



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.

**KUALITAS AIR MINUM YANG DIPRODUKSI DEPOT AIR MINUM
ISI ULANG DI KECAMATAN BUNGUS PADANG BERDASARKAN
PERSYARATAN MIKROBIOLOGI**

SKRIPSI



RIDO WANDRIVEL
0910312024

**FAKULTAS KEDOTERAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2012**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kualitas Air Minum yang Diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Bungus Padang Berdasarkan Persyaratan Mikrobiologi”. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana kedokteran pada program studi pendidikan dokter Universitas Andalas.

Keberhasilan dalam penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, baik secara moril maupun materil.Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. dr. Netty Suharti, M.Kes selaku pembimbing pertama yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan penyusunan Skripsi ini
2. dr. Yuniar Lestari, M.Kes selaku pembimbing dua yang dengan penuh kesabaran membimbing dan mengarahkan dalam peyusunan Skripsi ini.
3. dr. Henny Mulyani, M. Biomed, Sp.PA selaku pembimbing akademik yang selalu mengawasi perkembangan penyusunan skripsi ini.
4. Dr. dr. Masrul, Msc, Sp.GK selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Andalas
5. Prof. Dr. dr. Eryati Darwin, PA (K) selaku Pembantu Dekan I bidang Akademik

6. Kepala Dinas Kesehatan Kota Padang yang telah membantu dan memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengambil data yang penulis perlukan
 7. Bapak Ibu penguji Skripsi yang telah memberikan masukan guna perbaikan skripsi ini
 8. Ibu Nunung Aidawati yang membantu penulis dalam melakukan pemeriksaan di Laboratorium Mikrobiologi
 9. Seluruh dosen program studi pendidikan dokter Universitas Andalas yang telah memberikan bekal ilmu dalam menyusun Skripsi ini
 10. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan dorongan semangat yang luar biasa untuk terus berjuang hingga terselesaikan Skripsi ini
 11. Teman-teman Rabalam dan Hippocampus, serta teman-teman di Fakultas Kedokteran yang selalu memberi semangat dan motivasi
 12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu
- Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan Skripsi ini.

Padang, 1 Juni 2012

Penulis

Abstrak

KUALITAS AIR MINUM YANG DIPRODUKSI DEPOT AIR MINUM ISI ULANG DI KECAMATAN BUNGUS PADANG BERDASARKAN PERSYARATAN MIKROBIOLOGI

Oleh

Rido Wandrivel

Setiap depot air minum wajib melakukan pemeriksaan mutu produk sesuai dengan peraturan yang berlaku, namun tidak satupun dari sembilan depot air minum di Kecamatan Bungus melakukan hal tersebut. Diare adalah salah satu penyakit yang disebabkan oleh air minum yang tidak berkualitas. Morbiditas rate diare di Kecamatan Bungus tertinggi ke-2 di Kota Padang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air minum yang dihasilkan depot air minum di Kecamatan Bungus berdasarkan persyaratan mikrobiologi.

Populasi pada penelitian ini adalah depot air minum isi ulang di Kecamatan Bungus Padang dan sampel pada penelitian ini adalah seluruh populasi yang ada, yaitu sembilan depot air minum. Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap yaitu pengambilan sampel air dengan galon air sekaligus observasi faktor yang mempengaruhi kualitas air dan pemeriksaan mikrobiologis dengan *Most Probable Number Test (MPN)* terhadap sampel yang terdiri dari tiga tes, yaitu tes presuntif, tes konfirmatif, dan tes lengkap.

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium didapatkan lima dari sembilan sampel mengandung bakteri *Coliform* dan tiga dari lima sampel tersebut juga mengandung *E. coli*. Hal ini menunjukkan bahwa 55,5% depot air minum di Kecamatan Bungus menghasilkan air minum yang kualitasnya tidak memenuhi persyaratan mikrobiologi yang telah ditetapkan pemerintah. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi adalah air baku, kondisi depot, kebersihan operator, dan penanganan terhadap wadah pembeli.

Kata kunci: Depot air minum isi ulang, pemeriksaan mikrobiologis

Abstract

DRINKING WATER QUALITY PRODUCED BY DRINKING WATER REFILL DEPOTS IN THE BUNGUS DISTRICT OF PADANG CITY BASED ON MICROBIOLOGICAL REQUIREMENTS

By

Rido Wandrivel

Every depot is obliged to do inspection of product quality prescribed by the regulations, but not one even also from nine drinking water depot in District of Bungus do the mentioned. Diarrhea is one of the disease that cause by bad quality water product. Diarrhea morbidity rate in the Bungus District is second highest in Padang City. This Research aim to to know the drinking water quality produced by drinking water refill depot in the Bungus District based on microbiological requirements.

Population of this research is drinking water refill depots in the Bungus District of Padang city and sample of this research is all of existing population, that is nine drinking water depot. Research executed in 2 phase that is intake of water sample with gallon at the same time do observation of the factor that influencing the quality of water and mikrobiological test with Most Probable Number Test (MPN) to the sampel which consist of three test, that is presumtive test, konfirmative test, and complete test.

Based on the result of laboratory test got five from nine sample contain coliform bacteria and three from five the sampel also contain E. coli. This matter indicate that 55,5% drinking water refill depot in District of Bungus produce drinking water which its quality don't fulfill microbiological requirements which have been specified by government. Some factor able to influence is standard water, condition of depot, hygiene of operator, and handling to place of buyer.

Key words: Drinking water refill depots, mikrobiological test

| Daftar Isi | Halaman |
|---|----------------|
| Daftar Isi..... | i |
| Daftar Lampiran..... | iii |
| Daftar Singkatan..... | iv |
| Daftar Tabel..... | v |
| Daftar Gambar..... | vi |
| | |
| BAB I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.3.1 Tujuan Umum..... | 4 |
| 1.3.2 Tujuan Khusus..... | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| | |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1 Air..... | 6 |
| 2.2 Air dan Penyakit..... | 8 |
| 2.3 Penentuan Kualitas Air Minum di Indonesia..... | 10 |
| 2.4 Pemeriksaan Bakteriologi Air Minum..... | 14 |
| 2.5 Depot Air Minum Isi Ulang..... | 16 |
| 2.5.1 Depot Air Minum di Indonesia..... | 16 |
| 2.5.2 Desain dan Konstruksi Depot..... | 17 |
| 2.5.3 Bahan Baku, mesin, dan Peralatan produksi..... | 18 |
| 2.5.4 Proses Produksi..... | 20 |
| 2.5.5 Produk Air Minum..... | 22 |
| 2.5.6 Pemeliharaan Sarana Produksi dan Program Sanitasi..... | 22 |
| 2.5.7 Karyawan..... | 24 |
| 2.5.8 Penyimpanan Air Baku dan Penjualan..... | 24 |
| 2.6 Faktor-Faktor dan Kondisi yang Mempengaruhi Kualitas Air Minum Isi Ulang secara Mikrobiologi..... | 25 |
| | |
| BAB III. KERANGKA TEORI..... | 28 |
| | |
| BAB IV. METODE PENELITIAN..... | 30 |
| 4.1 Jenis Penelitian..... | 30 |
| 4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian..... | 30 |
| 4.3 Populasi, Sampel, Besar Sampel, dan Kriteria Sampel..... | 30 |
| 4.4 Bahan Penelitian..... | 31 |
| 4.5 Instrumen Penelitian..... | 31 |
| 4.6 Prosedur Pengambilan atau Pengumpulan Data..... | 32 |
| 4.7 Prosedur Penelitian..... | 32 |
| 4.8 Analisa Data..... | 37 |
| | |
| BAB V. HASIL PENELITIAN..... | 39 |
| 5.1 Faktor yang mempengaruhi kualitas air minum isi ulang..... | 39 |
| 5.2 Hasil pemeriksaan sampel air..... | 41 |
| 5.2.1 Tes Presumptif..... | 41 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| 5.2.2 Tes Konfirmatif..... | 42 |
| 5.2.3 Tes Lengkap..... | 43 |
| BAB VI. PEMBAHASAN..... | 44 |
| BAB VII. PENUTUP..... | 50 |
| 7.1 Kesimpulan..... | 50 |
| 7.2 Saran..... | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 52 |
| LAMPIRAN..... | 54 |



Daftar Lampiran

| | Halaman |
|--|----------------|
| Lampiran 1 : Tabel Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Padang per November 2011 | 54 |
| Lampiran 2 : Tabel Jumlah Perkiraan Terdekat | 55 |
| Lampiran 3 : Persyaratan Kualitas Air Minum Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 | 56 |
| Lampiran 4 : <i>Morbidity rate</i> diare di kota Padang tahun 2010 | 57 |



Daftar Singkatan

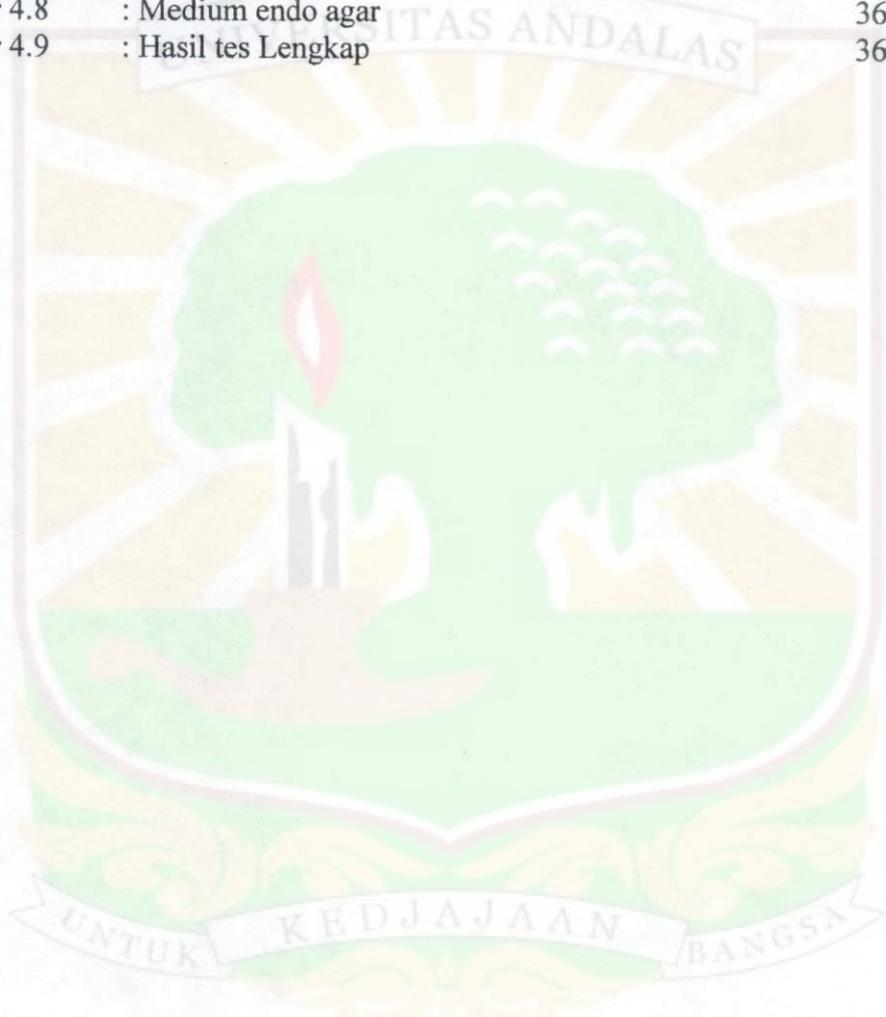
| | |
|----------------|---|
| Permenkes | : Peraturan Menteri Kesehatan |
| Kepmenperindag | : Keputusan Menteri Perindustrian dan perdagangan |
| Riskesdas | : Riset Kesehatan Dasar |
| MPN test | : <i>Most Probable Number Test</i> |
| JPT | : Jumlah Perkiraan Terdekat |
| AMIU | : Air minum isi ulang |
| EMB | : <i>Eosin Metilen Blue</i> |
| BGLB | : <i>Brilliant Green Lactode Broth</i> |
| APHA | : <i>American Public Health Association</i> |



