

**UJI BAKTERIOLOGIS AIR MINUM ISI ULANG PADA  
BEBERAPA DEPOT DI KOTA PADANG**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



Oleh:  
**HILMA TRIANA**  
**NIM. 01889**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2012**

PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Judul : Uji Bakteriologis Air Minum Isi Ulang pada Beberapa  
Depot di Kota Padang  
Nama : Hilma Triana  
NIM/BP : 01889/2008  
Program Studi : Biologi  
Jurusan : Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang,

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Irdawati, S.Si. M.Si.	1. 
2. Sekretaris	: Dr. Linda Advinda, M. Kes.	2. 
3. Anggota	: Dra. Des M, M.S.	3. 
4. Anggota	: Drs. Mades Fifendy, M. Biomed.	4. 
5. Anggota	: Dr. Azwir Anhar, M.Si.	5. 



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM  
JURUSAN BIOLOGI**

---

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hilma Triana  
NIM/TM : 01889/2008  
Program Studi : Biologi  
Jurusan : Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul: **“Uji Bakteriologis Air Minum Isi Ulang pada Beberapa Depot di Kota Padang”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku baik di universitas maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan penuh rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Saya yang menyatakan,

**Hilma Triana**

## ABSTRAK

**Hilma Triana : Uji Bakteriologis Air Minum Isi Ulang pada Beberapa Depot di Kota Padang**

Setiap tahun jumlah depot air minum isi ulang di kota Padang semakin meningkat. Berdasarkan data Dinas Perindustrian dan Perdagangan (Disperindag), pada tahun 2011 tercatat 604 depot air minum isi ulang telah tersebar di kota Padang. Namun, sebanyak 347 depot tidak melakukan pemeriksaan labor untuk menguji kelayakan air minum yang seharusnya dilakukan 3 bulan sekali. Berdasarkan keputusan Menkes RI. No. 492/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum yang dilihat dari aspek bakteriologis yaitu indeks MPN koliform dan *E. coli* harus nol dalam 100mL. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air minum pada depot air minum isi ulang di kota Padang berdasarkan perbedaan jumlah penyaringan yang dilihat dari aspek bakteriologis.

Penelitian dilaksanakan dari bulan Desember 2011 sampai dengan Januari 2012 bertempat di laboratorium Mikrobiologi jurusan Biologi, FMIPA, UNP. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pengambilan sampel secara *Cluster Random Sampling* terhadap 12 depot air minum isi ulang yang tersebar di kota Padang. Pengambilan sampel air minum isi ulang diambil berdasarkan proses pengolahan dilihat dari jumlah penyaringan yang berbeda yaitu 6 kali penyaringan, 12 kali penyaringan dan 14 kali penyaringan, masing-masing diambil 4 sampel. Penelitian ini menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) dengan menggunakan dua tahap pengujian yaitu uji pendugaan (*Presumptive Test*) dan uji kepastian (*Confirmative Test*) dengan kombinasi 5:1:1.

Hasil penelitian memperlihatkan kualitas air minum pada depot I dan III (6 kali penyaringan), kemudian depot VI (12 kali penyaringan), selanjutnya depot IX dan XI (14 kali penyaringan) memenuhi standar yang telah ditentukan oleh Menteri Kesehatan (MenKes) RI No. 492/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Depot II dan IV (6 kali penyaringan), depot V, VII dan VIII (12 kali penyaringan), kemudian depot X dan XII (14 kali penyaringan) tidak memenuhi standar sebagai air minum yang ditetapkan oleh Menkes RI. No. 492/PER/IV/2010.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Uji Bakteriologis Air Minum Isi Ulang pada Beberapa Depot di Kota Padang”**. Penulisan Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penyelesaian Skripsi ini, antara lain:

1. Ibu Dr. Linda Advinda, M.Kes sebagai Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama kuliah kepada penulis.
2. Ibu Irdawati, S.Si. M.Si sebagai pembimbing I dan Ibu Dr. Linda Advinda, M.Kes sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan arahan selama penelitian dan penulisan Skripsi ini.
3. Ibu Dra. Des M, M.S, Bapak Drs. Mades Fifendy, M.Biomed dan Bapak Dr. Azwir Anhar, M.Si sebagai dosen penguji yang telah memberikan kritikan dan saran selama penelitian dan penulisan Skripsi ini.
4. Ketua Jurusan, Sekretaris Jurusan, Ketua Program Studi Biologi dan seluruh Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang.
5. Staf Tata Usaha dan laboran Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang.

6. Semua keluarga dan rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan bantuan, semangat dan dorongan demi kesempurnaan Skripsi ini.

Mudah-mudahan semua bantuan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Amin.

