



**GAMBARAN JUMLAH BAKTERI COLIFORM DI BEBERAPA JARAK
PIPA PENGALIRAN AIR MINUM DARI SUMBER AIR
PADA JARINGAN PIPA PDAM JEMBER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Fakultas Kedokteran (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran

Asal :	Hadiah	Klass 620. LG HAR J
	Pembelian	
Terima Tgl :	09 FEB 2007	
Oleh	P.O. Induk :	
	Pengkatalog :	

Islah Harwityastika
NIM 022010101107

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER
2007**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Mama Tacik dan Bapak Bunari tercinta yang telah mendoakan dan memberikan dukungan moril, semangat, nasehat serta kasih sayang dan pengorbanannya selama ini;
2. Almamater Fakultas Kedokteran Universitas Jember;
3. Guru-guru terhormat sejak TK sampai PT, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. drg. Ulia Idiantoro yang selalu memberi saya semangat dan doanya.

MOTTO

Dari Abu Hurairah Ra. bahwasanya Rasulullah SAW. bersabda:
”Barang siapa yang menempuh jalan untuk menuntut ilmu maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga”. (Riwayat Muslim)^{*)}

Dari Abu Hurairah Ra. bahwasanya Rasulullah SAW. bersabda: ”Barang siapa yang mempelajari ilmu pengetahuan yang seharusnya ditujukan untuk mencari ridha Allah ’azza wajalla kemudian ia tidak mempelajarinya untuk mencari ridha Allah bahkan hanya untuk mendapatkan kedudukan/kekayaan duniawi maka ia tidak akan mendapatkan baunya surga nanti pada hari kiamat”. (Riwayat Abu Daud)^{*)}

^{*)} Shabir, Muslich. 1981. *Terjemah Riyadhus Shalihin II*. Semarang:PT. Karya Toha Putra.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Islah Harwityastika

NIM : 022010101107

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul *Gambaran Jumlah Bakteri Coliform di Beberapa Jarak Pipa Pengaliran Air Minum dari Sumber Air pada Jaringan Pipa PDAM Jember* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Januari 2007
Yang menyatakan,

Islah Harwityastika
NIM 022010101107

SKRIPSI

**GAMBARAN JUMLAH BAKTERI COLIFORM DI BEBERAPA JARAK
PIPA PENGALIRAN AIR MINUM DARI SUMBER AIR
PADA JARINGAN PIPA PDAM JEMBER**

Oleh

Islah Harwityastika
NIM 022010101107

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : dr. Enny Suswati, M.Kes
Dosen Pembimbing II : dr. M. Ali Shodikin

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Gambaran Jumlah Bakteri Coliform di Beberapa Jarak Pipa Pengaliran Air Minum dari Sumber Air pada Jaringan Pipa PDAM Jember* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Universitas Jember pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 23 Januari 2007

Tempat : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

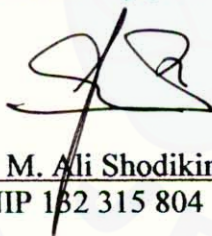
Tim Penguji

Ketua/Dosen Penguji I



dr. Enny Suswati, M.Kes
NIP 132 243 306

Dosen Penguji II



dr. M. Ali Shodikin
NIP 132 315 804

Dosen Penguji III



dr. Ulfa Elfiah, M.Kes
NIP 132 296 914

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Jember



dr. Wasis Prajitno, Sp. OG.
NIP 140 062 229

RINGKASAN

Gambaran Jumlah Bakteri Coliform di Beberapa Jarak Pipa Pengaliran Air Minum dari Sumber Air pada Jaringan Pipa PDAM Jember; Islah Harwityastika, 022010101107; 2006: 58 halaman; Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Bakteri *Escherichia coli* merupakan indikator adanya kontaminasi kotoran pada air. Adanya bakteri *E. coli* dalam air tidak selalu menandakan bahwa air itu mengandung bibit penyakit, tetapi sebagian besar ada. Oleh karena itu air minum tidak boleh mengandung golongan coli dalam 100 ml contoh air yang dianalisis.

Untuk menganalisa populasi bakteri coliform (standar biologik) di suatu sumber air biasanya digunakan metode Most Probable Number (MPN) atau Jumlah Perkiraan Terdekat (JPT). MPN adalah suatu metode yang menggunakan angka spesifik dari uji tabung untuk memperkirakan secara statistik jumlah organisme/coliform yang muncul.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air minum secara biologis dan mengetahui berapakah besar jumlah bakteri coliform pada air di jaringan pipa PDAM yang berjarak 0 km, 1,5 km, 3 km, dan 4,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif. Penelitian ini menggunakan sampel yang diambil dari air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 0 km, 1,5 km, 3 km, dan 4,5 km kemudian dilakukan uji mikrobiologi air dengan metode MPN yang melalui dua tahapan yaitu Uji Penduga dan Uji Penguat. Jumlah sampel air yang diteliti sebanyak delapan sampel yang diambil secara random sederhana.

Hasil penelitian didapatkan data hasil uji penduga (*Presumptive test*) setelah diinkubasi 2x24 jam dapat dilihat bahwa pada jarak pengaliran air PDAM 0 km, 1,5 km, dan 4,5 km didapatkan rata-rata nilai MPN coliform pada masing-masing jarak sebesar 0 per 100 ml sampel air PDAM. Hal ini berarti bahwa sampel air PDAM

tidak terkontaminasi oleh bakteri coliform yang dapat memfermentasikan laktosa. Sedangkan pada jarak pengaliran air PDAM 3 km didapatkan rata-rata nilai MPN coliform sebesar 96,5 per 100 ml sampel air PDAM. Hal ini berarti bahwa air PDAM telah terkontaminasi oleh bakteri yang dapat memfermentasikan laktosa dan dapat diduga terdapat bakteri coliform dalam sampel air PDAM tersebut. Kemudian sampel air pada jarak pengaliran 3 km yang memberikan hasil positif pada uji penduga juga memberikan reaksi positif pada uji penguat (*Confirmed test*) yaitu terdapat koloni bakteri yang berwarna *Green Methalic Sheen*.

Adanya bakteri *E. coli* pada sampel air PDAM dengan jarak 3 km disebabkan oleh faktor lain yaitu pada jaringan distribusinya yang meliputi tekanan, korosi, dan kebocoran serta tidak menutup kemungkinan oleh karena kesalahan peneliti (*human error*). Saran lebih lanjut agar PDAM Tegal Besar Jember mengadakan perbaikan terhadap sistem penyediaan air PDAM, mengadakan pos klorinasi pada jarak tertentu, untuk menjaga sisa klor pada jaringan distribusi sehingga bakteri coliform tidak muncul dalam air PDAM, mengadakan pos-pos pengontrol aliran distribusi, yang sangat diperlukan untuk penjadualan air, pengawasan kebocoran pipa sehingga memudahkan perbaikan pada sistem distribusi serta lebih hati-hati dalam melakukan penelitian.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Gambaran Jumlah Bakteri Coliform di Beberapa Jarak Pipa Pengaliran Air Minum dari Sumber Air pada Jaringan Pipa PDAM Jember*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

Rasa terima kasih dan penghormatan yang sebesar-besarnya kepada dr. Enny Suswati, M.Kes sebagai dosen pembimbing pertama sekaligus dosen penguji pertama atas dorongan dan masukan dalam pengetahuan saya mengenai mikrobiologi air dan metodologi penelitian.

Rasa terima kasih dan penghormatan yang sebesar-besarnya kepada dr. M. Ali Shodikin sebagai dosen pembimbing kedua sekaligus dosen penguji kedua atas saran dan masukannya dalam membimbing penulisan skripsi ini, serta kesabarannya dalam mengoreksi tata cara penulisan yang benar meski sesibuk apapun.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang lain, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. dr. Wasis Prajitno, Sp. OG selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Jember atas segala fasilitas dan kesempatan yang diberikan selama menempuh pendidikan kedokteran di Universitas Jember;
2. dr. Ulfa Elfiah, M.Kes selaku dosen penguji ketiga yang telah banyak memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini;
3. Mama Tacik dan Bapak Bunari tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan moril dan finansial, semangat, nasehat serta kasih sayang dan pengorbanannya selama ini sampai terselesaikannya skripsi ini;
4. Adik tersayang Dewi Ismaya Agustina yang telah mendoakan dan menemani saya dengan guyonan saat lagi suntuk;

5. Bapak Anshori selaku petugas PDAM Jember beserta petugas PDAM lain yang telah ikut membantu proses pelaksanaan penelitian ini dan juga dengan kesabarannya dalam menemani hari-hari penelitian saya;
6. Mbak Lilis Amd, analis Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jember atas segala bantuannya dan kesabarannya dalam menemani pelaksanaan penelitian ini;
7. drg. Ulia Idiantoro tersayang, terima kasih atas segala kasih sayang dan pengertiannya yang telah memotivasi saya untuk segera menyelesaikan skripsi, terutama saat menjelang penyelesaian skripsi ini;
8. Teman-teman terbaik saya (Angga Mashai, Mechy To, Niktunk, Mak Vietong) atas segala bantuan dan dukungannya. Teruslah menjadi teman terbaik saya!
9. Sahabat saya, Anggie yang selalu memberi semangat dan mendengarkan keluhan-keluhan saya;
10. Mega Endahlestari teman satu penelitian saya, terima kasih atas segala bantuan dan motivasinya;
11. Penghuni Batu Raden 008 (Yayang, Rani, Ika, Lina, Kiki, Ninis, Atik, Elly, Sari, Isna), seluruh teman-teman angkatan 2002, teman-teman satu pengajian, terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya selama ini;
12. Bapak Ilham, Helmi, Cipluk terima kasih segala bantuan yang diberikan;
13. Anang dan Aliska terima kasih atas pinjaman film-filmnya yang telah mengisi waktu-waktu suntuk saya di sela-sela mengerjakan skripsi ini;
14. Sahabat lama saya, Edwin K.S. yang sempat memberi saya semangat untuk menyelesaikan skripsi ini;
15. Semua pihak yang turut membantu dalam penulisan skripsi ini.

Saya juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.2.1 Tujuan Umum	5
1.2.2 Tujuan Khusus	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Definisi	6
2.2 Aspek Umum tentang Air	7
2.2.1 Kegunaan Air bagi Tubuh Manusia	7
2.2.2 Sumber Air	9
2.3 Air PDAM	10

2.3.1 Sejarah PDAM Jember.....	10
2.3.2 Sumber Bahan Baku Air PDAM Jember	11
2.3.3 Cara Pengolahan Air PDAM sampai Pendistribusian.....	13
2.3.4 Daerah Distribusi Air PDAM Jember	17
2.3.5 Sistem Distribusi/Perpipaan.....	22
2.4 Standar Kualitas Air Minum	22
2.4.1 Kualitas Fisik	23
2.4.2 Kualitas Kimia	26
2.4.3 Kualitas Biologi	29
2.4.4 Syarat Radioaktivitas	31
2.5 Pencemaran Air.....	31
2.5.1 Sumber Pencemaran Air	32
2.5.2 Akibat Pencemaran	33
2.6 Mikoroorganisme dalam Air.....	35
<i>Escherichia coli</i>	35
2.7 Uji Mikrobiologi Air	38
2.8 Kerangka Penelitian.....	40
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	41
3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian	41
3.2 Populasi, Sampel, dan Besar Sampel.....	42
3.3 Teknik Pengambilan dan Pengiriman Sampel.....	43
3.4 Variabel Penelitian.....	45
3.5 Definisi Operasional Variabel.....	45
3.5.1 Air PDAM.....	45
3.5.2 Jumlah bakteri coliform	45
3.6 Bahan Penelitian.....	45
3.7 Instrumen Penelitian.....	45
3.8 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	46
3.9 Prosedur Penelitian.....	46

3.10 Analisis Data	49
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil	50
4.1.1 Hasil Uji Penduga (<i>Presumptive test</i>)	50
4.1.2 Hasil Uji Penguat (<i>Confirmed test</i>)	53
4.2 Pembahasan	54
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR SINGKATAN	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

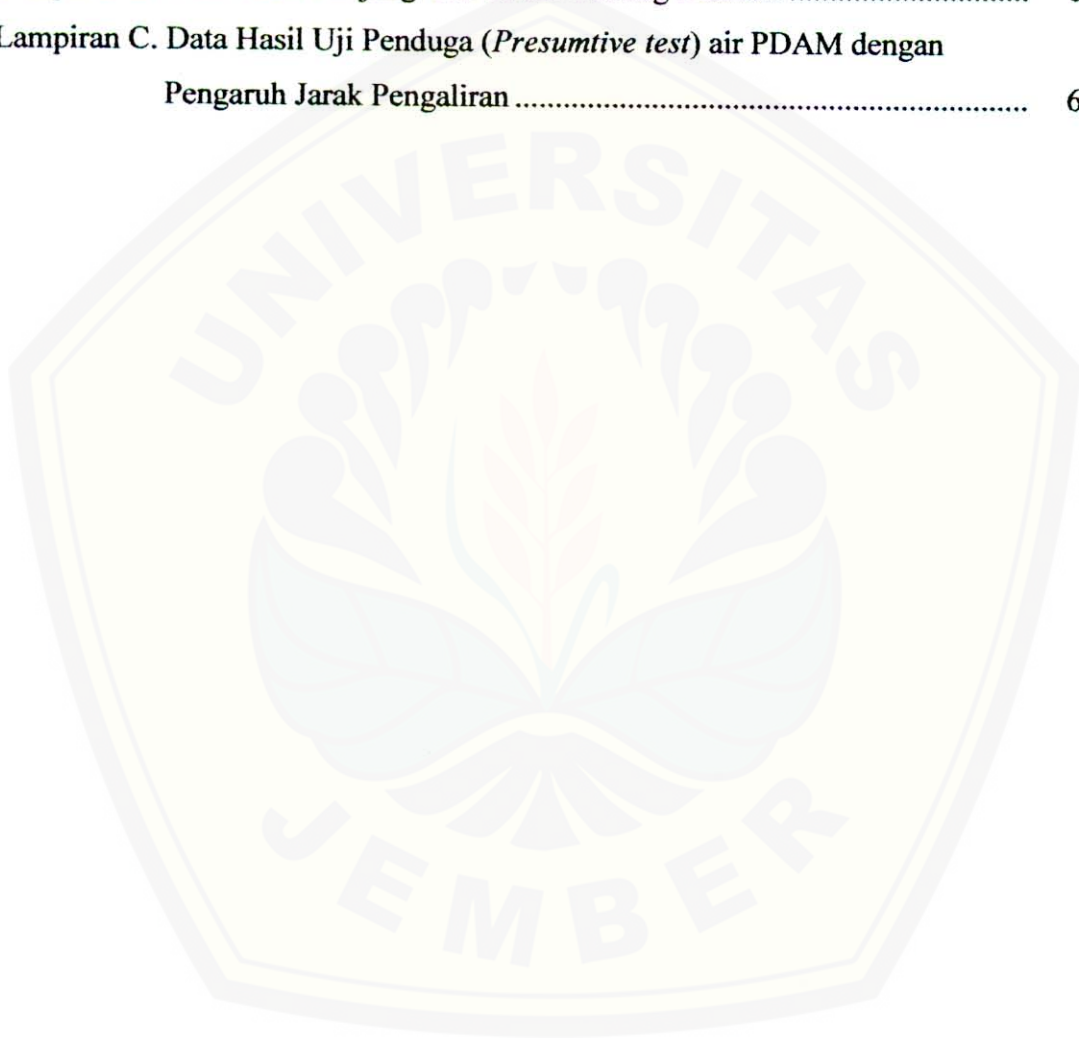
	Halaman
Tabel 2.1 Kebutuhan Air Perkapita di Indonesia	7
Tabel 2.2 Kontrol Hazard untuk Koagulasi, Flokulasi dan Klarifikasi.....	15
Tabel 2.3 Kontrol Hazard untuk Desinfeksi	16
Tabel 2.4 Standar Kualitas Fisik Air Minum	26
Tabel 2.5 Standar BOD untuk Penentuan Kualitas Air.....	29
Tabel 2.6 Standar yang Diusulkan untuk Badan Sumber Air Minum	29
Tabel 2.7 Kandungan Bakteri Coli dalam Air	30
Tabel 2.8 Tes Biokimia untuk Diagnostik <i>E. coli</i>	37
Tabel 2.9 Kualitas Air Berdasarkan Jumlah Coli per 100 ml	38
Tabel 4.1 Data Hasil Uji Penduga (<i>Presumptive test</i>) air PDAM dengan Pengaruh Jarak Pengaliran	50
Tabel 4.2 Hasil Uji Penguat (<i>Confirmed test</i>) air PDAM dengan Pengaruh Jarak Pengaliran	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>E. coli</i>	36
Gambar 2.2 Kerangka Penelitian	40
Gambar 3.1 Rancangan Penelitian	41
Gambar 3.2 Pengambilan Sampel	44
Gambar 3.3 Alur Penelitian.....	47
Gambar 4.1 MPN Coliform Hasil Inkubasi Hari Kedua.....	51
Gambar 4.2 Hasil Uji Penduga (<i>Presumptive test</i>) Negatif	51
Gambar 4.3 Hasil Uji Penduga (<i>Presumptive test</i>) Positif.....	52
Gambar 4.4 Media EMB dengan <i>E. coli</i> berwarna <i>Green Methalic Sheen</i>	53

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Kandungan Kimia dalam Air yang Diperkenankan.....	64
Lampiran B. Data Hasil Panjang Gas dalam Tabung Durham	66
Lampiran C. Data Hasil Uji Penduga (<i>Presumptive test</i>) air PDAM dengan Pengaruh Jarak Pengaliran	67





BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan. Semua makhluk hidup memerlukan air untuk kehidupannya. Manusia juga tidak dapat hidup tanpa adanya air karena tubuh manusia sebagian besar terdiri atas air (Kusnaedi, 2002:1).