| Daftar Tabel | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 5.1 : Faktor yang mempengaruhi kualitas air minum isi ulang | 39 |
| Tabel 5.2 : Persentase faktor yang mempengaruhi kualitas air minum | 41 |
| Tabel 5.3 : Hasil tes presumbtif | 41 |
| Tabel 5.4 : Hasil tes konfirmatif | 42 |
| Tabel 5.5 : total bakteri <i>Coliform</i> dalam 100 ml sampel air berdasarkan tabel JPT | 43 |
| Tabel 5.6 : Hasil tes lengkap | 43 |



| | Daftar Gambar | | Halaman |
|------------|--|--|----------------|
| Gambar 4.1 | : Alat dan bahan yang disterilisasi | | 33 |
| Gambar 4.2 | : Galon air minum | | 33 |
| Gambar 4.3 | : Botol sampel | | 34 |
| Gambar 4.4 | : <i>Lactose Broth</i> | | 34 |
| Gambar 4.5 | : Hasil positif pada tes presumtif | | 35 |
| Gambar 4.6 | : <i>Brilliant green lactose broth</i> | | 35 |
| Gambar 4.7 | : Hasil positif pada tes konfirmatif | | 35 |
| Gambar 4.8 | : Medium endo agar | | 36 |
| Gambar 4.9 | : Hasil tes Lengkap | | 36 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Tiga per empat bagian tubuh manusia terdiri dari air. Manusia tidak dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum air. Air juga merupakan substrat yang paling parah akibat pencemaran. Penyakit-penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan disebarluaskan melalui air. Penyakit-penyakit tersebut merupakan akibat dari semakin tingginya kadar pencemar yang memasuki air (Chandra, 2005; Suryawiria, 2008).

Pengadaan air bersih untuk keperluan air minum, harus memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan oleh pemerintah. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan secara fisika, mikrobiologi, kimia, dan radioaktif. Parameter wajib penentuan kualitas air minum secara mikrobiologi adalah total bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* (Permenkes, 2010). Penentuan kualitas air secara mikrobiologi dilakukan dengan *Most Probable Number Test*. Jika di dalam 100 ml sampel air didapatkan sel bakteri *Coliform* memungkinkan terjadinya diare dan gangguan pencernaan lain (Suriawiria, 2008).

Sekitar tahun 1999, mulai muncul usaha depot air minum isi ulang. Usaha ini menyebar dengan cepat. Indonesia pada saat itu sedang mengalami krisis, orang kemudian serta-merta mencari alternatif, baik alternatif bagi pengusaha dalam membuat usaha yang dengan cepat dapat mengembalikan modal, ataupun bagi konsumen sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan sehari-hari dengan biaya yang bisa lebih murah. Dengan investasi awal yang relatif murah dan harga jual

produk yang jauh lebih murah dari air dalam kemasan galon bermerk, jenis usaha ini sangat menguntungkan karena banyak mengurangi ongkos yang semestinya (Pitoyo, 2005).

Depot air minum adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada pembeli. Pengujian mutu produk wajib dilakukan oleh depot air minum di Laboratorium Pemeriksaan Kualitas Air yang ditunjuk oleh Pemerintah Kabupaten/Kota atau yang terakreditasi sekurang-kurangnya 6 (enam) bulan sekali. Pengujian tersebut bertujuan menjamin mutu produk air minum yang dihasilkan, mendukung terciptanya persaingan usaha yang sehat, dan sebagai upaya memberi perlindungan kepada konsumen (Kepmenperindag, 2004; Kusnaedi, 2006)

Depot air minum merupakan jenis sumber air minum terbanyak ketiga yang digunakan masyarakat Sumatera Barat berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2010 dengan persentase 17,2 % setelah sumur gali terlindung dan air ledeng dengan persentase masing-masing 22,1 % dan 20,8 % (Depkes RI, 2011). Jumlah depot air minum isi ulang di Kota Padang berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kota Padang per November 2011 sebanyak 604 depot. Depot air minum isi ulang yang melakukan pemeriksaan mutu produk air dari Juni sampai November 2011 atau yang memenuhi Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan (Kepmenperindag) No. 651 Tahun 2004 sebanyak 120 depot. Kecamatan Bungus merupakan satu-satunya kecamatan di Kota Padang dengan depot air minum yang tidak melakukan uji produk air sesuai dengan aturan yang berlaku. Tidak satupun dari sembilan depot air minum yang ada melakukan pengujian produk air (Dinas Kesehatan Kota Padang, 2011).

Hasil analisis laboratorium Institut Pertanian Bogor tahun 2002, dari 120 sampel Air Minum isi ulang dari 10 kota besar di Indonesia (Jakarta, Bogor, Tangerang, Bekasi, Cikampek, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Medan, dan Denpasar) ditemukan sekitar 16% sampel terkontaminasi bakteri *Coliform* (Suprihatin, 2003). Penelitian yang dilakukan Supriyono Asfawi tahun 2004, dari 49 sampel depot air minum isi ulang di kota Semarang, sebanyak 15 depot (30,6%) tidak memenuhi syarat sebagai air minum. Hal ini mengindikasikan buruknya kualitas sanitasi depot air minum isi ulang.

Salah satu penyakit yang disebabkan oleh air minum yang kualitas mikrobiologisnya buruk adalah diare (Suryawiria, 2008). Diare termasuk sepuluh penyakit terbanyak di Kota Padang. Berdasarkan profil kesehatan Kota Padang tahun 2010, jumlah kasus diare sebanyak 12.744 kasus. *Morbidity rate* diare di Kecamatan Bungus yaitu 21,3 dan merupakan *morbidity rate* diare tertinggi ke dua di Kota Padang setelah Kecamatan Padang Selatan yaitu 29 (Dinkes, 2010).

Hal-hal ini lah yang mendasari penulis ingin mengetahui kualitas air minum yang diproduksi depot air minum isi ulang di Kecamatan Bungus Padang secara mikrobiologi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 karena setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksi aman bagi kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

Kecamatan Bungus merupakan satu-satunya kecamatan di kota Padang dengan depot air minum yang tidak melakukan uji produk air sesuai dengan aturan yang berlaku. Hal ini memungkinkan air yang dihasilkan mempunyai

kualitas yang buruk sehingga dapat menjadi sumber penyakit, seperti diare. *Morbidity rate* diare di Kecamatan Bungus tertinggi kedua setelah Kecamatan Padang Selatan. Hal inilah yang mendasari penulis ingin mengetahui apakah air minum yang diproduksi depot air minum di Kecamatan Bungus Padang memenuhi persyaratan mikrobiologi yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum ?.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui kualitas air minum yang di produksi depot air minum isi ulang di Kecamatan Bungus Padang berdasarkan persyaratan mikrobiologis.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menghitung kandungan bakteri *Coliform* dalam air minum isi ulang dengan *Most Probable Number Test* (metode fermentasi *multiple-tube*)/berdasarkan tabel jumlah perkiraan terdekat.
2. Mengidentifikasi bakteri *Escherichia coli* dalam air minum isi ulang.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat :

1. Manfaat bagi Peneliti

Peneliti mendapatkan pengalaman melakukan pengujian mutu produk air minum berdasarkan persyaratan mikrobiologi, serta mendapatkan pengetahuan tentang kualitas air minum dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

2. Manfaat bagi Pengusaha Depot

Sebagai sumbang saran kepada pengusaha depot air minum untuk menjamin kualitas air minum yang diproduksinya.

3. Manfaat bagi Masyarakat

Sebagai informasi bagi konsumen air minum isi ulang tentang air minum isi ulang yang aman bagi kesehatan.

4. Manfaat bagi Pemerintah

Sebagai masukan kepada Depkes dan Disperindag supaya tidak mengeluarkan izin pada tahun berikutnya jika tidak melakukan uji kualitas air yang dihasilkan.

5. Manfaat bagi Ilmu Pengetahuan

Sebagai data dasar bagi yang meneliti selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air adalah cairan tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa yang digunakan sebagai standar berat jenis dan panas jenis. Air membeku pada suhu 0°C dan mendidih pada suhu 100°C (Dorland, 2002). Pemerintah Indonesia telah menetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Permenkes, 2010)

Air yang berada di permukaan Bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi air angkasa (hujan), air permukaan, dan air tanah (Chandra, 2005).

1. Air Angkasa

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di Bumi.

Walaupun pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas (Chandra, 2005).

2. Air permukaan

Air permukaan merupakan salah satu sumber penting bahan baku air bersih. Faktor yang perlu diperhatikan, antara lain: mutu atau kualitas baku, jumlah atau kuantitas, dan kontinuitasnya. Dibanding dengan sumber air lain, air permukaan merupakan sumber air yang paling

tercemar akibat kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat-zat lain (Chandra, 2005).

Sumber-sumber air permukaan, antara lain: sungai, selokan, rawa, parit, bendungan, danau, laut, dan air terjun. Air terjun dapat dipakai untuk sumber air di kota-kota besar karena air tersebut sebelumnya sudah dibendung oleh alam dan jatuh secara gravitasi. Air ini tidak tercemar sehingga tidak membutuhkan purifikasi bakterial. Air sungai, selokan, dan parit mempunyai persamaan, yaitu airnya mengalir dan dapat menghanyutkan bahan yang tercemar. Air yang berasal dari rawa, bendungan, dan danau memiliki air yang tidak mengalir, tersimpan dalam waktu yang lama dan mengandung sisa-sisa pembusukan alam (Chandra, 2005).

3. Air tanah

Air tanah merupakan sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi dan menyerap ke dalam lapisan tanah dan menjadi air tanah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan akan menembus beberapa lapisan tanah dan menyebabkan terjadinya kesadahan pada air. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut, dalam perjalanannya ke bawah tanah juga membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibanding sumber yang lain. Air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses purifikasi atau penjernihan (Chandra, 2005).

Air yang diperuntukkan bagi konsumsi manusia harus berasal dari sumber yang bersih dan aman. Batasan sumber air yang bersih dan aman tersebut, antara lain:

- a. Bebas dari kontaminasi kuman atau bibit penyakit.
- b. Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun.
- c. Tidak berasa dan tidak berbau.
- d. Dapat dipergunakan untuk mencukupi kebutuhan domestik dan rumah tangga.
- e. Memenuhi standar minimal yang ditentukan oleh WHO atau Departemen Kesehatan RI (Chandra, 2005).

2.2 Air dan Penyakit

Perairan alami mempunyai sifat dinamis selama sistem di dalamnya tidak mendapatkan gangguan atau hambatan, antara lain dalam bentuk pencemaran. Kehadiran benda asing yang terbawa bersama buangan, langsung ataupun tidak langsung akan menyebabkan terjadinya gejolak perubahan kehidupan di dalamnya. Untuk membuktikannya adalah dengan jalan melakukan pemeriksaan terhadap air secara laboratorium baik pada air yang kita anggap jernih sampai terhadap air yang keadaannya sudah kotor atau tercemar (Suriawiria, 2008).

