



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PEMERIKSAAN KUALITAS AIR MINUM ISI ULANG SECARA  
BAKTERIOLOGIS PADA BEBERAPA DEPO AIR MINUM ISI ULANG  
DI KECAMATAN NAN SABARIS KABUPATEN  
PADANGPARIAMAN**

**SKRIPSI**



**DWI SUCI SYAFFITRI  
05933023**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG 2010**

Pemeriksaan Kualitas Air Minum Isi Ulang Secara  
Bakteriologi Pada Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang  
Di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman

Skripsi diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Biologi

Oleh

Dwi Suci Safitri  
B.P. 05933023

Padang, Agustus 2010

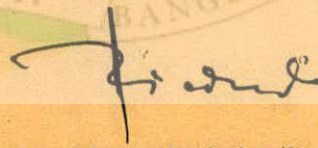
Disetujui oleh

Pembimbing I

Pembimbing II



(Dr. Nasril Nasir)  
NIP. 19540806 198903 1 001



(Dr. phil. nat. Periadnadi)  
NIP. 131 599 917



**Skripsi ini telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Biologi,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang  
pada hari Kamis tanggal 26 Agustus 2010**

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Chairul M, MS	Ketua	 .....
2.	Dr. Nasril Nasir	Sekretaris	 .....
3.	Dr.phil.nat. Periadnadi	Anggota	 .....
4.	Dr. phil.nat. Nurmiati	Anggota	 .....
5.	Drs. Afrizal S, MS	Anggota	 .....

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah S.W.T. atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Salawat dan salam dihadihkan kepada junjungan Nabi Muhammad S.A.W sebagai uswatun hasanah.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam mata ajaran Mikrobiologi dengan judul **“Pemeriksaan Kualitas Air Minum Isi Ulang Secara Bakteriologis Pada Beberapa Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi tingkat sarjana pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik moril maupun materil. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Nasril Nasir selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr.phil.nat. Periadnadi selaku dosen pembimbing II, atas segala petunjuk, arahan dan bimbingan yang diberikan selama penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada :

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
2. Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Padang.
3. Bapak Dr. Erizal Mukhtar, MSc selaku Penasehat Akademik.

4. Almarhum Bapak Drs.Irsyad Agus,MP dan Bapak Prof.Drs.Jasmi Jusfah,MS atas segala petunjuk, arahan dan bimbingan yang diberikan selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Seluruh Staf, Dosen serta Karyawan dan Karyawati di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, Padang.
6. Rekan-rekan mahasiswa Biologi khususnya angkatan 2005 yang telah banyak memberikan kritikan dan masukan dalam penyelesaian penelitian dan skripsi ini.
7. Serta semua pihak yang telah berjasa dan membantu dalam penelitian maupun penulisan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan umumnya dan memperkaya khasanah ilmu Biologi khususnya.

Padang, Agustus 2010

Penulis



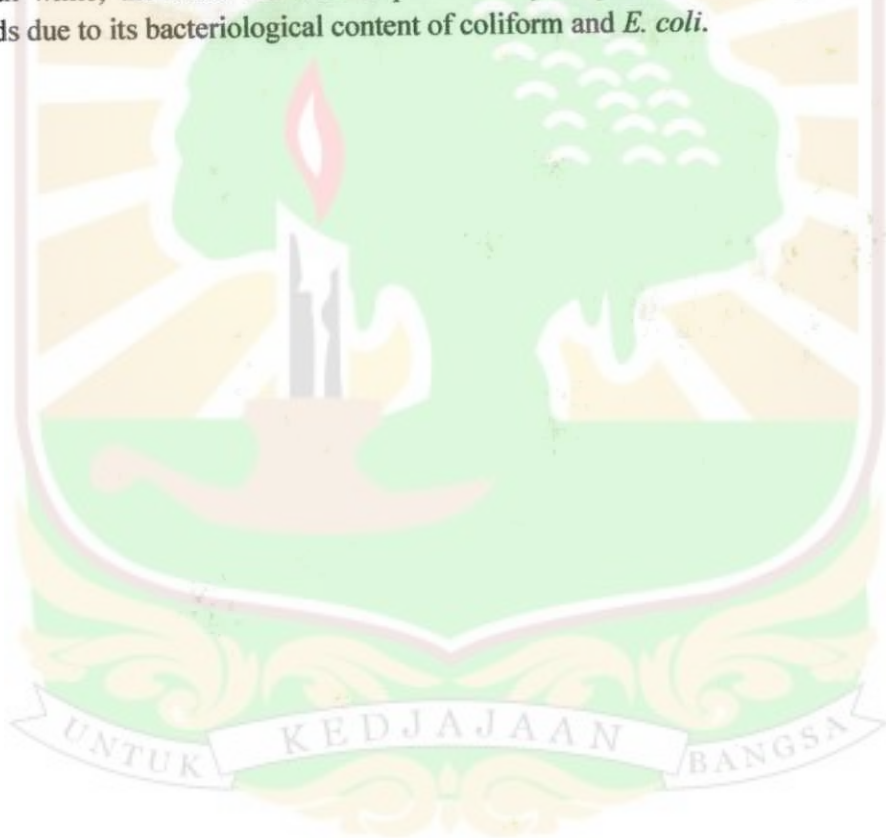
## ABSTRAK

Penelitian mengenai pemeriksaan kualitas air minum isi ulang secara bakteriologis pada beberapa depot air minum isi ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman telah dilakukan pada bulan Maret – Mei 2010 di Laboratorium Mikrobiologi dan Mikologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas Padang. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling pada delapan depot. Penentuan kualitas air minum secara bakteriologis dilakukan dengan menggunakan metoda MPN. Hasil penelitian didapatkan bahwa kualitas air minum dari depot C, D, E, F, G dan H tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi dilihat dari aspek bakteriologis yang mengandung Koliform dan *E. coli*. Sedangkan kualitas air minum pada depot A dan B sangat memuaskan dengan tidak ditemukannya Koliform maupun *E. coli* (0 sel/100 ml air sampel).



## ABSTRACT

The study entitle of “Bacteriological Test of The Quality of The Drinking Water In Several Water Refill Depots In Nan Sabaris Subdistrict, Regency of Padangpariaman” had been conducted from March to May 2010 in the Laboratory of Microbiology, Department of Biology Andalas University Padang. The study used descriptive method and water samples were taken by using purposive sampling from eight drinking water refill depots. Determination of water quality was Bacteriologicall performed by MPN method. Within those eight depots, depot A and B are satisfully clear from coliform and *E. coli* (0 cell/100 ml of water sample). Mean while, the other six were experimentally unqualified for any consumption needs due to its bacteriological content of coliform and *E. coli*.



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	5
1.4 Manfaat .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Peran Air .....	6
2.2 Macam-macam Air .....	9
2.3 Organisme Indikator Pencemar Air .....	15
2.4 Analisis Air .....	18
<b>III. PELAKSANAAN PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
3.2 Metoda Penelitian .....	22
3.3 Bahan dan Alat .....	22
3.3.1 Bahan .....	22
3.3.2 Alat.....	22
3.4 Cara Kerja .....	23
3.4.1 Di Lapangan .....	23
3.4.2 Di Laboratorium .....	23
3.4.2.1 Pembuatan Medium (SNI, 1992) .....	23
3.4.2.1.1 Medium Laktosa Broth Single Strength (LB1) ...	23



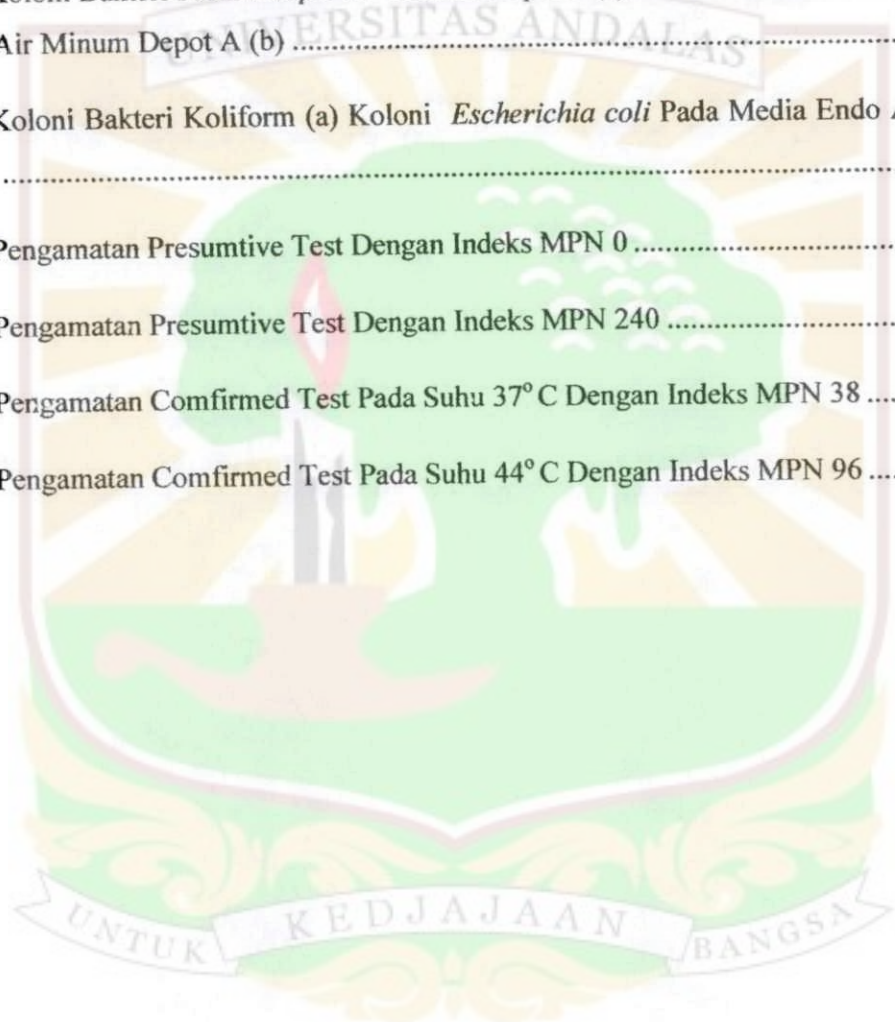
3.4.2.1.2 Laktosa Broth Double Sterngh (LB <sub>2</sub> ) .....	23
3.4.2.1.3 Medium BGLB .....	24
3.4.2.1.4 Medium Endo Agar .....	24
3.4.2.1.5 Medium Nutrien Agar .....	24
3.4.2.2 Isolasi Bakteri .....	24
3.4.2.3 Pengukuran pH Air .....	25
3.4.2.4 Uji Bakteri Koliform .....	25
3.4.2.4.1 Uji Pendugaan (Presumptive Test) .....	25
3.4.2.4.2 Uji Penegasan (Confirmed Test) .....	25
3.4.2.4.3 Uji Penyempurnaan (Completed Test).....	26
3.4.3 Pengamatan.....	26
3.4.3.1 Penghitungan Jumlah Bakteri.....	26
3.4.3.2 Penentuan Indek MPN <i>E. coli</i> dan Coliform.....	27
3.5 Analisa Data .....	27
3.6 Dokumentasi .....	27
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Total Bakteri.....	28
4.2 Uji Bakteriologi.....	32
<b>V. KESIMPULAN .....</b>	<b>41</b>
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>45</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pembagian Kelas Air Minum Berdasarkan Kandungan Koliform.....	12
2. Rata-rata Jumlah Bakteri Pada Delapan Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman .....	28
3. Jumlah Perkiraan Terdekat Bakteri Koliform dan <i>E. coli</i> Pada Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman .....	32
4. Indeks MPN per ml tiap 100 ml, ragam 5 x 10 ml; 1 x 1 ml ; 1 x 0,1 ml (Fardiaz, 1993) .....	45
5. Persyaratan Kualitas Air Minum Dari Aspek Bakteriologis Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor. 907/MENKES/SK/VII/2002, Tanggal : 29 juli 2002 .....	46
6. Jumlah Perkiraan Terdekat Bakteri Koliform dan <i>E. coli</i> Pada Sumber Air dan Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman.....	49