Kualitas air secara umum menunjukkan mutu air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Dengan demikian, kualitas air akan berbeda dari suatu kegiatan ke kegiatan lain, sebagai contoh: kualitas air untuk keperluan irigasi berbeda dengan kualitas air untuk keperluan air minum. Secara kualitas, air harus tersedia pada kondisi yang memenuhi syarat kesehatan (Kusnaedi, 2002:1). Kualitas air ditentukan oleh banyak faktor, yaitu zat yang terlarut, zat yang tersuspensi, dan makhluk hidup khususnya jasad renik yang ada dalam air (Ticoalu, 1986:1). Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari harus memenuhi standar baku air untuk rumah tangga. Kualitas air dapat berubah, hal ini disebabkan oleh proses alamiah yang terjadi dalam ekosistem atau karena berbagai kegiatan manusia seperti adanya perkembangan industri dan pemukiman, sehingga kualitas air itu sendiri tidak memenuhi syarat kesehatan atau kualitas air menjadi buruk (Azwar, 1995).

Negara Indonesia sudah terdapat standar mutu air minum yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan (Depkes) RI antara lain:

1. Standar fisik meliputi: suhu, warna, bau, rasa, dan kekeruhan air.
2. Standar biologik meliputi: kuman-kuman parasitik, kuman-kuman

patogen dan bakteri golongan coli. Bakteri golongan coli dipakai sebagai kuman penentu adanya pencemaran air oleh tinja.

3. Standar kimiawi meliputi: derajat keasaman (pH), jumlah zat padat (Total Dissolved Solids) dan bahan kimia-kimia lainnya.
4. Standar radioaktivitas meliputi: benda-benda radioaktif yang mungkin terkandung dalam air (Kusnoputranto, 1986:28).

Apabila kualitas air lebih rendah dari yang dibutuhkan oleh manusia, maka dikatakan air tersebut tercemar (Sedhana, 1982:7; Kusnaedi, 2002:2). Akibatnya, jika pemakaian air tidak memenuhi syarat kesehatan atau telah mengandung bibit penyakit, maka hal ini akan membahayakan kelangsungan hidup manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung dan secara perlahan (Azwar, 1995:32). Bibit penyakit tersebut dapat menyebabkan infeksi saluran pencernaan seperti demam thypoid dan parathypoid, diare/disentri (basilar dan amebic), dan kolera (Pelczar, 1988:868; Neis, 1989:154; Dainur, 1995:22). Organisme penyebab penyakit-penyakit ini terdapat dalam tinja atau air seni orang yang menderita infeksi dan ketika dibuang dapat memasuki sumber air minum (Pelczar, 1988:868). Air bertindak sebagai perantara bagi masuknya bibit penyakit dan hidup dalam air minum sampai akhirnya terminum dan masuk ke dalam perut manusia (Neis, 1989:153).

Pencemaran air dapat berasal dari beberapa sumber. Sumber pencemaran yang paling utama di negara kita adalah limbah rumah tangga. Sumber yang lainnya bisa berasal dari kegiatan industri, limbah pertanian, kotoran hewan dan manusia. Jadi, dalam menyediakan air bersih terutama untuk air minum, dalam sumbernya perlu diperhatikan tiga segi yang penting yaitu: mutu air baku, banyaknya air baku, dan kontinuitas air baku (Kusnoputranto, 1986:19). Oleh karena itu, dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian yang seksama dan cermat. Air yang baik, sesuai dengan standar tertentu saat ini menjadi barang yang mahal untuk mendapatkannya, karena air sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah (Wardhana, 1995:73).

Bakteri *Escherichia coli* merupakan indikator adanya kontaminasi kotoran pada air. Adanya bakteri *E. coli* dalam air tidak selalu menandakan bahwa air itu mengandung bibit penyakit, tetapi sebagian besar ada. Oleh karena itu air minum tidak boleh mengandung golongan coli dalam 100 ml contoh air yang dianalisis (Fardiaz, 1992:45).

Seperti yang dinyatakan dalam surat kabar harian *Suara Merdeka*, kondisi air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di sejumlah tempat di Kabupaten Karanganyar ditengarai tercemar bakteri, sehingga tidak memenuhi kualitas yang disyaratkan. Hal itu dikhawatirkan akan berdampak negatif pada kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi air bersih tersebut, yakni terkena sakit perut. Kekhawatiran itu merujuk pada hasil pemeriksaan bakteri yang dilakukan Dinas Kesehatan Kabupaten (DKK) Karanganyar pada November 2001. Laporan hasil pemeriksaan bernomor 443.5/2014/XI/2001 disebutkan bahwa dari tiga puluh lokasi yang dijadikan sampel ternyata seluruhnya tidak memenuhi syarat biologis. Adanya bakteri coli dari hasil pemeriksaan air PDAM ini kemungkinan disebabkan oleh alat PDAM berupa *chlooring* atau kapurisasi yang mengalami kerusakan. Sehingga dengan adanya laporan ini maka PDAM perlu mendapatkan perlindungan air bersih.

Berdasarkan Pusat Data dan Informasi-Perhimpunan Rumah Sakit Seluruh Indonesia (Pdpersi) menyatakan bahwa dari data Depkes telah diketahui persyaratan yang harus dipenuhi PDAM untuk kualitas bakteriologis air minum PDAM menggunakan indikator coliform 0 per 100 ml air. Sedangkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap 46.858 sampel air minum dari 27 propinsi pada tahun 1995 diketahui, hanya 42,5% yang memenuhi syarat biologis (coliform 0 per 100 ml air). Artinya 57,5% air minum dari PDAM tidak memenuhi syarat biologis. Walaupun di tahun 1996 terjadi peningkatan pada kualitas air minum PDAM (61,64% dari sampel air minum PDAM yang diambil), di tahun 1997 kualitas air PDAM kembali mengalami penurunan menjadi 59,3% dari sampel air minum PDAM yang diambil.

Menurut harian *Kompas* dinyatakan bahwa masyarakat Jember juga merasakan keadaan ini pula. Masyarakat Jember mengeluh bahwa suplai air minum ke rumah-rumah penduduk dari PDAM Jember, selain kualitas jelek, aliran air ke pelanggan sering mengalami kemacetan. Selain itu kualitas air sering kotor sehingga untuk keperluan rumah tangga terpaksa pelanggan harus menunggu lama sampai kondisi air normal.

Direktur Direktorat Penyehatan Air dan Pengamanan Limbah Ditjen Pemberantasan Penyakit Menular (PPM) dan Penyehatan Lingkungan (PL) mengatakan bahwa penyebab tercemarnya air PDAM oleh bakteri coliform oleh karena bocornya pipa, rembesan limbah rumah tangga dan industri. Masalah yang lain adalah masalah air baku dan intern manajemen PDAM. Masalah manajemen PDAM ini terlihat dari banyaknya pipa-pipa yang sudah lama, atau bocor, sehingga kemungkinan besar terkontaminasi limbah rumah tangga/industri.

Menurut World Health Organization (WHO), perhatian utama tes/uji mikrobiologi adalah feses yang telah mengkontaminasi persediaan air, yang menyebabkan penyakit terkait air seperti kolera dan disentri, yang disebabkan oleh kontaminasi fekal tersebut. Walaupun demikian penyakit ini juga bisa disebabkan oleh higiene yang jelek dan sanitasi yang tidak adekuat, tapi kontrol terhadap air minum merupakan salah satu cara pencegahan terhadap penyebaran penyakit tersebut.

Analisis populasi bakteri coliform (standar biologik) di suatu sumber air biasanya dengan menggunakan metode Most Probable Number (MPN) atau Jumlah Perkiraan Terdekat (JPT) (Noor, 1997:21). MPN adalah suatu metode yang menggunakan angka spesifik dari uji tabung untuk memperkirakan secara statistik jumlah organisme/coliform yang muncul (HACH, 1997:3).

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang jumlah bakteri coliform pada air PDAM yang terdapat di kota Jember, dalam hal ini adalah di wilayah Tegal Besar.

1.2 Rumusan Masalah

Berapakah besar jumlah bakteri coliform pada air di jaringan pipa PDAM yang berjarak 0 km, 1,5 km, 3 km, dan 4,5 km dari Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Tegal Besar, Jember?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui kualitas air minum secara biologis.

1.3.2 Tujuan Khusus

Mengetahui besarnya jumlah bakteri coliform pada air di jaringan pipa PDAM yang berjarak 0 km, 1,5 km, 3 km, dan 4,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember.

1.4 Manfaat

1. Diharapkan dengan adanya penelitian ini bisa digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak PDAM untuk pengembangan kualitas air lebih baik lagi.
2. Upaya peningkatan kesehatan diri dan masyarakat luas dengan memahami dan memperhatikan pentingnya kualitas air bersih bagi kesehatan.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipergunakan sebagai bahan pertimbangan untuk Pemerintah Daerah Tingkat II Kabupaten Jember dalam mengambil kebijaksanaan, khususnya dalam memenuhi kebutuhan air minum bagi masyarakat kota Jember.
4. Penelitian ini dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya dengan jarak pengaliran yang lebih jauh/lebih dari 4,5 km.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi

Menurut Ensiklopedi Indonesia 1981, yang disebut air ialah cairan pada tekanan 1 atm membeku pada 0° C dan mendidih pada 100° C digunakan sebagai standar suhu internasional (Soenarjo, 1989). Sedangkan air yang dapat diminum dapat diartikan sebagai air bebas dari bakteri yang berbahaya dan ketidakmurnian secara kimiawi. Air minum harus bersih dan jernih, tidak berwarna dan tidak berbau, tidak mengandung bahan-bahan tersuspensi atau kekeruhan. Air minum harus tampak menarik dan menyenangkan untuk diminum (Purwa, 1990:5). Sedangkan menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum, yang disebut air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Kusnoputranto, 1986:19).

Key menyatakan bahwa,

“Air disebut tercemar apabila air itu berubah komposisinya atau keadaannya, secara langsung atau tidak langsung sebagai akibat kegiatan manusia sehingga air itu menjadi kurang berguna bagi kebutuhan tertentu atau semua kebutuhan dibandingkan dengan apabila air itu berada dalam keadaan alamiahnya semula” (Kusnoputranto, 1986:19).

Air PDAM adalah air yang dihasilkan oleh perusahaan air minum di suatu daerah yang dialirkan atau disalurkan ke rumah-rumah penduduk melalui pipa-pipa ledeng dan keluar melalui kran atau pet (Soenarjo, 1990:13).

2.2 Aspek Umum tentang Air

Air adalah materi esensial dalam kehidupan. Semua makhluk hidup di dunia ini pasti membutuhkan air. Kebutuhan sehari-hari terhadap air, berbeda untuk tiap tempat dan untuk tiap tingkatan hidup. Semakin tinggi taraf kehidupan, semakin meningkat jumlahnya terhadap kebutuhan air.

Berdasarkan Tabel 2.1, di Indonesia menurut catatan dari Depkes, rata-rata keperluan air adalah 60 liter per kapita, meliputi: (Suriawiria, 1995:136; Suriawiria 1996:5)

Tabel 2.1 Kebutuhan Air Perkapita di Indonesia

Air untuk Keperluan	Jumlah (liter)
Mandi	30
Mencuci	15
Masak	5
Minum	5
Lain-lain	5

Sumber: Depkes dalam Suriawiria

2.2.1 Kegunaan Air bagi Tubuh Manusia

Air merupakan komponen lingkungan yang mempunyai peranan cukup besar dalam kehidupan. Bagi manusia, air berperan dalam kegiatan sehari-hari antara lain:

- a. Pemakaian domestik
 - 1) Mandi
 - 2) Mencuci
 - 3) Makan
 - 4) Minum
 - 5) Berkumur-kumur
- b. Pemakaian industri
- c. Rekreasi
- d. Pengangkutan/pelayaran
- e. Sumber tenaga mekanik/hidroelektrik
- f. Peternakan/pertanian/irigasi

- g. Penguraian kotoran
- h. Penelitian/ilmu pengetahuan
- i. Spiritual/kebudayaan (Kusnoputranto, 1986:14; Kusnaedi, 2002:1).

Berdasarkan kegunaan air di atas, maka penggunaan air bagi manusia yang secara langsung dapat bersifat konsumtif yaitu untuk diminum, dan yang bersifat non-konsumtif yaitu untuk mandi, mencuci, dan sebagainya. Penggunaan secara tidak langsung lewat makanan kita, baik tumbuhan maupun hewan (Sedhana, 1982:1).

Kebutuhan akan air ini sangat mutlak bagi manusia, karena sebenarnya zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air. Jumlah air yang terdapat dalam tubuh manusia yaitu:

- a. sekitar 80% dari berat badan (untuk bayi dengan berat badan rendah);
- b. sekitar 70-75% dari berat badan (untuk neonatus);
- c. sekitar 65% dari berat badan (untuk anak);
- d. sekitar 55-60% dari berat badan (untuk orang dewasa) (Azwar, 1995:31).

Metabolisme atau pertukaran zat dalam arti mempertahankan kondisi kesehatan manusia, antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Proses pencernaan, mengangkut zat-zat makanan dalam tubuh, membawa zat-zat sisa yang tidak dipergunakan oleh tubuh untuk dibuang melalui alat-alat pembuangan sisa yang terdapat dalam tubuh, misalnya kulit, ginjal, dan lain-lain.
- b. Mengatur keseimbangan suhu tubuh.
- c. Menjaga jangan sampai tubuh kekeringan, bilamana tubuh kehilangan air cukup banyak, dapat menyebabkan gangguan pertukaran zat sampai dapat menyebabkan kematian (misalnya kolera). Keadaan ini biasanya disebut dehidrasi yang berarti kehilangan air yang banyak (Azwar, 1995:33).