Penyakit yang ditularkan melalui air tersebut disebut sebagai *waterborne disease* atau *water-related disease*. Terjadinya suatu penyakit tentunya memerlukan adanya agen dan vektor (Chandra, 2005). Beberapa mikroorganisme yang berperan pada *waterborne disease* seperti virus, bakteri, dan protozoa. *Waterborne disease* biasanya akut (onset cepat dan umumnya berlangsung dalam waktu singkat pada individu sehat) dan sering muncul dengan gejala

gastrointestinal, seperti: diare, fatique, dan sakit perut. Waktu antara pemaparan ke munculnya onset penyakit bisa dalam waktu dua hari atau kurang (contohnya: *Norwalk virus*, *Salmonella*, dan *Shigella*) sampai satu atau dua minggu (contohnya: Hepatitis A, *Guardia*, dan *Cryptosporidium*) (Latterman, 1999).

Berikut beberapa contoh penyakit yang dapat ditularkan melalui air berdasarkan tipe agen penyebabnya (Chandra, 2005).

1. Penyakit viral, misalnya: hepatitis viral, dan poliomyelitis.
2. Penyakit bakterial, misalnya: kolera, disentri, tifoid, dan diare.
3. Penyakit protozoa, misalnya: amebiasis, giardiasis.
4. Penyakit helmintik, misalnya: askariasis.
5. Leptospiral, misalnya: *Weil's disease*.

Penyakit-penyakit yang berhubungan dengan air dapat dibagi dalam kelompok-kelompok berdasarkan cara penularannya. Mekanisme penularan penyakit sendiri terbagi menjadi empat, yaitu:

1. *Waterborne mechanism*

Di dalam mekanisme ini, kuman patogen dalam air yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia ditularkan kepada manusia melalui mulut atau sistem pencernaan (Chandra, 2005). Penyakit yang terjadi melalui mekanisme ini antara lain: demam tifoid, diare, disentri, hepatitis, poliomyelitis, dan lain-lain (Morello, 2003).

2. *Waterwashed mechanism*

Mekanisme penularan semacam ini berkaitan dengan kebersihan umum dan perorangan. Pada mekanisme ini terdapat tiga cara penularan, yaitu:

- a. Infeksi melalui alat pencernaan, seperti diare pada anak.
- b. Infeksi melalui kulit dan mata, seperti scabies dan trachoma.
- c. Penularan melalui binatang penggerat, seperti pada penyakit leptospirosis (Chandra, 2005).

3. *Water-based mechanism*

Penyakit yang ditularkan dengan mekanisme ini memiliki agen penyebab yang menjalani sebagian siklus hidupnya di dalam tubuh vektor atau sebagai *intermediate host* yang hidup di dalam air. Contohnya skistosomiasis dan penyakit akibat *Dracunculus medinensis* (Chandra, 2005).

4. *Water-related insect vectormechanism*

Agen penyakit ditularkan melalui gigitan serangga yang berkembang biak di dalam air. Contoh penyakit dengan mekanisme penularan semacam ini adalah: filariasis, dengue, malaria, dan *yellow fever* (Chandra, 2005).

2.3 Penentuan Kualitas Air Minum di Indonesia.

Untuk kepentingan masyarakat sehari-hari, persediaan air harus memenuhi standar air minum dan tidak membahayakan kesehatan manusia. Menurut *World Health Organization (WHO)*, standar-standar air minum yang harus dipenuhi agar suatu persediaan air dapat dinyatakan layak sebagai air minum:

1. Persyaratan fisik

Variabel yang diperiksa pada pemeriksaan fisik ini antara lain temperatur, pH, turbiditas (kekeruhan), warna, hantaran listrik, bau, dan

rasa (Chandra, 2005; Zuane, 1997). Air harus bebas dari rasa dan bau yang tidak pantas. Dalam menilai kualitas air minum, konsumen bergantung pada penilaian indra mereka. Mikroba, zat kimia, dan konstituen fisik air dapat mempengaruhi penampilan, bau, atau rasa dari air dan konsumen akan mengevaluasi kualitas dan akseptabilitas air berdasarkan kriteria tersebut. Meskipun keadaan tersebut mungkin tidak memiliki efek kesehatan langsung, air yang sangat keruh, berwarna, atau memiliki rasa dan bau mungkin dianggap oleh konsumen tidak aman diminum (Okafor, 2011).

2. Mengandung zat-zat kimia

Standar kualitas kimia air minum memberikan batas konsentrasi maksimum yang dianjurkan dan diperbolehkan karena konsentrasi berlebihan dari suatu unsur kimia di dalam air akan memberikan pengaruh negatif terhadap kesehatan (Suryawiria, 2008). Efek merugikan terhadap kesehatan tergantung juga kepada lamanya paparan terhadap suatu zat. Pada suatu keadaan yang paparannya tidak lama belum tentu akan memberikan efek merugikan terhadap kesehatan (WHO, 2011). Bahan kimia yang menjadi indikator pencemaran adalah klorida, ammonia bebas, anemia albuminoid, nitrit, nitrat, *oxygen adsorbed*, dan *dissolved oxygen* (Chandra, 2005).

3. Mengandung radioaktif.

Risiko kesehatan yang berhubungan dengan kehadiran bahan radioaktif dalam air minum juga harus dipertimbangkan walaupun nilai formalnya tidak ditetapkan. Pendekatan yang digunakan adalah

berdasarkan skrining air minum untuk zat radioaktif alfa dan beta (WHO, 2011). Radioaktivitas pada air umumnya berasal dari sumber alami dan aktivitas manusia. Aktivitas alfa terutama karena bebatuan dan mineral dan aktivitas beta terutama karena potassium yang terkandung dalam air. Radiasi mempunyai efek yang berbahaya bagi kesehatan. Pemaparan pada level rendah juga dapat menyebabkan perubahan somatik dan genetik (Maiti, 2004).

4. Persyaratan Mikrobiologi

Parameter wajib penentuan kualitas air minum secara mikrobiologi adalah total bakteri *Coliform* dan *E. coli*. Bakteri *Coliform* dan *E. coli* terdapat pada lingkungan alami dan pada feses manusia dan binatang. Kelompok bakteri ini umumnya tidak membahayakan kesehatan, tapi kehadiran bakteri *Coliform* dan *E. coli* dalam badan air mengindikasikan air tersebut sudah tercemar (Migliaccio,2011).

Bakteri *Coliform* termasuk ke dalam family *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini kira-kira 10% dari mikroorganisme dalam usus manusia atau binatang dan digunakan sebagai organisme indikator. Kelompok bakteri *Coliform* termasuk *E. coli*, *Enterobacter aerogenes*, dan *Klebsiella pneumonia*. Organisme lain yang juga digunakan sebagai indikator kontaminasi antara lain *Streptococcus fecalis*, *Clostridium welchii* (*C. perfringens*), dan *Bifidobacteria*. Organisme *Coliform* merupakan kelompok bakteri yang bersifat fakultatif anaerob, gram negatif, nonspora, berbentuk batang, dan memfermentasi laktosa dengan membentuk gas dalam 48 jam dan suhu 35°C (Willey, 2008; Okafor, 2011).

Ada beberapa alasan mengapa organisme *Coliform* dipilih menjadi indikator terjadinya kontaminasi tinja dibandingkan kuman patogen lain yang terdapat di saluran pencernaan manusia, antara lain:

a. Jumlah organisme

Jumlah organisme *Coliform* cukup banyak dalam usus manusia. Sekitar 200-400 miliar organisme ini dikeluarkan melalui tinja setiap hari. Keberadaan kuman ini dalam air memberi bukti kuat adanya kontaminasi tinja manusia karena jarang sekali ditemukan di dalam air.

b. Pendektsian

Organisme ini lebih mudah dideteksi melalui metode kultur (walaupun hanya terdapat 1 kuman dalam 100cc air)

c. Ketahanan hidup

Organisme ini lebih tahan hidup dibandingkan dengan kuman usus patogen lain.

d. Resistensi terhadap proses purifikasi

Organisme ini lebih resisten terhadap proses purifikasi air secara alamiah. Bila organisme *Coliform* ditemukan di dalam sampel air maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa kuman usus patogen yang lain yang dapat juga ditemukan dalam sampel air tersebut diatas walaupun dalam jumlah yang kecil (Chandra, 2005).

Escherichia coli adalah kuman oportunistis yang banyak ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifatnya unik kerena dapat menyebabkan infeksi primer pada usus misalnya diare pada anak dan *travelers diarrhea*, seperti juga kemampuannya menimbulkan infeksi pada jaringan tubuh

lain di luar usus. *Escherichia coli* secara tradisional telah digunakan untuk memantau kualitas air minum. *E. coli* termasuk bakteri *Coliform* tahan panas yang digunakan sebagai alternatif untuk menguji kualitas air (WHO, 2011).

2.4 Pemeriksaan Bakteriologi Air Minum

Kualitas air yang memenuhi syarat kesehatan di Indonesia diatur dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010. Kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia, dan radioaktif. Negara maju lebih menekankan standar kimia, sedangkan Negara berkembang lebih menekankan standar mikrobiologi (Chandra, 2005). Parameter mikrobiologi yang digunakan adalah *E. coli* dan total bakteri *Coliform*. Standar yang digunakan adalah tidak ditemukan *E. coli* dan total bakteri *Coliform* dalam 100 ml sampel (Permenkes, 2010).

Suatu metode pemeriksaan bakteriologi air dirancang untuk memberikan indeks kontaminasi fekal. Berdasarkan standar bakteriologi, air minum (*potable water*) harus bebas dari bakteri *Coliform* (Marcello, 2003). Penentuan kualitas air secara mikrobiologi dilakukan berdasarkan tes tertentu dengan *Most Probable Number Test* (MPN) (Suriawiria, 2008). *Most Probable Number Tests* terdiri dari *presumptive, confirmed, dan completed tests* (Willey, 2008).

Tes presumptif dilakukan dengan menginokulasi sampel air ke tabung *Lactose broth*. Rangkaian tabung dapat terdiri dari tiga atau empat kelompok dengan tiga, lima, atau lebih tabung. Setelah diinkubasi pada suhu 35°C selama 48 jam, tabung yang diuji menunjukkan adanya asam dan gas sebagai indikasi fermentasi laktosa. Beberapa organisme yang ditemukan di dalam air juga dapat

memfermentasi laktosa dengan cepat dan memproduksi gas. Gas fermentasi yang dihasilkan dalam waktu 24 sampai 48 jam menunjukkan bukti kehadiran organisme *Coliform*. Tes harus dikonfirmasi untuk pengecualian terhadap organisme lain yang juga memberikan hasil positif pada fermentasi laktosa (Morello, 2003; Willey, 2008; Okafor 2011).

Tes konfirmasi dilakukan dengan menginokulasi semua hasil positif pada tes presumtif ke tabung *Brilliant Green Lactoce Bile Broth* (BGLB). Kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 35°C. Hasil positif apabila dihasilkan gas (Willey, 2008).