## DAFTAR GAMBAR

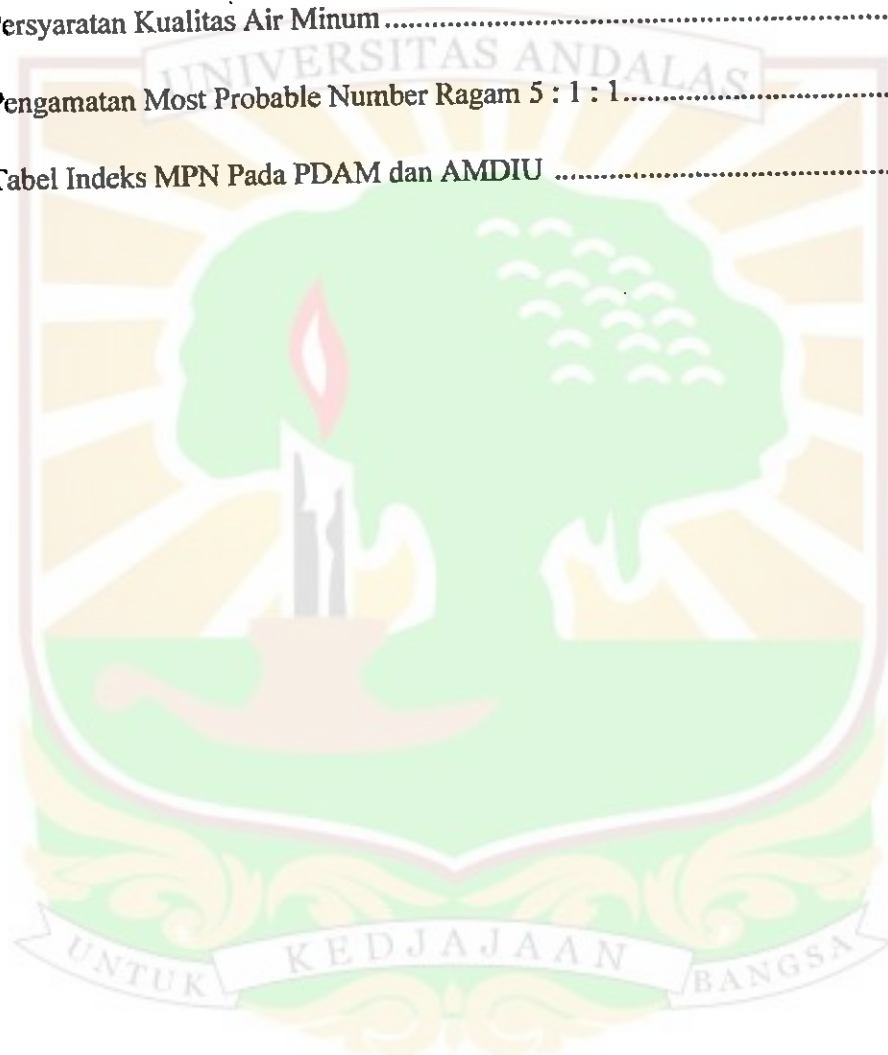
Gambar	Halaman
1. Skema Proses Pengolahan Air Minum .....	15
2. Koloni Bakteri Pada Sampel Air Minum Depot F (a); Koloni Bakteri Pada Sampel Air Minum Depot A (b) .....	30
3. Koloni Bakteri Koliform (a) Koloni <i>Escherichia coli</i> Pada Media Endo Agar (b) .....	38
4. Pengamatan Presumptive Test Dengan Indeks MPN 0 .....	47
5. Pengamatan Presumptive Test Dengan Indeks MPN 240 .....	47
6. Pengamatan Comfirmed Test Pada Suhu 37° C Dengan Indeks MPN 38 .....	48
7. Pengamatan Comfirmed Test Pada Suhu 44° C Dengan Indeks MPN 96 .....	48





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel Indeks MPN Ragam 5 : 1 : 1 .....	45
2. Persyaratan Kualitas Air Minum .....	46
3. Pengamatan Most Probable Number Ragam 5 : 1 : 1 .....	47
4. Tabel Indeks MPN Pada PDAM dan AMDIU .....	49



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan komponen lingkungan yang penting bagi kehidupan manusia, tanpa air manusia tidak bisa hidup bahkan kehidupan di dunia tidak dapat berlangsung. Namun demikian air dapat menjadi malapetaka bilamana tidak tersedia dalam kondisi yang benar baik kuantitas maupun kualitasnya (Achmadi, 2001).

Jumlah penduduk Indonesia terus meningkat, demikian pula keperluan air bersihnya terus meningkat, baik keperluan domestik maupun industri. Sementara itu suplai dan pelayanan air bersih masih sangat terbatas, karena sulitnya perusahaan air minum untuk mengembangkan kapasitas penyediaan air bersih akibat kurangnya dana inventasi serta kendala-kendala lainnya (Mohajit, 2006).

Menurut Sutrisno (1991) peningkatan kualitas air minum dengan jalan mengadakan pengelolaan terhadap air yang akan diperlukan sebagai air minum dengan mutlak diperlukan, terutama apabila air tersebut berasal dari permukaan. Pengolahan yang dimaksud bisa dimulai dari yang sangat sederhana sampai pada pengolahan yang mahir. Sedangkan peningkatan kuantitas air adalah merupakan syarat kedua setelah kualitas, karena semakin maju tingkat hidup seseorang, maka akan semakin tinggi pula tingkat kebutuhan air dari masyarakat tersebut. Untuk keperluan minum dibutuhkan air rata-rata 5 liter/hari, sedangkan secara keseluruhan kebutuhan air suatu rumah tangga untuk masyarakat Indonesia diperkirakan sebesar 60 liter/hari.

Air minum depot isi ulang (AMDIU) adalah salah satu bentuk penyediaan air minum yang praktis dan higienis. Disediakan dalam bentuk kemasan gallon, dengan harganya yang relatif terjangkau oleh masyarakat. Depot ini juga tersedia di mana-

mana. Bisnis air minum isi ulang ini dalam beberapa tahun belakangan sudah menjamur di kota-kota dan telah memasuki pedesaan, misalnya di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman.

Kecamatan Nan Sabaris memiliki luas wilayah 29,12 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduknya tahun 2009 adalah 26.375 jiwa (Koordinator Statistik, 2009). Kecamatan ini merupakan daerah yang masih asri, belum tercemari karena tidak ada limbah dari kegiatan industri yang begitu mengkhawatirkan. Ekonomi penduduk bisa dibidang berkecukupan dibanding dengan di kota-kota besar, karena mempunyai rumah dan tanah sendiri yang bisa dijadikan lahan berkebun. Jarak antara rumah satu dengan lainnya cukup jauh sehingga memungkinkan untuk jarak septik tank dengan sumber air bersih. Sumber airnya pun bersih dan cukup banyak, terkecuali pada musim kemarau. Namun, penduduk lebih banyak memilih mengkosumsi air minum dari depot isi ulang dengan alasan lebih praktis dan higienis menurut pandangan mereka. Mereka pun dapat menghemat minyak tanah atau gas dengan membeli air galonan yang harganya cukup murah. Air minum yang bisa diperoleh di depot-depot itu harganya bisa sepertiga dari produk air minum dalam kemasan yang bermerek. Tak heran banyak rumah tangga beralih pada layanan ini. Tak heran bila depot-depot air minum isi ulang juga menjamur. Siapa saja dapat membuka usaha penjualan air minum isi ulang, asalkan punya modal Rp 30-70 juta (Dishub NTB, 2008).

Bisnis air minum isi ulang atau lebih populer dengan sebutan "depot air minum" belakangan ini mengalami sorotan dari pihak tertentu. Hal ini tentu saja berasal dari para pesaingnya karena usaha ini sangat menjanjikan keuntungan. Usaha depot air minum merupakan salah satu alternatif bisnis skala kecil yang mandiri dengan modal yang relatif kecil dengan tujuan membantu masyarakat akan kebutuhan air minum yang murah dan sehat serta praktis tanpa harus repot-repot memasaknya lagi.



Dalam hal ini yang perlu dipertanyakan, apakah pengolahan air pada AMDIU ini telah mencapai standar kualitas air minum yang telah ditetapkan oleh pemerintah negara, seperti yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No.01/BIRHUKMAS/I/1975 atau Peraturan Nomor: 907/MENKES/SK/VII/2002 Tanggal: 29 Juli 2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum. Kemudian pengelolaannya sudah baik atau belum. Seperti yang dilaporkan oleh Dinas Kesehatan Pemerintah Provinsi DKI bahwa di Jakarta Barat saja jumlah depot air minum isi ulang mencapai 640 unit usaha. Jumlah ini belum termasuk depot air minum isi ulang di empat wilayah Jakarta lainnya. Sebanyak 384 depot air minum isi ulang di kawasan Jakarta Barat dilaporkan telah tercemar bakteri *E. coli*. Air minum isi ulang yang mengandung bakteri yang biasanya hidup pada tinja ini, ditemukan di delapan kecamatan wilayah Jakarta Barat (Widjaya dan Lutfi, 2009).

Biasanya, air isi ulang yang mengandung bakteri *E. coli* penyebabnya adalah dari sumber airnya. Bisa juga dari pengelolaan air mulai dari tangan produsen sampai ke tangan konsumen atau alat untuk mengukur kualitas air isi ulang tidak dikalibrasi, sehingga memungkinkan adanya mikroba di dalam air minum (Widjaya dan Lutfi, 2009).

Dari survei yang dilakukan, terdapat 10 buah depot air minum isi ulang yang ada di Kecamatan Nan Sabaris. Sumber air yang digunakan oleh depot-depot tersebut umumnya berasal dari PDAM dan ada dari sumur dan mobil tanki air. Sehubungan dengan bencana alam yang menimpa Sumatera Barat tanggal 30 September 2009 lalu, yaitu gempa bumi yang berpusat di arah 57 km barat daya Pariaman telah menimbulkan banyak kerusakan. Untuk Kecamatan Nan Sabaris sendiri ada 4119 buah rumah rusak berat, 1283 rusak sedang dan 1016 rusak ringan. Dari banyaknya kerusakan yang diakibatkan oleh gempa tidak menutup kemungkinan bahwa terjadi kerusakan (kebocoran) pada pipa-pipa PDAM yang berada di dalam tanah yang

menyebabkan terganggunya kelancaran aliran air ke rumah-rumah penduduk. Akibatnya, air sering mati, sehingga penduduk mencari alternatif lain untuk menanggulangnya, antara lain dengan menggunakan air dari depot isi ulang sebagai air minum. Minimal mereka bisa menghemat air dari PDAM yang sangat terbatas tersebut. Dan yang dikhawatirkan dari kerusakan itu adalah bukan tidak mungkin akan terjadi kontaminasi pada air dalam pipa oleh bakteri-bakteri tanah dan sampai pada depot-depot air minum. Oleh karena itu air pada depot-depot ini perlu diteliti ulang.

Mengingat banyak ditemukannya AMDIU yang terbukti bermasalah (mengandung *E. coli* dan koliform) seperti yang terjadi di kota-kota besar, maka dilakukanlah penelitian ini dengan harapan AMDIU di Kecamatan Nan Sabaris lebih baik dari yang ada di kota-kota besar dan dapat menjadi contoh bagi pengusaha air minum di daerah lainnya. Penelitian ini belum pernah dilakukan setelah mendapat izin berdirinya usaha ini, mengingat usaha ini merupakan usaha yang baru di kecamatan Nan Sabaris ini, kira-kira dua tahun yang lalu.

## 1.2 Perumusan Masalah

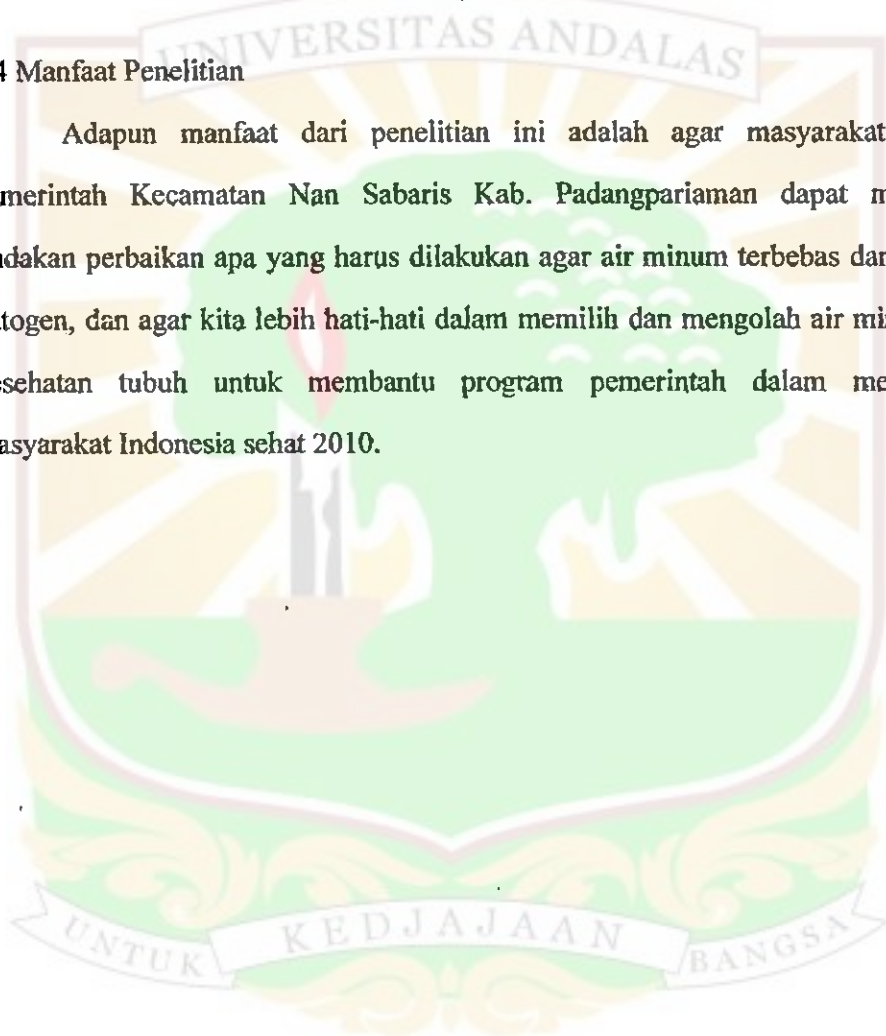
1. Belum adanya informasi mengenai kualitas air minum isi ulang secara bakteriologi dari depot-depot yang ada di Kecamatan Nan Sabaris Kab. Padangpariaman setelah mendapat izin usaha.
2. Belum diketahui ada atau tidaknya bakteri *E. coli* dan koliform yang dapat mengkontaminasi air minum pada depot-depot air minum isi ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kab. Padangpariaman ini.

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan keadaan bakteriologis air minum dari depot isi ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kab. Padangpariaman
2. Menentukan ada atau tidaknya jenis bakteri *E. coli* dan koliform di dalam air minum isi ulang tersebut setelah pemeriksaan izin berdirinya.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah agar masyarakat maupun pemerintah Kecamatan Nan Sabaris Kab. Padangpariaman dapat mengambil tindakan perbaikan apa yang harus dilakukan agar air minum terbebas dari mikroba patogen, dan agar kita lebih hati-hati dalam memilih dan mengolah air minum demi kesehatan tubuh untuk membantu program pemerintah dalam mewujudkan masyarakat Indonesia sehat 2010.





## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peran Air

Air adalah materi esensial di dalam kehidupan. Tidak satupun makhluk hidup di dunia ini yang tidak memerlukan dan tidak mengandung air. Sel hidup, baik tumbuhan maupun hewan sebagian besar tersusun oleh air. Di dalam sel tumbuhan terkandung lebih dari 75 % air sedangkan dalam sel hewan terkandung lebih dari 67% (Isa, 2009).