2.2.2 Sumber Air

Sumber air untuk keperluan sehari-hari dapat diperoleh dari beberapa macam yaitu:

a. Air hujan

Air hujan merupakan penyubliman awan/uap air menjadi murni. Ketika air hujan turun dan melalui udara maka air hujan akan melarutkan benda-benda yang terdapat di udara (Kusnoputranto, 1986:18).

b. Air permukaan

Air permukaan salah satu sumber yang dapat dipakai untuk bahan baku air bersih, dalam penyediaan air bersih terutama untuk air minum, dalam sumbernya perlu diperhatikan tiga segi yang penting yaitu: mutu air baku, banyaknya air baku, dan kontinuitas air baku. Dibandingkan dengan sumber lain, air permukaan merupakan sumber air yang benar-benar tercemar. Keadaan ini terutama berlaku bagi tempat-tempat yang dekat dengan tempat tinggal penduduk sehingga hampir semua buangan kegiatan manusia dibuang ke dalam air permukaan. Oleh karena itu mutu air permukaan perlu mendapat perhatian yang seksama bila digunakan sebagai bahan baku air minum.

Yang termasuk ke dalam kelompok air permukaan adalah air yang berasal dari:

- 1) Sungai
- 2) Selokan
- 3) Rawa
- 4) Parit
- 5) Bendungan
- 6) Danau
- 7) Laut, dan sebagainya (Kusnoputranto, 1986:19-20).

c. Air tanah

Air tanah adalah air permukaan tanah yang meresap ke dalam tanah dan telah mengalami penyaringan oleh tanah ataupun batu-batuan. Air tanah ini sekali waktu

akan menjadi air permukaan, dengan mengalirkan air tersebut menuju laut (Azwar, 1995:35).

Air tanah dianggap bersih secara bakteriologis, namun mengandung lebih banyak mineral terlarut dibandingkan air permukaan. Hal ini bergantung pada cara memperoleh air dari kedua jenis sumber tersebut (Dainur, 1995:24).

Air tanah dimanfaatkan untuk kepentingan manusia dengan cara membuat sumur atau pompa air (Kusnoputranto, 1986:26). Sumber air tanah yang berupa sumur dan mata air, menyediakan sebagian besar air untuk rumah tangga di pedesaan maupun di kota-kota yang belum terjangkau oleh PDAM (Purwa, 1990:5).

2.3 Air PDAM

2.3.1 Sejarah PDAM Jember

PDAM Kabupaten Jember pada mulanya dibangun oleh pemerintah Belanda *cq. Provencial Oost Java* yang berkedudukan di Surabaya pada tahun 1930 dan diberi nama *Provencial Water Leding Bedrijf*. Sedangkan status perusahaan ini diatur berdasarkan ketentuan *Stats Gemente* atau *Regentscap* yang merupakan cabang pekerjaan yang tidak mengutamakan keuntungan melainkan untuk melayani masyarakat. Pada tahun 1939 oleh *Provencial Oost Java* perusahaan dijual kepada *Regentscap Te Djember*, maka sejak tahun 1940 perusahaan dieksploitasi dan *Regentscap Te Djember* diganti menjadi *Regentscape Water Leding Bedrijf Te Djember*.

Pada masa pendudukan tentara Jepang sarana-sarana produksi yang telah ada sejak masa penjajahan Belanda tidak mengalami perubahan, sedang pengelola perusahaan dengan sendirinya adalah mereka yang ditunjuk oleh pemerintah Jepang. Sejak Proklamasi Kemerdekaan RI, Jember diperintah oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Jember (sebagai daerah otonom) maka dibentuklah Perusahaan Saluran Air Minum (PSAM) yang kepengurusannya didelegasikan kepada Pekerjaan Umum Kabupaten (PUK).

Berdasarkan perkembangan yang ada dan Surat Keputusan Bupati Kepala Daerah Kabupaten Jember Nomor Sek/III/38/1972 tanggal 1 Oktober 1972 perihal: Pembentukan Sub Direktorat Pendapatan Daerah Kabupaten Jember, yang antara lain menyatakan bahwa PDAM termasuk salah satu bagian yang bernaung di bawahnya. Dengan demikian PSAM tidak bernaung di bawah Dinas Pekerjaan Umum Daerah (yang dulunya PUK) akan tetapi menjadi Seksi Air Minum Daerah Kabupaten Jember.

Dengan Peraturan Daerah Tingkat II Jember No. 4 tahun 1975 tanggal 26 Maret 1975 maka ditetapkan nama PDAM yang mempunyai tujuan sebagai berikut:

- a. Menambah penghasilan daerah.
- b. Pembangunan daerah dalam arti luas.
- c. Pembangunan ekonomi nasional umumnya dalam rangka meningkatkan kesejahteraan rakyat dan memenuhi kebutuhan ketenagakerjaan dalam perusahaan menuju masyarakat adil dan makmur.

Sarana yang dimanfaatkan masih merupakan peninggalan kolonial Belanda. Sarana ini digunakan untuk melayani pelanggan yang berjumlah 1.883 sambungan.

Di samping tujuan tersebut, PDAM mempunyai dua fungsi yaitu:

- a. Fungsi Sosial: merupakan kewajiban memberikan pelayanan kepada seluruh lapisan masyarakat tanpa memperhatikan strata sosialnya.
- b. Fungsi Ekonomi: merupakan suatu tuntutan dalam pengelolaannya agar menganut prinsip ekonomi yaitu *profit oriented* (mendapatkan keuntungan) untuk menunjang kelangsungan hidup dan pelayanan serta perluasan area pelayanan (PDAM, 2005:2-4).

2.3.2 Sumber Bahan Baku Air PDAM Jember

Sumber bahan baku air PDAM berasal dari air tanah (sumur dan mata air) dan air permukaan (sungai). Sumber bahan baku ini terbagi dalam 34 unit produksi air yang berupa: (PDAM, 2005:5)

- a. Water Treatment Process (WTP) 2 unit

- b. Sumur Pompa 22 unit
- c. Mata Air Pompa (MAP) 2 unit
- d. Mata Air Gravitasi (MAG) 8 unit

Berikut ini sumber bahan baku air PDAM:

a. Air Tanah

Air tanah adalah air permukaan tanah yang meresap ke dalam tanah dan telah mengalami penyaringan oleh tanah ataupun batu-batuan (Azwar, 1995:35). Kandungan air tanah di dalam tanah tergantung dari struktur tanahnya, apakah tanah yang rembes air atau mempunyai lapisan yang kedap air. Air tanah dikatakan sebagai air artesis positif apabila air tanah terletak di bawah lapisan kedap air dan disebut air artesis negatif apabila keluar ke permukaan tanah tetapi harus dibantu dengan pompa (BPSDM, 2004:8).

Mata air terjadi bila terdapat lubang pada permukaan tanah dan terjadi aliran air yang keluar ke permukaan tanah baik secara gravitasi atau secara artesis. Mata air merupakan prioritas pertama dalam pemilihan air baku karena tidak perlu diproses dan hanya dibutuhkan desinfeksi. Pengambilan air baku ini dengan mengusahakan lokasi bangunan pengumpul di luar dari lokasi mata air (BPSDM, 2004:8-10).

Sumber air baku tanah dalam yang berupa sumur diperoleh dengan pengeboran, yaitu pembuatan lubang untuk mendapatkan air baku dengan kedalaman lebih dari 30 meter, umumnya antara 80 sampai dengan 150 meter lebih yang dibantu dengan *drilling rig* (alat pembor). Jika jumlah sumur lebih dari satu maka jarak antar sumur perlu diperhatikan untuk menghindari saling mempengaruhi satu dengan lainnya (BPSDM, 2004:11).

b. Air Permukaan

Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dan tidak meresap ke dalam tanah akan mengalir di permukaan tanah secara gravitasi searah dengan kemiringan muka tanah yang ada. Contoh air permukaan yang sering digunakan sebagai sumber air minum oleh PDAM Jember adalah sungai dan bangunan pengambilan air baku dikenal sebagai *intake*.

Apabila kualitas air baku dari sungai kurang baik maka bangunan intake harus dilengkapi dengan fasilitas yang dapat mencegah sampah kasar/partikel kasar antara lain lumut, batang pohon, daun, plastik dan lain-lain. Bila sudah terbebas dari sampah kasar, air dialirkan ke unit pengolahan melalui saluran pembawa (BPSDM, 2004:12).

2.3.3 Cara Pengolahan Air PDAM sampai Pendistribusian

Umumnya proses pengolahan air adalah sama terdiri dari beberapa proses yaitu:

a. Proses Pendahuluan

Adalah proses menghilangkan benda-benda kasar, halus, pasir, lumpur kasar dari air yang akan diolah. Penghilangan bahan-bahan berupa sampah kasar dan halus umumnya dihilangkan dengan saringan yang terdiri dari berbagai macam ukuran, sedangkan untuk menghilangkan pasir dan lumpur biasanya air dialirkan lewat bangunan penangkap pasir dan lumpur untuk mengendapkan material tersebut (BPSDM, 2004:15).

b. Proses Koagulasi

Satu liter air baku dapat mengandung berjuta-juta partikel dengan ukuran antara 10^{-4} sampai dengan 10^{-6} mm. Walaupun total berat partikel-partikel tersebut tidak lebih dari 0.1 mg, tetapi dapat merupakan sebagian besar dari substansi-substansi penyebab kekeruhan dan warna. Oleh karena itu partikel-partikel tersebut harus dihilangkan untuk memproduksi air dengan kualitas yang memenuhi standar air minum.

Proses koagulasi disebut juga pengadukan cepat atau *flash mixing* setelah bahan kimia dicampurkan ke dalam air sehingga diharapkan pencampuran bahan kimia tersebut (koagulan) dapat terjadi dengan cepat dan merata. Air baku yang telah bebas dari sampah, kotoran kasar, pasir, dan lumpur diberi koagulan Aluminium Sulfat $Al_2(SO_4)_3$ atau tawas untuk mengikat partikel-partikel halus dalam air. Koagulan yang dicampurkan dalam harus dengan dosis optimal, di mana dosis

optimal ini bervariasi tergantung pada sifat alamiah air baku dan komposisi keseluruhan (pH, suhu, kekeruhan, komposisi kimia). Jadi koagulasi adalah proses di mana ion-ion dengan muatan yang berlawanan dengan muatan koloid dimasukkan dalam air sehingga meniadakan kestabilan koloid atau proses pembentukan koloid yang stabil menjadi koloid yang tidak stabil (BPSDM, 2004:16).

Walaupun proses koagulasi sendiri tidak mungkin menimbulkan adanya bakteri atau resiko lain untuk menyelesaikan proses pengolahan air, kegagalan atau inefisiensi dalam proses koagulasi dapat menimbulkan adanya bakteri dalam jumlah yang tinggi pada air minum yang sudah didistribusikan kepada konsumen. Kontrol Hazard tentang proses koagulasi, flokulasi, dan klarifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.2 (LeChevallier, 2004:85).

c. Proses Flokulasi

Proses flokulasi sangat berhubungan erat dengan proses koagulasi, keduanya saling berhubungan karena adanya destabilisasi dan tumbukan antara partikel, sehingga terjadi saling mengikat antara satu dengan lainnya. Pengikatan terjadi antara partikel-partikel yang menyebabkan kekeruhan air. Hal ini disebut juga pengadukan lambat, di mana terbentuk penggumpalan flok-flok yang lebih besar sehingga mudah mengendap. Pada flokulasi ini, pengadukan dilakukan dengan menggunakan peralatan seperti *paddle* (dayung), kincir, atau *bar rakes* (penggaruk) (BPSDM, 2004:16).

Tabel 2.2 Kontrol Hazard untuk Koagulasi, Flokulasi, dan Klarifikasi

Strategi kontrol potensial	Kontrol tindakan
Koagulasi	Seleksi koagulan utama yang tepat dan bantuan koagulan
Flokulasi	Dosis Kecepatan pemberian koagulan pH dan kebasaaan Pencampuran yang tepat Suhu Pencampuran lambat untuk flokulasi maksimal
Klarifikasi	Kecepatan aliran Bantuan koagulan Muatan permukaan Penghilangan kotoran secara efektif Kekeruhan air atau indikator lainnya

Sumber: WHO dalam LeChevallier, 2004:87

d. Proses Sedimentasi

Sedimentasi disebut juga klarifikasi yang merupakan proses pengendapan. Akibat gaya gravitasi, partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air akan mengendap ke bawah dan yang lebih kecil akan mengapung. Akumulasi lumpur hasil pengendapan harus dibuang. Proses ini terjadi setelah proses koagulasi dan flokulasi (BPSDM, 2004:17).

e. Proses Filtrasi

Prinsip dasar filtrasi adalah proses penyaringan partikel secara fisik, kimia, dan biologi. Tujuan proses filtrasi ini adalah untuk memisahkan/menyaring flok-flok yang berukuran kecil/halus yang tidak terendapkan dalam proses sedimentasi melalui media berpori.

Sistem penyaringan dapat dibedakan atas dua kecepatan yaitu:

1) Saringan Pasir Cepat

Sistem ini sering digunakan pada pengolahan air minum. Penyaringan cepat adalah suatu proses penjernihan, di mana air yang akan diolah dilewatkan suatu media porous dengan kecepatan relatif tinggi (5 s.d. 15m/jam).

2) Saringan Pasir Lambat

Sistem ini jarang digunakan karena memerlukan lahan yang cukup luas. Penyaringan lambat adalah suatu proses penjernihan, dimana air yang akan diolah dilewatkan suatu media porous dengan kecepatan relatif rendah (BPSDM, 2004:17-18).

f. Proses Desinfeksi

Desinfeksi adalah langkah terakhir pengolahan sebelum air minum didistribusikan ke masyarakat. Klorinasi telah umum digunakan sebagai proses pengolahan terakhir, yang bertujuan mendesinfeksi air minum untuk membunuh organisme bakteriologis khususnya organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit dan kematian pada manusia, tetapi beberapa organisme bertendensi mempunyai ketahanan terhadap dosis klor yang biasa dipakai dalam pengolahan air. $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ adalah yang paling banyak digunakan di Indonesia karena penggunaan secara teknis lebih mudah dan daya desinfeksi lebih besar (BPSDM, 2004:1).

Proses pengolahan secara konvensional, tingkat yang adekuat dari proses desinfeksi adalah pengurangan resiko adanya bakteri sampai mencapai tingkat yang bisa diterima (Lihat Tabel 2.3). Bakteri patogen mempunyai banyak variasi dan hal ini tidak mungkin untuk memonitor kelangsungan hidup dari semua bakteri patogen (LeChevallier, 2004:90).

Tabel 2.3 Kontrol Hazard untuk Desinfeksi (LeChevallier, 2004)

Strategi kontrol potensial	Kontrol tindakan
Monitor indirect	Dosis desinfektan atau residual
Monitor direct	Waktu kontak pH, temperatur Coliform, <i>E. coli</i> dan atau indikator perawatan Pengganti: <i>bakteriofage</i> , bakteri pembentuk spora

Sumber: WHO dalam LeChevallier

g. Distribusi

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem penyediaan air yang menyalurkan air ke konsumen. Pada umumnya sistem distribusi ini tergantung dari daerah yang akan dilayani dan lokasi dari unit produksi/unit pengolahan (BPSDM, 2004:20).