Tes lengkap dilakukan menggunakan organisme yang tumbuh pada media tes konfirmasi. Sampel dari tabung yang positif pada tes konfirmasi di goreskan ke media agar dan diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam. Agar yang sering digunakan adalah *Eosin Metilen Blue* (EMB) dan Endo agar. *Metilen blue* pada EMB dapat menghambat organisme gram positif dan memungkinkan organisme gram negatif untuk tumbuh. *E. coli* memfermentasi laktosa EMB dan akibatnya media agar menjadi berwarna ungu tua dengan kemilau tembaga metalik dan membentuk koloni dengan pusat gelap (bernukleus) (Willey, 2008; Maiti, 2004). Hasil negatif pada tes lengkap dapat dilanjutkan dengan reaksi biokimia untuk mengidentifikasi koloni kuman yang tumbuh yaitu dengan menggunakan medium TSIA untuk melihat sifat fermentasi kuman terhadap gula, medium Semi Solid untuk melihat pergerakan kuman, dan medium Simon Sitrat untuk melihat apakah kuman ini menggunakan sitrat sebagai karbon. Masing-masing diinkubasi selama 24 jam pada suhu 35°C (Boyd, 1980).

Teknik lain yang juga umum dan sering digunakan untuk mengevaluasi karakteristik mikrobiologi air adalah teknik filtrasi membran. Teknik ini ditemukan oleh Goetz dari jerman pada tahun 1947. Teknik ini telah dipakai beberapa Negara sebagai standar dalam melakukan pemeriksaan terhadap organisme *Coliform*. Sampel air dilewatkan melalui membran filter. Bakteri yang terjebak pada filter dipindahkan ke permukaan medium padat atau bantalan serap yang mengandung deteksi cepat total *Coliform*, *Coliform of feces*, dan enterokokus tinja (Chandra, 2005; Willey,2008).

2.5 Depot air Minum Isi Ulang

2.5.1 Depot Air Minum di Indonesia

Depot air minum adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada konsumen. Air baku merupakan air yang belum diproses atau sudah diproses menjadi air bersih yang memenuhi persyaratan mutu sesuai Peraturan Menteri Kesehatan untuk diolah menjadi produk air minum melalui serangkain tahapan pengolahan. Air Minum yang dihasilkan oleh depot air minum wajib memenuhi persyaratan kualitas air minum sesuai yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan (Kepmenperindag, 2004).

Di Indonesia terdapat ketentuan yang mengatur keberadaan depot air minum. Ketentuan ini bertujuan menjamin mutu produk air minum yang dihasilkan oleh depot air minum yang memenuhi persyaratan kualitas air minum dan mendukung terciptanya persaingan usaha yang sehat serta dalam upaya memberi perlindungan kepada konsumen. Pengawasan terhadap depot air minum

meliputi penggunaan air baku, proses pengolahan, mesin dan peralatan, serta perdagangannya dilakukan secara berkala atau sewaktu-waktu diperlukan. Pengawasan dilaksanakan oleh Laboratorium Pemeriksaan Kualitas Air yang ditunjuk Pemerintah Kabupaten/Kota atau yang terakreditasi (Kepmenperindag, 2004).

2.5.2 Desain dan Konstruksi Depot

Lokasi depot air minum harus terbebas dari pencemaran yang berasal dari debu di sekitar depot, daerah tempat pembuangan kotoran/sampah, tempat penumpukan barang bekas, tempat bersembunyi/berkembang biak serangga, binatang kecil, penggerat, dan lain-lain, tempat yang kurang baik sistem saluran pembuangan air dan tempat-tempat lain yang diduga dapat mengakibatkan pencemaran (Kepmenperindag, 2004). Semua bagian luar yang terbuka atau lubang harus dilindungi dengan layar/*screen*, pelindung lain atau pintu yang menutup sendiri untuk mencegah serangga, burung dan binatang kecil masuk ke dalam Depot (Depkes, 2006).

Ruang proses produksi menyediakan tempat yang cukup untuk penempatan peralatan proses produksi. Area produksi harus dapat dicapai untuk inspeksi dan pembersihan setiap waktu. Konstruksi lantai, dinding, dan plafon area produksi harus baik dan selalu bersih. Dinding ruang pengisian harus dibuat dari bahan yang licin, berwarna terang, dan tidak menyerap sehingga mudah dibersihkan. Pembersihan dilakukan secara rutin dan dijadwalkan. Dinding dan plafon harus rapat tanpa ada keretakan. Tempat pengisian harus didesain hanya

untuk maksud pengisian produk jadi dan harus menggunakan pintu yang dapat menutup rapat (kepmenperindag, 2004).

2.5.3 Bahan Baku, Mesin, dan Peralatan Produksi

1. Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan adalah air yang diambil dari sumber yang terjamin kualitasnya, untuk itu beberapa hal yang harus dilakukan untuk menjamin mutu air baku meliputi:

- a. Sumber air baku harus terlindung dari cemaran kimia dan mikrobiologi yang bersifat merusak/mengganggu kesehatan.
- b. Air baku diperiksa secara berkala terhadap pemeriksaan organoleptik (bau, rasa, warna), fisika, kimia, dan mikrobiologi.

Bahan wadah yang dapat digunakan/disediakan depot air minum harus memenuhi syarat bahan tara pangan (*food grade*), tidak bereaksi terhadap bahan pencuci, desinfektan maupun terhadap produknya (Kepmenperindag, 2004).

2. Mesin dan Peralatan Produksi

Mesin dan peralatan produksi yang digunakan dalam depot air minum terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

a. Bahan Mesin dan Peralatan

Seluruh mesin dan peralatan yang kontak langsung dengan air harus terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*), tahan korosi dan tidak bereaksi dengan bahan kimia.

b. Jenis Mesin dan Peralatan.

Mesin dan peralatan dalam proses produksi di depot air minum sekurang-kurangnya terdiri dari:

- 1) Bak atau tangki penampung air baku
- 2) Unit pengolahan air (*water treatment*) terdiri dari:

- a). Prefilter (saringan pasir = *sand filter*)

Fungsi prefilter adalah menyaring partikel-partikel yang kasar dengan bahan dari pasir atau jenis lain yang efektif dengan fungsi yang sama.

- b). Karbon filter

Fungsi karbon filter adalah sebagai penyerap bau, rasa, warna, sisa khlor, dan bahan organik.

- c). Filter lain

Fungsi filter ini adalah sebagai saringan halus berukuran maksimal 10 (sepuluh) mikron, dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan tertentu (Pitoyo, 2005).

- d). Alat desinfektan

Alat desinfektan (ozonisasi dan atau UV dengan panjang gelombang 254 nm atau 2537 0 A). Fungsi desinfektan adalah untuk membunuh kuman patogen (Kepmenperindag,2004). Air yang keluar dari saringan 1 mikron dinyatakan telah bebas dari bau dan bakteri, ditampung pada tabung khusus yang berukuran lebih kecil dibanding tabung penampung air baku. Selanjutnya adalah tahap mematikan bakteri yang mungkin masih tersisa dengan menggunakan sinar *ultra violet*, *ozonisasi* dan *Reversed Osmosis* (Pitoyo, 2005).

- 3) Alat pengisian.

Mesin dan alat untuk memasukkan air minum ke dalam wadah (Depkes, 2006).

2.5.4 Proses Produksi

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

1. Penampungan Air Baku dan Syarat Bak Penampung

Air baku yang diambil dari sumbernya diangkut dengan menggunakan tangki dan selanjutnya ditampung dalam bak atau tangki penampung (reservoir). Bak penampung harus dibuat dari bahan tara pangan (*food grade*), harus bebas dari bahan-bahan yang dapat mencemari air (Kepmenperindag, 2004).

Tangki pengangkutan mempunyai persyaratan yang terdiri atas :

- a. Khusus digunakan untuk air minum
- b. Mudah dibersihkan serta di desinfektan dan diberi pengaman
- c. Harus mempunyai *Manhole*
- d. Pengisian dan pengeluaran air harus melalui kran
- e. Selang dan pompa yang dipakai untuk bongkar muat air baku harus diberi penutup yang baik, disimpan dengan aman dan dilindungi dari kemungkinan kontaminasi (Kepmenperindag, 2004).

Tangki, galang, pompa, dan sambungan harus terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*), tahan korosi dan bahan kimia yang dapat mencemari air. Tangki pengangkutan harus dibersihkan, disanitasi, dan desinfeksi bagian luar dan dalam minimal 3 (tiga) bulan sekali (Kepmenperindag, 2004).

2. Penyaringan bertahap terdiri dari:

- a. Saringan berasal dari pasir atau saringan lain yang efektif dengan fungsi yang sama. Fungsi saringan pasir adalah menyaring partikel-partikel yang kasar. Bahan yang dipakai adalah butir-butir silika (SiO_2) minimal 80%.

- b. Saringan karbon aktif yang berasal dari batu bara atau batok kelapa berfungsi sebagai penyerap bau, rasa, warna, sisa khlor dan bahan organik. Daya serap terhadap Iodine minimal 75%.
- c. Saringan/Filter lainnya yang berfungsi sebagai saringan halus berukuran maksimal 10 (sepuluh) mikron (Pitoyo, 2005).

3. Desinfeksi

Desinfeksi dimaksudkan untuk membunuh kuman patogen. Proses desinfeksi dengan menggunakan ozon berlangsung dalam tangki atau alat pencampur ozon lainnya dengan konsentrasi ozon minimal 0,1 ppm dan residu ozon sesaat setelah pengisian berkisar antara 0,06 - 0,1 ppm. Tindakan desinfeksi selain menggunakan ozon, dapat dilakukan dengan cara penyinaran Ultra Violet (UV) dengan panjang gelombang 254 nm atau kekuatan 2537 0 A dengan intensitas minimum 10.000 mw detik per cm² (Kepmenperindag, 2004).

a. Pembilasan, Pencucian dan Sterilisasi Wadah

Wadah yang dapat digunakan adalah wadah yang terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*) dan bersih. Depot air minum wajib memeriksa wadah yang dibawa konsumen dan menolak wadah yang dianggap tidak layak untuk digunakan sebagai tempat air minum. Wadah yang akan diisi harus di sanitasi dengan menggunakan ozon atau air ozon (air yang mengandung ozon). Bilamana dilakukan pencucian maka harus dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis deterjen tara pangan (*food grade*) dan air bersih dengan suhu berkisar 60-85°C, kemudian dibilas dengan air minum/air produk secukupnya untuk menghilangkan sisa-sisa deterjen yang dipergunakan untuk mencuci. Air bekas pencucian maupun

bekas pembilasan tidak boleh digunakan kembali sebagai bahan baku produksi (harus dibuang) (Kepmenperindag, 2004).

b. Pengisian

Pengisian wadah dilakukan dengan menggunakan alat dan mesin serta dilakukan dalam tempat pengisian yang higienis (Kepmenperindag, 2004).

c. Penutupan

Penutupan wadah dapat dilakukan dengan tutup yang dibawa konsumen dan atau yang disediakan oleh depot air minum (Depkes, 2006).

2.5.5 Produk Air Minum

Sebelum dijual, untuk pertama kali produk air minum harus dilakukan pengujian mutu yang dilakukan oleh laboratorium yang terakreditasi atau yang ditunjuk oleh Pemerintah Kabupaten/Kota atau yang terakreditasi. Pengujian mutu air minum wajib memenuhi persyaratan Keputusan Menteri Kesehatan. Pengendalian dan pengujian mutu untuk menjamin tercapainya mutu sesuai Keputusan Menteri Kesehatan yang berlaku (Kepmenperindag, 2004).