Air merupakan gabungan kesederhanaan dan kekompleksitasan. Disebut sederhana karena materi pembentuknya hanya terdiri dari dua buah molekul Hidrogen dan satu molekul Oksigen. Namun, dibalik sifat yang sederhana itu, air merupakan sumber kehidupan dan kunci dari segala pertumbuhan. Permukaan air merupakan bagian terluas dari planet bumi (Murhananto, 2002). Dari total air yang berada di permukaan dan di dalam tanah ternyata tidak lebih dari 0,5 % yang secara langsung dapat digunakan untuk kepentingan manusia. 97 % dari sumber air tersebut terdiri dari air laut dan 2,5 % lagi berupa salju abadi yang baru dalam keadaan mencair dapat dipergunakan (Isa, 2009).

Kebutuhan sehari-hari terhadap air berbeda-beda setiap tempat dan taraf kehidupan. Sejalan dengan kemajuan dan peningkatan taraf kehidupan maka jumlah kebutuhan akan air meningkat setiap waktu. Sayangnya sumber air yang ada dewasa ini mulai rawan kemurniannya. Penyebabnya adalah munculnya pencemaran baik oleh alam maupun oleh kegiatan manusia (Isa, 2009). Seluruh peradaban manusia dan makhluk hidup lainnya dapat lenyap karena kurangnya air yang disebabkan berbagai faktor terutama akibat dari perubahan iklim. Kualitas air yang buruk yang disebabkan adanya berbagai jenis bakteri patogen dan kandungan bahan-bahan kimia

yang berbahaya dapat membunuh berjuta manusia terutama dinegara-negara berkembang (Achmad, 2004).

Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain di dalam air. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter, yaitu parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut dan sebagainya), parameter kimia (PLL, oksigen terlarut, BOD, kadar logam, dan sebagainya), dan parameter biologi (keberadaan plankton, bakteri dan sebagainya) (Wildarto, 2003).

Ada beberapa hal yang membuat kita harus menaruh perhatian kepada kualitas dan kuantitas air. Pertama. Pentingnya Air. Air merupakan kebutuhan makhluk hidup yang sangat penting. Karena hampir 70% komponen makhluk hidup terdiri dari air. Khususnya manusia air digunakan untuk mencuci, minum, mandi dan lain-lainnya. Bagi industri, air diperlukan sebagai salah satu bahan baku (Suyanta, 2002).

Kedua. Hubungan Air Dengan Kesehatan. Air sangat erat hubungannya dengan kehidupan manusia, yang berarti besar sekali perannya dalam kesehatan manusia. Beberapa hal yang menunjukkan adanya hubungan air dengan kesehatan adalah sebagai berikut: 1) Adanya pathogenic organisme di dalam air. Organisme ini dapat menyebabkan penyakit atau gangguan kesehatan. Beberapa contoh: Bakteri (Virus kolera, *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae*, *Salmonella paratyphi*), Protozoa dan Virus; 2) Adanya Non-pathogenic organisme. Beberapa non pathogenic organisme yang hidup dalam air akan menimbulkan gangguan dan kerugian bagi manusia diantaranya adalah: Actinomycetes (moldlike bacteria), Algae, Coliform bacteria (bakteri coli), Fecal streptococci, Iron bacteria (bakteri besi), Free living worms (cacing yang hidup bebas); 3) Air sebagai breeding places vector; dan 4) Air sebagai media penularan penyakit. Beberapa penyakit dapat ditularkan melalui air. Dalam hal ini air berfungsi sebagai media. Terdapat delapan jalur penularan penyakit

infeksi, mulai dari sumber sampai ke manusia. Satu diantara delapan jalur tersebut adalah air (Sutrisno, 1991).

Pemindahan sebaran mikroba penyebab penyakit asal air dapat terjadi secara langsung. Misalnya, dari ekskreta penderita ke mulut orang lain lewat tangan atau benda-benda yang secara potensial tercemari mikroba patogenik. Benda tercemar mungkin dicemari oleh serangga, seperti lalat yang sebelumnya hinggap di kotoran (Waluyo, 199). Sebenarnya sumber infeksi itu bukanlah airnya, melainkan tinja yang berasal dari manusia (atau hewan) yang telah mencemari air tersebut. Tinja tersebut mengandung patogen-patogen enterik bila berasal dari orang sakit atau penularan penyakit (Pelczar, 1988).

Ketiga. Manfaat Air. Kegunaan air bagi tubuh manusia antara lain untuk: melancarkan proses pencernaan, metabolisme, mengangkut zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan suhu tubuh, dan menjaga jangan sampai tubuh kekeringan (Sutrisno, 1991). Air dibutuhkan oleh organ tubuh agar dapat melangsungkan sistem asimilasi, menjaga keseimbangan tubuh, melarutkan dan membuang racun pada ginjal, melarutkan zat-zat kimia, serta meringankan cara kerja ginjal. Kecukupan air serta kelayakan air yang masuk ke dalam tubuh akan membantu berlangsungnya fungsi tersebut dengan sempurna (Wildarto, 2003).

Teknologi modern yang mengungkapkan bahwa 80% penyusun sitoplasma, yaitu substansi dasar dari sel terdiri dari air. Sekitar 65% atau 70% tubuh manusia berupa air. Dengan menyadari peran air seperti ditemukan di depan sebagai bagian dari *Homo sapien* (mahluk cerdas), sudah sewajarnya bila manusia perlu mengelola air dengan baik (Wijonarko, 2006).

Air itu sangat dibutuhkan oleh semua mahluk hidup di dunia, khususnya sebagai air minum. Namun air juga dapat menimbulkan berbagai akibat gangguan kesehatan bagi si pemakai. Ini disebabkan karena: a) adanya kemampuan dari air



untuk melarutkan bahan-bahan padat, mengadsorbsikan gas-gas dan bahan cair lainnya, sehingga semua air alam mengandung mineral dan zat-zat lain dalam larutan diperoleh dari udara, tanah dan bukit-bukit yang dilaluinya. Kandungan bahan dan zat-zat ini dalam air dalam konsentrasi tertentu dapat menimbulkan efek gangguan kesehatan pada si pemakai; b) air sebagai faktor yang utama dalam penularan berbagai penyakit infeksi, bakteri-bakteri usus tertentu seperti typhus, para typhus, dysentri, Bacilliar dan kolera (Sutrisno, 1991).

Mengingat air berfungsi sebagai media penularan penyakit, maka untuk mengurangi timbulnya penyakit salah satu usahanya adalah meningkatkan penggunaan air minum yang memenuhi persyaratan kualitas dan kuantitas. Standar kualitas air minum bagi Negara Indonesia terdapat dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI. No.01/BIRHUKMAS/I/1975 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum (dapat dilihat pada lampiran). Beberapa standar kualitas air minum yang lain adalah: a) World Health Organization's European Standarts for Drinking Water, 1961. b) World Health Organization's International Standarts for Drinking Water, 1963. c) Public Health Service Drinking Water Standarts, 1962. d) American Water Workas Association's Quality Goals for Potable Water, 1968 (Sutrisno, 1991).

## 2.2 Macam-macam Air

Menurut Pitojo (2002) air ada tiga macam: Pertama. Air Murni, dikenal dengan nama AQUADEST atau air suling. Sesuai dengan namanya bahwa air murni tidak mengandung campuran apa pun atau tanpa polutan yang berada di dalamnya. Kualitas air murni secara bakteriologis tidak diatur di dalam Surat Keputusan Direktur Jendral PPM dan PLP No. 1/PO03.04..PA.91, karena tidak mengandung bakteri maupun kuman.

Rumusan molekul air murni adalah  $H_2O$ , karena terdiri dari dua atom hydrogen dan satu atom oksigen. Air tersebut mempunyai beberapa sifat sebagai berikut: 1) Pada umumnya setiap zat jika dibekukan akan menyusut, namun jika air dibekukan volumenya justru bertambah besar atau memuai; 2) Air mempunyai titik didih  $100^{\circ}C$  dan titik beku  $0^{\circ}C$  yang relatif tinggi dibandingkan dengan senyawa lain yang memiliki massa molekul yang tidak berbeda jauh dengan yang dimiliki oleh air; 3) Air berwarna bening, tembus pandang atau transparan, rasa netral tidak mengandung polutan dan bukan elektrolit, bersifat penghantar arus listrik yang sangat buruk; 4) Air bersifat netral tidak asam dan juga tidak bersifat basa; 5) Air mempunyai ikatan kimia kovalen yaitu dua buah atom hidrogen berkaitan dengan atom oksigen (Pitojo, 2002).

Memperhatikan sifat air di atas maka dapat diketahui bahwa di alam ini tidak pernah dijumpai air dalam keadaan murni. Rumus air alam adalah  $H_2O + X$ . Adapun faktor X tersebut adalah zat-zat atau polutan yang timbul karena buangan aktivitas manusia yang bertahun-tahun melalui sistem hidrologikal (Pitojo, 2002). Faktor X merupakan zat-zat kimia yang mudah larut dalam air dan dapat menimbulkan masalah: toksisitas dan reaksi-reaksi kimia yang menyebabkan pengendapan yang berlebihan, timbulnya busa menetap yang sulit untuk dihilangkan, timbulnya respon fisiologis yang tidak diharapkan terhadap rasa, perubahan dari perwujudan fisik air (Sutrisno, 1991).

Air murni diperoleh dengan cara destilasi. Destilasi yaitu memperoleh cairan murni dari cairan yang telah tercemari zat terlarut. Peranan air suling atau air murni adalah membantu sistem zat transportasi peredaran darah di dalam tubuh, menjaga keseimbangan tubuh, membantu membersihkan tubuh dari sampah mineral, membantu suhu badan, membuat makanan dan minuman terasa nikmat serta tidak mengandung zat yang merugikan (Pitojo, 2002).

Kedua. Air Bersih, merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia, baik bagi mereka yang hidup di perkotaan maupun di desa. Penduduk di pedesaan sampai saat ini masih banyak memanfaatkan air sungai dan air saluran irigasi sebagai air bersih. Misalnya, untuk memasak, minum dan sebagainya. Padahal ditinjau dari segi kualitasnya pada umumnya air sungai atau air saluran irigasi tidak layak untuk dimanfaatkan sebagai air bersih (Tontowi, 2007).

Air yang digunakan sehari-hari sebaiknya adalah air yang mempunyai kriteria sebagai air bersih. Air bersih merupakan air yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Persyaratan ini telah ditetapkan oleh Menteri Kesehatan Republik Indonesia melalui Permenkes RI/416/Menkes/Per/IX/1990. Untuk memenuhi kriteria tersebut diperlukan parameter-parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui baik atau buruknya kuantitas dan kualitas air. Parameter tersebut antara lain yaitu parameter fisik, parameter kimia, parameter mikrobiologik dan parameter radioaktivitas (Waluyo, 199).

Kualitas air bersih apabila ditinjau berdasarkan bakterinya dibedakan menjadi lima kategori sebagai berikut: 1) Air bersih kelas A kategori baik, mengandung total koliform kurang dari 50; 2) Air bersih kelas B kategori kurang baik, mengandung koliform 51-100; 3) Air bersih kelas C kategori jelek, mengandung koliform 101-1000; 4) Air bersih kelas D kategori amat jelek, mengandung koliform 1001-2400; 5) Air bersih kelas E kategori sangat amat jelek, mengandung lebih koliform 2400 (Wildarto, 2003).

Ketiga. Air Minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Hal inilah yang secara prinsip membedakan kualitas yang harus dimiliki antara air bersih dan air minum. Kualitas air minum setingkat



lebih tinggi daripada kualitas air bersih ditinjau dari beberapa komponen pendukungnya (Wildarto, 2003).

Menurut Burrows (1968), air minum dibagi kedalam beberapa kelas seperti yang terlihat pada table 1 :

Tabel 1. Pembagian Kelas Air Minum Berdasarkan Kandungan Koliform

No	Kualitas	Jumlah Coliform per 100 ml
1	Sangat memuaskan	Kurang dari 1
2	Memuaskan	Antara 1 – 2
3	Diragukan	Antara 3 – 10
4	Tidak memuaskan	Lebih dari 10

Sementara menurut Azwar (1983), persyaratan air minum yang ditentukan oleh Depkes adalah: 1) syarat fisis: air yang sebaiknya digunakan untuk minum adalah air yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan jernih; 2) syarat kimia: air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia, terutama yang berbahaya bagi manusia; dan 3) syarat bakteriologis: semua air hendaknya terhindar dari kontaminasi oleh bakteri, terutama bakteri patogen.

Kini upaya layanan air minum sangat menggembirakan karena banyak tersedia air minum siap dimanfaatkan setiap saat. Air tersebut ada dikemas dalam bentuk jerigen, galon dan gelas. Kualitas air minum tidak sama dan beda pula prosesnya. Air minum yang berasal dari PAM dan air minum yang diproses dengan ozon dan ultra violet, penyulingan, serta diproses dengan membran penyaringan tidak sama hasilnya (Wildarto, 2003).

Air minum depot isi ulang (AMDIU) merupakan air yang telah diolah secara fisis oleh depot air minum sebelum air tersebut didistribusikan kepada konsumen. Pengolahan sumber air yang digunakan oleh depo air minum isi ulang melalui tiga proses, yaitu filtrasi, penyinaran dengan sinar ultraviolet dan ozonisasi (Suprihatin,

2003). Dari tangki besar, air baku itu harus melewati beberapa proses. Pertama air akan melewati filter dari bahan silika untuk menyaring partikel kasar. Setelah itu memasuki tabung karbon aktif untuk menghilangkan bau. Tahap berikutnya adalah air disaring dengan mata saringan berukuran 10 mikron lalu ke saringan 1 mikron untuk menahan bakteri. Dari situ air yang telah bebas dari bau dan bakteri ditampung di tabung khusus yang berukuran lebih kecil dibanding tabung penampung air baku. Selanjutnya adalah tahap mematikan kuman yang mungkin masih tersisa. Untuk mematikan kuman instalasi air minum isi ulang banyak menggunakan sistem lampu sinar ultraviolet atau ultraungu yang daya radiasinya efektif membasmi bakteri (Dishub NTB, 2008). Dijelaskan oleh Suprihatin (2003), sinar ultraviolet berfungsi mengoksidasi unsur organik dalam air sehingga rusak. Bila itu berupa kuman, maka mikroorganisme itu akan mati. Namun, untuk dapat mematikan bakteri diperlukan penyinaran dalam jangka waktu tertentu.