Padang, April 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah .....	5
D. Pertanyaan Penelitian .....	6
F. Tujuan Penelitian .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Air Minum.....	7
B. Air Minum Depot Isi Ulang .....	12
C. Bakteri Koliform dan <i>Escherichia coli</i> .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Jenis Penelitian.....	23
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	23
C. Populasi dan Sampel Penelitian .....	23
D. Alat dan Bahan .....	24
E. Prosedur Kerja .....	24
1. Persiapan Penelitian .....	24
2. Pelaksanaan Penelitian .....	27
3. Pengamatan .....	28
F. Teknik Analisis Data.....	28
G. Alur Penelitian.....	29

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil .....	30
B. Pembahasan .....	31

**BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	38
B. Saran .....	38

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skema proses pengolahan air minum depot isi ulang .....	15
Gambar 2. Bentuk morfologi <i>Escherichia coli</i> .....	20
Gambar 3. Tahap penelitian .....	29

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel Analisis Bakteriologis 12 Sampel Air Minum Depot Isi Ulang di Kota Padang .....	43
2. Tabel MPN Kombinasi 5 Tabung dari 10 ml, 1 Tabung dari 1 ml dan 1 Tabung dari 0,1 ml dengan Limit Ketepatan 95% .....	44
3. Lokasi Pengambilan Sampel Air Minum Depot Isi Ulang di Kota Padang Berdasarkan Jumlah Penyaringan .....	45
4. Dokumentasi Penelitian .....	46

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Air dan kesehatan merupakan dua hal yang saling berhubungan. Kualitas air yang dikonsumsi masyarakat dapat menentukan derajat kesehatan masyarakat tersebut. Menurut Suriawiria (1996) air bersih yang ideal seharusnya bersih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Air bersih seharusnya tidak mengandung kuman patogen dan segala mikroorganisme yang membahayakan manusia, tidak mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi metabolisme tubuh. Air seharusnya tidak korosif, tidak menimbulkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Tujuan ini dibuat untuk mencegah terjadinya gangguan-gangguan terhadap kesehatan serta meluasnya penyakit bawaan air (*water born diseases*).

Air yang masuk ke tubuh manusia seharusnya tidak menyebabkan pembawa bibit penyakit, maka dari itu pengolahan air baik yang berasal dari sumber, jaringan transmisi atau distribusi mutlak diperlukan untuk mencegah terjadinya kontak antara air dengan kotoran sebagai sumber penyakit (Sutrisno, 2006). Hasil perhitungan organisasi kesehatan dunia atau *World Health Organization* (WHO), 1,7 juta orang meninggal per tahun akibat terkontaminasinya persediaan air. Sebagian besar mengalami penyakit diare, dan 90% diantaranya adalah balita yang tinggal di negara-negara berkembang dengan fasilitas sanitasi air yang sangat minimum (Cappucino dan Natalie, 2005)

Koliform merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk susu. Adanya bakteri koliform pada makanan dan minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Pelczar dan Chan, 2005). Berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan (MenKes) RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum cemaran koliform dalam air minum harus nol per 100 mL. Koliform sebagai kelompok bakteri dicirikan berbentuk batang gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35<sup>0</sup>C (Pelczar dan Chan, 2005).

Bakteri golongan coli (*coli group*) juga digunakan sebagai indikator untuk mengetahui adanya pengotoran air dari buangan rumah tangga atau sumber lainnya. Reaksi dan sifat pembedahan dari golongan coli telah dipelajari secara luas. Hasil penelitian memperlihatkan kepadatan golongan coli sebagai kriteria derajat kontaminasi yang ditunjukkan oleh hasil pemeriksaan bakteriologis (Pelczar dan Chan, 2001). Menurut Departemen Kesehatan (DepKes) RI. (1991) adanya *Escherichia coli* dalam air minum menunjukkan bahwa air minum tersebut telah terkontaminasi feses manusia dan mungkin dapat mengandung patogen usus. Oleh karena itu, standar air minum mensyaratkan *E. coli* harus nol dalam 100 mL. Hal ini juga sesuai dengan keputusan Menteri Kesehatan (MenKes) RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

Kecenderungan penggunaan air isi ulang oleh masyarakat di perkotaan semakin meningkat. Buruknya kondisi lingkungan membuat mereka khawatir untuk mengkonsumsi air tanah, bahkan air ledeng yang disediakan pemerintah. Namun sayangnya tidak semua Air Minum Depot Isi Ulang (AMDIU) dikelola dengan baik sesuai persyaratan Menteri Kesehatan (MenKes) RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Menurut Suprihatin (2003) proses pengolahan sumber air minum yang digunakan oleh depot air minum isi ulang meliputi tiga proses yaitu filtrasi, penyinaran dengan ultraviolet dan ozonisasi.

Menurut Sulistyandari (2009), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air minum yang dihasilkan oleh depot air minum isi ulang yaitu 1) lokasi harus bebas dari faktor pencemar, 2) kondisi bangunan harus memenuhi persyaratan yaitu fisik bangunan harus kuat, aman dan mudah dibersihkan, 3) fasilitas sanitasi harus tersedia, 4) sarana pengelolaan harus menggunakan peralatan yang disahkan oleh Departemen Kesehatan (DepKes) yang terdiri atas alat filterisasi, pipa dan kran pengisian air baku, 5) air baku yang digunakan harus sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan (MenKes) RI. No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

Menurut Keputusan Menteri perindustrian dan perdagangan (Kep Menperindag) No. 705/MPP/Kep/11/2004 tentang persyaratan teknis Depot Air Minum (DAM) terdapat 3 jenis alat penyaringan yang digunakan depot air minum isi ulang yaitu saringan pasir (*sand filter*), saringan karbon (*carbon filter*) dan saringan sedimen (*sedimen filter*). Alat penyaringan (filterisasi) merupakan salah satu syarat untuk menentukan kualitas air, semakin banyak jumlah penyaringan

yang dipakai oleh depot air minum isi ulang maka semakin berkualitas air minum yang dihasilkan. Jumlah minimal filter sedimen yang harus digunakan oleh depot air isi ulang adalah 6 buah dan 2 buah masing-masing untuk saringan pasir dan saringan karbon (Anonim, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian Sitorus (2009) masih terdapat cemaran bakteri golongan coli pada air minum depot isi ulang dengan proses pengolahan ultraviolet dan ozonisasi. Selanjutnya penelitian Jumiati (2010) mengenai kondisi bakteriologis sumber air minum depot isi ulang di kota Padang, dari 5 sampel terdapat 4 sumber air yang tidak memenuhi persyaratan secara bakteriologis sebagai air minum. Dari ke 4 sampel tersebut ditemukan bakteri koliform dengan indeks MPN > 2 sel/100 mL.