Pendistribusian air kepada pelanggan, PDAM Jember menggunakan dua metode pengaliran yaitu sistem gravitasi dan pompa yang secara garis besar semua sistem interkoneksi satu sama lain. Sistem jaringannya menggunakan campuran antara sistem *Loop* dan *Branch* dengan pipa penghantar berdiameter 350 s.d. 25 mm dari jenis pipa DCI, ACP, GI, dan PVC (PDAM, 2005:7).

Pipa-pipa saluran air di Indonesia perlu mendapat perhatian. Kondisi-kondisi pipa-pipa ledeng kebanyakan sudah tua dan sering terdapat kebocoran-kebocoran pipa sehingga akan mengganggu mutu air yang sudah diolah (Kusnoputranto, 1986:32).

2.3.4 Daerah Distribusi Air PDAM Jember

Adapun cakupan pelayanan hingga saat ini baru meliputi wilayah Jember Kota, Rambipuji, Mumbulsari, Mangli, Wirolegi, Tanggul, Puger, dan Jelbuk. Berikut ini areal pelayanan PDAM Jember:

- a. Zona IPA Tegal Besar
 - 1) Perum Villa Tegal Besar
 - 2) Perum Tegal Besar Permai-I
 - 3) Perum Tegal Besar Raya
 - 4) Perum Pondok Bedadung
 - 5) Perum Demang Mulia
 - 6) Perum Pondok Bambu
 - 7) Perum Muktisari Este - Basuki Rahmat
 - 8) Letjen Suprpto XIV – Dawuhan
 - 9) Perum Sumber Bendo – Teuku Umar

- 10) Kali Serang
- 11) KH. Agus Salim
- b. Zona IPA Wirolegi
 - 1) Perum Jember Permai – II (Gang Bentoel)
 - 2) Sriwijaya s.d. UMS
 - 3) MT. Haryono
 - 4) Yos Sudarso
 - 5) Sri Tanjung
 - 6) Mahoni
 - 7) Kalikotok
 - 8) Demak
 - 9) Mojopahit
 - 10) Cempaka
 - 11) Perum Gunung Batu Permai – Madura
 - 12) Jerum Jember Permai – I
 - 13) Perum Bukit Permai (kecuali blok F, K)
 - 14) Letjen Panjaitan
 - 15) Karimata s.d. Pertigaan Prosalina
 - 16) Halmahera, Jawa (Timur Jembatan)
 - 17) Letjen S. Parman
- c. Zona Sumur Pompa 12
 - 1) Perum Mastrip
 - 2) Bangka, Belitung, Riau, s.d. Prosalina
- d. Zona Sumur Pompa 1, 2, dan 10
 - 1) Perum Bumi Kaliwates – Nusantara
 - 2) Kyai Mojo
 - 3) Panglima Polim
 - 4) Mangkubumi
 - 5) Sentot Prawirodirjo

- 6) Gajahmada (Pertigaan LDO s.d. MAN)
- 7) Imam Bonjol
- 8) Diah Pitaloka
- 9) Perum Sempusari Estate – Mojopahit
- 10) Hayamwuruk
- e. Zona Sumber Kepel
 - 1) Perum Kebonagung Indah, Arwana dan Lingkungan Tenggir
- f. Zona Sumber Taman, Sumur Pompa 7
 - 1) Manyar, Cendrawasih
 - 2) dr. Soebandi
 - 3) Srikoyo s.d. Mesjid Perumnas
 - 4) Slamet Riyadi, Melon (Griya Pahlawan)
 - 5) Jambu
 - 6) Nanas, Rambutan
 - 7) Belimbing
 - 8) Mangga
 - 9) Moch. Seruji
 - 10) Mastrip s.d. Jembatan
 - 11) Danau Toba
 - 12) Kalimantan
 - 13) Sumatra
 - 14) Jawa s.d. Jembatan
 - 15) Nias
 - 16) Cempedak
 - 17) Bengawan Solo
 - 18) Panglima Sudirman (unit BRI s.d. TL. Mastrip)
 - 19) Jeruk
 - 20) Brantas
- g. Zona Sumur Pompa 15

- 1) Perumnas Patrang
- 2) Semangka s.d. Mesjid Perumnas
- h. Zona Sumur Pompa 6
 - 1) Nusa Indah
 - 2) Manggis
 - 3) Delima Putih, Delima Merah
 - 4) PB. Sudirman
 - 5) Mawar
 - 6) Wijaya Kusuma
 - 7) Dahlia
 - 8) Anggrek
 - 9) Bedadung
 - 10) Bondoyudo
 - 11) Citarum
 - 12) Ciliwung
 - 13) Kartini
 - 14) Achmad Yani
 - 15) Gatot Subroto (Polres s.d. Tembaan)
 - 16) Trunojoyo (PDAM s.d. Tembaan utara jalan)
 - 17) Sultan Agung (alun-alun s.d. Pos Polisi)
 - 18) Dewi Sartika
- i. Zona Sumur Pompa 16
 - 1) Trunojoyo (PDAM s.d. Tembaan selatan jalan)
 - 2) WR. Supratman
 - 3) KH. A. Dahlan
 - 4) Letjen Suprpto
 - 5) Ahmad Yani (Trunojoyo s.d. Gang Veteran)
- j. Zona Sumur Pompa 9
 - 1) Perum Kebonsari Indah – Letjen Sutoyo

- 2) Letjen Suprpto Gang IX
- k. Zona Reservoirs Gebang (Zona Sumber Telas, Sumber Legung, Sumber Watu Remuk, Sumur Pompa 3, 4, dan 17)
 - 1) Teratai
 - 2) Cempaka
 - 3) Kacapiring, Belakang Garasi Tjipto
 - 4) Kenanga
 - 5) Melati
 - 6) Gajahmada s.d. LDO
 - 7) Manggar
 - 8) Bungur
 - 9) Kertanegara
 - 10) Kertabumi
 - 11) Kertajaya
 - 12) Jayanegara
 - 13) Sultan Agung s.d. Pos Polisi
 - 14) Diponegoro
 - 15) Fatahillah
 - 16) Gatot Subroto (Mars s.d. Polres)
 - 17) Untung Suropati
 - 18) Dr. Wahidin
 - 19) HOS. Cokroaminoto
 - 20) KH. Wahid Hasyim s.d. SMP 12
 - 21) Dr. Sutomo
 - 22) Syamanhudi
 - 23) KH. Siddiq
 - 24) Sunan Bonang
 - 25) Sunan Kalijogo
 - 26) Sunan Muria

- 27) Sunan Drajad
 - 28) Sunan Ampel
 - 29) Sunan Ngadilangu – Demak
 - 30) Sunan Kudus
 - 31) Sunan Giri
 - 32) Trunojoyo s.d PDAM
 - 33) KH. Agus Salim s.d. Jembatan
 - 34) Setia Budi
 - 35) Raden Rahmad
- (Sumber: PDAM Jember, 2005).

2.3.5 Sistem Distribusi/Perpipaan

Pendistribusian air kepada pelanggan, PDAM Jember menggunakan dua metode pengaliran yaitu sistem gravitasi dan pompa yang secara garis besar semua sistem interkoneksi satu sama lain. Sistem jaringannya menggunakan campuran antara sistem *Loop* dan *Branch* dengan pipa penghantar berdiameter 350 s.d. 25 mm dari jenis pipa DCI, ACP, GI, dan PVC (PDAM, 2005:7).

Komponen sistem distribusi terdiri atas:

- a. Stasiun pompa
- b. Penyimpanan air
- c. Alat ukur
- d. Hidran kebakaran

2.4 Standar Kualitas Air Minum

Baik kuantitas maupun kualitas air harus dapat memenuhi kebutuhan manusia (Kusnaedi, 2002:3). Standar kualitas air itu berbeda satu dengan yang lain. Air sungai yang digunakan sebagai media atau sumber hayati berbeda bila digunakan sebagai sumber baku air pada PDAM. Hal ini didasarkan pada pertimbangan kegunaannya (Ryadi, 1984:11).

Persyaratan untuk air minum mencakup syarat fisik, kimia, biologi, dan radioaktivitas. Standar mutu air minum atau air untuk kebutuhan rumah tangga ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Republik Indonesia Nomor: 01/Birhukmas/I/1975 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Standar baku air minum tersebut disesuaikan dengan Standar Internasional yang dikeluarkan WHO. Standarisasi kualitas air tersebut bertujuan untuk memelihara, melindungi, dan mempertinggi derajat kesehatan masyarakat, terutama dalam pengolahan air atau kegiatan usaha mengolah dan mendistribusikan air minum untuk masyarakat umum. Dengan adanya standarisasi tersebut dapat dinilai kelayakan pendistribusian sumber air untuk keperluan rumah tangga (Kusnaedi, 2002:3).

2.4.1 Kualitas Fisik

Karakteristik fisik yang umum dianalisis dalam penentuan kualitas air meliputi kekeruhan, temperatur, warna, bau, dan rasa (Suriawiria, 1996:90). Syarat fisik ini syarat yang sederhana sekali, karena dalam praktek sehari-hari, sering ditemui air yang memenuhi semua syarat di atas, tetapi jika ditinjau dari segi kesehatan tidak memenuhi syarat, karena mengandung bibit penyakit. Oleh karena itu jika salah satu syarat fisik ini tidak terpenuhi, maka kemungkinan besar air itu tidak sehat (karena beberapa zat kimia, mineral ataupun zat organis/biologis yang terdapat dalam air dapat mengubah warna, bau, rasa dan kejernihan). Tetapi jika semua syarat diatas terpenuhi, belum tentu air tersebut baik untuk diminum, karena mungkin mengandung zat atau bibit penyakit yang membahayakan kesehatan (Azwar, 1995:37).

a. Kekeruhan

Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung dalam air seperti lumpur dan bahan-bahan yang dihasilkan oleh buangan industri. Kekeruhan dalam air dari segi estetika dihubungkan dengan kemungkinan pencemaran oleh air buangan. Air yang mengandung kekeruhan tinggi

akan sukar disaring dan mengakibatkan biaya pengolahan menjadi lebih tinggi. Selain itu kekeruhan air menyebabkan hambatan bagi proses desinfeksi. Oleh karena itu kekeruhan ini harus dihilangkan dari air yang akan digunakan untuk air minum (Suriawiria, 1996:91).

Kekeruhan ini dihilangkan melalui pembubuhan sejenis bahan kimia dengan sifat-sifat tertentu yang disebut flokulan. Umumnya flokulan tersebut adalah tawas, namun dapat pula garam Fe(III), atau sesuatu polielektrolit organis (Alaerts, 1984:86).

b. Temperatur

Proses dalam kegiatan industri seringkali disertai dengan timbulnya panas reaksi dari suatu gerakan mesin. Proses industri dan mesin-mesin yang menunjang kegiatan tersebut supaya dapat berjalan baik maka panas yang terjadi harus dihilangkan. Penghilangan panas dilakukan dengan proses pendinginan air, dimana air akan mengambil panas yang terjadi (Wardhana, 1995:75).

Makin tinggi kenaikan suhu air makin sedikit oksigen yang terlarut di dalamnya (Wardhana, 1995:75). Jadi air yang baik harus memiliki temperatur sama dengan temperatur udara (20-26°C). Air yang secara mencolok mempunyai temperatur di atas atau di bawah temperatur udara berarti mengandung zat-zat tertentu atau sedang terjadi proses tertentu yang mengeluarkan atau menyerap energi dalam air (Kusnaedi, 2002:4).

c. Warna

Warna air yang terdapat di alam sangat bervariasi. Warna yang tidak normal biasanya menunjukkan adanya polusi. Warna air dapat dibedakan atas dua macam yaitu *true color* yang disebabkan oleh bahan-bahan terlarut, dan *apparent color* selain disebabkan oleh adanya bahan-bahan terlarut juga karena adanya bahan-bahan tersuspensi (Fardiaz, 1992:24).

Air untuk keperluan rumah tangga harus jernih. Jika air untuk keperluan rumah tangga berwarna, ini berarti air mengandung bahan-bahan lain yang dapat membahayakan kesehatan (Kusnaedi, 2002:4).

d. Bau

Bau air tergantung dari sumber airnya. Bau air dapat disebabkan oleh bahan-bahan kimia, ganggang, plankton, atau tumbuhan dan hewan air, baik yang hidup maupun yang sudah mati (Fardiaz, 1992:24). Bau yang keluar dari dalam air dapat langsung berasal dari bahan buangan atau air limbah dari kegiatan industri, atau dapat pula berasal dari hasil degradasi bahan buangan oleh mikroba yang hidup dalam air. Mikroba dalam air akan mengubah bahan buangan organik, terutama gugus protein, secara degradasi menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau. Bau yang timbul dalam air lingkungan secara mutlak dapat dipakai sebagai salah satu tanda terjadinya tingkat pencemaran yang cukup tinggi (Wardhana, 1995:76).

e. Rasa

Air yang normal sebenarnya tidak mempunyai rasa. Timbulnya rasa yang menyimpang disebabkan oleh adanya polusi, dan biasanya dihubungkan dengan baunya. Air yang mempunyai bau yang tidak normal juga dianggap mempunyai rasa yang tidak normal (Fardiaz, 1992:24). Air yang baik dan dapat digunakan untuk kehidupan, sebaiknya tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa (Wardhana, 1995:76).

Bau dan rasa dapat dihasilkan oleh kehadiran organisme dalam air seperti algae serta oleh adanya gas seperti H_2S yang terbentuk dalam kondisi anaerobik dan oleh adanya senyawa-senyawa organik tertentu. Air yang berbau dan mempunyai rasa, dari segi estetika tidak enak untuk diminum (Suriawiria, 1996:91).

Standar kualitas fisik untuk keperluan air minum menurut Permenkes RI Nomor: 01/Birhukmas/I/1975 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum sesuai Tabel 2.4 berikut: (Suriawiria, 1996:92)

Tabel 2.4 Standar Kualitas Fisik Air Minum

Parameter	Satuan	Minimum yang dianjurkan	Maksimum yang diizinkan
Kekeruhan	mg/SiO ₂	5	25
Rasa	-	Tidak berasa	Tidak berasa
Warna	Unit Pt-Co	5	50
Suhu	°C	Suhu air normal	Suhu air normal
Residu terlarut	mg/l	500	1500

Sumber: Permenkes RI dalam Suriawiria

2.4.2 Kualitas Kimia

Adanya senyawa-senyawa kimia yang beracun, perubahan rupa, warna, dan rasa air serta reaksi-reaksi yang tidak diharapkan menyebabkan diadakan standar kualitas kimia air minum. Standar kualitas air bersih memberikan batas konsentrasi maksimum yang dianjurkan dan diperkenankan bagi parameter kimia. Kehadiran unsur-unsur kimia dengan konsentrasi berlebihan dalam air akan memberikan pengaruh negatif, baik bagi kesehatan maupun dari segi pemakaian lainnya (Suriawiria, 1996:92).

Air minum yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia ataupun mineral, terutama yang berbahaya bagi kesehatan. Selain itu, zat-zat kimia yang terdapat dalam air minum ini diharapkan tidak menimbulkan kerusakan pada tempat penyimpanan air dan berada di air dalam jumlah yang wajar (Azwar, 1995:38).