2.5.6 Pemeliharaan Sarana Produksi dan Program Sanitasi

1. Pemeliharaan Sarana Produksi

Bangunan dan bagian-bagiannya harus dipelihara dan dikenakan tindak sanitasi secara teratur dan berkala. Harus dilakukan usaha pencegahan masuknya binatang penggerat (tikus), serangga dan binatang kecil lainnya kedalam bangunan proses produksi maupun tempat pengisian. Pembasmian jasad renik, serangga dan tikus yang dilakukan dengan menggunakan desinfektan, insektisida ataupun rodentisida harus

dilakukan dengan hati-hati sehingga tidak menyebabkan gangguan terhadap kesehatan manusia dan tidak menimbulkan pencemaran terhadap bahan baku dan air minum.

Mesin dan peralatan yang berhubungan langsung dengan bahan baku ataupun produk akhir harus dibersihkan dan dikenakan tindak sanitasi secara teratur, sehingga tidak menimbulkan pencemaran terhadap produk akhir. Mesin dan peralatan yang digunakan oleh depot air minum harus dirawat secara berkala dan apabila sudah habis umur pakai harus diganti.

2. Program Sanitasi

Permukaan peralatan yang kontak dengan bahan baku dan air minum harus bersih dan disanitasi setiap hari. Permukaan yang kontak dengan air minum harus bebas dari kerak, oksidasi dan residu lain. Proses pengisian dan penutupan dilakukan secara saniter yakni dilakukan dalam ruang yang higienis.

Wadah yang dibawa oleh konsumen harus disanitasi dan diperiksa sebelum pengisian, dan setelah pengisian, wadah ditutup dengan penutup tanpa disegel. Wadah cacat harus dinyatakan tidak dapat dipakai dan tidak boleh diisi. Pekerjaan pembersihan dilakukan baik di ruang produksi maupun tempat pengisian sehingga dapat mencegah kontaminasi pada permukaan yang berkontak langsung dengan air minum, bila menggunakan bahan sanitasi maka konsentrasinya harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Pada perlakuan sanitasi harus dicatat konsentrasi

bahan sanitasi dan lamanya waktu bahan sanitasi berkontak dengan permukaan yang disanitasi.

2.5.7 Karyawan

Karyawan yang berhubungan dengan produksi dalam keadaan sehat, bebas dari luka, penyakit kulit atau hal lain yang diduga dapat mengakibatkan pencemaran terhadap air minum. Karyawan bagian produksi (pengisian) diharuskan menggunakan pakaian kerja, tutup kepala dan sepatu yang sesuai. Karyawan harus mencuci tangan sebelum melakukan pekerjaan, terutama pada saat penanganan wadah dan pengisian (Kepmenperindag, 2004).

Karyawan tidak diperbolehkan makan, merokok, meludah atau melakukan tindakan lain selama melakukan pekerjaan yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap air minum (Depkes, 2006).

2.5.8 Penyimpanan Air Baku dan Penjualan.

1. Penyimpanan Air Baku

Bak penampung air baku harus dibuat dari bahan tara pangan (*food grade*), harus bebas dari bahan-bahan yang dapat mencemari air. Depot air minum tidak boleh melakukan penyimpanan air minum yang siap dijual dalam bentuk dikemas. Dengan demikian tidak ada stok air minum dalam wadah yang siap dijual. Penyimpanan hanya boleh dilakukan untuk air baku dalam tangki penampung (Kepmenperindag, 2004).

2. Penjualan

Depot Air Minum tidak boleh melakukan penjualan secara eceran melalui toko/kios/warung dan hanya diperbolehkan menjual di tempat usaha langsung kepada konsumen yang membawa wadah miliknya sendiri

atau disediakan oleh Depot. Pelaksanaan penjualan/pengisian dilakukan seperti uraian pada proses pengisian air minum yang dimulai dari pembilasan/ pencucian/sterilisasi wadah, pengisian, dan penutupan (Depkes, 2003).

2.6. Faktor-Faktor dan Kondisi yang Menyebabkan Kualitas Bakteriologis Air pada Depot Air Minum Isi Ulang Tidak Memenuhi Standar Kesehatan.

Proses produksi air minum isi ulang secara sekilas sama dengan yang dilakukan oleh pabrik air minum dalam kemasan bermerk. Hanya saja pada praktek kenyataannya, hal-hal yang menjadi keraguan adalah tidak adanya jaminan bahwa produk air minum yang dihasilkan akan selalu memiliki kualitas yang sama dari hari ke hari, jaminan bahwa instalasi pengolahan air-nya selalu dilakukan pemeliharaan yang efektif dan jaminan bahwa peraturan pemerintah yang mensyaratkan kualitas air produksi depot ini akan selalu secara berkala diperiksa oleh pihak berwenang (Pitoyo, 2005).

Faktor-faktor dan kondisi yang menyebabkan kualitas bakteriologis air pada depot air minum isi ulang tidak memenuhi standar kesehatan, meliputi:

1. Kontaminasi

Bakteri total *Coliform* dan *E.coli* ada di air minum dikarenakan adanya kontaminasi pada peralatan pengolahan air minum, pengetahuan akan hygienes operator penjamah / pemilik depot air masih kurang, sanitasi tempat pengolahan air minum isi ulang atau sistem distribusi pada pipa penyalur air minum.

2. Kekeruhan air

Saat pengambilan sampel air minum, depot air minum isi ulang dalam proses pengolahan air, sehingga belum terjadinya pengendapan. Hal ini bisa menyebabkan timbulnya kekeruhan pada air minum isi ulang sehingga akan memicu pertumbuhan bakteri.

3. Temperatur

Temperatur penyimpangan sampel air minum isi ulang yang dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri. Bakteri *Coliform* membutuhkan suhu 35°C sebagai suhu optimal untuk berkembang biak, sedangkan bakteri *Escherichia coli* membutuhkan 37°C sebagai suhu optimal untuk berkembang biak.

4. Desinfeksi/sterilisasi

Depot air minum tidak optimal pada saat melakukan sistem desinfeksi /sterilisasi. Terutama depot yang menggunakan sistem desinfeksi / sterilisasi dengan ultra violet. Mekanisme kerja ultraviolet adalah memancarkan sinar radiasi yang dapat menyebabkan perubahan molekuler dalam komponen biokimia bakteri.

5. Pemeriksaan kualitas air

Hampir setiap depot air isi ulang secara intern tidak pernah melakukan pemeriksaan terhadap kualitas air, baik kualitas air bahan baku yang didatangkan, kualitas air setiap tahapan prosesnya untuk mengetahui efektifitas tahapan proses tersebut, maupun kualitas hasil keluaran air.

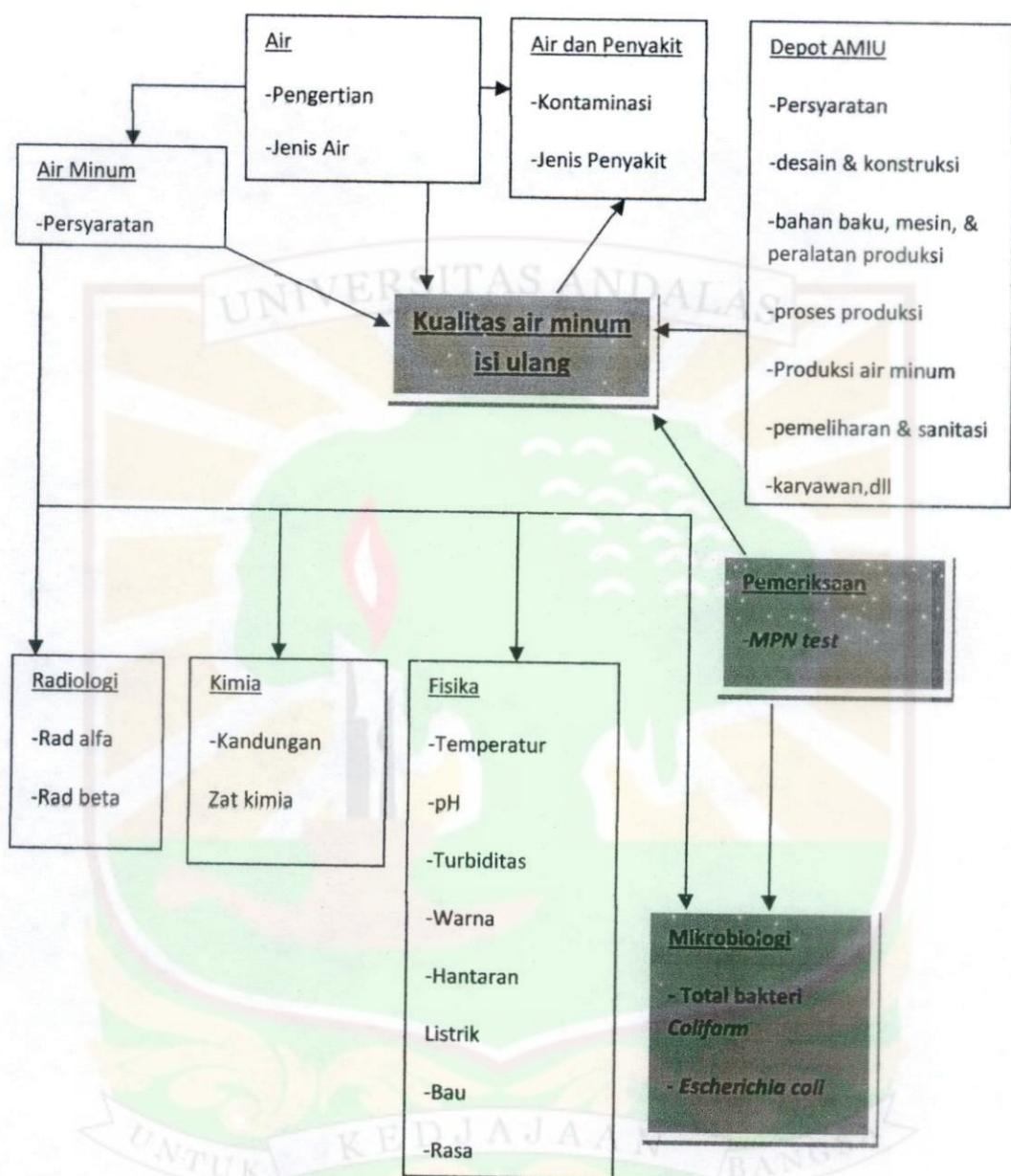
6. Pengetahuan

Hanya sebagian kecil penjual sekaligus operator pada depot air minum yang mengerti betul arti kebersihan baik pada tempat proses air, lingkungan sekitar, pakaian yang dikenakan, dan kebersihan diri sendiri.