Kebutuhan air minum bagi masyarakat kota Padang, sebagian besar bersumber dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Kebutuhan akan air tersebut semakin meningkat, sedangkan PDAM secara kuantitas mengalami penurunan pelayanan terhadap masyarakat. Oleh sebab itu, masyarakat cenderung mengalihkan penggunaan air minum yang bersumber dari usaha atau industri Air Minum Depot Isi Ulang (AMDIU) karena air tersebut dapat dikonsumsi langsung tanpa pengolahan atau tanpa dimasak, selain itu air yang bersumber dari AMDIU secara ekonomi dapat dipenuhi oleh masyarakat yang berekonomi menengah ke bawah karena harganya relatif murah (Dinas Perindustrian dan Perdagangan Padang, 2011).

Berdasarkan data dari Dinas Perindustrian dan Perdagangan (Disperindag), pada tahun 2011 terdapat 604 depot air minum isi ulang yang tersebar di kota

Padang, dari data tersebut didapatkan sebanyak 347 depot tidak melakukan pemeriksaan labor untuk menguji kelayakan air minum yang seharusnya dilakukan 3 bulan sekali. Kemudian Hayati (2011), melaporkan dari 20 sampel air minum depot isi ulang di kota Padang yang diperiksa oleh tim Disperindag, ternyata 10 di antaranya bermasalah saat pemeriksaan labor.

Memperhatikan beberapa masalah dan kenyataan yang telah diuraikan di atas, penulis telah melakukan penelitian yang berjudul: **“Uji Bakteriologis Air Minum Isi Ulang pada Beberapa Depot di Kota Padang”**.

### **B. Batasan Masalah**

Air Minum Depot Isi Ulang (AMDIU) merupakan usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum. Dalam proses pengolahan tersebut diperlukan beberapa faktor untuk menentukan kualitas air minum di antaranya yaitu lokasi, kondisi bangunan, alat pengolahan termasuk jumlah penyaringan, jenis desinfeksi dan sumber air baku yang digunakan. Pada penelitian ini sampel air minum yang digunakan dibatasi pada depot dengan jumlah penyaringan yang berbeda yaitu, depot dengan 6, 12 dan 14 kali penyaringan.

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang seperti yang telah diungkapkan di atas dan semakin banyaknya depot pengisian air minum isi ulang di kota Padang, maka dapat dirumuskan masalah yaitu, bagaimanakah kualitas air minum yang dihasilkan dari depot air minum isi ulang di Kota Padang di lihat dari aspek bakteriologisnya.

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Bagaimanakah kualitas air minum depot isi ulang di kota Padang dilihat dari aspek bakteriologisnya?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air minum pada depot air minum isi ulang di kota Padang berdasarkan perbedaan jumlah penyaringan yang dilihat dari aspek bakteriologisnya.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti maupun pembaca diharapkan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang mikrobiologi.
2. Dapat dijadikan sebagai informasi bagi masyarakat untuk mengetahui kualitas air minum isi ulang yang tersebar di kota Padang dilihat dari aspek bakteriologisnya
3. Bagi pemerintah kota Padang bersama instansi terkait dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam menetapkan kebijakan tentang industri air minum isi ulang di kota Padang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air Minum**

Air merupakan komponen penting dari tubuh kita. Semua reaksi kimiawi dalam sel dan jaringan terjadi di dalam medium air. Sekitar 70% dari *lean body mass* terdiri atas air (Sediaoetama, 1996). Selanjutnya menurut Thomas (1992) air adalah senyawa kimia yang sangat reaktif. Daya larut, aktivitas permukaan, ikatan hidrogen, ikatan hidrofob, pengionan dan berbagai efek konfirmasi makromolekul (misalnya pada reseptor obat) semuanya melibatkan air.

Air minum yang layak dikonsumsi masyarakat harus memenuhi persyaratan-persyaratan kesehatan baik secara mikrobiologis, fisika dan kimia. Secara bakteriologis khususnya, air minum harus memiliki syarat yang terbebas dari segala bakteri terutama bakteri patogen. Sedangkan standar air minum menurut *Public Health Association* di Amerika Serikat karakteristik bakteriologi *Most Probable Number* (MPN) bakteri Koliform harus nol per 100 mL air minum (Gabriel, 1999). Semetara itu, menurut Kepmenkes RI. No. 492/Menkes/Per/IV/2010 syarat *E coli* dalam air minum juga harus nol dalam 100 mL air minum.

Secara fisika, persyaratan air yang sehat untuk diminum adalah harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Selain itu persyaratan air yang sehat juga harus memenuhi syarat secara kimia, yaitu harus mengandung zat-zat tertentu dalam jumlah yang tertentu pula. Kekurangan atau kelebihan salah

satu zat kimia di dalam air akan menyebabkan gangguan fisiologis pada manusia (Gabriel, 1999).