Menurut Winarno dan Fardiaz untuk menentukan kualitas air minum selain parameter fisika tersebut diatas ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan sebagai parameter kimia, antara lain sebagai berikut: pH, kebasaaan, keasaman, dan total kepadatan (Soenarjo, 1990:11).

a. pH

Air minum yang sehat adalah air minum yang sedikit basa dengan pH 7,6 (Soenarjo, 1990:11). Pembatasan pH dilakukan karena akan mempengaruhi rasa, korosivitas air dan efisiensi klorinasi (Suriawiria, 1996:90).

b. Kebasaan

Kebasaan air adalah suatu kapasitas air untuk menetralkan asam. Hal ini disebabkan oleh adanya basa atau garam basa yang terdapat dalam air. Misalnya: NaOH, Ca(OH)₂. Sifat basa yang tinggi belum tentu pH-nya tinggi (Sastrawijaya, 2000:89).

c. Keasaman

Keasaman air adalah kemampuan untuk menetralkan basa. Keasaman yang tinggi belum tentu mempunyai pH yang rendah. Keasaman terdiri dari keasaman bebas dan keasaman total. Keasaman bebas disebabkan oleh asam kuat seperti HCl dan H₂SO₄. Keasaman bebas dapat menurunkan pH. Keasaman total terdiri dari keasaman bebas ditambah keasaman yang disebabkan oleh asam lemah (Sastrawijaya, 2000:89).

d. Kepadatan Air

Kesadahan dalam air terutama disebabkan oleh ion-ion Ca²⁺ dan Mg²⁺, juga oleh Mn²⁺, Fe²⁺ dan semua kation yang bermuatan dua. Air yang kesadahannya tinggi biasanya terdapat pada air tanah di daerah yang bersifat kapur, darimana Ca²⁺ dan Mg²⁺ berasal (Alaerts, 1984:72).

Air yang dianggap bermutu tinggi mempunyai kesadahan yang rendah. Untuk air minum kesadahan di bawah 250 bpj masih dapat diterima, di atas 500 bpj akan merusak kesehatan (Sastrawijaya, 2000:90).

e. Total Kepadatan

Padatan total adalah semua padatan setelah airnya dihilangkan atau diuapkan. Padatan yang terdapat dalam air dibedakan atas padatan organik dan anorganik (Fardiaz, 1992:25). Adanya padatan memberikan beberapa sifat pada kualitas air antara lain mengurangi penetrasi cahaya, menyebabkan kesadahan, menimbulkan keracunan, membentuk busa di atas air, dan sebagainya (Sedhana, 1982:7).

f. *Dissolved Oxygen* (DO)

DO adalah banyaknya oksigen terlarut dalam air, dapat berasal dari fotosintesis yang jumlahnya tidak tetap tergantung dari jumlah tanamannya dan atau

secara absorpsi dari udara dengan kecepatan terbatas. Konsentrasi oksigen terlarut dalam keadaan jenuh bervariasi tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi dan tekanan udara (Sedhana, 1982:8; Fardiaz, 1992:32).

Air yang mengalami polusi bahan organik berat, mikroorganisme memerlukan oksigen terlarut yang banyak sekali untuk merombak bahan organik tersebut, sehingga air kekurangan oksigen terlarut dan menyebabkan kematian ikan dan binatang air lainnya (Sedhana, 1982:8). Konsentrasi oksigen terlarut yang terlalu tinggi akan mengakibatkan proses pengkaratan semakin cepat karena oksigen akan mengikat hidrogen yang melapisi permukaan logam (Fardiaz, 1992:33).

g. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan misalnya kalium dikromat, untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada uji BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD (Fardiaz, 1992:38). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air (Alaerts, 1984:149).

h. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam air lingkungan untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang terdapat dalam air lingkungan tersebut. Sebenarnya hal ini adalah proses alamiah yang mudah terjadi apabila air lingkungan mengandung oksigen yang cukup (Wardhana, 1995:93).

Jadi nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut (Fardiaz, 1992:35). Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan bahan pencemaran akibat air buangan penduduk atau

industri, dan untuk mendesain sistem-sistem biologis bagi air yang tercemar tersebut (Alaerts, 1984:159).

Setiap negara perlu menentukan sendiri standar untuk BOD airnya. Di negara Inggris diketahui seperti pada Tabel 2.5 sebagai berikut:

Tabel 2.5 Standar BOD untuk Penentuan Kualitas Air

Kondisi umum air	BOD
Sangat bersih	1 ppm
Bersih	2 ppm
Agak bersih	3 ppm
Diragukan kebersihannya	4 ppm
Tidak bersih	5 ppm

Sumber: WHO dalam Sastrawijaya

Standar kualitas kimia untuk air minum yang digunakan oleh Indonesia dan WHO dapat dilihat pada lampiran A. Sedangkan pada Tabel 2.6 memberikan secara lengkap daftar standar kualitas kimia untuk air minum yang dipergunakan oleh Indonesia dan WHO.

Tabel 2.6 Standar yang Diusulkan untuk Badan Sumber Air Minum

Kualitas parameter	Nilai yang diharapkan
Kerapatan Coli-fekal	Kualitas efluen sama seperti untuk air-alami
pH	6,5 – 8,5
Oksigen terlarut (DO)	2 mg/l
As	0,05 mg/l
Pb	0,05 mg/l
Khromium	0,05 mg/l
Sianida	0,2 mg/l
Senyawa fenol	0,002 mg/l
Khlorida	1.000 mg/l
TDS	4.000 mg/l

Sumber: Depkes RI dalam Suriawiria

2.4.3 Kualitas Biologi

Secara teori semua air minum hendaknya dapat terhindar dari kemungkinan terkontaminasi bakteri, terutama yang bersifat patogen (Azwar, 1995:37) karena persyaratan biologis untuk air ditentukan baik oleh kehadiran mikroorganisme yang

patogen maupun juga yang non-patogen. Meskipun yang non-patogen secara relatif tidak berbahaya bagi kesehatan namun karena golongan ini sering dalam jumlah berlebihan maka dapat mempengaruhi rasa, bau, estetis dan lain-lain sehingga dapat mempengaruhi *water treatment* (proses pengolahan air) oleh PDAM (Ryadi, 1984:12).

Menurut ketentuan WHO dan American Public Health Association (APHA) serta Keputusan Menteri Kesehatan RI kualitas biologis air ditentukan oleh keberadaan dari jumlah coliform didalamnya, yaitu jumlah maksimum kandungan bakteri *E. coli* untuk air minum sebesar 0, untuk air rekreasi sebesar 1000 dan untuk air kolam renang sebesar 200, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.7 berikut: (Suriawiria, 1996:87).

Tabel 2.7 Kandungan Bakteri Coli dalam Air

Air untuk	Jumlah maksimum yang diperkenankan per 100 ml contoh
Rekreasi	1000
Kolam renang	200
Minum	0

Sumber: WHO dalam Suriawiria dan Kep. Menkes RI

Bila dalam sumber air ditemukan bakteri coliform maka hal ini merupakan indikasi bahwa sumber air tersebut telah mengalami pencemaran oleh kotoran manusia/hewan berdarah panas (Suriawiria, 1996:90). Oleh karena itu untuk mengukur apakah air minum bebas dari bakteri atau tidak, maka pegangan yang dipakai ialah kehadiran *E. coli* (Azwar, 1995:37).

Perlindungan terhadap sistem pengaliran air pada jaringan pipa air minum sangat diperlukan agar persediaan air minum yang ada itu aman. Banyak kontaminasi bakteri yang mempunyai kemungkinan tinggi dapat membahayakan kesehatan manusia, meskipun langkah-langkah sebelumnya telah digunakan secara efektif. Oleh karena sistem pengaliran air pada jaringan pipa air minum itu sangatlah luas, dengan jarak pipa yang panjang, tangki penyimpanan yang sudah aus dan tua, hubungan dengan limbah industri, dan hal-hal lain yang berpotensi merusak

mempunyai kesempatan bagi bakteri untuk masuk dalam jaringan pipa air minum (LeChevallier, 2004:91).

2.4.4 Syarat Radioaktivitas

Pembuangan zat sisa radioaktif ke air lingkungan secara langsung jelas tidak diperbolehkan. Walaupun secara alamiah radioaktivitas lingkungan sudah ada sejak terbentuknya bumi, termasuk di dalam air lingkungan, akan tetapi kalau sampai terjadi kenaikan radioaktivitas air lingkungan, berarti air lingkungan telah tercemar oleh zat radioaktif. Hal ini tentu berbahaya bagi lingkungan dan kehidupan manusia karena zat radioaktif dapat menyebabkan kerusakan biologis, baik melalui efek langsung maupun efek tertunda (Wardhana, 1995:78).

Polusi air yang disebabkan oleh radioaktif yaitu radiasi dengan energi yang tinggi sangat berbahaya karena dapat mengganggu kesehatan. Bahayanya sangat besar terutama jika air tersebut digunakan langsung, misalnya untuk minum atau untuk memasak makanan (Fardiaz, 1992:40).

2.5 Pencemaran Air

Dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian seksama dan cermat. Air yang baik, sesuai dengan standar tertentu saat ini menjadi barang yang mahal untuk mendapatkannya, karena air sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari hasil kegiatan manusia, baik limbah dari kegiatan rumah tangga, dari kegiatan industri dan kegiatan-kegiatan lainnya.

Air yang telah digunakan (limbah industri) dalam kegiatan industri dan teknologi tidak boleh langsung dibuang ke lingkungan karena dapat menyebabkan pencemaran. Air tersebut harus diolah dulu agar mempunyai kualitas yang sama dengan kualitas air lingkungan. Jadi air limbah industri harus mengalami proses daur ulang sehingga dapat digunakan lagi atau dibuang ke lingkungan tanpa menimbulkan pencemaran air lingkungan. Namun pada kenyataannya masih banyak industri atau pusat kegiatan kerja yang membuang limbahnya ke lingkungan melalui sungai,

danau, atau langsung ke laut. Inilah yang menjadi penyebab utama terjadinya pencemaran air (Wardhana, 1995:74). Indikator air lingkungan telah tercemar adalah sebagai berikut:

1. Perubahan suhu air
2. Perubahan pH
3. Perubahan warna, bau dan rasa air
4. Timbulnya endapan, koloidal dan bahan terlarut
5. Adanya mikroorganisme
6. Meningkatnya radioaktivitas air lingkungan (Wardhana, 1995:74).

Air minum pun bukan merupakan air murni. Meskipun bahan-bahan tersuspensi dan bakteri telah dihilangkan dari air, tetapi air minum mungkin masih mengandung komponen-komponen terlarut. Bahkan air murni sebenarnya tidak enak untuk diminum oleh karena beberapa bahan yang mungkin terlarut memberikan rasa yang spesifik terhadap air minum (Fardiaz, 1992:19).

2.5.1 Sumber Pencemaran Air

Sumber pencemaran dapat berasal dari:

- a. Sumber domestik (rumah tangga), yaitu dari perkampungan, kota, pasar, jalan, terminal, rumah sakit, dan sebagainya.

Limbah domestik adalah semua buangan yang berasal dari kamar mandi, kakus, dapur, tempat cuci pakaian, cuci peralatan rumah tangga, apotek, rumah sakit, rumah makan, dan sebagainya yang secara kuantitatif limbah tadi terdiri dari zat organik baik berupa padat atau cair, bahan berbahaya dan beracun, garam terlarut, dan bakteri terutama golongan fekal, jasad patogen, dan parasit.

- b. Sumber non-domestik, yaitu dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lainnya.

Limbah non-domestik sangat bervariasi, terutama limbah industri. Limbah pertanian biasanya terdiri atas bahan padat bekas tanaman yang bersifat organis,

bahan pemberantas hama dan penyakit, bahan pupuk yang mengandung nitrogen, fosfor, sulfur, mineral, dan sebagainya (Sastrawijaya, 2000:106).

Secara langsung maupun tidak langsung pencemar tersebut akan berpengaruh terhadap kualitas air, baik untuk keperluan air minum, air industri maupun keperluan lainnya.

Untuk negara-negara berkembang pencemar domestik merupakan 85% dari seluruh pencemar yang memasuki badan air (Suriawiria, 1996:79).

2.5.2 Akibat Pencemaran

Akibat semakin tingginya jumlah buangan domestik yang memasuki badan air di negara berkembang, maka tidak mengherankan kalau berbagai jenis penyakit, secara epidemik ataupun endemik berjangkit dan merupakan masalah rutin di mana-mana (Suriawiria, 1996:80). Air mempunyai potensi sebagai pembawa mikroorganisme patogen, sehingga air dapat membahayakan kesehatan dan kehidupan. Patogen yang paling sering disebarkan melalui air adalah yang menyebabkan infeksi pada saluran pencernaan, yaitu demam tifoid dan paratifoid, disentri, kolera, dan virus enterik (Pelczar, 1988:868).

Penyebaran penyakit dapat terjadi melalui banyak jenis air yaitu air danau, sungai, rawa, sawah, sumur, air pompa, air pipa, air laut, air buangan, mata air, dan sebagainya. Penyebaran terjadi karena:

- a. Pengotoran air oleh manusia atau binatang.
- b. Penambahan vektor penyakit yang disebabkan air.

Air yang digunakan untuk banyak keperluan seperti minum, mencuci, mandi, dan sebagainya dapat dicemari oleh penyakit berbentuk infeksi dari jenis virus, bakteri, jamur, protozoa, dan cacing. Pencemaran biasanya disebabkan oleh masuknya kotoran manusia dan binatang ke dalam air, misal dalam bentuk tinja, air kencing, dahak, ekskresi luka, dan sebagainya.

Pencemaran yang tidak sengaja banyak pula terjadi, seperti kembalinya air buangan ke dalam sumur secara langsung atau melalui tempat bocor dan celah-celah

tanah. Misal dari kakus ke dalam sumur yang letaknya terlalu dekat atau karena kebocoran pipa sehingga menyebabkan adanya hubungan air pipa yang bersih dengan air tercemar (Suriawiria, 1996:69).

Berikut ini peranan air dalam memindahkan penyakit:

a. Cara *Water Borne*

Kuman patogen yang terdapat dalam air minum dapat terminum oleh manusia sehingga manusia dapat terjangkit penyakit yang bersangkutan. Penyakit tersebut antara lain: kolera, tifoid, hepatitis infeksiosa, dan disentri basiler. Oleh karena itu pengawasan terhadap persediaan air bersih perlu dilakukan (Kusnoputranto, 1986:15).

b. Cara *Water Washed*

Cara penularan penyakit ini berkaitan erat dengan air untuk kebersihan umum alat-alat terutama alat-alat dapur dan makan serta kebersihan perorangan. Peranan terbesar air bersih dalam cara penularan *water washed* terutama dalam bidang higiene dan sanitasi.

Kelompok penyakit yang sangat dipengaruhi oleh penularan ini antara lain:

- 1) Penyakit-penyakit infeksi saluran pencernaan yaitu diare.
- 2) Penyakit infeksi kulit dan selaput lendir.
- 3) Penyakit-penyakit infeksi yang ditimbulkan oleh insekta parasit pada kulit dan selaput lendir (Kusnoputranto, 1986:15-16).

c. Cara *Water Based*

Penyakit ini dalam siklusnya memerlukan pejamu/host perantara. Contohnya adalah penyakit Schistosomiasis (Kusnoputranto, 1986:17).

d. Vektor-vektor Insekta yang Berhubungan dengan Air

Beberapa penyakit yang dapat disebarkan oleh insekta ini adalah: malaria, *yellow fever*, demam dengue, onchocerciasis (*river blindness*), dan trypanosomiasis (Kusnoputranto, 1986:17).