7. Penanganan terhadap wadah yang dibawa pembeli

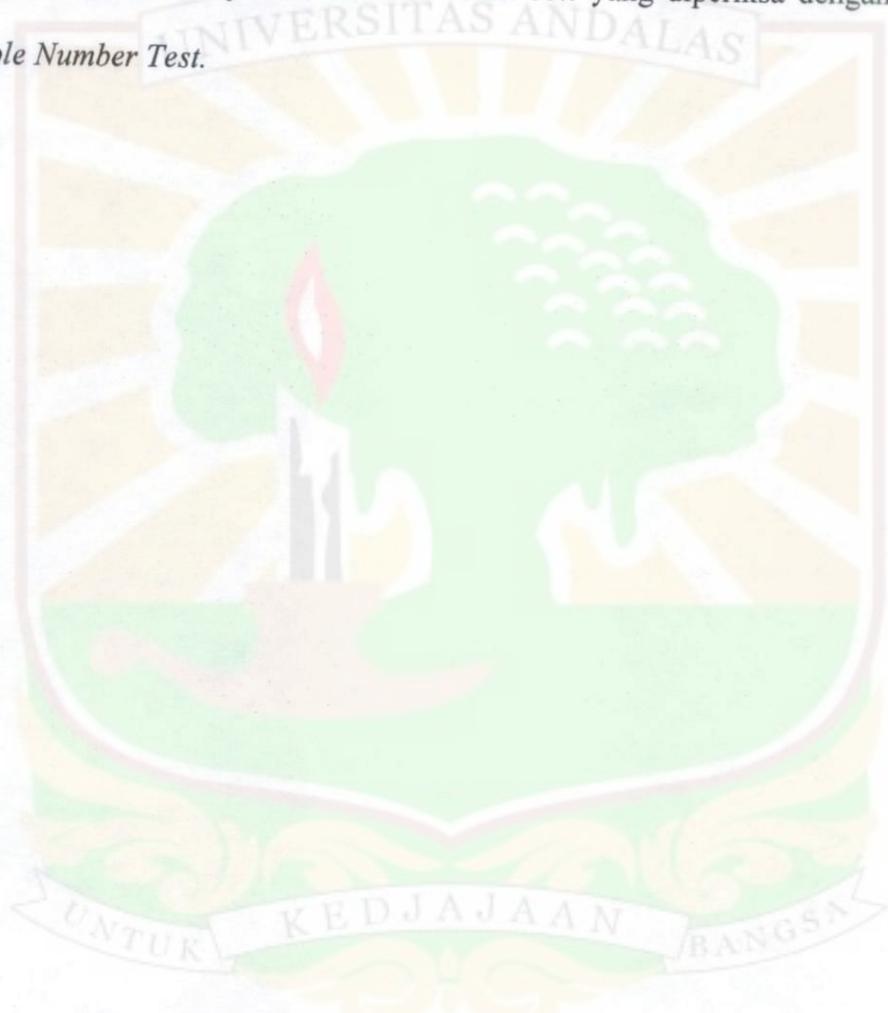
Penanganan terhadap wadah yang dibawa pembeli juga mempengaruhi kualitas air di dalamnya. Walaupun air yang dihasilkan berkualitas, tapi tidak ada perhatian yang cukup terhadap wadah galon sebagai tempat untuk mengisikan. Sebenarnya terdapat proses pembersihan wadah pada setiap wadah, hanya saja selalu saja tidak terdapat cara baku bagi operator sehingga proses pembersihan terhadap wadah efektif (Depkes, 2003; Pitoyo, 2005).

BAB III KERANGKA TEORI



Air sangat penting bagi kehidupan manusia. Air merupakan substrat yang paling parah akibat pencemaran, sehingga air dapat menjadi media penyebaran dan penularan penyakit. Untuk menjamin kualitas air minum yang dikonsumsi masyarakat, pemerintah telah menetapkan persyaratan kualitas air minum yang meliputi persyaratan radiologi, kimia, fisika, dan mikrobiologi.

Depot air minum isi ulang adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada pembeli. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kualitas air minum yang dihasilkan. Penelitian ini memfokuskan kepada kualitas air minum berdasarkan persyaratan mikrobiologi. Parameter wajib penentuan kualitas air minum secara mikrobiologi adalah total bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* yang diperiksa dengan *Most Probable Number Test*.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif laboratorium. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kualitas air minum yang diproduksi depot air minum di Kecamatan Bungus Padang.

4.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan November 2011 s/d Mei 2012. Observasi lokasi depot air minum isi ulang dan pengambilan sampel air dilakukan di Kecamatan Bungus Padang. Pemeriksaan bakteriologi terhadap sampel air dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Andalas Padang.

4.3 Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi meliputi seluruh depot air minum isi ulang di Kecamatan Bungus Padang. Jumlah depot yang ada sebanyak 9 depot air minum isi ulang.

2. Sampel

2.1 Besar sampel

Sampel pada penelitian ini adalah seluruh populasi yang ada. Sampel penelitian ini sebanyak 9 depot air minum.

2.2 Kriteria sampel

1. Kriteria Inklusi

- a. Depot masih beroperasi.

- b. Depot air minum isi ulang yang tidak melakukan pengujian mutu produk air dari Juni sampai November 2011.
- 2. Kriteria eksklusi

- a. Depot air minum isi ulang yang tidak melakukan aktivitas produksi lagi.
- b. Depot air minum yang mulai beroperasi setelah November 2011.

4.4 Bahan Penelitian

- a. Sampel air minum isi ulang
- b. *Lactose broth*
- c. *Brilliant green lactose broth*
- d. Endo agar

4.5 Instrumen Penelitian

- a. Botol sampel
- b. Tabung reaksi
- c. Tabung Durham
- d. Kapas
- e. Rak tabung reaksi
- f. Jarum ose
- g. Lemari pendingin
- h. Pipet ukur dan karet pengisap
- i. Spuit 10 cc dan 1 cc
- j. Inkubator
- k. Autoclave

- l. Alkohol 70%
- m. Galon air minum
- n. Lampu spritus
- o. Cawan petri

4.6 Prosedur Pengambilan atau Pengumpulan Data

1. Observasi terhadap lokasi depot air minum.
2. Pengambilan sampel dan observasi faktor-faktor yang mempengaruhi.

Sampel air diambil dengan membeli langsung air minum isi ulang pada depot air minum isi ulang yang terdapat di Kecamatan Bungus Padang.

Observasi sewaktu pengambilan sampel untuk mencari informasi tentang faktor yang dapat mempengaruhi kualitas air minum yang dihasilkan.

Faktor yang diobservasi tersebut yaitu sumber air baku, kondisi depot, kebersihan operator, dan penanganan terhadap wadah yang dibawa pembeli.

3. Pemeriksaan bakteriologi di Laboratorium Mikrobiologi Unand Padang, diperoleh data kualitas air minum isi ulang di Kecamatan Bungus Padang.

4.7 Prosedur Penelitian

1. Sterilisasi alat dan bahan
 - a. Mempersiapkan botol sampel yang diperlukan.
 - b. Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
 - c. Tabung Durham dimasukkan kedalam tabung reaksi dengan posisi terbalik.
 - d. Masukkan medium yang akan digunakan sebanyak 10 ml, lalu tutup dengan kapas.

- e. Sterilisasi dengan menggunakan autoclave selama ± 1 jam
- f. Dinginkan alat dan bahan yang sudah steril sampai mendekati suhu kamar, seperti pada gambar 4.1 di bawah ini:



Gambar 4.1 Alat dan bahan yang disterilisasi

2. Pengambilan sampel air

- a. Sampel air minum isi ulang dibeli langsung pada depot air minum isi ulang di Kecamatan Bungus padang dengan menggunakan galon air seperti gambar 4.2.
- b. Masukkan air dari galon air langsung ke dalam botol sampel steril seperti gambar 4.3.
- c. Sampel air siap diperiksa di laboratorium mikrobiologi.



Gambar 4.2 Galon air minum



Gambar 4.3 Botol sampel

3. Tes presumtif
 - a. Botol sampel dikocok sebelum menginokulasikan sampel ke dalam tabung reaksi. Hal ini bertujuan untuk meratakan sebaran mikroorganisme yang terkandung di dalam sampel.
 - b. Sampel air diinokulasi masing-masing ke dalam 9 tabung reaksi yang berisi tabung durham dan *lactose broth*: 3 tabung reaksi dengan 10 ml sampel, 3 dengan 1 ml sampel, dan 3 dengan 0,1 ml sampel. Inokulasi 10 ml sampel menggunakan sputit 10 ml dan inokulasi 1 ml dan 0,1 ml sampel menggunakan sputit 1 ml.
 - c. Inkubasi pada suhu 35°C selama 48 jam
 - d. Setalah 48 jam diinkubasi, hasil positif pada tabung yang menghasilkan gas pada tabung Durham seperti pada gambar 4.5.



Gambar 4.4 Lactose broth



Gambar 4.5 Hasil positif pada tes presumptif menunjukkan produksi gas

4. Tes konfirmasi

- a. Semua hasil positif pada tes presumptif diinokulasi ke dalam tabung reaksi yang berisi tabung durham dan *brilliant green lactose broth* menggunakan jarum ose.
- b. Inkubasi pada suhu 35°C selama 48 ± 3 jam.
- c. Hasil positif jika terjadi produksi gas pada tabung Durham seperti pada gambar 4.7 dan hasil yang didapat dibandingkan dengan tabel jumlah perkiraan terdekat (JPT).
- d. Penentuan kandungan *Coliform* per 100 ml sampel sesuai dengan tabel jumlah perkiraan terdekat.

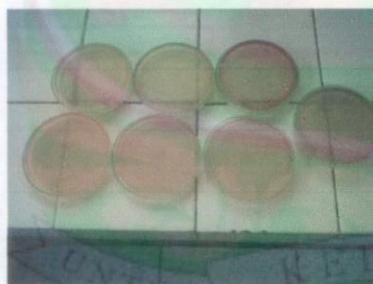


Gambar 4.6 *Brilliant green lactose broth*

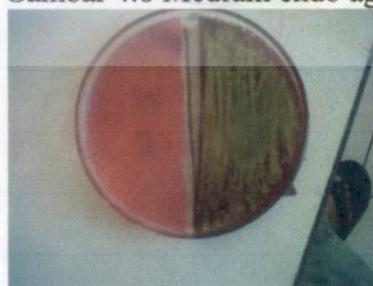


Gambar 4.7 Hasil positif pada tes konfirmatif menunjukkan produksi gas

5. Tes lengkap
- Hasil positif pada tes sebelumnya ditanamkan ke dalam endo agar dengan cara digoreskan menggunakan jarum ose 4 mm.
 - Sampel yang ditanam pada endo agar diinkubasi pada suhu 35°C selama 24±2 jam.
 - Periksa adakah pertumbuhan koloni kuman di permukaan agar. Koloni yang berwarna ungu tua dengan kemilau tembaga metalik dan membentuk koloni dengan pusat gelap (bernukleus) menunjukkan yang tumbuh tersebut koloni *E. coli* (Willey, 2008 dan Suriawiria,2008).
 - Untuk mengidentifikasi koloni kuman yang tidak menunjukkan ciri koloni *E. coli* dapat dilanjutkan dengan reaksi biokimia, yaitu kuman ditanam pada medium TSIA, Semi Solid, dan Simon Sitrat lalu diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam.