Bahan-bahan atau zat kimia yang terdapat di dalam air minum antara lain:

Tabel 1. Bahan atau zat kimia yang terdapat dalam air minum

<b>Jenis Bahan</b>	<b>Kadar yang Dibenarkan (mg/L)</b>
Flour (F)	1,5
Chlor (Cl)	250
Arsen (As)	0,01
Tembaga (Cu)	1,0
Besi (Fe)	0,3
Zat Organik	10
pH (Keasaman)	6,5 – 8,5
CO <sub>2</sub>	0

Sumber: Sutrisno, 2006

Apabila air minum mengandung zat-zat organik maka dapat dipastikan bahwa air tersebut mengandung mikroba. Jenis dan jumlah mikroba tergantung dengan lingkungannya. Air yang tercemar oleh kotoran hewan atau manusia dimungkinkan juga tercemar oleh bakteri-bakteri patogen yang berasal dari saluran pencernaan seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Vibrio cholerae* (Fardiaz, 1993)

Dalam sistem kehidupan, air mempunyai berbagai macam fungsi yaitu: 1) air sebagai pelarut yang baik dalam melarutkan nutrisi makanan yang ada dalam tubuh. Nutrisi ini merupakan sumber energi dan bahan pembentuk sel. Bagi bakteri nutrisi dibutuhkan untuk kelancaran proses metabolismenya. 2) air sebagai pengatur pH. Pertumbuhan bakteri dalam tubuh manusia dipengaruhi oleh pH. Sebagian bakteri tumbuh pada pH yang mendekati netral ( 6,5 – 7,5). Pada pH di bawah 5,0 dan di atas 8,0 bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik. 3) air sebagai pengatur suhu. Suhu merupakan faktor fisika yang sangat penting

pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan kegiatan mikroba. Suhu dapat mempengaruhi fase lag, kecepatan pertumbuhan, konsentrasi sel, kebutuhan nutrisi, kegiatan enzimatik dan komposisi sel (Nurwantoro, 1997)

Sejalan dengan kemajuan dan peningkatan taraf kehidupan, tidak dapat dihindari adanya peningkatan jumlah kebutuhan air, khususnya untuk keperluan rumah tangga, sehingga berbagai cara dan usaha telah banyak dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air, antara lain dengan :

- a. Mencari sumber-sumber air baru (air tanah, air danau, air sungai dan sebagainya)
- b. Mengolah dan menawarkan air laut
- c. Mengolah dan memurnikan kembali air kotor yang berada di sungai, danau dan sumber lain yang umumnya telah tercemar baik secara fisik, kimia maupun mikrobiologisnya (Kusnadi, dkk. 2003).

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat langsung diminum, sesuai dengan keputusan menteri kesehatan (Kepmenkes) RI. No.492/MenKes/Per/2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Menurut Hamidin (2010) air merupakan salah satu zat yang mempunyai manfaat terutama bagi kehidupan manusia. Kebutuhan tubuh akan air tidak hanya bermanfaat sebagai penghilang dahaga, air juga menjaga metabolisme tubuh, oleh sebab itu setiap individu dianjurkan untuk mengkonsumsi sebanyak 8 gelas atau sekurang-kurangnya 2,5 liter air setiap hari.

Penyediaan air bersih selain kuantitas, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Untuk itu perusahaan air selalu memeriksa kualitas airnya sebelum didistribusikan pada pelanggan. Karena air baku belum tentu memenuhi standar, maka perlu dilakukan pengolahan agar memenuhi standar air minum. (Suriawiria, 1996)

Syarat-syarat air bagi keperluan rumah tangga, menurut badan kesehatan dunia atau *World Health Organisation* (WHO), maupun menurut asosiasi kesehatan masyarakat Amerika atau *American Public Health Association* (APHA), haruslah memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

- a. Persyaratan fisis, yaitu jernih, tidak bewarna, tidak berbau, tidak berasa(hambar) atau sejuk.
- b. Persyaratan khemis, yaitu pada umumnya tidak mengandung zat-zat kimia yang dapat merugikan kesehatan orang yang meminumnya, atau merusak pipa-pipa dan alat pengolahan serta alat distribusi air minum.
- c. Persyaratan mikrobiologis atau bakteriologis, yaitu: tidak mengandung kelompok mikroorganisme patogen (*Salmonella*, *Shigella*, dan lain-lain) dan kelompok mikroorganisme pencemar (golongan coli) (Arief, 1994)

Peningkatan kualitas air minum dengan jalan mengadakan pengelolaan terhadap air yang diperlukan sebagai air minum dengan mutlak diperlukan terutama apabila air tersebut berasal dari air permukaan. Pengolahan yang dimaksud bisa dimulai dari yang sangat sederhana sampai pada pengolahan yang lengkap, sesuai dengan tingkat kekotoran dari sumber air tersebut. Semakin kotor

semakin berat pengolahan yang dibutuhkan, dan semakin banyak ragam zat pencemar akan semakin banyak pula teknik yang diperlukan dalam mengolah air, agar bisa dimanfaatkan sebagai air minum (Sutrisno, 2006).