2.6 Mikroorganisme dalam Air

Mikroorganisme dalam air berasal dari berbagai sumber seperti udara, tanah, sampah, lumpur, tanaman hidup atau mati, hewan hidup atau mati, kotoran manusia atau hewan, dan bahan organik lainnya. Air dapat berperan sebagai medium pembawa mikroorganisme patogen yang berbahaya bagi kesehatan. Air yang dianggap jernih maupun air yang kotor atau tercemar, di dalamnya terkandung sejumlah kehidupan yaitu:

1. Air yang dianggap jernih, misal yang berasal dari sumur biasa, sumur pompa, sumber mata air dan sebagainya, di dalamnya terdapat bakteri, yaitu:
 - a. Kelompok bakteri besi, yang mampu mengoksidasi senyawa ferro menjadi ferri. Akibat kehadiran bakteri ini, air sering berubah warna kalau disimpan lama yaitu kehitam-hitaman, kecoklat-coklatan, dan sebagainya.
 - b. Kelompok bakteri belerang, yang mampu mereduksi senyawa sulfat menjadi H_2S . Akibatnya kalau air disimpan lama akan tercium bau busuk.
 - c. Kelompok mikroalgae, sehingga jika air disimpan lama akan tampak jasad-jasad yang berwarna hijau, biru, kekuning-kuningan, dan sebagainya.
2. Air yang kotor, misal air selokan, sungai, dan buangan, di dalamnya terdapat bakteri yaitu:
 - a. Kelompok patogen, misal penyebab tifoid, paratifoid, kolera, disentri, dan sebagainya.
 - b. Kelompok penghasil racun.
 - c. Kelompok bakteri pencemar, misal bakteri golongan coliform. Akibat kehadiran bakteri ini dalam badan air maka dikatakan bahwa air tersebut terkena pencemaran fekal.
 - d. Kelompok bakteri pengguna, yaitu bakteri yang mampu untuk mengurai senyawa-senyawa tertentu dalam badan air (Suriawiria, 1996:25-26).

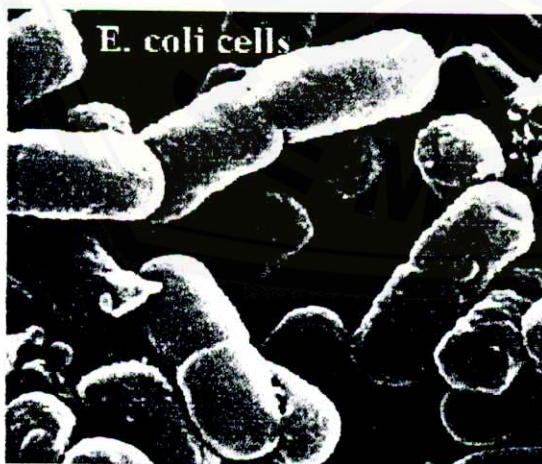
Escherichia coli

Genus *escherichia* ini terdiri dari spesies yang hidup sebagai flora normal di usus manusia dan binatang. Bakteri ini bisa muncul dalam makanan dan air minum

yang menandakan pencemaran fekal (Frobisher, 1962:455). *E. coli* adalah kuman oportunistis yang banyak ditemukan di saluran usus manusia sebagai flora normal. Strain ini bisa menyebabkan diare ringan sampai berat, khususnya pada bayi dan juga bisa menyebabkan *travellers diarrhea* (Frobisher, 1962:455; Syahrurachman, 1993:163). *Travellers diarrhea* ini mungkin bisa disebabkan oleh enteropatogenik *E. coli* (Greenberg, 1980:838).

Bakteri coliform ini bersifat fakultatif anaerob. Bakteri ini tumbuh baik pada media yang mengandung garam ammonium dan sumber organik seperti glukosa. Pertumbuhan terjadi pada suhu antara 10°C sampai 46°C sedang pertumbuhan baik pada suhu 20°C sampai 40°C dan suhu optimum yaitu 37°C (Burrows, 1961:460).

E. coli adalah kuman berbentuk batang pendek (kokobasil), gram negatif, berukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm , sebagian besar gerak positif dan beberapa strain mempunyai kapsul. Bisa dilihat pada Gambar 2.1. Bakteri *E. coli* dan kebanyakan bakteri enterik lain pada biakan akan membentuk koloni yang bundar, cembung, halus dengan tepi yang nyata. *E. coli* dapat meragikan laktosa pada suhu 37°C dengan membentuk asam dan gas dalam waktu 48 jam selain itu beberapa strain menyebabkan hemolisis pada agar darah. Bakteri ini juga bersifat mikroaerofilik (Syahrurachman, 1993:163; Jawetz, 1996:234; Suriawiria, 1996:74).



Gambar 2.1 *E. coli*

E. coli secara khas memberi hasil positif pada tes indol, lisin dekarboksilase dan peragian manitol serta membentuk gas dari glukosa. Beberapa tes biokimia yang dipergunakan untuk diagnostik *E. coli* dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Isolat urin dengan cepat dapat dikenali sebagai *E. coli* karena terjadi hemolisis pada agar darah, morfologi koloni yang khas dengan kilau iridesen pada media perbenihan diferensial misalnya agar Eosin Methilen Blue (EMB) dan tes bercak positif untuk indol (Jawetz, 1996:236). Sedangkan pada agar besi, koloni tampak setelah dieramkan 12-18 jam. Bentuk koloni bulat bergaris tengah 1-3 mm, licin, tak berwarna, tepinya rata, dan konsistensinya seperti mentega, selain itu koloninya mudah diemulsikan (Gupte, 1982:263).

Tabel 2.8 Tes Biokimia untuk Diagnostik *E. coli*

Tes	Reaksi
Indol	+
Metil Red	+
Voges Proskauer	-
Citrate	-
Motilitas	+
Asetat	+
Lisin dekarboksilase	±
Laktosa + gas	+
Glukosa + gas	+
Sukrosa + gas	+
Mannitol	+
Gelatin	-
H ₂ S	-

Sumber: Jawetz

Kehadiran bakteri coli yang merupakan parameter ada tidaknya pencemaran fekal dalam suatu habitat sangat diperlukan untuk penentuan kualitas air yang aman. Kehadiran kelompok bakteri ini menandakan bahwa air tersebut telah tecemar materi fekal, yang berasal dari tinja manusia dan hewan berdarah panas lainnya.

Kelompok bakteri coli dibagi menjadi dua golongan yaitu:

1. Coli fekal, seperti *E. coli* yang benar-benar berasal dari tinja manusia.

2. Coli non-fekal, seperti *Aerobacter* dan *Klebsiella* yang bukan berasal dari tinja manusia, tetapi mungkin berasal dari sumber lain (Suriawiria, 1995:142).

Kehadiran bakteri coli berpengaruh besar terhadap kehidupan manusia, hal ini terbukti dengan adanya standar kualitas air minum. Menurut Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman (PMM), Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM), Depkes RI, air yang memenuhi syarat sebagai air minum tidak boleh mengandung bakteri golongan coli dalam 100 ml contoh air yang dianalisis (Fardiaz, 1992:45). Secara bakteriologis tingkatan kualitas air ditentukan oleh kehadiran bakteri coli dalam air yang dapat dilihat pada Tabel 2.9 berikut ini: (Suriawiria, 1995:142)

Tabel 2.9 Kualitas Air Berdasarkan Jumlah Coli per 100 ml

Kualitas air	Jumlah bakteri coli per 100 ml
Sangat memuaskan	< 1(tidak ada)
Memuaskan	1-2
Diragukan	3-10
Jelek	> 10

Sumber: Depkes RI dalam Suriawiria

2.7 Uji Mikrobiologi Air

Uji mikrobiologi adalah tes untuk mendeteksi adanya sejenis bakteri dan sekaligus menaksir konsentrasinya (Alaerts, 1984:245). Pada prinsipnya tujuan uji mikrobiologi air ini adalah untuk mengetahui ada tidaknya mikroorganisme patogen. Akan tetapi dalam prakteknya jarang ditemukan *Shigella*, *Salmonella*, atau *Vibrio* dari contoh air yang sedang diselidiki. Oleh karena itu uji mikrobiologi air ini didasarkan atas ada tidaknya bakteri dari golongan kolon saja. Bakteri kolon ini misalnya *E. coli* (Dwidjoseputro, 1987:189).

Pelaksanaan analisis dilakukan berdasarkan modifikasi dari metoda yang didapat dalam Standard Method (APHA, 1973), Modern Methods in the Study of Microbiology, Isolation Methods for Microbiology (Suriawiria, 1996:100). Ada 3 metode yang tersedia yaitu: Standart Plate Count (SPC), metode dengan tabung

fermentasi (juga disebut metode MPN) dan metode penyaringan membran. Menurut APHA, metode MPN adalah metode yang sudah dikenal sejak dulu yang digunakan untuk menentukan adanya *E. coli* sedangkan metode penyaringan membran adalah metode yang lebih baru (Alaerts, 1984:246).

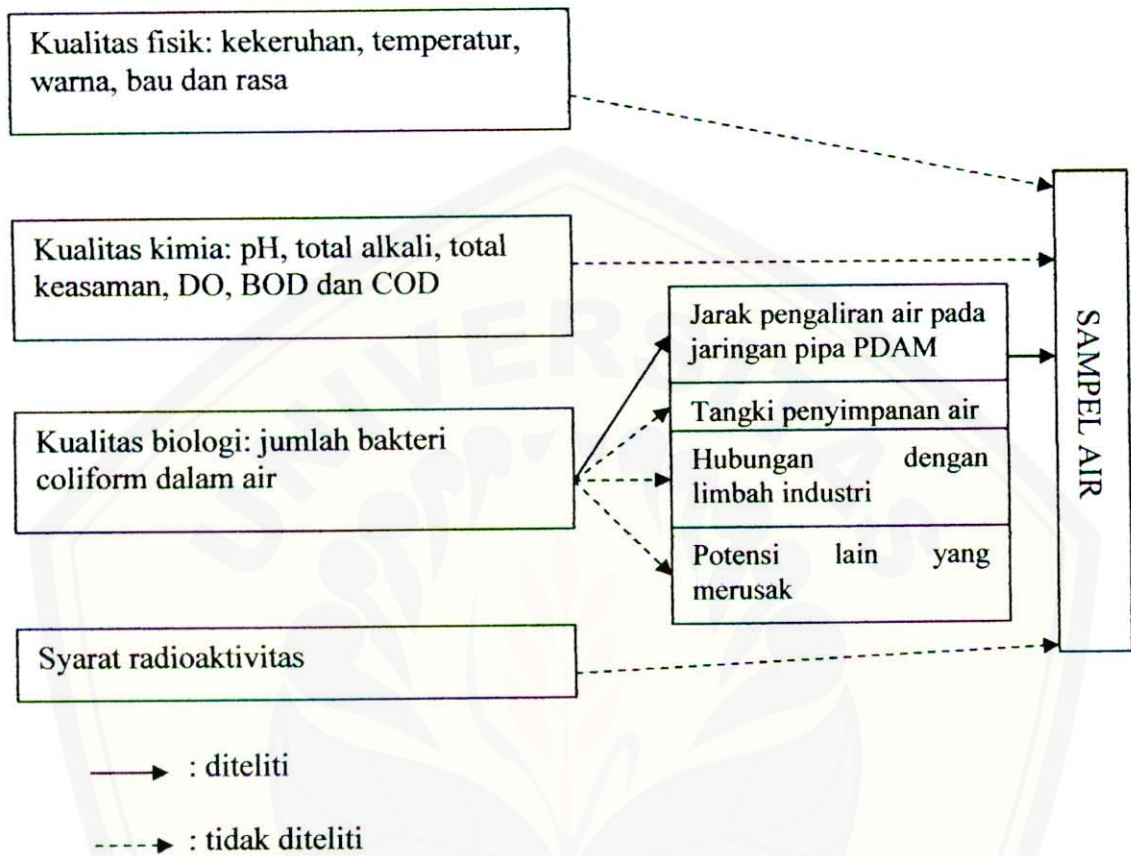
Penggunaan media selektif dan diferensial sangat membantu mempercepat pemeriksaan air untuk mendeteksi organisme coliform. Pemeriksaan tersebut terdiri dari tiga langkah berurutan yaitu:

1. Tes Penduga (*Presumptive test*)
2. Tes Penguat (*Confirmed test*)
3. Tes Pelengkap (*Complete test*) (Alaerts, 1984:246; Suriawiria, 1996:106).

Keuntungan dari metode ini adalah mudah untuk dilakukan dan merupakan metode yang sudah lama dipakai. Akan tetapi terdapat beberapa kejelekan dari metode standar ini antara lain adalah:

1. Dalam satu waktu hanya dapat menggunakan sedikit contoh air.
2. Untuk mendapatkan kultur yang baik diperlukan waktu beberapa hari.
3. Dalam menghitung jumlah bakteri coli hanya didapatkan jumlah perkiraan secara kasar.
4. Membutuhkan banyak media perlengkapan.
5. Tidak dapat dilakukan di lapangan, sehingga membutuhkan sistem angkutan tertentu agar perubahan jumlah dalam sampel didapatkan secara minimal (Suriawiria, 1996:107).

2.8 Kerangka Penelitian



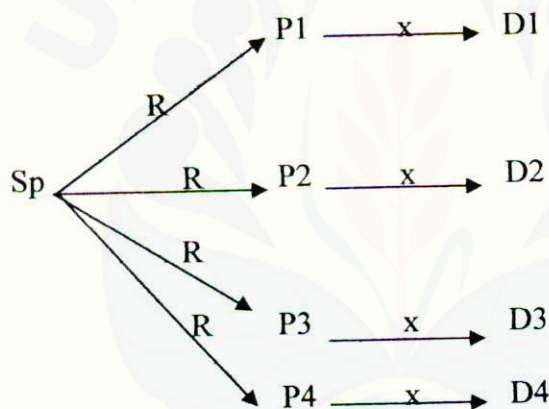
Gambar 2.1 Kerangka Penelitian



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif. Untuk mengetahui besarnya jumlah bakteri coliform pada air di jaringan pipa PDAM yang berjarak 0 km, 1,5 km, 3 km, dan 4,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember digunakan rancangan penelitian sebagai berikut: (Notoatmojo, 2002:167)



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

- Keterangan:
- Sp = Sampel air PDAM
 - R = Random sampling
 - P1 = Air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 1,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember.

P2 = Air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 3 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember.

P3 = Air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 4,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember.