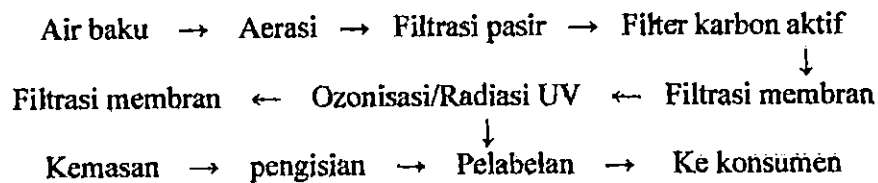
Proses filtrasi merupakan proses penyaringan bakteri dari cairan. Pada proses ini bakteri tidak mati sewaktu filtrasi, tetapi secara fisik akan terpisah dari cairan sehingga cairan akan terbebas dari keberadaan bakteri (Staf Fujiro, 2009). Sistem filtrasi Desinfeksi air minum juga dapat dilakukan dengan filtrasi membran. Klorinasi tidak digunakan dalam proses pengolahan air minum, karena sisa klor dalam air dapat menimbulkan bau yang mengganggu pada saat dikonsumsi. Penyaringan (filtrasi) dapat dibedakan menjadi dua, yaitu filtrasi dengan pasir dan filtrasi membran. Filtrasi pasir untuk memisahkan partikel berukuran besar ( $> 3$  mikrometer), mikrofiltrasi membran dapat memisahkan partikel berukuran lebih kecil ( $> 0,08$  mikrometer), ultrafiltrasi dapat memisahkan makromolekul, nanofiltrasi dapat memisahkan mikromolekul dan ion-ion bervalensi dua (misalnya Mg, Ca). Adapun ion-ion dapat dipisahkan dengan membran reverses osmosis. Dengan demikian, penggunaan mikrofiltrasi dapat memisahkan bakteri, dan

penggunaan ultrafiltrasi dapat memisahkan selain bakteri juga virus (ukuran virus setara dengan ukuran molekul protein, yaitu sekitar 0,02-0,1 mikrometer) (Dishub NTB, 2008).

Proses pengolahan air minum pada prinsipnya harus mampu menghilangkan semua jenis polutan, baik pencemar fisik, kimia maupun mikrobiologis. Bahan tersuspensi dapat dihilangkan dengan cara koagulasi/flokulasi, sedimentasi, filtrasi pasir atau membran filtrasi (mikrofiltrasi). Bahan-bahan terlarut dapat dihilangkan dengan aerasi (misalnya Fe dan Mn), oksidasi (misalnya dengan ozonisasi atau radiasi UV), adsorpsi dengan karbon aktif, atau membran filtrasi (Reversed Osmosis). Munculnya usaha air minum isi ulang merupakan fenomena yang tidak dapat dihilangkan. Dengan menjamurnya usaha tersebut, yang diperlukan adalah pengaturan berupa standar produk dan prosesnya. Dengan begitu bukan hanya pihak konsumen yang terlindungi tetapi juga usaha air minum isi ulang itu sendiri (Suprihatin, 2003).

Pada penyinaran dengan ultraviolet semua bakteri yang terkena oleh radiasi sinar ini akan mati. Cahaya dari kebanyakan lampu ultraviolet ini kaya akan sinar dengan panjang gelombang sekitar 260 nm, yang merupakan sinar terpilih yang dapat diadsorpsi oleh asam-asam nukleat bakteri dan jika pengaruhnya berlangsung lama maka akan dapat mengakibatkan pematian pada bakteri (Schlegel, 1994). Proses terakhir dalam pengolahan air minum ini yaitu ozonisasi. Pada proses ini tidak hanya bakteri yang akan mati, tetapi peralatan yang digunakan sebagai wadah air minum pun akan ikut tersanitasi (Suprihatin, 2003).

Widiyanti dan Ristiati (2004) menjelaskan secara singkat proses pengolahan air minum sebagai berikut :



Gambar 1. Skema proses pengolahan air minum

### 2.3 Organisme Indikator Pencemar Air

Organisme patogen di perairan merupakan indikasi adanya pencemaran air. Oleh karena itulah organisme patogen di perairan perlu diketahui. Mengingat tidak mungkin mengidentifikasi berbagai macam organisme patogen, maka pengukurannya menggunakan bakteri-coli sebagai indikator organisme (Sutriano dan Suciastuti, 1991). Dijelaskan pula bahwa bakteri-coli adalah organisme yang biasa hidup di dalam pencernaan manusia atau hewan yang berdarah panas. Bakteri coli dipakai sebagai indikator organisme karena mudah ditemukan dengan cara yang sederhana, tidak berbahaya, sulit hidup lebih lama dari pada patogen yang lain.

Beberapa ciri penting suatu organisme indikator adalah: 1) terdapat dalam air tercemar dan tidak terdapat dalam air yang tidak tercemar, 2) terdapat dalam air bila ada pathogen, 3) jumlah organisme indikator berkorelasi dengan kadar polusi, 4) mempunyai kemampuan bertahan hidup yang lebih besar daripada pathogen, 5) mempunyai sifat yang seragam dan mantap, 6) tidak berbahaya bagi manusia dan hewan, 7) terdapat dalam jumlah yang banyak daripada pathogen, dan 8) mudah dideteksi dengan teknik-teknik laboratorium yang sederhana (Pelczar, 1988).

*Escherichia coli* dapat dijadikan sebagai indikator dalam menentukan air tersebut tercemar atau tidak. Kehadirannya di dalam air merupakan bukti bahwa air tersebut terpolusi oleh tinja dari manusia dan hewan berdarah panas. Artinya terdapat



peluang bagi berbagai macam mikroorganisme patogenik, yang secara berkala terdapat dalam saluran pencernaan, untuk masuk kedalam air tersebut (Pelczar, 1988).

*Escherichia coli* merupakan kuman gram negatif, bergerak dengan flagel peritrik, mudah tumbuh pada perbenihan sederhana, dapat mereaksikan laktosa (Bonang dan Koeswardono, 1982). Berukuran  $0,4-0,7 \mu\text{m} \times 1-3 \mu\text{m}$ , merupakan bakteri fakultatif anaerob, sel berbentuk batang tunggal, berpasangan, berantai pendek, biasanya tidak berkapsul dan tidak berspora, menghasilkan gas dari glukosa (Slack and Snyder, 1978, *cit.* Pelczar and Chan, 1988). Gas yang dihasilkan pada fermentasi ini adalah hidrogen. Seperti yang dijelaskan oleh Kruse, O *et al.* (2005) bahwa hidrogen adalah salah satu hasil produk dari beberapa jenis fermentasi anaerobik.

Anggota lain kelompok koliform adalah *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*. Koliform sebagai suatu kelompok dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan aerobik fakultatif yang memfermentasi laktose dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu  $35^{\circ}\text{C}$ . Fermentasi laktose merupakan kunci didalam prosedur laboratorium untuk meneentukan potabilitas air (aman tidaknya air untuk diminum) (Pelczar, 1988).

Bakteri patogen lainnya yang terdapat pada air adalah *Salmonella* yang memiliki ciri-ciri sel berbentuk batang, biasanya motil dengan lagelum peritrikus, mungkin terdapat mutan nonmotil. Kebanyakan galur akan tumbuh pada medium sintesis tanpa faktor tumbuh khusus, dan dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon. Sebagian besar galur bersifat aerogenik, Spesies tipe: *S. choleraesuis*, *S. typhi*, *S. enteritidis* (Pelczar dan Chan, 1988). Merupakan jenis gram negatif,

mempunyai tipe metabolisme yang bersifat fakultatif anaerob. Termasuk kelompok bakteri *Enterobacteriaceae* (Buckle *et al.*, 1987).

Bakteri *Salmonella typhi* menyebabkan penyakit menular akut yang disebut demam tifoid. Gejala dini mencakup demam, perut gembung, sukar buang air besar, pusing, lesu, tak bersemangat, tidak nafsu makan, mual, muntah. Diare biasanya terjadi selama infeksi minggu kedua dan mungkin terdapat darah pada tinja. Bakteri dapat dijumpai dalam tinja baik selama menderita sakit maupun selama periode penyembuhan. Sumber utama infeksi oleh *S. typhi* ialah penderita penyakit atau pembawa organisme tersebut (penular) karena demam tifoid secara khusus merupakan penyakit manusia. Air atau makanan yang tercemar tinja manusia baik secara langsung maupun tidak langsung merupakan rute infeksi yang biasa. Bahaya ini diperbesar oleh kenyataan bahwa basilus tifoid dapat bertahan selama berminggu-minggu di dalam air, debu, es, dan bahkan limbah yang sudah dikeringkan (Pelczar dan Chan, 1988).

Buckle *et al.* (1987), menyebutkan perbedaan jenis-jenis ini dibandingkan dengan jenis *Salmonella* dan *Escherichia coli* adalah ketidak mampuannya untuk memfermentasikan laktosa dan menghasilkan hidrogen sulfida. Dosis infeksi cukup sedikit yaitu 100-200 sel hidup.

*Shigella* dengan ciri-ciri sel berbentuk batang, nonmotil. Gram negatif. Tidak berkapsul. Tumbuh baik pada media nutrisi dan tidak memerlukan faktor tumbuh khusus. Tidak dapat menggunakan sitrat atau malonat sebagai sumber karbon satu-satunya. Pertumbuhan dihambat oleh KCN. Tidak menghasilkan H<sub>2</sub>S. Glukose dan karbohidrat lain difermentasi dengan produksi asam, tetapi tanpa gas (Pelczar dan Chan, 1988). *Shigella* termasuk golongan *Enterobacteriaceae* dan terdapat empat spesies yaitu *Shigella sonnei*, *Sh. Boydii*, *Sh. Flexneri*, dan *Sh. Dysentriae*, dan sel ini tidak bergerak dan bersifat fakultatif anaerob (Buckle *et al.*, 1987). Dijelaskan pula

oleh Pelczar dan Chan (1988), bahwa pertumbuhan optimumnya terjadi pada suhu 37°C dalam keadaan aerobik.

Pelczar dan Chan (1988), menjelaskan bahwa bakteri yang tergolong genus *Shigella* dapat menyebabkan penyakit Shigelosis atau disentri basilar, yaitu suatu reaksi peradangan akut saluran pencernaan. Penyakit ini berbeda dari disentri yang disebabkan oleh amoeba yang melakukan perlukaan pada usus hingga tinja mengeluarkan darah. Disentri adalah suatu kondisi klinis dengan peradangan usus, diare, buang air besar yang berair dan bercampur darah, lendir dan nanah.

*Vibrio* memiliki sel berbentuk batang pendek, tidak membentuk spora, sumbuanya melengkung atau lurus, terdapat tunggal atau kadang-kadang bersatu dalam bentuk S atau spiral. Motil dengan satu flagelum polar, atau pada beberapa spesies dengan dua atau lebih flagelum dalam satu berkas polar; hanya sesekali nonmotil. Gram negatif. Tidak tahan asam. Tidak membentuk kapsul. Tumbuh baik dan cepat pada medium nutrisi baku. Metabolisme dengan respirasi (menggunakan oksigen) dan fermentatif. Anaerobik fakultatif. Suhu optimum berkisar dari 18 sampai 37°C. Dijumpai dalam air tawar dan air asin dan di dalam saluran pencernaan manusia dan hewan, beberapa spesies bersifat patogenik bagi manusia dan vertebrata lainnya. Spesies tipe: *V. Cholerae*. Penyakit yang ditimbulkan; Kolera adalah suatu penyakit akut yang disebabkan oleh enterotoksin yang dihasilkan oleh *Vibrio cholerae* yang membentuk koloni di dalam usus kecil, yang menyebabkan dehidrasi menyebabkan kemasaman metabolik (Pelczar dan Chan, 1988).

#### 2.4 Analisis Air

Volk dan Wheeler (1990), menyatakan bahwa perhatian yang utama dalam pengujian air ialah adanya organisme yang mampu menyebabkan penyakit. Selain itu, perlu

diketahui berapa banyak bakteri dari semua tipe terdapat dalam cuplikan air untuk dapat menentukan efisiensi sistem pemurnian air komunitas.

Jenis-jenis sampel air dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu: 1) Sampel sesaat (*grab sample*) ialah sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau; 2) Sampel komposit (*composite sample*) ialah sampel campur dari beberapa waktu pengamatan; dan 3) Sample gabungan tempat (*integrated sampel*) ialah sampel gabungan yang diambil secara terpisah dari beberapa tempat (Wildarto, 2003).

Ada beberapa macam-macam analisis air, antara lain: Pertama. Metode analisis kimia meliputi kadar mineral, kation dan anion, trace organic dan substansi anorganik, radionuklei dengan memakai kalorimeter, metode titrasi dan instrument analisis, non instrument untuk mengukur zat organik non metal, teknik separasi kimia dan instrumen untuk mengukur radioaktivitas dan untuk mengukur radionuklei. Kedua. Metode analisis fisik: a) Memakai tes organoleptik untuk mengetahui rasa air, bau yang sangat bermakna bagi konsumen dalam hal menilai kualitas air yang siap diminum. b) Warna air ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer dan mengamati secara langsung. c) Konduktivitas listrik diukur dengan electrometer dan secara tidak langsung sebagai indikasi sisa larutan. d) Residu larutan dapat pula diukur dengan gravimeter. e) Sisa suspensi menggunakan suspensi solid test. Sangat penting dalam evaluasi keregangangan polutan dan efektivitas dari treatment air tersebut. f) Untuk air siap minum perlu sekali menganalisis tentang kekeruhan air dan kejernihan. g) Memakai nephelometri yaitu pemakaian lilin yang menyala untuk mengetahui kedalaman sumber air (Gabriel, 1999).