Proses sanitasi air dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

- a. Sanitasi air yang paling sederhana dengan memanaskan air hingga titik didih.
- b. Dengan klorisasi atau pencampuran kaporit ke dalam air. Konsentrasi sekitar 2 ppm cukup untuk membunuh bakteri. Penggunaan kaporit akan menimbulkan bau pada air dan untuk menghilangkannya diperlukan proses penyaringan dengan media karbon aktif.
- c. Penggunaan senyawa perak.

Alternatif ini jarang digunakan. Biasanya yang digunakan adalah perak nitrat, dengan mencampurkannya ke dalam air. Penggunaan ini biasanya untuk keadaan terpaksa, misalnya tentara pada waktu perang atau petugas survei yang harus bekerja di tempat yang jauh dan tak ada air bersih

- d. Dengan ultraviolet

Air dialirkan melalui tabung dengan lampu ultraviolet berintensitas tinggi, sehingga bakteri terbunuh oleh radiasi sinar ultraviolet. Yang harus diperhatikan adalah intensitas lampu ultraviolet yang dipakai harus cukup. Untuk sanitasi air yang efektif diperlukan intensitas sebesar  $30.000 \text{ MW sec/cm}^2$ . Radiasi 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 1 tahun.

e. Ozonisasi

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 pada kemasan. Ozon merupakan alat sterilisasi yang efektif dan sangat aman untuk dijadikan sebagai bahan sanitasi air (Widiyanti dan Ristianti, 2006).

## **B. Air Minum Depot Isi ulang**

Air minum depot isi ulang adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada konsumen (Disperindag, 2011). Selanjutnya menurut Suprihatin (2003) Air Minum Depot Isi Ulang (AMDIU) merupakan air yang telah diolah secara fisis oleh depot air minum sebelum air tersebut didistribusikan ke konsumen. Pengolahan sumber air minum yang digunakan oleh depot air minum isi ulang melalui tiga proses yaitu filtrasi, penyinaran dengan ultraviolet dan ozonisasi. Proses pengolahan air pada prinsipnya harus mampu menghilangkan semua jenis polutan, baik fisik maupun mikrobiologis.

Urutan proses produksi air minum di depot air minum adalah sebagai berikut:

a. Penampungan air baku

Air baku yang diambil dari sumbernya diangkut dengan menggunakan tangki air dan selanjutnya ditampung dalam bak tendon. Bak tendon dibuat dari bahan tara pangan (*food grade*) dan bebas dari bahan-bahan yang dapat mencemari air.

b. Penyaringan bertahap

Tahapan penyaringan antara lain terdiri dari:

1. Saringan berasal dari pasir (*sand filter*)
2. Saringan karbon aktif (*carbon filter*)
3. Saringan halus atau mikrofilter (*sedimen filter*)

c. Disinfeksi

Disinfeksi dimaksudkan untuk membunuh kuman patogen. Proses disinfeksi dengan menggunakan ozon ( $O_3$ ) berlangsung dalam tangki pencampur ozon minimal 0.1 ppm dan residu ozon sesaat setelah pengisian berkisar antara 0.06 – 0,1 ppm. Tindakan disinfeksi selain menggunakan ozon, dapat dilakukan dengan cara penyinaran ultraviolet dengan panjang gelombang 254 mm atau kekuatan 2.537 derajat amstrong. Proses disinfeksi sinar UV yaitu dengan melewati air ke dalam tabung atau pipa yang disinari dengan lampu UV.

d. Pengisian

Pengisian ke tempat air (wadah) dilakukan dengan menggunakan alat serta dilakukan dalam tempat pengisian yang *hygienis*.

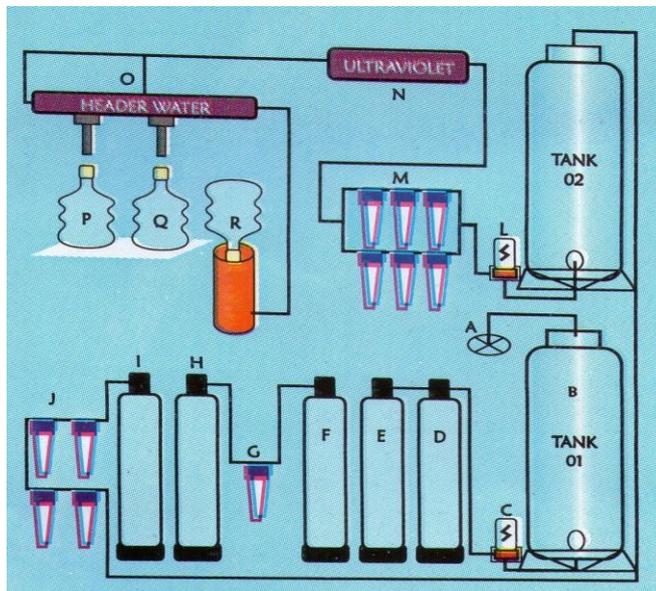
e. Penutupan

Penutupan tempat air (wadah) dapat dilakukan dengan tutup yang dibawa konsumen dan dibawa konsumen atau yang disediakan oleh depot air minum (Sulistiyandari, 2009).