Gambar 4.8 Medium endo agar

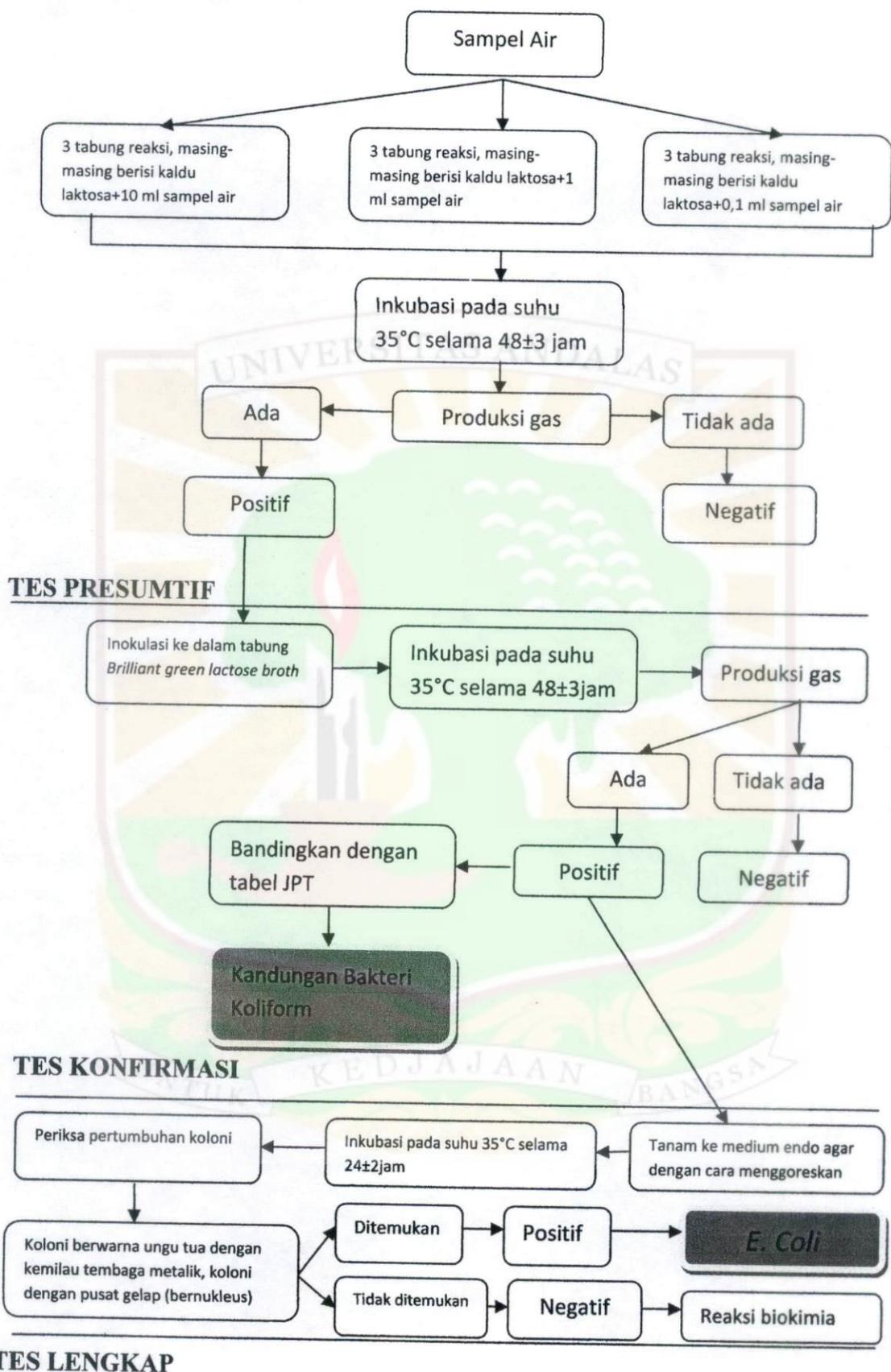


Gambar 4.9 Hasil tes lengkap

4.8 Analisis Data

Pelaksanaan analisis berdasarkan metode standar dari APHA (*American Public Health Association*) yaitu untuk mengetahui jumlah bakteri *Coli* umumnya digunakan tabel jumlah perkiraan terdekat (JPT) (Suriawiria, 1996). Tabel tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah bakteri *Coliform* dalam 100 ml sampel air. Pembacaan hasil uji dilihat dari tabung uji yang menghasilkan gas dan asam, kemudian dibandingkan dengan tabel JPT. Data dari sampel air minum isi ulang dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Prosedur Penelitian



BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1. Faktor yang mempengaruhi kualitas air minum isi ulang

Dari observasi dan wawancara, penulis mendapatkan informasi mengenai beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air minum isi ulang seperti yang terlihat pada tabel 5.1 di bawah ini:

Tabel 5.1 Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air minum isi ulang

| No Sampel | Air Baku | Kondisi depot | Operator, cuci tangan | Pembersihan wadah | |
|-----------|----------------------|---|-----------------------|-------------------|-------|
| | | | | Sikat | Bilas |
| 1 | Gunung Talang, Solok | - Depot tersendiri. - Terlihat terawat. - Tempat pengisian air tertutup kaca. | Tidak | - | + |
| 2 | Gunung Talang, Solok | - Depot bergabung dengan toko. - Terlihat terawat - Tempat pengisian air tertutup kaca. | Tidak | + | + |
| 3 | Gunung Talang, Solok | - Depot tersendiri. - Terlihat terawat. - Tempat pengisian air tertutup kaca. | Tidak | + | + |
| 4 | PDAM | - Depot bergabung dengan toko - Terlihat terawat - Tempat pengisian air tertutup kaca. | Tidak | - | + |
| 5 | Gunung Tarok, Bungus | - Depot bergabung dengan dapur. | Tidak | - | + |

| | | | | | |
|---|----------------------|--|-------|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Terlihat terawat - Tempat pengisian air tertutup kaca. | | | |
| 6 | Bukit Bungus | <ul style="list-style-type: none"> - Depot tersendiri. - Jelas tidak terawat dan lantai berdebu. - Tempat pengisian air tertutup kaca. | Tidak | - | - |
| 7 | Bukit Tindah, Bungus | <ul style="list-style-type: none"> - Depot berada didalam ruangan yang tertutup sehingga peralatan produksi tidak terlihat dari luar. - Tempat pengisian air terbuka/ tidak tertutup kaca. | Tidak | - | + |
| 8 | Gunung Talang, Solok | <ul style="list-style-type: none"> - Depot tersendiri - Terlihat terawat - Tempat pengisian air tertutup kaca | Tidak | + | + |
| 9 | Gunung Talang, Solok | <ul style="list-style-type: none"> - Depot tersendiri - Terlihat terawat - Tempat pengisian air tertutup kaca | Tidak | + | + |

*+ = dilakukan

Tabel 5.1 menunjukkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas air minum isi ulang yang dihasilkan, yaitu: sumber air baku, kondisi depot, kebersihan operator, dan penanganan terhadap wadah pembeli sebelum

diisi dengan air minum. Persentase faktor yang mempengaruhi kualitas air minum yang diproduksi depot air minum di Kecamatan Bungus Padang ditunjukkan oleh tabel 5.2 di bawah ini:

Tabel 5.2 Persentase faktor yang mempengaruhi kualitas air minum

| No. | Faktor yang mempengaruhi | Persentase |
|-----|------------------------------------|------------|
| 1. | Sumber air baku | |
| | a. Gunung Talang, Solok | 55,6% |
| | b. Perbukitan sekitar Bungus | 33,3% |
| | c. PDAM | 11,1% |
| 2. | Kondisi depot | |
| | a. Lokasi | |
| | 1. Tersendiri | 55,6% |
| | 2. Bergabung dengan aktivitas lain | 44,4% |
| | b. Perawaran | |
| | 1. Terawat | 77,8% |
| | 2. Tidak terawatt | 11,1% |
| | 3. Tidak diketahui | 11,1% |
| | c. Tempat pengisian air minum | |
| | 1. Tertutup kaca | 88,9% |
| | 2. Terbuka | 11,1% |
| 3. | Operator depot mencuci tangan | 0% |
| 4. | Penanganan terhadap wadah pembeli | |
| | a. Penyikatan dan Pembilasan | 44,4% |
| | b. Pembilasan | 44,4% |
| | c. Tidak melakukan | 11,2% |

5.2. Hasil pemeriksaan sampel air

5.2.1. Tes Presumptif

Tabel 5.3 Hasil tes presunktif

| No sampel | Air Baku | Tes Presumptif | | | Keterangan |
|-----------|----------------------|----------------|-----|-------|-------------|
| | | 10cc | 1cc | 0,1cc | |
| 1 | Gunung Talang, Solok | +++ | + | - | Dilanjutkan |
| 2 | Gunung Talang, Solok | - | - | - | Negatif |
| 3 | Gunung Talang, Solok | - | - | - | Negatif |
| 4 | PAM | ++ | ++ | - | Dilanjutkan |

| | | | | | |
|---|-------------------------|-----|-----|-----|-------------|
| | | | | | |
| 5 | Gunung Tarok, Bungus | ++ | - | - | Dilanjutkan |
| 6 | Bukit Bungus | +++ | +++ | +++ | Dilanjutkan |
| 7 | Bukit Tindah, Bungus | + | - | - | Dilanjutkan |
| 8 | Gunung Talang, Solok | - | - | - | Negatif |
| 9 | Gunung Talang, Solok | - | - | - | Negatif |

*+ = terdapat produksi gas

Berdasarkan tabel 5.3 didapatkan bahwa jumlah tabung yang positif pada tes presuntif sebanyak 20 tabung (24,7%) dari total tabung reaksi yang digunakan. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa lima dari sembilan sampel (55,5%) sampel air, sampel 1, 4, 5, 6, 7, menunjukkan hasil positif pada tes presuntif. Sampel yang positif dilanjutkan ke tes konfirmatif.

5.2.2 Tes Konfirmatif

Tabel 5.4 Hasil tes konfirmatif

| Sampel + | Vol 10cc | | | Vol 1cc | | | Vol 0,1cc | | |
|----------|----------|---|---|---------|---|---|-----------|---|---|
| 1 | + | + | + | + | - | - | - | - | - |
| 4 | + | + | - | + | + | - | - | - | - |
| 5 | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 7 | + | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabel 5.4 menunjukkan bahwa semua hasil positif pada tes presuntif juga menunjukkan hasil positif pada tes konfirmatif. Produksi gas pada tabung reaksi tersebut menunjukkan adanya pertumbuhan koloni bakteri *Coliform* pada medium yang digunakan, sehingga hasil positif pada tes konfirmatif dapat dimasukkan kedalam tabel jumlah perkiraan terdekat untuk mendapatkan total bakteri

Coliform yang terkandung dalam 100 ml sampel air seperti yang terlihat pada tabel 5.4 di bawah ini:

Tabel 5.5 Total bakteri *Coliform* dalam 100 ml sampel air berdasarkan tabel JPT

| Sampel | Jumlah hasil positif | | | Total bakteri <i>Coliform</i> |
|--------|----------------------|-------------|---------------|-------------------------------|
| | 3 dari 10 ml | 3 dari 1 ml | 3 dari 0,1 ml | |
| 1 | 3 | 1 | 0 | 43 |
| 4 | 2 | 2 | 0 | 21 |
| 5 | 2 | 0 | 0 | 9 |
| 6 | 3 | 3 | 3 | 2400 |
| 7 | 1 | 0 | 0 | 4 |

5.2.3 Tes Lengkap

Tabel 5.6 Hasil tes lengkap

| No. | Sampel | Koloni ungu tua dengan kemilau tembaga metalik dan berpusat gelap | Hasil |
|-----|--------|---|----------------|
| 1. | 1 | Ditemukan | Positif |
| 2. | 4 | Tidak ditemukan | Negatif |
| 3. | 5 | Ditemukan | Positif |
| 4. | 6 | Ditemukan | Positif |
| 5. | 7 | Tidak ditemukan | Negatif |

Tabel 5.6 menunjukkan tiga dari lima sampel atau 60% sampel yang mengandung bakteri *Coliform*, yaitu sampel 1,5, dan 6 mengandung *E. coli*, sedangkan dua sampel lainnya menunjukkan pertumbuhan koloni bakteri lain. Pada reaksi biokimia ditemukan kuman *Pseudomonas sp* yang menunjukkan hasil +/- pada medium TSIA dan hasil positif pada medium Semi Solid dan *Simon's Citrat*.