Ketiga. Metode analisis biologi. Bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya organisme di dalam air dan efek substansi di dalam air. Dalam melakukan pekerjaan analisis biologi metode klasik yang dipakai meliputi laboratorium



percobaan, penggunaan mikroskop untuk identifikasi dan menghitung organisme di dalam air. Tes mikrobiologi untuk menentukan kualitas kesehatan air. Tes ini digunakan untuk mengetahui coliform group apakah ada atau tidak di dalam air. Bila ada berarti air tersebut telah terpolusi dengan feses. Hasil analisis itu penting untuk mengadakan komparatif dan menentukan kapan adanya organisme di dalam air dan efek dari pencemaran pada air alam (Gabriel, 1999).

Kusnoputranto (1983, *cit.* Agus, 1985) menjelaskan, untuk menganalisa bakteri patogen dalam air cukup sulit, sehingga sebagai parameter mikrobiologis digunakan perkiraan terdekak jumlah bakteri golongan Coliform yang berdasarkan indek MPN rata-rata / 100 ml sampel. Widiyanti dan Ristiati (2004), menyebutkan bahwa pemeriksaan kehadiran bakteri coli dari air dilakukan berdasarkan penggunaan medium kaldu laktosa yang ditempatkan di dalam tabung reaksi berisi tabung Durham (tabung kecil yang letaknya terbalik, digunakan untuk menangkap gas yang terjadi akibat fermentasi laktosa menjadi asam dan gas).

Madigan, John dan Jack (2000) juga menyebutkan bahwa pemeriksaan air secara bakteriologis yang berdasarkan ketentuan APHA (American Public Health Association) dengan menggunakan metode Most Probable Number (MPN) pada uji Coliform yang melalui tiga tahap uji, uji pendugaan (*Presumptive test*), uji penegasan (*Confirmatory test*), dan uji penyempurnaan (*Completed test*). Lebih lanjut dijelaskan oleh Widiyanti dan Ristiati (2004) bahwa uji pendugaan (*Presumptive test*) merupakan tes pendahuluan tentang ada tidaknya kehadiran bakteri koliform berdasarkan terbentuknya asam dan gas disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri koli. Linsley (1995) menambahkan bahwa bila karbondioksida muncul dengan lambat laun, maka contoh itu mungkin mengandung coliform. Karena organisme yang tidak berbahaya dari kelompok coliform akan hidup lebih lama di dalam air dari yang pathogen, maka air dianggap aman jika hasil pengujian coliform

negatif. Tabung dinyatakan positif jika terbentuk gas sebanyak 10% atau lebih dari volume tabung Durham. Kemudian tabung yang positif dihitung pada masing-masing seri dan dibandingkan dengan tabel MPN (Widiyanti dan Ristiati, 2004).

Air yang gagal pada pengujian presumtif tidaklah pasti mengandung coliform dan harus diuji lebih lanjut, yaitu pengujian penegasan (*Confirmatory test*) yang membuang bakteri-bakteri luar yang mungkin telah mempengaruhi pengujian presumtif itu. Dari tabung yang positif terbentuk asam dan gas, suspensi diinokulasikan ke dalam medium laktosa dan diinkubasi pada suhu 37°C dan 42°C. Bila terbentuk asam dan gas pada kaldu laktosa, maka sampel positif mengandung bakteri *E. coli* dan koliform. Kemudian, dilanjutkan pada uji penyempurnaan (*Completed test*) untuk membedakan *E. coli* dan koliform. Suspensi ditanamkan pada media BGLB secara aseptik dengan menggunakan jarum inokulasi. Koloni bakteri *E. coli* tumbuh berwarna merah kehijauan dengan kilat metalik dan koloni koliform lainnya berwarna merah muda (Widiyanti dan Ristiati, 2004).

Cara lain untuk pengujian coliform adalah dengan menyaring contoh air yang bersangkutan melalui suatu membrane steril yang akan menahan bakteri-bakteri tersebut. Membrane tersebut kemudian diletakan bersentuhan dengan bahan-bahan makanan yang hanya akan memungkinkan pertumbuhan koloni coliform. Setelah masa inkubasi selama 20 jam, koloni tersebut dapat dihitung (Linsley, 1995).

### III. PELAKSANAAN PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2010 sampai selesai bertempat di Laboratorium Mikrobiologi dan Mikologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas Padang.

#### 3.2 Metoda Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif. Pengambilan sampel dilakukan pada delapan depot air minum di Kecamatan Nan Sabaris. Penentuan kualitas air secara bakteriologis dilakukan dengan menggunakan metoda MPN atau jumlah perkiraan terdekat (SNI, 1992).

#### 3.3 Bahan dan Alat

##### 3.3.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air dari depot air minum (sumber), medium Laktosa Broth Single Strength (LB1), medium Laktosa Broth Double Strength (LB2), medium Brilliant Green Laktosa Broth (BGLB), medium Endo Agar, medium Nutrien Agar (NA), alkohol 96%, aquades, kapas, tissue, dan spritus.

##### 3.3.2 Alat

Alat yang digunakan adalah tabung gallon, tabung reaksi, erlemeyer, cawan petri, tabung durham, pipet ukur, sengkeli (ose), lampu spritus, gelas ukur 100 ml,



termometer, koloni counter, pH meter, timbangan analitis, incubator, autoclave, oven, penangas air  $\pm 45^{\circ}\text{C}$ , hot plate, kamera digital sebagai alat dokumentasi.

### 3.4 Cara Kerja

#### 3.4.1 Di Lapangan

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan botol steril. Sampel air minum diambil pada depot air minum isi ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

#### 3.4.2 Di Laboratorium

##### 3.4.2.1 Pembuatan Medium (SNI, 1992)

###### 3.4.2.1.1 Medium Laktosa Broth Single Strength (LB<sub>1</sub>)

Dilarutkan sebanyak 13 gr medium LB<sub>1</sub> (pepton 5 gr, beef ekstrak 3 gr, laktosa 5 gr) dengan 1000 ml aquades kemudian dipanaskan sampai homogen. pH larutan dijadikan 6,8. Larutan dimasukkan dalam tabung reaksi sebanyak 10 ml yang telah berisi tabung Durham dalam keadaan terbalik, kemudian disterilkan dengan autoclave pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit.

###### 3.4.2.1.2 Laktosa Broth Double Strength (LB<sub>2</sub>)

Dilarutkan sebanyak 26 gr medium LB<sub>2</sub> (pepton 10 gr, beef ekstrak 6 gr, laktosa 10 gr) dengan 1000 ml aquades, kemudian dipanaskan sampai homogen. pH larutan dijadikan 7,0. Larutan dimasukkan dalam tabung reaksi sebanyak 10 ml yang telah berisi tabung Durham dalam keadaan terbalik, kemudian disterilkan dengan autoclave pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit.



### 3.4.2.1.3 Medium Brilliant Green Laktose Bile Broth (BGLB)

Dilarutkan 40 gr medium BGLB (bacto pepton 10 gr, bakto laktosa 10 gr, bakto oxal 20 gr, brilliant green 0,0125 gr) dalam 1000 ml aquades dan dipanaskan sampai homogen. pH larutan dijadikan 7,0 lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi sebanyak 10 ml yang telah berisi tabung Durham dalam keadaan terbalik. Kemudian disterilkan dengan autoclave.

### 3.4.2.1.4 Medium Endo Agar

Dibuat dengan melarutkan 41,5 gr serbuk endo agar (Pepton 10 gr; laktosa 10 gr;  $K_2HPO_4$  3,5 gr; agar 15 gr; sodium sulfit 2,5 gr; Basic fuchsin 0,5 gr) kedalam 1000 ml aquades, dipanaskan sampai homogen dan disterilkan dengan autoclave pada suhu  $121^{\circ}C$ , selama 15 menit sampai 30 menit, kemudian dimasukkan kedalam cawan petri yang telah steril dan didinginkan.

### 3.4.2.1.5 Medium Nutrien Agar (NA)

Dimasukkan 23 g medium nutrien agar powder (3 gr beef extract, 5 gr peptone dan 15 gr bactoagar) ke dalam *Becker glass* yang berisi 1000 ml akuades. Selanjutnya campuran ini dipanaskan sampai mendidih di atas *hotplat* (pH = 7). Lalu medium disterilkan dengan autoclave.

### 3.4.2.2 Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan cara seri pengenceran, yaitu diambil 1 ml sampel dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades steril, dihomogenkan dengan menggunakan vortex, maka didapatkan pengenceran  $10^{-1}$ . Kemudian diambil 1 ml dan dimasukan ke dalam 9 ml aquades dan dihomogenkan dengan vortex, maka

didapatkan pengenceran  $10^{-2}$ , begitu seterusnya sampai pengenceran  $10^{-4}$ . 1 ml hasil pengenceran ditanamkan secara pourplate dengan media NA ke dalam petridish, yang ditanam merupakan hasil pengenceran  $10^{-1}$  sampai dengan pengenceran  $10^{-4}$  lalu diinkubasi selama 48 jam pada suhu kamar ( $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ ). Kemudian diamati dan dihitung jumlah koloni yang ada dengan menggunakan coloni counter.

#### 3.4.2.3 Pengukuran pH Air

Pengukuran pH pada sampel air dilakukan dengan pH meter. pH meter langsung dimasukkan ke dalam sampel air minum. Dan dibaca skala yang ada pada pH meter tersebut.

#### 3.4.2.4 Uji Bakteri Koliform

##### 3.4.2.4.1 Uji Pendugaan (Presumptive Test)

Dimasukan sampel ke dalam dua buah tabung reaksi yang berisi 10 ml medium  $\text{LB}_1$  masing-masing 0,1 ml dan 1 ml sampel. Dan 10 ml sampel ke dalam lima tabung reaksi yang berisi 10 ml medium  $\text{LB}_2$ . Sebelum pemasukan sampel, di setiap tabung reaksi dimasukkan satu tabung Durham yang diletakkan secara terbalik. Kemudian diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam. Selanjutnya diamati tiap tabung percobaan dan yang memiliki gelembung udara dalam tabung Durham berarti percobaan positif (SNI, 1992).

##### 3.4.2.4.2 Uji Penegasan (Confirmed Test)

Medium untuk test penegasan adalah BGLB. Dari percobaan pertama (Presumptive Test) yang menghasilkan gas tadi (positif), dilakukan kembali penanaman lanjut untuk uji penegasannya. Diambil 1 ml campuran dari medium  $\text{LB}_1$  dan 1 ml

campuran dari medium LB<sub>2</sub>, masing-masing campuran dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah diisi 10 ml medium BGLB steril. Masing-masingnya dibuat untuk 2 tabung percobaan, satu seri disimpan dan diinkubasi pada suhu 37°C dan satu seri disimpan pada suhu 44°C. Selanjutnya hasil yang didapat disesuaikan dengan indeks MPN, setelah 48 jam berikutnya kembali diamati hasil percobaan untuk melakukan pengujian selanjutnya berdasarkan hasil positifnya (SNI, 1992).

#### 3.4.2.4.3 Uji Penyempurnaan (Complete Test)

Berdasarkan hasil yang positif pada percobaan dua maka untuk melakukan uji penyempurnaan dilakukan penanaman pada medium Endo Agar secara streak plate. Kemudian diinkubasi lagi pada suhu kamar. Di dalam melakukan penanaman hasil-hasil yang positif tersebut dibedakan pada dua cawan petri menurut suhu inkubasinya semula pada test penegasan untuk memudahkan dan dapat dibedakan dalam pengamatan koloni yang tumbuh apakah *E. coli* atau coliform lainnya. Bila koloni yang tumbuh berwarna kilat logam mencirikan adanya *E. coli* sedangkan koloni yang berwarna merah muda merupakan bakteri coliform lainnya (SNI, 1992).

### 3.4.3 Pengamatan

#### 3.4.3.1 Penghitungan Jumlah Bakteri

Setelah dilakukan inkubasi maka jumlah populasi bakteri yang tumbuh pada Nutrient Agar dihitung dengan menggunakan koloni counter. Seri pengenceran yang diambil adalah dengan jumlah bakteri antara 30 – 300 koloni. Jumlah koloni dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:



$$BO = D.C$$

Keterangan:

BO = jumlah sel bakteri dalam 1 ml sampel

D = Faktor pengenceran

C = Jumlah koloni bakteri (Volk dan Wheeler, 1993)

#### 3.4.3.2 Penentuan Indeks MPN *E. coli* dan Coliform

Pengamatan jumlah Coliform dan *E. coli* disesuaikan dengan Burrows (1968) dilakukan dengan mengamati jumlah tabung yang positif dari hasil pengujian sesuai dengan tahapan pengujian, yaitu uji pendugaan, uji penegasan dan uji pelengkap dengan kombinasi 5 : 1 : 1. Selanjutnya jumlah masing-masing seri tabung yang positif dicocokkan dengan tabel MPN yang akan menggambarkan jumlah perkiraan terdekat keberadaan bakteri Coliform dan *E. Coli*.

#### 3.5 Analisa Data

Analisa data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Secara kuantitatif dilakukan dengan cara menghitung total bakteri dan kehadiran bakteri koliform dengan menggunakan tabel MPN. Dan secara kualitatif dilakukan dengan cara mengamati pH air. Hasil analisis ini selanjutnya dibandingkan dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VI/2002 tentang persyaratan kualitas air minum.