Disinfeksi air minum dapat dilakukan dengan filtrasi membran. Klorisasi tidak digunakan dalam proses pengolahan air minum. Karena sisa klor dalam air dapat menimbulkan bau yang mengganggu pada saat konsumsi. Penyaringan (filtrasi) dapat dibedakan menjadi dua yaitu: 1) filtrasi dengan pasir dan 2) filtrasi membran. Filtrasi pasir untuk memisahkan partikel berukuran lebih besar ( $>3$  mikrometer). Ultrafiltrasi dapat memisahkan mikromolekul dan ion-ion bervalensi dua. Adapun ion-ion dapat dipisahkan dengan membran "*reverses osmosis*". Dengan demikian, penggunaan mikrofiltrasi dapat memisahkan bakteri dan penggunaan ultrafiltrasi dapat memisahkan bakteri dan virus (Fujiro, 2009).

Filter membran yang layak memiliki ukuran pori  $14 - 0,023 \mu\text{m}$ . Filter berukuran  $0,22 \mu\text{m}$ , secara luas digunakan untuk sterilisasi karena ukuran pori tersebut lebih kecil daripada bakteri. Filter membran berperan penting sebagai penyaring dua dimensi, menahan semua partikel yang ukuran pori. Pada penyaringan cairan, sejumlah besar partikel apapun yang lebih kecil dari ukuran pori, ditahan oleh tekanan van der Waals, dengan terperangkap secara acak pada pori. Sifat penting filter membran adalah semua partikel yang lebih besar dari

ukuran pori secara positif ditahan pada permukaan filter. Mikroorganisme ditahan pada lapisan filter bukan hanya disebabkan oleh ukuran pori filter, tetapi juga disebabkan oleh kombinasi ukuran pori, sifat jaringan bahan berserat atau partikel penyusun lapisan saringan, dan muatan listrik bahan-bahan tersebut (Kusnadi, dkk. 2003).



Gambar 1. Skema proses pengolahan air minum depot isi ulang  
 Sumber: Dinas Perindustrian dan Perdagangan Padang (Disperindag), 2011

Air normal mempunyai pH berkisar antara 6,5 – 9,2. Apabila pH kurang dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2 akan mengakibatkan pipa air yang terbuat dari logam mengalami korosif sehingga pada akhirnya air tersebut akan menjadi racun bagi tubuh manusia. Apabila pH berkisar antara 6,0 – 8,0 merupakan keadaan yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroba (Gabriel, 2001).

Faktor-faktor yang menentukan kualitas air minum yang dihasilkan oleh depot air minum isi ulang adalah:

### 1. Lokasi

Bangunan yang digunakan untuk depot air minum isi ulang harus berada di lokasi yang bebas dari pencemaran, yaitu jauh dari daerah pencemaran seperti daerah tergenang air dan rawa, tempat pembuangan kotoran dan sampah, penumpukan barang bekas atau bahan berbahaya dan beracun (B3) dan daerah lain yang diduga dapat menimbulkan pencemaran terhadap air minum, perusahaan lain yang menimbulkan pencemaran seperti bengkel cat, las, kapur, asbes dan sejenisnya dan tempat pembuangan kotoran (tinja) umum, terminal bus, atau daerah padat pencemaran lainnya.

### 2. Bangunan

Konstruksi dari bangunan sendiri harus memenuhi persyaratan. Fisik bangunan harus kuat, aman dan mudah dibersihkan serta mudah pemeliharanya.

### 3. Fasilitas Sanitasi

Sanitasi adalah usaha yang dilakukan untuk mengendalikan faktor – faktor air minum, penjamah, tempat dan perlengkapannya yang dapat menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan lainnya. Untuk itu membutuhkan fasilitas sanitasi untuk mewujudkan *hygiene* sanitasi. Depot sedikitnya harus menyediakan fasilitas sanitasi seperti ; tempat cuci tangan yang dilengkapi dengan sabun pembersih dan saluran limbah, menyediakan satu unit dispenser dan air minum contoh pengunjung.

#### 4. Sarana Pengolahan Air Minum

Alat dan perlengkapan yang dipergunakan untuk pengolahan air minum harus menggunakan peralatan yang disahkan pemakaiannya oleh Departemen Kesehatan. Alat dan perlengkapan yang dimaksud meliputi:

Kran pengisian air baku, pipa pengisian air baku, tandon air baku, pompa penghisap dan penyedot, filter, mikro filter, kran pengisian air minum curah, kran pencucian botol, tangki pembawa air, kran penghubung (*hose*) dan peralatan sterilisasi.

#### 5. Air baku

Air baku adalah air bersih yang sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492/MenKes/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Jika menggunakan air baku lain harus dilakukan uji mutu sesuai dengan kemampuan proses pengolahan yang dapat menghasilkan air minum. Untuk menjamin kualitas air baku wajib dilakukan pengambilan sampel secara periodik (Sulistiyandari, 2009)

### **C. Bakteri Koliform dan *Escherichia coli***

Kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia dan radioaktif yang sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan (MenKes) RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Bakteri koliform merupakan suatu kelompok bakteri yang telah dijadikan sebagai parameter mikrobiologis dan dijadikan sebagai indikator untuk menentukan kualitas air

khususnya air yang dikonsumsi menjadi air minum (Akbar, 2006). Dijadikannya koliform sebagai indikator penentu kualitas air karena bakteri ini merupakan flora normal pada saluran pencernaan manusia dan hewan (Good dan Board, 1980 dalam Putri, 2009). Menurut keputusan Menteri Kesehatan (MenKes) RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas air dari segi mikrobiologis adalah bakteri golongan Koliform, *E. coli* dan jumlah kuman.