P4 = Air pada IPA PDAM Tegal Besar, Jember atau pada jarak 0 km

x = Pemeriksaan bakteriologi air metode MPN

D1 = Data hasil pemeriksaan bakteriologi untuk air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 1,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember

D2 = Data hasil pemeriksaan bakteriologi untuk air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 3 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember

D3 = Data hasil pemeriksaan bakteriologi untuk air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 4,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember

D4 = Data hasil pemeriksaan bakteriologi untuk air pada IPA PDAM Tegal Besar, Jember atau pada jarak 0 km

3.2 Populasi, Sampel, dan Besar Sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 0 km sampai 4,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember. Dari populasi tersebut diambil beberapa sampel secara random sederhana. Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan rumus: (Alaerts, 1984)

$$n = (Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 (\sigma/\delta)^2$$

Keterangan: n = besar sampel

$Z_{\alpha/2}$ = harga standar α 0,05 = 1,96

Z_{β} = harga standar β 0,2 = 0,85

σ = standar deviasi populasi

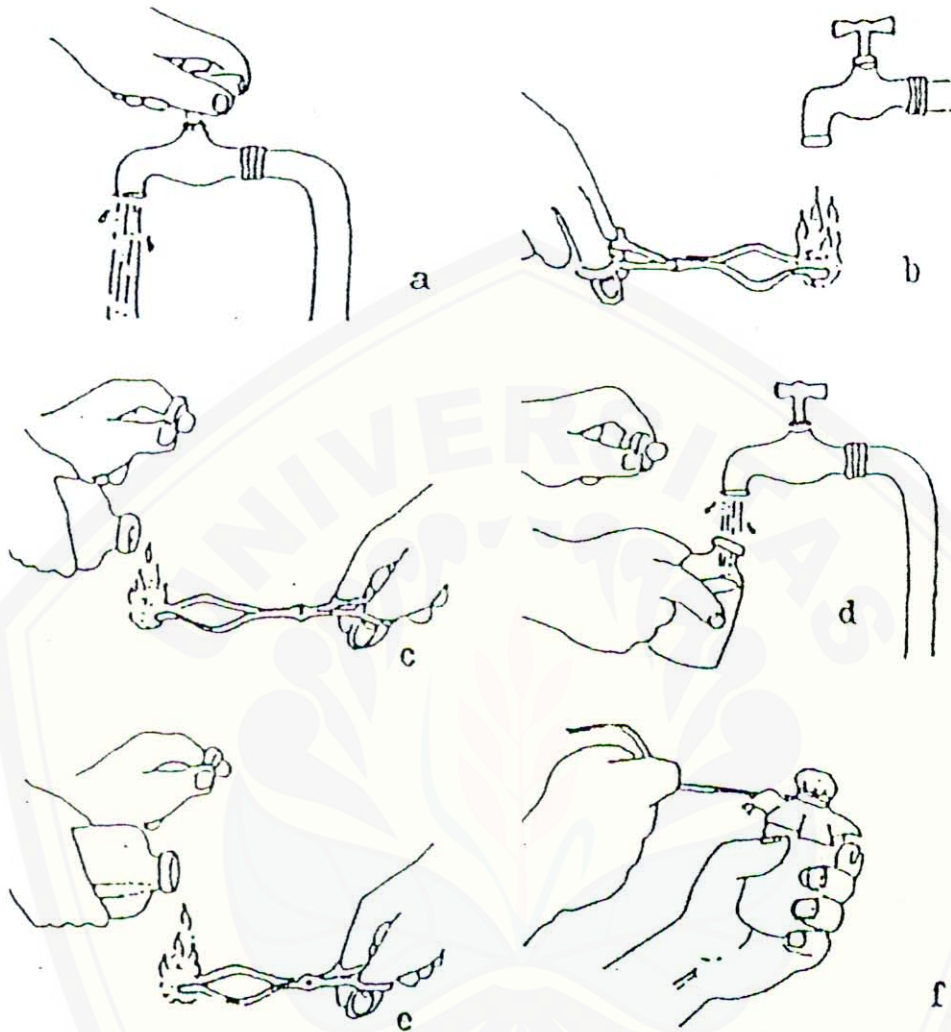
δ = beda yang sebenarnya

$$\begin{aligned}\sigma/\delta &= 1, \text{ sehingga } (\sigma/\delta)^2 = 1 \\ \text{jadi } n &= (1,96 + 0,85)^2(1)^2 \\ &= 7,9 \text{ dibulatkan jadi } 8\end{aligned}$$

3.3 Teknik Pengambilan dan Pengiriman Sampel

Cara pengambilan sampel air dari jaringan pipa PDAM adalah sebagai berikut: (Lihat Gambar 3.2)

1. Kran dibuka penuh dan dibiarkan mengalir selama 2-3 menit, atau dalam waktu yang dianggap cukup untuk membersihkan mulut kran, kemudian kran dimatikan.
2. Kran dipanaskan sampai cukup panas dengan nyala api dari alkohol atau spiritus.
3. Kran dibuka 1-2 menit, kemudian tutup botol dilepas dengan tangan kiri, dan botol dipegang dengan tangan kanan sambil mulut botol dipanaskan dengan nyala api.
4. Botol diisi sampai $\pm 2/3$ volume botol (lebih besar dari 100 ml).
5. Botol yang telah diisi sampel air, mulut botolnya dipanaskan kembali dengan nyala api kemudian segera ditutup.
6. Kemudian dibungkus kembali dengan kertas pembungkus, diikat pada lehernya, kemudian ditempelkan dengan keterangan sebagai berikut:
 - a. jenis air (air PDAM)
 - b. lokasi dan waktu pengambilan (Soenarjo, 1990:22).



Gambar 3.2 Pengambilan Sampel

Pengiriman sampel

Sampel segera dimasukkan ke dalam termos es. Di dalam termos diletakkan es yang dipotong-potong atau *dry ice*. Bila lama pengiriman (dari pengambilan sampai laboratorium) kurang dari 4 jam, tidak perlu temperatur seperti lemari es, tapi cukup dijaga dalam keadaan dingin selama perjalanan.

3.4 Variabel Penelitian

1. Air pada jaringan pipa PDAM
2. Jumlah bakteri coliform

3.5 Definisi Operasional Variabel

3.5.1 Air PDAM

Air PDAM adalah air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 0 km, 1,5 km, 3 km, dan 4,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember.

3.5.2 Jumlah bakteri coliform

Jumlah bakteri coliform adalah jumlah bakteri coli yang terdapat dalam 100 ml sampel air yang dianalisis dengan metode MPN/JPT.

MPN/JPT adalah angka yang menunjukkan hasil perhitungan jumlah koloni bakteri coliform dan *E. coli* dalam suatu sampel air.

3.6 Bahan Penelitian

1. Air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 1,5 km, 3 km, dan 4,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember
2. Air pada IPA PDAM Tegal Besar, Jember atau pada jarak 0 km
3. Medium Mc Conkey Broth
4. Medium Eosin Methylen Blue

3.7 Instrumen Penelitian

1. Tabung reaksi
2. Tabung Durham
3. Cawan petri
4. Inkubator
5. Pipet 10 ml
6. Pipet 1 ml

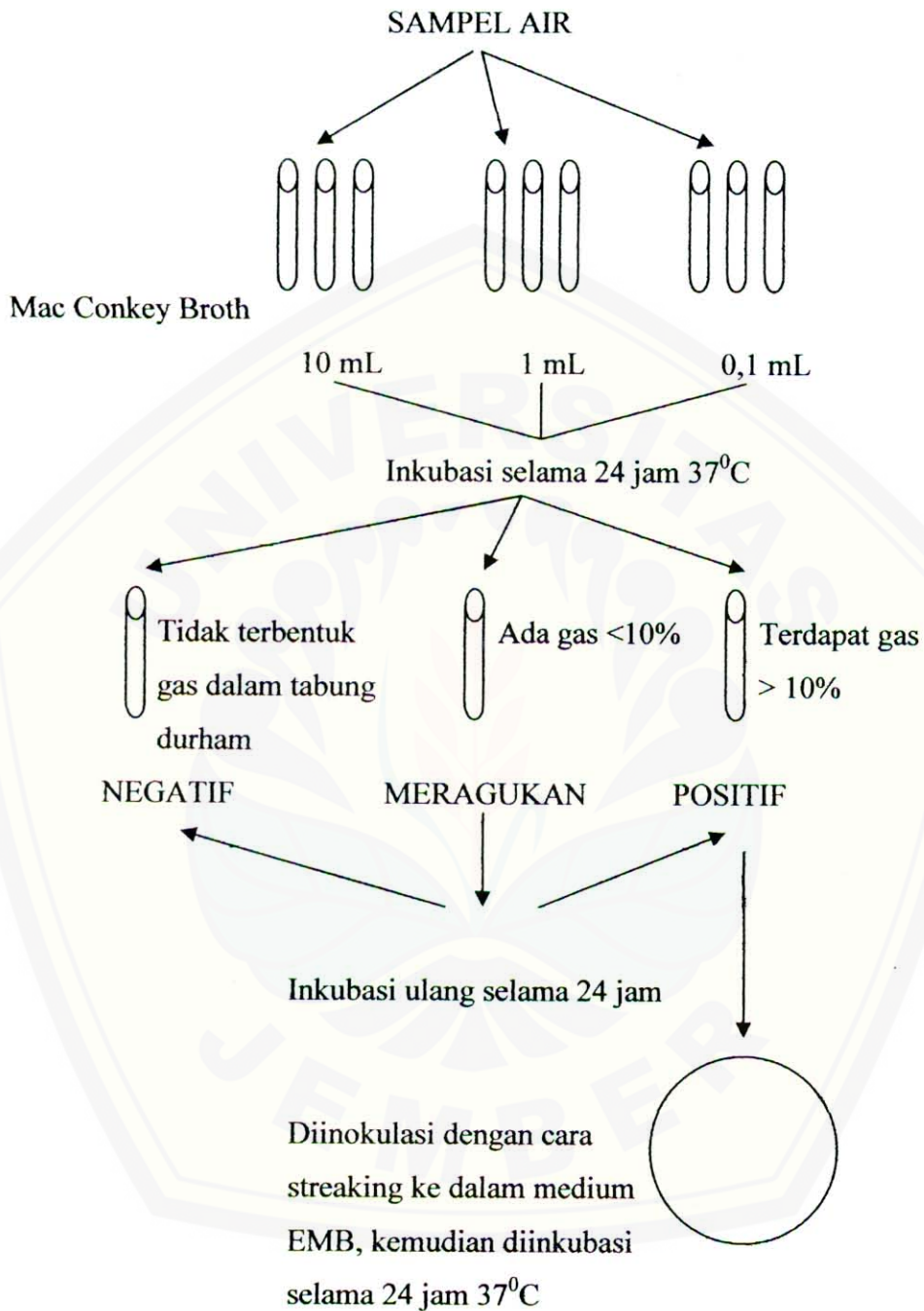
7. Pipet mikro
8. Rak tabung reaksi
9. Autoklaf
10. Jarum ose
11. Bunsen
12. Label kertas
13. Kapas
14. Botol sampel air

3.8 Lokasi dan Waktu Penelitian.

Penelitian ini menggunakan sampel yang diambil dari air pada jaringan pipa PDAM yang berjarak 0 km, 1,5 km, 3 km, dan 4,5 km dari IPA PDAM Tegal Besar, Jember selanjutnya dilakukan analisis Mikrobiologi air di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Waktu pelaksanaan penelitian bulan Januari-Februari 2006.

3.9 Prosedur Penelitian

Pada Gambar 3.3 dapat dilihat alur penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti:



Gambar 3.3 Alur Penelitian

Pada penelitian ini hanya dilakukan analisis mikrobiologi air dengan dua tahap yaitu:

1. Uji Penduga (*Presumptive test*)

Uji presumtif ini digunakan untuk menduga apakah sampel air terkontaminasi oleh bakteri coliform dapat memfermentasi laktosa serta menghasilkan gas. Pada uji ini terdapat tiga kelompok tabung reaksi yang berisi medium cair laktosa dan tabung durham, yaitu:

- a. Kelompok I terdiri dari 3 tabung reaksi yang berisi medium *Mac Conkey Broth* dan ke dalam masing-masing tabung reaksi, ditambahkan 10 mL sampel air.
- b. Kelompok II terdiri dari 3 tabung reaksi yang berisi medium *Mac Conkey Broth* dan ke dalam masing-masing tabung reaksi, ditambahkan 1 mL sampel air.
- c. Kelompok III terdiri dari 3 tabung reaksi yang berisi medium *Mac Conkey Broth* dan ke dalam masing-masing tabung reaksi, ditambahkan 0,1 mL sampel air.

Semua tabung reaksi tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Bila tidak terdapat cukup gas (<10%) pada tabung durham, dinyatakan presumtif negatif, diinkubasi 24 jam lagi. Bila terdapat cukup gas (10% atau lebih) pada tabung durham, dinyatakan presumtif positif. Jika didapatkan gas kurang dari 10% maka dikatakan meragukan dan harus diinkubasi selama 24 jam lagi.

Besar MPN ditentukan sesuai dengan tabel Mc Crady berdasarkan jumlah tabung yang memberi reaksi positif. Prosentase gas dihitung dengan cara:

$$A / B \times 100\%$$

A = panjang gelembung gas dalam tabung durham (cm)

B = panjang tabung durham (cm)

$$= 3,5 \text{ cm}$$

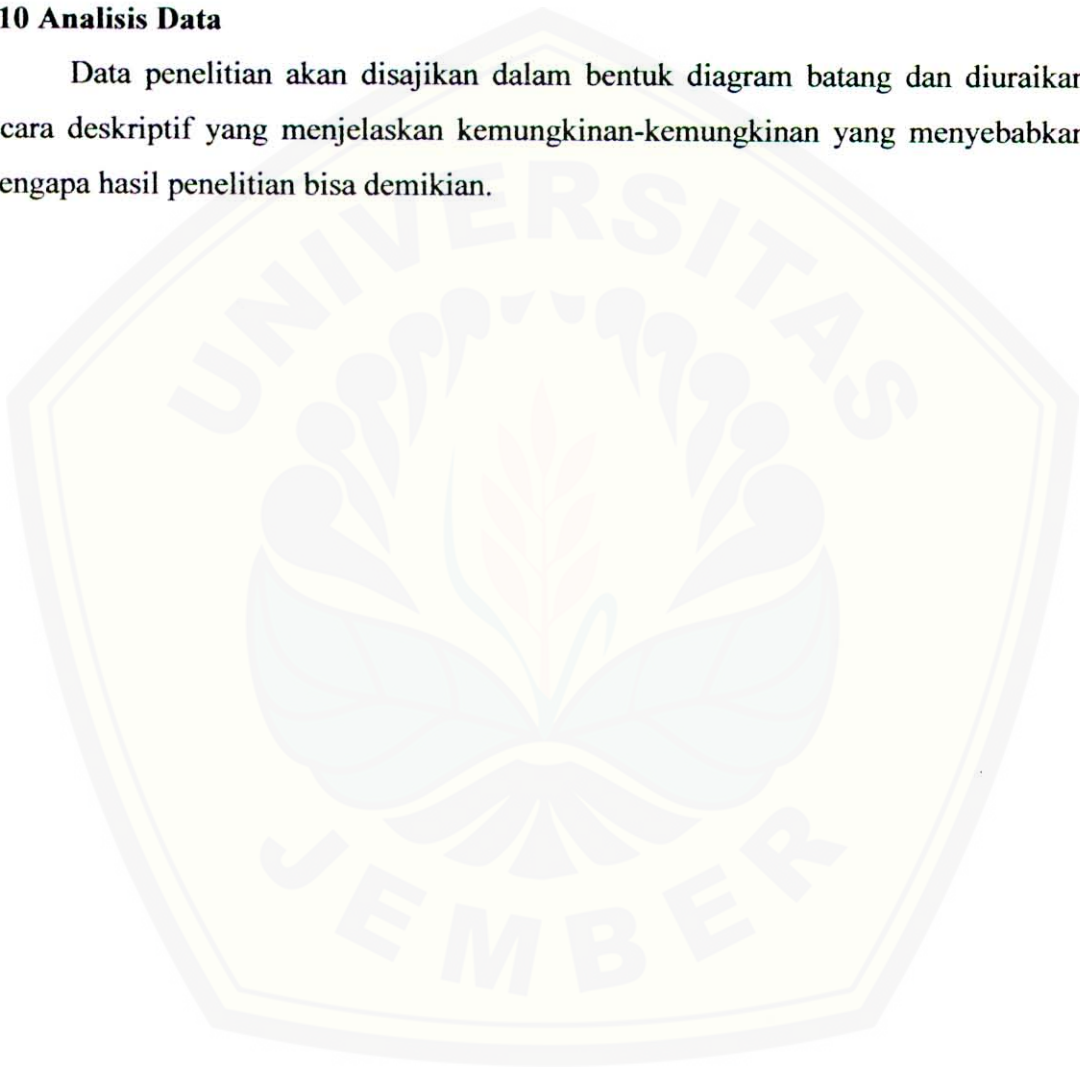
2. Uji Penguat (*Confirmed test*)

Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah bakteri yang memfermentasi laktosa dan menghasilkan gas pada uji penduga adalah bakteri gram negatif. Biakan dalam tiap tabung reaksi yang presumtif positif ditanam pada medium EMB. Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Medium ini menghambat

pertumbuhan bakteri gram positif sehingga dapat membedakan bakteri coliform dan non coliform. Uji ini dikatakan positif bila pada medium EMB terlihat koloni dari bakteri coliform yang berwarna *Green methalic sheen* (Benson, 1998:174).