#### 3.6 Dokumentasi

Pengambilan dokumentasi dilakukan pada setiap pelaksanaan kerja penelitian dengan menggunakan kamera digital.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan terhadap kualitas air minum isi ulang secara bakteriologis yang ada di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman didapatkan data sebagai berikut:

### 4.1 Total Bakteri

Metode penghitungan total bakteri dalam hal ini menggunakan metode seri pengenceran. Jumlah populasi bakteri yang dihitung adalah populasi yang berkisar dari 30-300 pada masing-masing pengenceran. Hasil perhitungan populasi dalam air minum isi ulang dari beberapa depot air minum yang ada di Kecamatan Nan Sabaris ditampilkan pada Tabel 2. Dari hasil penghitungan didapatkan jumlah bakteri yang bervariasi pada masing-masing depot pengambilan sampel dengan sumber air baku yang sama, yaitu PDAM Lubuk Bonta Sicincin Kabupaten Padangpariaman.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Bakteri Pada Delapan Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman.

No.	Nama Depot	Rata-rata Jumlah Bakteri (sel/ml)
1	A	$65 \times 10^1$
2	B	$113 \times 10^1$
3	C	$15 \times 10^1$
4	D	$96 \times 10^4$
5	E	$119 \times 10^4$
6	F	$264 \times 10^4$
7	G	$27 \times 10^1$
8	H	$26 \times 10^1$

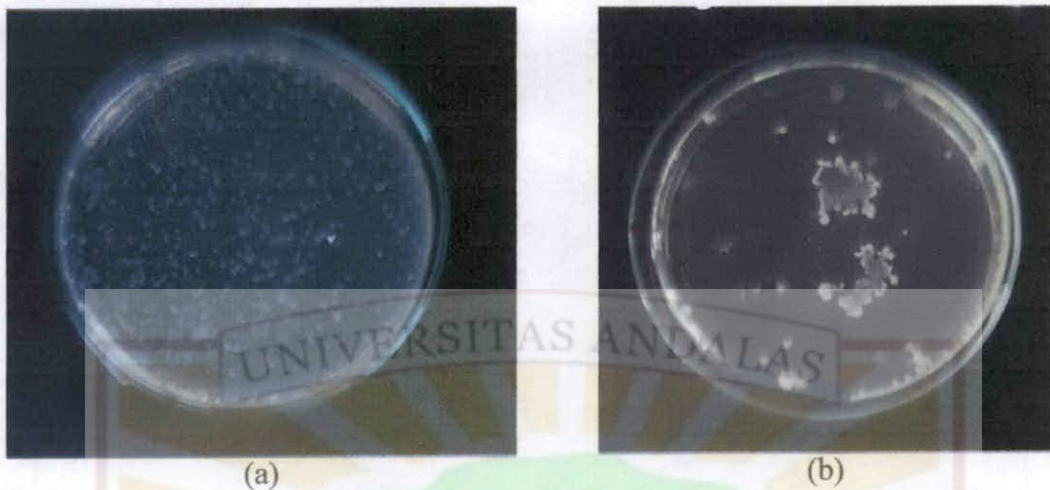
Dari data di atas terlihat bahwa populasi bakteri tertinggi didapatkan dari air minum isi ulang depot F. Pada sampel air minum isi ulang depot F jumlah bakteri yang tumbuh pada media NA adalah  $264 \times 10^4$  sel/ml. Selanjutnya populasi tertinggi

didapatkan pada air minum isi ulang depot E dengan jumlah populasi  $119 \times 10^4$  sel/ml dan depot D dengan jumlah populasi  $96 \times 10^4$  sel/ml.

Tingginya jumlah populasi bakteri yang didapatkan pada depot F, E dan D dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain diduga karena pengolahan air pada depot kurang sempurna dilakukan oleh pemilik depot. Pengolahan air pada depot air minum isi ulang melalui tiga tahap, yaitu filtrasi, ozonasi dan penyinaran dengan ultraviolet (Suprihatin, 2003). Kesalahan dalam pengolahan air minum yang menyebabkan masih ditemukannya bakteri bisa berasal dari ketidaksempurnaan proses filtrasi. Proses filtrasi merupakan proses penyaringan bakteri dari cairan. Pada proses ini bakteri tidak mati sewaktu filtrasi berlangsung, tetapi secara fisik akan terpisah dari cairan sehingga cairan akan terbebas dari keberadaan bakteri (Staf Fujiro, 2009).

Seharusnya, dengan filtrasi semua bakteri yang melewati filter akan tersaring dan terpisah dari air minum, sehingga tidak ada bakteri yang tertinggal dalam air minum tersebut (Volk dan Wheeler, 1993). Namun, filter yang jarang diganti oleh pemilik depot akan menyebabkan bakteri tetap lolos dari penyaringan. Bakteri dalam air yang melalui filter akan menumpuk pada filter, kemudian bakteri tersebut akan dapat berkembang biak. Oleh karena itu, filter harus dibersihkan atau diganti sesuai dengan ketentuan untuk depot air minum. Menurut Akbar (2006), seharusnya filter untuk air minum tersebut harus diganti satu tahun sekali dan tabung filternya harus rajin dibersihkan minimal satu kali dalam tiga bulan.

Selain proses filtrasi, penyinaran dengan sinar ultraviolet juga menentukan keberadaan bakteri dalam air minum. Jika intensitas cahaya lampu yang digunakan tidak sesuai dengan ketentuannya, maka bakteri yang berada dalam air minum tidak terbunuh secara optimal oleh radiasi sinar ultraviolet ini. Penyinaran dengan ultra-



Gambar 2. Koloni bakteri pada sampel air minum depot F (a); Koloni bakteri pada sampel air minum depot A (b).

violet dengan cara air dialirkan melalui tabung dengan lampu ultraviolet berintensitas tinggi, sehingga bakteri terbunuh oleh radiasi sinar ultraviolet. Yang harus diperhatikan disini adalah intensitas lampu ultraviolet yang dipakai harus cukup (Dishub NTB, 2008). Menurut Widiyanti dan Ristiati (2004) bahwa untuk membunuh bakteri yang berada dalam air minum dilakukan dengan menggunakan radiasi sinar ultraviolet yang memiliki lampu dengan intensitas radiasi tinggi, yaitu  $30.000 \mu\text{W sec/cm}^2$  (Micro Watt detik per sentimeter persegi). Radiasi sinar UV dapat membunuh semua jenis mikroba bila intensitas lampu yang digunakan efektif.

Berdasarkan survey yang telah dilakukan, umumnya pemilik depot tidak menyalakan lampu UV saat mengisi air minum ke dalam tabung galon pembeli. Sudah jelas bahwa bakteri yang lolos dari proses penyaringan akan tetap hidup dan masuk ke dalam tabung galon milik konsumen karena tidak tersinari oleh sinar UV. Menurut Fujiro (2009) sinar UV memerlukan waktu beberapa detik untuk membunuh mikroba yang terdapat dalam air minum dengan sempurna. Jadi, air minum tersebut harus disinari beberapa saat untuk membunuh semua bakteri sebelum keluar dari kran dan masuk ke dalam tabung galon konsumen. Hal lain yang harus diperhatikan adalah pemasangan UV hendaklah secara vertikal, horizontal dan



obliq (menutupi seluruh bagian pipa air) agar seluruh lapisan air tersinari, sehingga kekuatan bakterisida semakin sempurna (Gabriel, 1999)

Selain itu yang menyebabkan bakteri masih ditemukan adalah lampu ultraviolet yang digunakan tidak dibersihkan secara teratur, sehingga air yang mengalir melalui tabung dengan lampu ultraviolet ini masih tercemar bakteri. Bakteri yang ada dalam air minum dapat mati oleh radiasi sinar ultraviolet jika lampu yang digunakan dalam keadaan bersih. Untuk memperoleh hasil yang optimal dalam membunuh bakteri ini lampu ultraviolet yang digunakan harus dibersihkan secara teratur dan diganti paling lama satu setahun (Widiyanti dan Ristiati, 2004).

Penyebab lainnya yang membuat bakteri masih ditemukan pada air minum isi ulang juga bisa berasal dari proses ozonasi yang kurang efektif sehingga bakteri tetap hidup. Air yang mendapat ozon (ozonasi), kuman-kuman yang terkandung di dalam air minum akan mati. Ozonisasi adalah Proses mencampurkan gas ozon kedalam air. Ozon merupakan oksidan kuat yang mampu membunuh bakteri patogen, termasuk virus. Keuntungan penggunaan ozon adalah pipa, peralatan, dan kemasan akan ikut disanitasi sehingga produk yang dihasilkan akan lebih terjamin selama tidak ada kebocoran di kemasan. Ozon merupakan bahan sanitasi air yang efektif disamping sangat aman (Dishub NTB, 2008). Air yang mengalami ozonasi akan memberi rasa sejuk dan rasanya enak serta agak sedikit pahit. Hal ini terjadi karena ada tambahan  $O_2$  ( $H_2O + O_3 \rightarrow H_2O + O_2 + [O]$ ), sama halnya dengan air yang diberi aerosol akan terasa sejuk dan enak (Gabriel, 1999).

Dilihat dari jumlah populasi bakteri yang ditemukan pada ketiga depot air minum isi ulang di atas memperlihatkan bahwa populasi yang ditemukan berada diatas kadar maksimum yang telah ditetapkan oleh peraturan yang berlaku. Menurut Direktorat Jendral Pengawasan Obat Dan Makanan (1992), bahwa standar mutu makanan dan minuman yang layak untuk dikonsumsi apabila jumlah total bakteri



maksimal dalam air minum tersebut  $10^5$ . Artinya, ketiga air minum isi ulang dari ketiga depot tersebut tidak layak untuk dikonsumsi. Sedangkan pada depot A dengan jumlah  $65 \times 10^1$  sel/ml, depot B  $113 \times 10^1$  sel/ml, depot C  $15 \times 10^1$  sel/ml, depot G  $27 \times 10^1$  sel/ml dan depot H  $26 \times 10^1$  sel/ml memperlihatkan populasi bakteri masih berada di bawah batas kadar maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa air minum yang ada pada depot A, B, C, G dan H memenuhi syarat standar mutu makanan dan minuman yang layak untuk dikonsumsi sesuai yang ditetapkan Direktorat Jendral Pengawasan Obat Dan Makanan berdasarkan total bakterinya. Namun, tetap perlu dilakukan uji lanjut untuk melihat ada atau tidaknya bakteri patogen di dalam air minum tersebut.

#### 4.2 Uji Bakteriologi

Kualitas air minum isi ulang beberapa depot di Kecamatan Nan Sabaris dianalisis menggunakan metode MPN (Most Probable Number/jumlah perkiraan terdekat) dengan menggunakan ragam 5 ml : 1 ml : 1 ml. Berdasarkan hasil analisis diperoleh hasil seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Perkiraan Terdekat Bakteri Koliform dan *E. coli* Pada Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman

No	Nama Depot	pH	Indeks MPN (sel/100 ml)		Kualitas Air (Kepmenkes RI, 2002)	Keterangan
			Koliform	<i>E. coli</i>		
1	A	7,53	0	0	Sangat memuaskan	Langsung diminum
2	B	7,26	0	0	Sangat memuaskan	Langsung diminum
3	C	7,36	2,2	2,2	Tidak memenuhi syarat	Diolah terlebih dahulu
4	D	6,79	27	27	Tidak memenuhi syarat	Diolah terlebih dahulu
5	E	6,87	38	96	Tidak memenuhi syarat	Diolah terlebih dahulu
6	F	6,63	5	4,4	Tidak memenuhi syarat	Diolah terlebih dahulu
7	G	7,39	2	2	Tidak memenuhi syarat	Diolah terlebih dahulu
8	H	7,09	6.7	6.7	Tidak memenuhi syarat	Diolah terlebih dahulu

Pada tabel di atas dapat dilihat nilai indeks MPN untuk kedelapan depot yang ada di Kecamatan Nan Sabaris. Dari hasil pengujian selama penelitian yang tertera pada

Tabel 3 diketahui masih banyak depot air minum yang terkontaminasi bakteri. Kualitas air pada masing-masing depot berbeda-beda mulai dari yang sangat memuaskan sampai yang tidak memenuhi syarat yang telah ditetapkan pemerintah. Tidak semuanya yang memiliki kualitas sangat memuaskan atau layak dikonsumsi. Dari delapan depot yang telah diperiksa, hanya dua buah depot yang memiliki kualitas air sangat memuaskan, yaitu air minum dari depot A dan B dengan tidak ditemukannya lagi bakteri koliform maupun *Escherichia coli*. Sedangkan enam depot lainnya tidak memenuhi syarat seperti yang telah ditentukan oleh pemerintah dan harus diolah terlebih dahulu sebelum dikonsumsi, misalnya harus dimasak sampai mendidih.

Kualitas air terburuk ditemukan pada depot E dengan kandungan koliform 38 sel dalam 100 ml air dan ditemukannya bakteri *Escherichia coli* (96 sel/100 ml) pada sampel air. Pada depot D dengan kandungan koliform 27 sel/100 ml air dan bakteri *Escherichia coli* 27 sel/100 ml. Depot H dengan kandungan koliform dan *Escherichia coli* 6,7 sel/100 ml. Walaupun kandungan koliform dan *Escherichia coli* pada air minum depot C, F dan G ditemukan dalam jumlah sedikit, namun tetap harus diolah dulu sebelum dikonsumsi.

Hasil pengujian terhadap sumber air yang digunakan oleh kedelapan depot tersebut, yakni air dari PDAM mengandung cukup sedikit koliform maupun *Escherichia coli* dengan indeks MPN 2,2 per 100 ml sampel (Lampiran 4). Apabila dibandingkan dengan data yang didapatkan dari pengujian sumber air yang dipakai oleh depot-depot tersebut, seharusnya tidak ada lagi bakteri patogen ditemukan pada masing-masing depot jika pengolahannya dilakukan secara baik dan benar.

Sampel air PDAM yang diuji berasal dari air yang keluar langsung dari reservoir. Tidak mengherankan apabila air ini masih mengandung bakteri karena belum diolah sebelumnya. Namun, bila telah diolah dengan baik dan benar, seperti

dimasak atau diberi bahan desinfektan, maka bakteri-bakteri ini dapat mati dengan sempurna.