Sesuai dengan penelitian Putri (2009) terhadap pemeriksaan kualitas air minum isi ulang secara bakteriologis pada beberapa depot di kecamatan Kuranji Padang, dari 6 sampel yang diteliti terdapat satu sampel air isi ulang ditemukan bakteri koliform dengan indeks MPN > 2. Selanjutnya berdasarkan hasil penelitian laboratorium dan manajemen lingkungan IPB, 16% dari 120 sampel air minum isi ulang yang diambil dari 10 kota besar terkontaminasi bakteri koliform. Dari 16% sampel tersebut tidak memenuhi satu parameter Standar Nasional Indonesia (SNI) sehingga tidak memenuhi persyaratan kesehatan (Suprihatin, 2003)

Pencemaran air dapat diartikan atau didefinisikan dengan berbagai cara, tetapi pada dasarnya berpangkal tolak pada konsentrasi pencemar tertentu di dalam air pada waktu yang cukup lama untuk dapat menimbulkan pengaruh tertentu. Jika pengaruh tersebut berhubungan dengan kesehatan manusia, misalnya menyebabkan timbulnya bakteri patogen maka istilah yang digunakan adalah kontaminasi. Apabila pengaruh yang timbul adalah kualitas air yang tersedia memenuhi syarat untuk digunakan menjadi terbatas biasanya digunakan dalam

pengertian keadaan pencemaran air (Suratmo, 2004). Selanjutnya menurut Achmad (2004) definisi pencemaran air menurut menteri negara kependudukan dan lingkungan hidup tentang penetapan baku mutu lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau karena proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau sudah tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

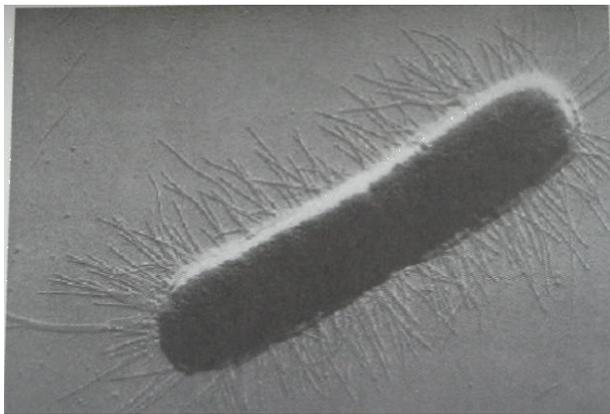
Koliform sering digunakan sebagai bakteri indikator kualitas kebersihan makanan dan air. Koliform memiliki bentuk batang gram negatif. Beberapa jenis enteron dapat memfermentasi laktosa menjadi asam dan gas ketika diinkubasi pada suhu 35-37<sup>0</sup>C. Berdasarkan asalnya koliform dapat dibagi atas dua yaitu koliform fekal dan koliform nonfekal. Genus koliform meliputi *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Serratia* dan *Escherichia* (Pelczar dan Chan, 2005). Menurut Borrows (1959), bakteri koliform sebenarnya bersifat non patogenik, tetapi bakteri ini dapat menjadi patogenik jika mereka berada dalam jumlah yang banyak dan saling bereaksi sehingga dapat mempengaruhi jaringan atau organ seperti gangguan pembuluh darah dan saluran pencernaan.

*Escherichia coli* adalah nama bakteri dari famili Enterobacteriaceae, yang mula-mula diisolasi oleh Escherich (1885) dari feses bayi, sejak diketahui bahwa jasad tersebut tersebar pada semua individu, maka analisis bakteriologis air minum ditujukan pada kehadiran bakteri tersebut. Bakteri golongan coli mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Semua bakteri berbentuk batang yang aerob dan fakultatif aerob

- b. Tidak membentuk spora
- c. Bersifat gram negatif, berbentuk basil
- d. Dapat memfermentasi laktosa dan menghasilkan asam
- e. Membentuk gas dalam waktu 24 – 48 jam pada suhu 35 °C.

Bakteri sub golongan koliform tinja mempunyai kemampuan yang sama, hanya saja ia lebih toleran terhadap suhu yang lebih tinggi yaitu 44 - 44,5°C (Suriawiria, 1996)



gambar 2. Bentuk morfologi *Escherichia coli*  
sumber: Moat, *et al.* (2002)

#### Klasifikasi *E. coli*

Kingdom	: Procaryota
Divisio	: Scotobacteria
Classis	: Bacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Familia	: Enterobacteriaceae
Genus	: Escherichia
Species	: <i>Escherichia coli</i> (Buchanan dan Gibbons, 1974)

*Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif, bergerak dengan flagel peritrik, mudah tumbuh pada media yang sederhana, dapat menghidrolisis laktosa, berukuran 0,4 – 0,7 µm, bersifat anaerob fakultatif, biasanya tidak berkapsul, dan tidak berspora (Pelczar dan Chan, 2005).

Beberapa jenis *E.coli* dapat bersifat patogen dan dapat menyebabkan penyakit pada pencernaan yaitu seroptipe-seroptipe yang masuk dalam golongan *E.coli enteropathogenic*, *E. coli enterotoxigenic*, *E.coli enteroinvasive* dan *E.coli enterohemorrhagic*. *E. coli enteropathogenic* dapat menyebabkan penyakit diare dengan gejala feses berlendir, demam panas dan menyebabkan dehidrasi. *E.coli enteropathogenic* ini telah berkembang dan merupakan masalah penting yang menyerang bayi di daerah Amerika Utara dan Eropa (Maier *et al.* 2000 dalam Putri, 2009). *E. coli* merupakan 25% penyebab penyakit diare di negara berkembang, dapat menyebabkan diare mulai dari dehidrasi ringan sampai dehidrasi berat (Depkes, 1991).