3.10 Analisis Data

Data penelitian akan disajikan dalam bentuk diagram batang dan diuraikan secara deskriptif yang menjelaskan kemungkinan-kemungkinan yang menyebabkan mengapa hasil penelitian bisa demikian.





BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Rata-rata nilai MPN coliform masing-masing pada jarak 0 km, 1,5 km, dan 4,5 km adalah sebesar 0 per 100 ml air PDAM yang diteliti. Sedangkan rata-rata nilai MPN coliform pada jarak 3 km adalah sebesar 96,5 per 100 ml air PDAM yang diteliti
2. Adanya bakteri *E. coli* pada sampel air PDAM dengan jarak 3 km disebabkan oleh faktor lain yaitu pada jaringan distribusinya yang meliputi tekanan, korosi, dan kebocoran serta tidak menutup kemungkinan oleh karena kesalahan peneliti (*human error*).

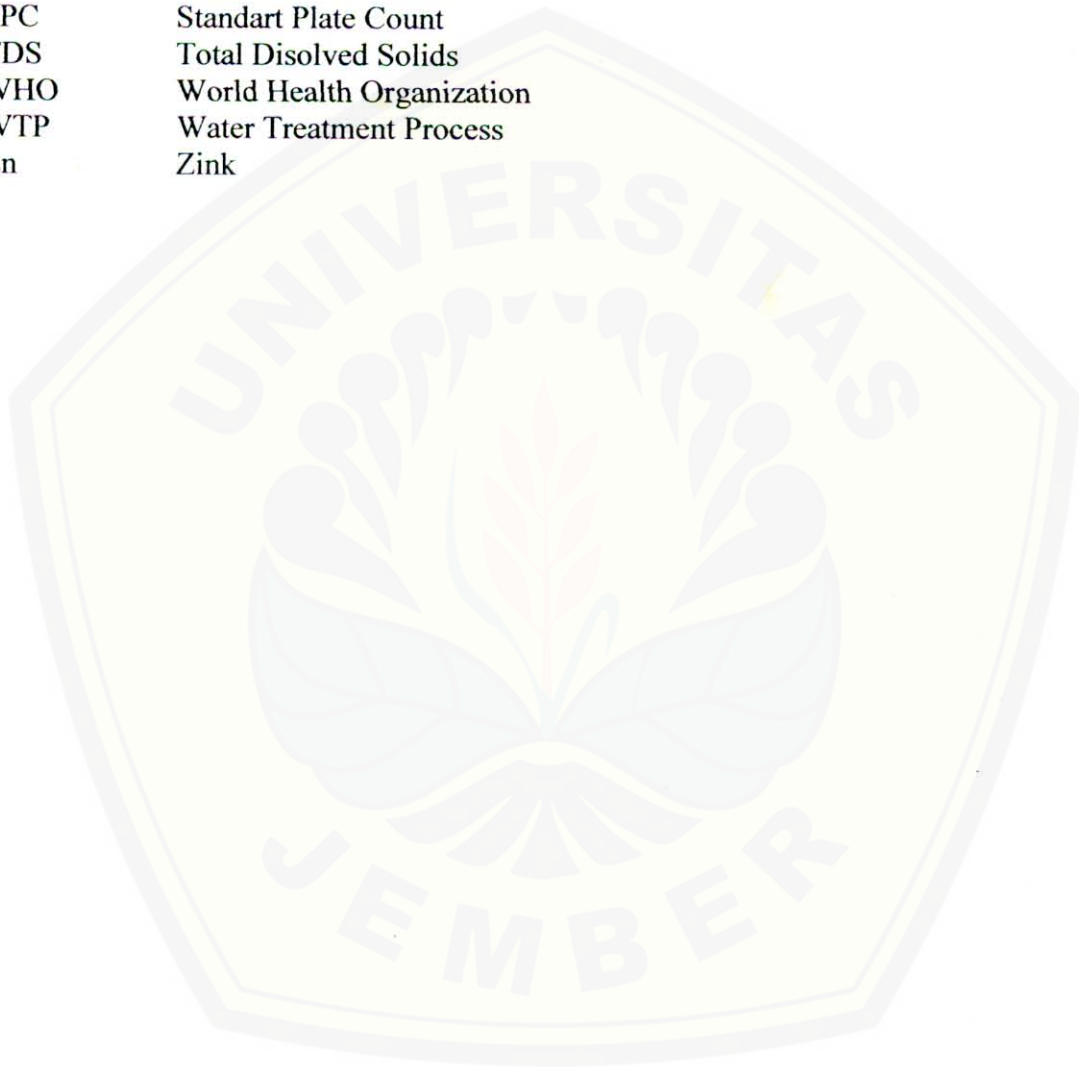
5.2 Saran

1. Perbaiki sistem penyediaan air PDAM.
2. Perlunya mengadakan pos klorinasi pada jarak tertentu, untuk menjaga sisa klor pada jaringan distribusi sehingga bakteri coliform tidak muncul dalam air PDAM.
3. Perlunya mengadakan pos-pos pengontrol aliran distribusi, yang sangat diperlukan untuk penjadualan air, pengawasan kebocoran pipa sehingga memudahkan perbaikan pada sistem distribusi.
4. Peningkatan pemahaman aspek kualitas air dari segi kesehatan.
5. Perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh jarak pengaliran air minum dari sumber air terhadap jumlah bakteri coliform pada jaringan pipa PDAM dengan jarak pengaliran yang lebih jauh/panjang.
6. Lebih hati-hati dalam melakukan penelitian/memperkecil terjadinya *human error*.

DAFTAR SINGKATAN

ACP	Asbestos Cement Pipe
APHA	American Public Health Association
As	Arsen
Ba	Barium
BOD	Biological Oxygen Demand
bpj	berat per jenis
BPSDM	Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia
Ca	Calcium
Cl	Chloride
CN	Cianida
COD	Chemical Oxygen Demand
Cr	Cromium
Cu	Cuprum
DCI	Ductile Iron
Depkes	Departemen Kesehatan
DKK	Dinas Kesehatan Kabupaten
DO	Dissolved Oxygen
EMB	Eosin Methilen Blue
F	Flour
Fe	Ferum
Hg	Higrargirum
IPA	Instalasi Pengolahan Air
JPT	Jumlah Perkiraan Terdekat
MAG	Mata Air Gravitasi
MAP	Mata Air Pompa
Mg	Magnesium
mg	miligram
Mn	Mangan
MPN	Most Probable Number
Pb	Plumbum
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum
Pdpersi	Pusat Data dan Informasi-Perhimpunan Rumah Sakit Seluruh Indonesia
Permenkes	Peraturan Menteri Kesehatan
pH	Power Horse
PL	Penyehatan Lingkungan
PMM	Pengawasan Makanan dan Minuman
POM	Pengawasan Obat dan Makanan
ppm	part per million
PPM	Pemberantasan Penyakit Menular

PSAM	Perusahaan Saluran Air Minum
PUK	Pekerjaan Umum Kabupaten
PVC	Polyvinilchloride
s.d	sampai dengan
Se	Selenium
SO ₄	Sulfat
SPC	Standart Plate Count
TDS	Total Disolved Solids
WHO	World Health Organization
WTP	Water Treatment Process
Zn	Zink



DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. & Santika, S. S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Azwar, A. 1995. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara Sumber Widya.
- Benson, H. J. 1998. "Microbiological Applications" *Laboratory Manual in General Microbiology*, Seventh edition. Boston: WCB/Mc. Graw Hill.
- Burrows, W. 1961. *Textbook of Microbiology*, 17th Edition. Philadelphia And London: WB. Saunders Company.
- BPSDM, 2004. *Operasi dan Pemeliharaan Fasilitas Pengolahan Air Bersih*. Bekasi: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Dainur. 1995. *Materi-materi Pokok Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Widya Medika.
- DOH PUB. 2006. Coliform Bacteria and Drinking Water. [serial online]. <http://www.doh.wa.gov/ehp/dw>. [13 Desember 2006].
- Duelge, Stephani & Mellisa Unruh. 2002. Detection of *Escherichia coli* and *Enterobacter aerogenes* in Water Samples Collected from Two Sites, One sites Near South Shore Water Treatment Facility, The Other Farther from The Facility, on Lake Michigan, In Milwaukee, Wisconsin. [serial online]. <http://www.depts.alverno.edu/nsmt/UnruhDuelge.htm>. [14 November 2005].
- Dwidjoseputro, D. 1987. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air & Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Frobisher, M. Sc.D. 1962. *Fundamentals of Microbiology*, Seventh Edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Government of Ontario. 2003. Technical Support Document for Ontario Drinking Water Standards. [serial online]. <http://www.ene.gov.on.ca/envision>. [13 Desember 2006].
- Greenberg, A. 1980. *Standart Methods For The Examination of Water and Waste Water*, 15th Edition. Washington DC: APHA-AWWA-WPCF

- Gupte, S. 1982. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- HACH Company World Headquarters. 1997. "Most Probable Number Technique." <http://www.hach.com>. [21 Juli 2005].
- Jawetz, E., et al. 1996. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Kamal, Yazid, Mulyaningsih, & Imroatin. (Tanpa Tahun). Uji Kualitas Air Sumur dan PAM Ditinjau dari Aspek Bakteriologis dan Radioaktivitas β Total. [serial online]. <http://www.tempo.co.id/medika/arsip>. P3TM Batan Yogyakarta MIPA UII Yogyakarta [13 Desember 2006].
- Kusnaedi. 2002. *Mengolah Air Gambut Dan Air Kotor Untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kusnoputranto, H. 1986. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: FKM UI.
- LeChevallier, M. W. & Kwok-Keung Au. 2004. "Water Treatment and Pathogen Control: Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water." http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/om/linkingchap6.pdf: [14 Mei 2005].
- Maker et al. 2001. Description, Causes, and Risks of Water Main Breaks. [serial online]. <http://www.who.int>. [13 Desember 2006].
- Neis, U. 1989. *Memfaatkan Air Limbah*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Noor, N. N. 1997. *Pengantar Epidemiologi Penyakit Menular*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Payment, P. & Will Robertson. 2004. The Microbiology of Piped Distribution Systems and Public Health. [serial online]. <http://www.who.int/pipedwater>. [13 Desember 2006].
- PDAM. 2005. *Company Profile PDAM Jember*. Jember: PDAM.
- Pelczar, M. J, Jr., & E.C.S. Chan. 1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: IU-Press.
- Purwa, K. 1990. *Pengujian Kualitas Air Minum pada Perum BTN di Kecamatan Sumpersari, Wilayah Kotatiff Jember*. Jember: Depdikbud Unej.
- Putro, Gurindro. 2004. Pengaruh Jarak Pengaliran Air Minum terhadap Sisa Khlor dan Angka MPN Coliform pada Jaringan Pipa PDAM di Buntok, Kalteng. [serial online]. <http://digilib.litbang.depkes.go.id>. [6 Mei 2005].

- Ryadi, S. 1984. *Pencemaran Air: Seri Lingkungan. Dasar-dasar dan Pokok-pokok Penanggulangannya*. Surabaya: Karya Anda.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sedhana, M. et al. 1982. *Kondisi Ekologik Air Sungai Bedadung Dalam Kota Administratif Jember*. Jember: Fakultas Pertanian Unej.
- Sibille, Sime-Ngando, Mathieu, and Block. 1998. Protozoan Bacterivory and *Escherichia coli* Survival in Drinking Water Distribution Systems.[serial online]. <http://aem.asm.org/cgi/content/full/64/1/197>. [13 Desember 2006].
- Soenarjo. 1989. *Laporan Penelitian Kualitas Air Minum Yang Berasal dari Empat Tipe Sumur Dan PDAM Di Kota Administratif Jember*. Jember : Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Soenarjo. 1990. *Analisis Statistika Kualitas Air PDAM dan Sumur Pompa Tangan dalam Kampus Universitas Jember*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Suriawiria, U. 1995. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Bandung: Penerbit Angkasa.
- _____. 1996. *Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan secara Biologis*. Bandung: Penerbit Alumni.
- Syahrurachman A., Chatim, A. & Utji, R. 1993. *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran, Edisi Revisi*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Ticoalu, G.A. (Ed). 1986. *Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: CV. Rajawali.
- Wardhana, W. A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.

LAMPIRAN

A. Kandungan Kimia dalam Air yang Diperkenankan

Parameter	Satuan	Indonesia		WHO	
		Maks.yang dianjurkan	Maks.yang diperbolehkan	Maks.yang dianjurkan	Maks.yang diperbolehkan
pH		6,5-8,5	6,5-8,5	7,0-8,5	6,5-9,2
Ca	mg/lt	75	200	75	200
Mg	mg/lt	30	150	50	150
Ba	mg/lt	Nihil	0,05	-	-
Fe	mg/lt	0,1	1,0	0,3	1,0
Mn	mg/lt	0,05	0,5	0,1	0,5
Cu	mg/lt	Nihil	1,0	1,0	1,5
Zn	mg/lt	1,0	15	5,0	15
Cr	mg/lt	Nihil	0,05	-	0,05
Hg	mg/lt	0,0005	0,001	-	-
Pb	mg/lt	0,05	0,01	-	0,1
As	mg/lt	Nihil	0,05	-	0,2
Se	mg/lt	Nihil	0,01	-	0,05
CN	mg/lt	Nihil	0,05	-	0,01
F	mg/lt	-	1,5	0,5	1,0-1,5
Cl	mg/lt	200	600	200	600
SO ₄	mg/lt	200	400	200	400
NH ₃ -N	mg/lt	Nihil	Nihil	-	-
NO ₃ -N	mg/lt	5	10	-	5-10
NO ₂ -N	mg/lt	Nihil	Nihil	-	0
KmnO ₄	mg/lt	-	10	-	-

Parameter	Satuan	Indonesia		WHO	
		Maks.yang dianjurkan	Maks.yang diperbolehkan	Maks.yang dianjurkan	Maks.yang diperbolehkan
Phenol	mg/lt	0,001	0,002	-	-
Kesadahan	mg/lt		84-168	--	110-500
Senyawa aktif biru metilen	mg/lt	Nihil	0,5	-	-
Minyak dan lemak	mg/lt	Nihil	Nihil	-	-
Karbon kloroform	mg/lt	0,04	0,5	-	-
PCB	mg/lt	Nihil	Nihil	-	-

Sumber: Permenkes RI dalam Suriawiria

B. Data Hasil Panjang Gas dalam Tabung Durham

No.	Jarak pengaliran air minum PDAM(km)	Panjang gelembung gas dalam tabung durham (cm)													
		10 ml			1 ml			0,1 ml							
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1.	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	3	0,7	1	1,1	1,4	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	3	1,1	0,7	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C. Data Hasil Uji Penduga (*Presumptive test*) air PDAM dengan Pengaruh Jarak Pengaliran

No	Jarak pengaliran air minum PDAM (km)	10 mL (%)					1 mL (%)					0, 1 mL (%)					Jumlah tabung yang memberi reaksi positif		Rata-rata MPN/ tiap jarak pengaliran air minum
		1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	10 mL	1 mL	MPN			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	3	20%	28,6%	31,4%	3	40%	14,3%	0	2	14,3%	0	1	3	2	1	150	96,5		
6	3	31,4%	20%	22,9%	3	22,9%	0	1	3	0	0	0	3	1	0	43	0		
7	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Keterangan: Prosentase gas dalam tabung durham