Ditemukannya bakteri koliform dan *Eschericia coli* pada depot-depot yang ada di Kecamatan Nan Sabaris sudah jelas bahwa air minum ini telah tercemari kotoran. Seperti yang dikemukakan oleh Pelczar dan Chan (1988) bahwa kehadiran *Eschericia coli* dan kelompok koli lainnya di dalam air merupakan bukti bahwa air tersebut terpolusi oleh bahan tinja dari manusia atau hewan berdarah panas. Artinya, terdapat peluang bagi berbagai macam mikroorganisme patogenik, yang secara berkala terdapat dalam saluran pencernaan, untuk masuk ke dalam air tersebut. Bakteri dari kelompok ini menjadi indikator untuk mengetahui tercemar atau tidaknya air minum tersebut. Seperti yang sebutkan oleh Hujjatusnaini (2009), kehadiran bakteri Koliform merupakan indikator biologi adanya kontaminasi sampah atau feses terhadap sumber air. Alasan ini diperkuat oleh Irianti dan Sasimartoyo (2006) yang menyatakan indikator utama yang dipakai dalam menentukan kualitas mikrobiologi adalah keberadaan bakteri *E. coli*. Bakteri ini biasa terdapat dalam tinja manusia maupun hewan berdarah panas dan sangat jarang ditemui di tempat bebas dari pencemaran tinja, namun terbukti dapat tumbuh di tanah yang beriklim tropis. Bakteri *E. coli* sangat peka terhadap proses disinfeksi dibandingkan dengan protozoa dan virus yang menyebabkan penyakit perut.

Layak atau tidaknya air minum secara bakteriologi untuk dikonsumsi tergantung dari jumlah bakteri kelompok koliform yang ditemukan dalam air minum. Untuk kelayakan air minum menurut Pitojo dan Purwantoyo (2002) dibagi kedalam beberapa kelas, yaitu air minum kelas A kategori baik adalah tidak mengandung bakteri koliform dan *E. coli*; air minum kelas B kategori kurang baik mengandung bakteri koliform 1 - 50 dan *E. coli* 1 - 10; air minum kelas C kategori jelek mengandung koliform 51 - 100 dan *E. coli* 10 - 50; air minum kelas D kategori

amat jelek mengandung koliform 101 -1000 dan *E. coli* 51 – 100; dan air minum kelas E kategori amat jelek mengandung koliform >1000 dan *E. coli* >100. Berdasarkan pembagian kelas diatas, air minum dari depot D dan E termasuk ke dalam kategori kelas C, air minum dari depot C, F, G dan H termasuk kategori kelas B, dan air minum dari depot A dan B termasuk kategori kelas A.

Lain halnya dengan Burrows (1968) yang lebih ketat membagi kelas air minum berdasarkan kandungan koliformnya. Jika jumlah koliform per 100 ml kurang dari satu, artinya kualitas air tersebut sangat memuaskan. Jika antara satu sampai dua, kualitasnya memuaskan. Antara tiga sampai sepuluh, kualitas air itu diragukan dan jika >10, maka kualitasnya tidak memuaskan. Berdasarkan penilaian oleh Burrows tersebut, maka kualitas air minum pada depot A dan B adalah sangat memuaskan, pada depot C, F, G, dan H kualitas airnya diragukan dan untuk depot D dan E kualitas airnya tidak memuaskan karena kandungan koliformnya >10.

Air minum yang telah terkontaminasi dengan bakteri koliform atau bakteri patogen lainnya, penyebabnya tidak hanya berasal dari kesalahan pengolahan atau pengurangannya. Penyebab kontaminasi bisa saja berasal dari peralatan yang digunakan tidak bersih (steril) atau jarang dibersihkan. Dan lebih parah lagi penyebab kontaminasi berasal dari sumber air tersebut. Walaupun bakteri pencemar pada sumber air ditemukan dalam jumlah sedikit, namun proses yang dilalui air mulai dari sumber air, masuk melalui pipa-pipa PDAM menuju depot bisa saja berkembang biak dan bertambah banyak. Kemudian proses yang dilalui air tersebut pada depot yang bersangkutan juga tidak sempurna. Hasilnya, bakteri-bakteri ini terus berkembang dan sampai pada galon-galon konsumen. Sudah tentu kesehatan konsumenlah yang akan terancam. Menurut Suprihatin (2003), kualitas air minum yang dihasilkan sangat ditentukan oleh sumber air baku yang digunakan serta proses



pengolahan air baku dan mutu peralatan yang digunakan oleh depot air minum isi ulang tersebut.

Buckle, dkk (1987) berpendapat bahwa air yang bermutu sangat baik bila memasuki sistem distribusi mungkin mengalami kerusakan sebelum sampai pada kran konsumen. Kerusakan ini dapat terjadi dalam sistem distribusi dari persediaan air yang telah diberi klorin dan dimana sedikit sekali atau tidak ada sisa klorin di dalam air yang sampai pada konsumen seperti dalam sistem distribusi air yang tidak disuci-hamakan. Organisme koliform dapat masuk ke dalam air dari sistem distribusi dari pompa-pompa booser, dari pengepak yang digunakan untuk menghubungkan pipa-pipa utama. Selain itu, air dalam sistem distribusi dapat tercemar dari luar, misalnya melalui hubungan silang, terowongan balik tandon air dan tangki air yang rusak, hydrants atau tempat pencucian yang rusak. Masuknya pencemar dari luar ke dalam air dalam sistem distribusi setidak-tidaknya sama bahanya dengan distribusi dari air yang kotor secara aslinya dan tidak ditangani dengan secukupnya.

Selain itu, waktu lamanya lampu ultraviolet dihidupkan juga belum diperhatikan oleh pemilik depot secara serius. Kesalahan yang sering terjadi adalah lampu ultravioletnya dihidupkan ketika akan mengisi galon pembeli saja, mungkin pemilik depot bermaksud menghemat listrik dan memperpanjang masa pemakaian lampu ultraviolet. Tetapi sebenarnya jika lampu hanya dihidupkan ketika akan mengisi galon pembeli maka kemungkinan bakteri tidak akan mati. Lampu ultraviolet harus hidup selama jam kerja dan lampu tersebut harus sudah dihidupkan 30 menit sebelum jam kerja pada depot tersebut dimulai, karena penyinaran dengan lampu ultraviolet baru akan stabil setelah dihidupkan 30 menit, dan jika hal tersebut dilakukan kemungkinan tidak ditemukan bakteri terutama koliform dalam air (Staf Fujiro, 2009).

Seperti halnya ozon, radiasi sinar ultraviolet dapat membunuh semua jenis mikroba bila intensitas dan waktunya cukup. Tidak ada residu atau hasil samping dari proses penyinaran dengan UV. Namun, agar efektif lampu UV harus dibersihkan secara teratur, dan harus diganti paling lama satu tahun. Air yang akan disinari dengan UV harus telah melalui filter halus dan karbon aktif untuk menghilangkan partikel tersuspensi, bahan organik, dan Fe atau Mn (jika konsentrasinya cukup tinggi) (Dishub NTB, 2008). Menurut Alaerts dan Santika (1984), pencemaran terhadap persediaan air dapat terjadi jika air ini tidak disterilkan dengan sempurna sehingga patogen akan memasuki host baru bila air tersebut digunakan.

Sinar ultraviolet merupakan pembunuh mikroba yang kuat dengan panjang gelombang sekitar 260 nm. Sinar ini akan diabsorpsi oleh protein dan asam nukleat dari bakteri dan dapat mengakibatkan pematian bakteri terutama bakteri gram negatif (Jay, 1996). Reaksi kimia yang terjadi dapat menyebabkan kegagalan proses metabolisme pada bakteri yang mengarah pada kematian. Bila bakteri disinari oleh sinar ultraviolet maka DNA dari bakteri tersebut akan menyerap energi sinar ultraviolet sehingga dapat menghancurkan DNA sel bakteri (Akbar, 2006).

Untuk nilai pH, depot D, E dan F nilai pH-nya berada dibawah pH normal, yaitu berkisar dari 6 – 7, sedangkan depot A, B, C, G dan H berkisar dari 7 – 8. Air minum yang kita peroleh dari instalasi PAM atau dari sumur gali serta air minum dalam kemasan yang langsung dapat diminum, tidak ada kendala tentang derajat keasamannya dan aman untuk dikonsumsi. Air alami biasanya memiliki pH berkisar 4-9, dan di beberapa tempat ada yang bersifat basa (Pitojo dan Purwantoyo, 2002). Namun keberadaan pH belum dapat menjadi jaminan bahwa suatu air dikatakan berkualitas atau belum (Suyanta, 2002).

Dalam uji lanjut yang dilakukan pada depot C, D, E, F, G, dan H dengan menggunakan media Endo Agar ditemukan koloni berwarna merah muda tidak mengkilap dan merah muda kilap logam seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 3. Koloni bakteri Koliform (a); Koloni *E. coli* pada media Endo Agar (b)

Dari hasil analisis bakteriologi air minum yang diperlihatkan pada tabel 3 dapat diketahui bahwa air minum pada depot C, D, E, F, G, dan H tidak layak untuk dikonsumsi karena nilai MPN koliform dan *E. coli* pada depot tersebut melampaui batas baku mutu air yang layak untuk dikonsumsi. Nilai MPN masing-masing depot yang didapatkan dari hasil pengujian tidak sesuai dengan persyaratan kualitas air minum yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VI/2002 dan SNI 1992 yang menyatakan koliform dan *E. coli* dalam air minum adalah nol dalam 100 ml sampel air minum.

Untuk nilai MPN koliform yang didapatkan pada depot A dan B seperti yang terlihat pada tabel 3 diketahui bahwa air minumannya layak untuk dikonsumsi masyarakat karena kelompok bakteri koliform dan *E. coli* yang ditemukan berdasarkan indeks MPN adalah nol. Dengan demikian air minum pada depot ini memenuhi persyaratan secara bakteriologi sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VI/2002.



Kecanggihan dari alat-alat yang digunakan baik alat yang digunakan untuk mengalirkan air dari sumber air ke depot-depot maupun peralatan yang dipakai oleh depot itu sendiri juga bisa berpengaruh terhadap keberadaan bakteri. Mungkin saja proses yang dilalui air minum yang dilakukan oleh pemilik depot telah sesuai dengan aturan yang ditetapkan pemerintah. Namun, jika alat yang digunakan kurang canggih (kualitasnya buruk), maka bakteri-bakteri yang ada dalam air minum tetap bertahan.

Selain memperhatikan kualitas sumber air yang digunakan, alat yang dipakai untuk memproses air minum dan proses-proses yang harus dilalui air, ada hal lain yang juga harus diperhatikan, yaitu tingkat pengetahuan pengusaha AMDIU. Hal ini penting untuk menjaga kualitas produknya tetap baik. Seperti pengetahuan tentang bagaimana cara perawatan dan pembersihan peralatan, pemasangan lampu UV yang baik, juga pemeriksaan air yang rutin baik fisika, kimia maupun secara bakteriologis ke laboratorium atau ke dinas kesehatan setempat, terutama pengetahuan tentang prosedur penyucian-bakteri dari air isi ulang tersebut. Jika para pengusaha air minum tidak tahu hal-hal yang berhubungan dengan ketentuan-ketentuan tentang pengelolaan depot, maka kualitas produknya sudah jelas diragukan. Para konsumen juga harus tahu proses-proses apa saja yang dilalui air minum sebelum masuk ke dalam tabung-tabung galonnya, agar tidak terjadi penipuan terhadap tingkat ke higienisan produk, demi menjaga kesehatan para konsumen tersebut.

Apalagi tingkat kesadaran setiap pengusaha air minum isi ulang untuk memperhatikan kualitas produknya sangatlah penting. Para pengusaha air minum isi ulang haruslah memperhatikan kebersihan peralatan dan ke higienisan produknya demi kesehatan para pelanggannya. Tidak hanya mementingkan keuntungan semata, tetapi juga kesehatan pembeli, karena seringkali pengusaha-pengusaha AMDIU berlaku curang. Misalnya, dengan mengurangi proses air minum isi ulang untuk menghemat dan mempercepat kerja, jarang mengganti peralatan seperti



saringan/filter dan lampu UV, tangki air yang jarang dibersihkan, atau pembukaan kran air yang terlalu besar sehingga air yang melalui tabung pada lampu UV tidak tersinari dengan baik dan menyebabkan bakteri tidak musnah dengan sempurna.

Air minum yang aman dan sehat serta terjangkau dalam jumlah yang mencukupi adalah hak azasi setiap manusia sebagai syarat untuk mencapai kesehatan yang optimal, dalam rangka keadilan untuk mengurangi kemiskinan, meningkatkan kesejahteraan sosial dan ekonomi. Ketersediaan air minum /air bersih dan sanitasi yang memenuhi syarat kesehatan dan perilaku hidup bersih dan sehat, mempunyai dampak yang besar dalam meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Maka sejalan dengan paradigma sehat, pembangunan kesehatan sekarang ini lebih ditekankan pada upaya preventif dan promotif, termasuk upaya penyediaan dan penyehatan lingkungan dan upaya peningkatan perilaku hidup sehat dan bersih kepada masyarakat yang mempunyai daya ungkit yang besar dalam meningkatkan derajat kesehatan masyarakat (Achmadi, 2001).

Air sebagai aset kehidupan perlu dijaga sebagai wujud kecintaan terhadap kehidupan. Pemanfaatan air yang tidak terarah menimbulkan bencana bagi kehidupan. Kolaborasi antar disiplin ilmu dan lembaga akan memberikan sinergi yang saling memberi manfaat sehingga kepentingan terhadap air yang saling berseberangan dapat dihindarkan (Mote, 2010).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pemeriksaan kualitas air minum isi ulang secara bakteriologis pada beberapa depo air minum isi ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kualitas air minum isi ulang secara bakteriologis pada depot C, D, E, F, G, dan H tidak layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat, sedangkan kualitas air minum pada depot A dan B layak untuk dikonsumsi masyarakat.
2. Proses pengolahan air baku menjadi air siap minum pada depot C, D, E, F, G, dan H belum dilakukan secara optimal karena masih ditemukan bakteri koliform dan *Eschericia coli* yang memiliki indeks MPN >2 dalam 100 ml sampel air.