*Escherichia coli* dihubungkan dengan tipe penyakit usus (diare) pada manusia: *enteropathogenic E. coli* menyebabkan diare, terutama pada bayi dan anak-anak di negara berkembang dengan mekanisme yang belum diketahui. *Enterotoxigenic E. coli* menyebabkan *Secretory Diare*a seperti pada kolera. Strain kuman ini mengeluarkan toksin berupa Labil Toksin (LT) dan Stabil Toksin (ST). Faktor-faktor permukaan untuk perlekatan sel kuman pada mukosa usus penting dalam patogenesis diare, karena sel kuman harus melekat dulu pada sel epitel mukosa usus sebelum kuman mengeluarkan toksin (Syahrurachman, 1994).

Menurut Sutrisno (2006), 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 lainnya. Ditemukannya bakteri coli bukan berarti adanya patogen di dalam air, tetapi hanya kemungkinan ada organisme patogen di dalam air.

Perhitungan kelompok bakteri coli mempergunakan Jumlah Perkiraan Terdekat (JPT) atau *Most Probable Number* (MPN), dengan jumlah 3-3-3 atau 5-5-5 tanpa memperhatikan apakah jenis-jenis di dalam kelompok tersebut termasuk Coli fekal atau *Fecal Coliform Bacterial* (FCB) ataupun non-FCB. Perbedaan dua kelompok tersebut dilakukan berdasarkan temperatur inkubasi, yaitu untuk FCB ( $42^{\circ}\text{C}$ ) dan untuk non-FCB ( $37^{\circ}\text{C}$ ) (Suriawiria, 1996). Menurut Departemen Kesehatan (DepKes) RI (1991) terdapat dua ragam cara pemeriksaan bakteriologis air yaitu: ragam (1) untuk spesimen yang sudah diolah atau angka kumannya diperkirakan rendah, digunakan ragam 5-1-1 dan ragam (2) untuk spesimen yang belum diolah atau angka kumannya diperkirakan tinggi (misalnya air sumur, air sungai, air mata air dan sebagainya), digunakan ragam 5-5-5.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Kualitas air minum pada depot I dan III (6 kali penyaringan), kemudian depot VI (12 kali penyaringan), selanjutnya depot IX dan XI (14 kali penyaringan) memenuhi standar yang telah ditentukan oleh Menteri Kesehatan (MenKes) RI No. 492/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Depot II dan IV (6 kali penyaringan), depot V, VII dan VIII (12 kali penyaringan), kemudian depot X dan XII (14 kali penyaringan) tidak memenuhi standar sebagai air minum yang ditetapkan oleh Menkes RI. No. 492/PER/IV/2010.

#### **B. Saran**

Penelitian berikutnya disarankan mengamati kualitas air minum depot isi ulang yang berasal dari ukuran pori penyaringan yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Penerbit ANDI: Jakarta.
- Ahira, A. 2011. *Mengenal Bakteri Escherichia coli*. <http://www.bakteri-escherichia-coli.com>. Diakses tanggal 5 Maret 2012.
- Akbar, M.A. 2006. *Sterilisasi Air Minum Dengan Sinar Ultraviolet*. <http://www.fi.lib.ac.id>. Diakses tanggal 07 Januari 2012.
- Alamsyah, S. 2006. *Alat Penjernih Air Untuk Rumah Tangga*. PT. Kawan Pustaka: Jakarta.
- Anonim. 2012. *Depot Air Minum Isi Ulang*. <http://www.air-minum-isi-ulang.com>. Diakses tanggal 5 Maret 2012.
- Arief, A. 1994. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. MRC FPTK IKIP: Padang.
- Borrows, W. 1959. *Mikrobiology*, W.B. Sanders Company, Philadelphia and London.
- Buchanan, R.E dan N.E. Gibbons. 1974. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Waverly press. Inc. Baltimore Md. United State of America.
- Buckle, R.A., Edwards, G.H., dan Wooton, F.M. 1987. *Ilmu Pangan*. Penerbit UI Press: Jakarta
- Cappucino, J.G dan Natalie, S. 2005. *Microbiology a Laboratory Manual*. Ed.7. Pearson Benjamin Cummings. United State America.
- Departemen Kesehatan RI. 1991. *Petunjuk Pemeriksaan Bakteriologi Air*. DepKes.Pusat Laboratorium Kesehatan: Jakarta.
- Dinas Perindustrian dan Perdagangan Padang. 2011. *Distribusi Depot Air Minum Isi Ulang*: Padang.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. PT Gramedia Utama: Jakarta.
- Fujiro, S. 2009. *Sistem Pengolahan kualitas Produk Air Minum*. <http://www.fujiro.com.kualitasproduksiair>. 07 Januari 2012.
- Gabriel, J.F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Hipokrates: Jakarta.
- Good, F dan Board R.G. 1980. *Mikrobiological Clasification and Identification*. Academic Press. New York. Toronto. Sydney Sanfransisco.