Std. Error of Mean		,26853
Median		5,0000
Mode		4,00(a)
Std. Deviation		1,23056
Minimum		2,00
Maximum		7,00

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

EPersHig

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2,00	1	4,8	4,8	4,8
	3,00	2	9,5	9,5	14,3
	4,00	6	28,6	28,6	42,9
	5,00	6	28,6	28,6	71,4
	6,00	5	23,8	23,8	95,2
	7,00	1	4,8	4,8	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

D. Distribusi Frekuensi Skor Sanitasi Lingkungan (sebelum pengelompokan)

Statistics

FSanling

N	Valid	21
	Missing	0
Mean		5,3333
Std. Error of Mean		,28730
Median		6,0000
Mode		6,00
Std. Deviation		1,31656
Minimum		2,00
Maximum		7,00

FSanling

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2,00	1	4,8	4,8	4,8
	3,00	1	4,8	4,8	9,5
	4,00	3	14,3	14,3	23,8
	5,00	4	19,0	19,0	42,9
	6,00	9	42,9	42,9	85,7
	7,00	3	14,3	14,3	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

E. Distribusi Frekuensi Status Higiene Perorangan (Setelah pengelompokan)

HiegPers2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak Berisiko	12	57,1	57,1	57,1
	Berisiko	9	42,9	42,9	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

F. Distribusi Frekuensi Status Sanitasi Lingkungan (Setelah pengelompokan)

Sanling1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak Berisiko	12	57,1	57,1	57,1
	Berisiko	9	42,9	42,9	100,0
	Total	21	100,0	100,0	

KUESIONER SURVEI
KONTAMINASI BAKTERI *ESCHERICHIA COLI* PADA DEPOT AIR
MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN PANCORAN MAS, DEPOK,
TAHUN 2009

I. IDENTITAS RESPONDEN			
1.	Nama Pemilik :	_____	
2.	Alamat Pemilik :	_____ No. ___ RT: ___ RW: ___	
	Kelurahan:	_____	
3.	Alamat Depo :	_____ No. ___ RT: ___ RW: ___	
	Kelurahan	_____	
4.	Nama: 1. _____ ; 2. _____		
II. IDENTITAS PEWAWANCARA			
1.	Nama Petwawancara	_____	Paraf (Setelah Diperiksa):
	2.	Tanggal Wawancara	___ / ___ / 2009
3.		Status Wawancara pada Kunjungan pertama	1. Lengkap
	2. Tidak Lengkap		5. Responden Menolak
		3. Tidak Dilanjutkan	6. Lainnya: _____
<p>Informed consent: Selamat siang Bapak/Ibu. Nama saya adalah Saya adalah peneliti dari Universitas Indonesia. Saya sedang melakukan survey tentang pengaruh kualitas pengolahan air minum, higiene personal, dan sanitasi terhadap kontaminasi bakteri pada produk depo air minum isi ulang di kecamatan pancoran mas, depok, tahun 2009. Bila Bapak/Ibu setuju, saya ingin mengajukan beberapa pertanyaan. Partisipasi Bapak/Ibu sangat kami harapkan, demikian juga kejujuran Bapak/Ibu dalam menjawab pertanyaan yang akan kami ajukan. Informasi yang kami peroleh sangat berguna untuk mendukung upaya peningkatan kualitas produk depo air minum di Kota Depok. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan partisipasi Bapak/Ibu. Wawancara akan berlangsung sekitar 15-20 menit. Bila Bapak/Ibu setuju, saya akan memulai wawancara ini.</p> <p>Depok, ___ / ___ / 2009</p> <p>Paraf Responden</p> <p>(_____)</p>			

A. Higiene Personal

No	Pertanyaan	Skor
B01	Apakah Anda selalu mencuci tangan sebelum melayani pembeli: 0 = Tidak 1= Ya	
B02	Apakah Anda selalu mencuci tangan dengan sabun setiap selesai buang air besar? 0 = Tidak 1= Ya	
B03	Apakah Anda menutup mulut dan hidung dengan tisu sekali pakai saat batuk dan bersin: 0 = Tidak 1= Ya	
B04	Apakah Anda mencuci tangan yang digunakan untuk menutup mulut dan hidung ketika batuk atau bersin: 0 = Tidak 1= Ya	
B05	Apakah Anda mandi dua kali sehari: 0 = Tidak 1= Ya	
B06	Boleh saya lihat tangan anda (lihat kukunya): 0= Tidak 1= Ya	
B07	Apakah Anda menggunakan tutup kepala saat bekerja? 0= Tidak 1= Ya	
B08	Apakah Anda keramas setiap hari: 0= Tidak 1= Ya	
Jumlah Skor		
B09	Berapa kali Anda keramas dalam seminggu 1. 2 hari sekali 2. 3 hari sekali 3. Lainnya: _____	

B. Sanitasi Tempat Pengolahan Air Minum

No	Pertanyaan	Skor
C01	Apakah ada hewan pengerat ataupun tanda-tanda keberadaannya: 0 = Ya 1= Tidak	
C02	apakah ada serangga ataupun tanda-tanda keberadaannya : 0 = Ya 1= Tidak	
C03	Apakah ada sampah yang : 0 = Ya 1= Tidak	
C04	apakah ada tempat sampah tertutup : 0 = Tidak 1= Ya	
C05	Apakah sampah dibuang secara reguler (setiap hari): 0 = Tidak 1= Ya	
C06	apakah ada saluran pembuangan limbah: 0= Tidak 1= Ya	
C07	Apakah ada toilet : 0= Tidak 1= Ya	
C08	Apakah di toilet ada sabun untuk cuci tangan? 0=Tidak 1= Ya	