### 5.2 Saran

Untuk menjaga keamanan kualitas air minum isi ulang diharapkan dilakukan pengawasan secara rutin oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Padangpariaman dan meningkatkan higiene sanitasi depot. Untuk kontrol kesehatan perlu sering diadakan pengamatan bakteriologis. Uji dengan cara sederhana tetapi sering dilakukan jauh lebih baik dari pada sederetan uji yang lebih kompleks dengan jarak waktu yang lama. Bagi konsumen, dianjurkan untuk lebih selektif dalam memilih depot air minum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Achmadi, U.F. 2001. *Peranan Air Dalam Peningkatan Derajat Kesehatan Masyarakat*. <http://www.respati.ac.id/web/artikel/3.pdf>. 8 maret 2009.
- Agus, I. 1985. *Pemeriksaan Air Sungai Batang Arau Secara Bakteriologis*. Tesis Sarjana Biologi FMIPA Universitas Andalas. Padang.
- Akbar, M.A. 2006. *Sterilisasi Air Minum Dengan Sinar Ultraviolet*. <http://fi.lib.itb.ac.id>. 10 Juni 2009.
- Alaerts dan S. Santika. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.
- Anonimous. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/Menkes/VII/2002 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum
- Azwar, A. 1983. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Mutiara. Jakarta.
- Buckle, R.A., Edwards, G. H., Wooton, F.M. 1987. *Ilmu Pangan*. Diterjemahkan oleh Purnono H, Adiono. Universitas Indonesia. Jakarta
- Bonang, G dan E.S. Koeswardono. 1982. *Mikrobiologi Kedokteran Untuk Laboratorium dan Klinik*. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta.
- Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika Kabupaten Bima Nusa Tenggara Barat. 2008 *Mengamankan Air Minum Isi Ulang*. <http://www.bimakab.go.id/index.php?pilih=news&mod=yes&aksi=lihat&id=143>. Minggu, 30 November 2008 10:08:03
- Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan. 1992. *Kumpulan Perundang-undangan di Bidang Makanan dan Minuman*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta
- Gabriel, J.F. 1999. *Fisika Lingkungan*. Hipokrates. Jakarta.
- Gainey, P.L and T.H Lord. 1952. *Microbiology Of Water And Sewage*. Prantice-Hall, Inc. Englewood Chiffs N.J.
- Hujjatusnaini, N. 2009. *Kajian Tentang Kualitas Mikrobiologi Berdasarkan Nilai MPN Coliform, Coliform fekal, dan Jumlah Koloni Bakteri Escherihia coli, Kualitas Fisik dan Kimia Air Minum Isi Ulang Di Kota Palangkaraya Sebagai Bahan Penunjang Praktikum Mikrobiologi*. Tesis Program Pascasarjana UM.



- Irianti, S dan T.P. Sasimartoyo. 2006. Surveilans Kualitas Air Minum Dari Sumber Penyediaan Air Minum Masyarakat. *Jurnal Teknik Lingkungan, Edisi Khusus, Agustus 2006 (Priana Sudjono, F.J. Nugroho dan W. Hadi editor) buku 1: 93-102*. ITB Bandung.
- Isa, R. 2009. *Mikroorganisme Pencemar Dalam Air*. <http://padangtoday.com/index.php?today=article&j=6&id=629>. Kamis, 23/04/2009 10:13 WIB.
- Jay, J.M. 1996. *Modern Food Microbiology*. Internasional Thomson Publishing. Florance.
- Koordinator Statistik. 2009. *Kecamatan Nan Sabaris Dalam Angka (Nan Sabaris District In Figures)*. Penerbit Badan Pusat Statistik. Kabupaten Padangpariaman.
- Kruse, O., J. Rupprecht, K.P Bader, S.Thomas Hall, P.M Schenk, G. Finazzi, B. Hankamer. 2005. Improved Photobiological H<sub>2</sub> Production in Engineered Green Algal Cells. *The Journal of Biological Chemistry* 280.
- Linsley, R.K and J.B Franzini. 1995. *Teknik Sumberdaya Air. Jilid 2 Edisi Ketiga*. Diterjemahkan oleh Ir.Djoko sasongko M.Sc. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Mohajit. 2006. Inovasi Sistem Pengelolaan Air Kinerja Tinggi Sebagai Opsi Dalam Millennium Development Goals Sekor Penyediaan Air Minum. *Jurnal Teknik Lingkungan Edisi Khusus, Agustus 2006*. ISSN 0854-1957.
- Murhananto. 2002. *Pesona Air Ditaman*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Madigan, M.T, John M.M and J. Parker. 2000. *Brock. Biology of Microorganisms*. Ninth edition. Southern Illinois Universitu. Carbondale .
- Pelczar, M.J and E.C.S Chan.1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Diterjemahkan oleh Ratna Sari Hadioetomo, dkk. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Pitojo, S & Eling Purwantoyo. 2002. *Deteksi Pencemaran Air Minum*. Penerbit Anaka Ilmu. Semarang.
- Schlegel, H.G. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Staf Fujiro. 2009. *Sistem Pengolahan Kualitas Produk Air Minum*. <http://www.fujiro.com.kualitasprouksiair>. 8 Juni 2009.
- Suprihatin. 2003. *Keamanan Air Minum Isi Ulang*. <http://www.air.bappenas.go.id/doc/pdf/kliping/keamanan%20air%20@0minu m%20isi%20ulang.pdf>. 15 November 2008.

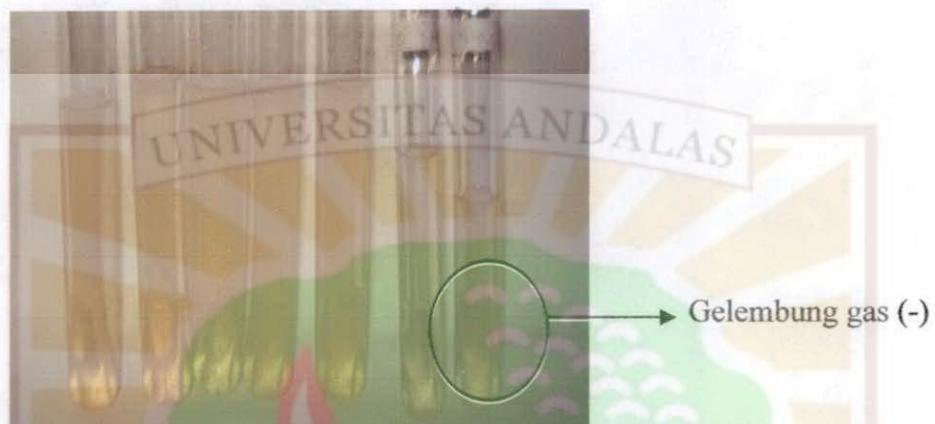


- Sutrisno, C.T dan Eni Suciastuti. 1991. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Suyanta. 2002. Analisis Kualitas Air Sumur Di Daerah Aliran Sungai Code Yogyakarta. PPLH Universitas negeri yogyakarta. *Jurnal Kimia Lingkungan* Vol. 4 No. 1, 2002 : 55-59.
- Tontowi, R.W, Sudjipto dan Nurhayatinah. 2007. Penelitian Dan Pengembangan Instalasi Pengolahan Air Sangat Sederhana (IPASS) Di Desa Margawati Garut. *Jurnal Sumber Daya Alam*, Vol. 3 No. 4, Mei 2007 : 63-72
- Volk, W.A dan Wheeler, M.F. 1990. *Mikrobiologi Dasar*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Waluyo, L. 2007. *Mikrobiologi Umum*. Edisi Revisi. UMM Press. Malang.
- Widianty, N.L.P.M dan N.P Ristiati. 2004. Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang Di Kota Singaraja Bali. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, Vol. 3 No. 1, April 2004 : 64-73
- Widjaya, I dan Lutfi Dwi Puji Astuti. 2009. *Petugas Ambil Sample Air Isi Ulang*. [http://metro.vivanews.com/news/read/19731petugas\\_ambil\\_sample\\_air\\_isi\\_ulang](http://metro.vivanews.com/news/read/19731petugas_ambil_sample_air_isi_ulang). Selasa, 6 Januari 2009.
- Wijonarko, S. 2006. Neraca air: Konsep Yang Perlu Dimasukan Dalam Alat Pemantau Kuantitas Air. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Edisi Khusus, Agustus 2006.
- Wildarto, L. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolah Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Jakarta.

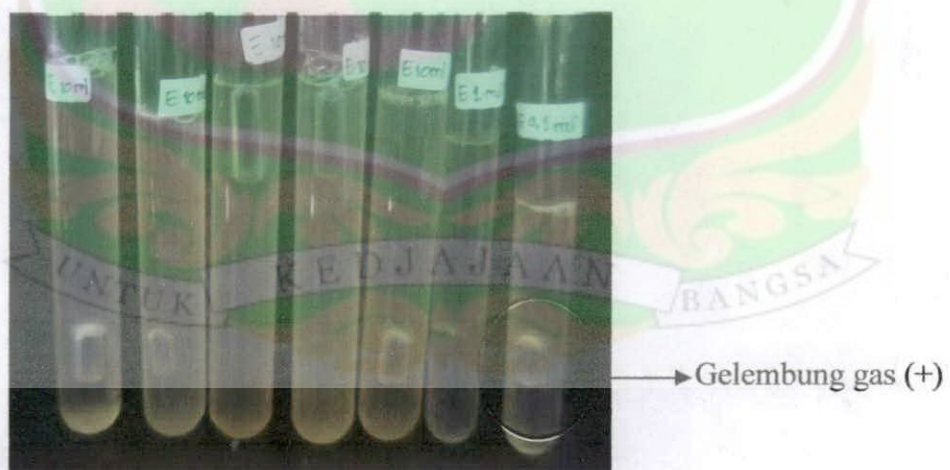
**Lampiran 1. Tabel Indeks MPN Ragam 5 : 1 : 1**

Tabel 4. Indeks MPN per ml tiap 100 ml, ragam 5 x 10 ml; 1 x 1 ml ; 1 x 0,1 ml (Fardiaz, 1993)

Jumlah Tabung (+) Gas			Indek MPN per ml Tiap 100 ml
10 ml	1 ml	0,1 ml	
0	0	1	2
0	1	0	2
0	1	1	4
1	0	0	2,2
1	0	1	4,4
1	1	0	4,4
1	1	1	6,7
2	0	0	5
2	0	1	7,5
2	1	0	7,6
2	1	1	10
3	0	0	8,8
3	0	1	12
3	1	0	12
3	1	1	16
4	0	0	15
4	0	1	20
4	1	0	21
4	1	1	27
5	0	0	38
5	0	1	96
5	1	1	240

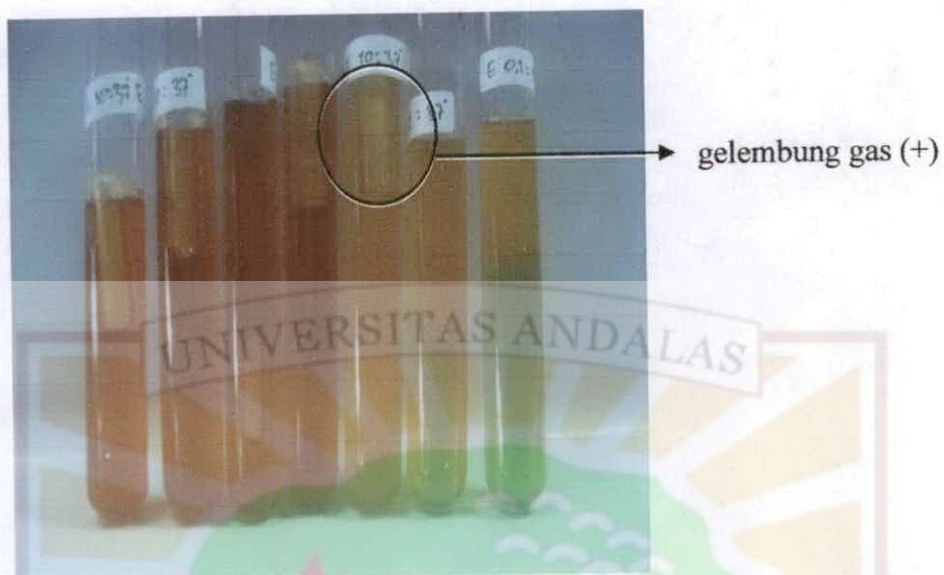
**Lampiran 3. Pengamatan Most Probable Number Ragam 5 : 1 : 1**

Gambar 4. Pengamatan Presumptive Test Dengan Indeks MPN 0



Gambar 5. Pengamatan Presumptive Test Dengan Indeks MPN 240





Gambar 6. Pengamatan Comfirmed Test pada Suhu 37<sup>0</sup>C Dengan Indeks MPN 38



Gambar 7. Pengamatan Comfirmed Test Pada Suhu 44<sup>0</sup>C Dengan Indeks MPN 96



**Lampiran 4. Tabel Indeks MPN Pada PDAM dan AMDIU**

**Tabel 6. Jumlah Perkiraan Terdekat Bakteri Koliform dan *E. coli* Pada Sumber Air dan Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Nan Sabaris Kabupaten Padangpariaman**

No	Nama Depot	pH	Indeks MPN (sel/100 ml)		Populasi bakteri	Kualitas Air
			Koliform	<i>E. coli</i>		
1	PDAM	7,2	2,2	2,2	$35 \times 10^2$	Tidak memenuhi syarat
2	Galon B	7,27	0	0	$68 \times 10^3$	Sangat memuaskan
3	Galon D	6,23	240	240	$196 \times 10^4$	Tidak memenuhi syarat