BAB VI **PEMBAHASAN**

Dari hasil penelitian ini didapatkan lima dari sembilan sampel atau 55,6% sampel tidak memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010. Dari lima sampel penelitian yang positif, tiga sampel juga mengandung *E. coli*, sementara dua sampel lain mengandung bakteri *Coliform* lain. Bakteri *Coliform* dan *E. Coli* terdapat pada lingkungan alami dan pada feses manusia dan binatang. Kelompok bakteri ini umumnya tidak membahayakan kesehatan, tapi kehadiran bakteri *Coliform* dan *E. Coli* dalam badan air mengindikasikan air tersebut sudah tercemar. Hal ini juga mengindikasikan buruknya kualitas mutu produk air minum isi ulang yang dihasilkan depot air minum. Sedangkan kuman *Pseudomonas sp* yang ditemukan kemungkinan disebabkan oleh kontaminasi oleh debu, tanah, dan air bilasan yang tidak berasal dari air yang diproduksi, karena kuman ini ditemukan tersebar luas di tanah dan air. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian tentang kualitas air minum isi ulang sebelumnya. Hasil analisis laboratorium Institut Pertanian Bogor tahun 2002, dari 120 sampel Air Minum isi ulang dari 10 kota besar di Indonesia (Jakarta, Bogor, Tangerang, Bekasi, Cikampek, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Medan, dan Denpasar) ditemukan sekitar 16% sampel terkontaminasi bakteri *Coliform* (Suprihatin, 2003). Penelitian yang dilakukan Supriyono Asfawi tahun 2004, dari 49 sampel depot air minum isi ulang di kota Semarang, sebanyak 15 depot (30,6%) tidak memenuhi syarat sebagai air minum. Perbedaan ini mungkin terjadi karena sumber air baku yang digunakan depot pada penelitian sebelumnya mempunyai kualitas lebih baik, peralatan yang digunakan baik dan terawat, dan

penangan terhadap wadah pembeli serta kebersihan operator depot lebih diperhatikan. Selain itu, faktor sarana pendukung penelitian mungkin juga mempengaruhi.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas produk air yang dihasilkan adalah air baku, penanganan terhadap wadah pembeli, kebersihan operator, dan kondisi depot. 55,6% depot air minum menggunakan air baku yang berasal dari Gunung Talang, Solok, namun hasil yang didapatkan pada pemeriksaan mikrobiologi menunjukkan adanya perbedaan, dimana 80%-nya menunjukkan hasil negatif terhadap total bakteri *Coliform* yang berarti mempunyai produk air yang berkualitas, sementara 20%-nya menunjukkan hasil positif mengandung bakteri *Coliform* dan *E. coli*. Hasil positif yang didapatkan ini menunjukkan bahwa efektifitas proses pengolahan air baku menjadi produk air minum mungkin juga mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan. Proses yang dimaksud disini meliputi penampungan/penyimpanan air baku, penyaringan, desinfeksi, dan sanitasi tempat pengolahan air minum atau sistem distribusi pada pipa penyalur air minum, serta kondisi peralatan yang digunakan pada proses tersebut (Kepmenperindag, 2004; pitoyo, 2005).

Kualitas air baku tentu sangat menentukan kualitas produk air minum yang dihasilkan. Produk air dari depot air minum dengan air baku yang berasal dari perbukitan di sekitar bungus memberikan hasil positif mengandung bakteri *Coliform*. Oleh karena itu perlu dikaji lagi apakah air baku yang berasal dari daerah tersebut layak digunakan sebagai bahan baku untuk diolah menjadi air minum. Bahan baku utama yang seharusnya digunakan adalah air yang diambil dari sumber yang terjamin kualitasnya, yaitu terlindungi dari cemaran kimia dan

mikrobiologi yang bersifat merusak/mengganggu kesehatan, serta diperiksa secara berkala terhadap organoleptik (bau, rasa, warna), fisika, kimia, dan mikrobiologi (Kepmenperindag, 2004). Sampel yang air bakunya berasal dari air PDAM menunjukkan hasil positif mengandung bakteri *Coliform*. Maka perlu juga dikaji lagi apakah air PDAM layak dijadikan sebagai air baku untuk depot air minum yang umumnya mengambil air baku dari mata air pegunungan.

Penanganan terhadap wadah yang dibawa pembeli juga mempengaruhi kualitas air di dalamnya. Walaupun air yang dihasilkan berkualitas, tapi jika tidak ada perhatian lebih terhadap wadah galon sebagai tempat untuk mengisikan maka akan memungkinkan terjadi kontaminasi terhadap air yang dihasilkan (Depkes, 2003). Pencucian harus dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis deterjen tara pangan (*food grade*) dan air bersih dengan suhu berkisar 60-85°C, kemudian dibilas dengan air minum/air produk secukupnya untuk menghilangkan sisa-sisa deterjen yang dipergunakan untuk mencuci (Kepmenperindag, 2004). Semua depot air minum yang terdapat di Kawasan Bungus padang tidak melakukan penanganan terhadap wadah yang dibawa pembeli sesuai dengan peraturan tersebut. Cara yang umum dilakukan oleh depot air minum dalam menangani wadah pembeli adalah dengan menyikat dan membilas dengan produk air, setelah itu langsung diisi. Pada 44,4% depot air yang menggunakan cara ini, menyikat dan membilas, didapatkan hasil kualitas air yang bagus dan tidak mengandung bakteri *Coliform*. Sementara depot yang hanya membilas tanpa menyikat ditemukan mengandung bakteri *Coliform*. Depot yang tidak menyikat dan membilas wadah pembeli didapatkan mempunyai kandungan total *Coliform* tertinggi dibanding sampel positif lainnya.

Faktor lain yang mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan suatu depot air minum adalah kondisi depot air minum tersebut. Lokasi di depot air minum harus terbebas dari pencemaran yang berasal dari debu disekitar depot dan tempat-tempat lain yang diduga dapat mengakibatkan pencemaran (Kepmenperindag, 2004). Depot yang tidak berdiri sendiri dan bergabung dengan tempat aktivitas lain sebanyak 44,4%, hal ini memungkinkan terjadinya pencemaran dari lingkungan sekitar. Kebersihan depot harus selalu terjaga untuk menghindarkan kontaminasi. Empat dari sembilan depot berdiri sendiri dan terlihat terawat dan tiga dari 4 depot tersebut atau 75%-nya tidak mengandung bakteri koliform atau memberikan kualitas air yang sesuai aturan. Depot yang sudah tersendiri tapi tidak terawat memberikan hasil positif mengandung bakteri *Coliform* dan *E. coli*.

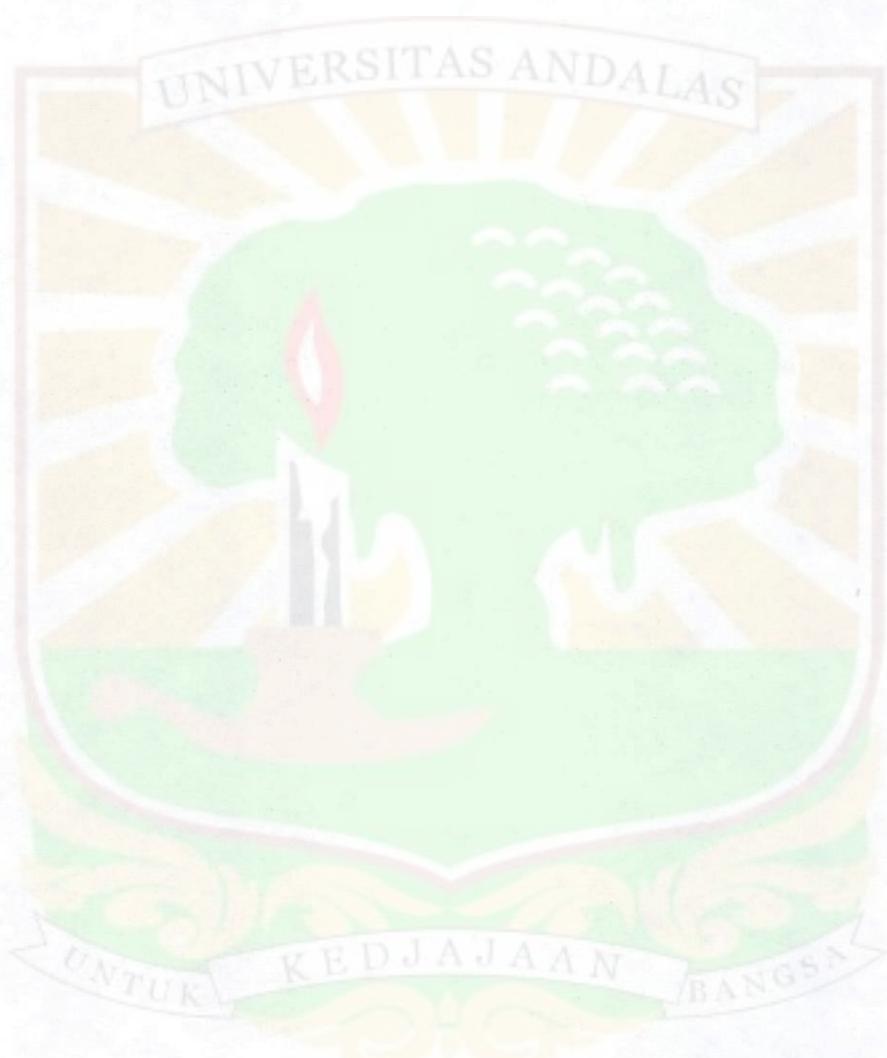
Pengetahuan operator depot air minum tentang kebersihan tentu juga akan mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan. Hanya sebagian kecil penjual sekaligus operator pada depot air minum yang mengerti betul arti kebersihan baik pada tempat proses air, lingkungan sekitar, pakaian yang dikenakan, dan kebersihan diri sendiri (Pitoyo, 2005). Mencuci tangan adalah salah satu bentuk menjaga kebersihan diri sendiri, namun tidak satupun dari sembilan operator air minum pada depot air minum isi ulang di Kawasan Bungus Padang yang mencuci tangan sebelum melayani pembeli.

Berdasarkan data yang didapatkan pada penelitian ini, 55,6% depot air minum di Kecamatan Bungus menghasilkan produk air minum yang tidak memenuhi standar air minum secara mikrobiologi yang aman bagi kesehatan. Data dari Dinas Kesehatan Kota Padang tentang depot air minum di Kota Padang per November 2011 menunjukkan bahwa 484 dari 604 atau 80,13% depot air

minum di Kota Padang tidak melakukan pengujian mutu produk air sesuai peraturan yang berlaku. Jumlah ini tentu sangat memprihatinkan mengingat 5 dari sembilan depot air minum di Kecamatan Bungus tidak memenuhi standar air minum yang aman bagi kesehatan. Pengujian mutu produk yang tidak dilakukan tidak dapat menjamin air yang dihasilkan bebas dari pencemaran dan aman bagi kesehatan masyarakat. Peran pemerintah dan pihak terkait yang dalam hal ini adalah Dinas Kesehatan tentu sangatlah penting. Pengawasan terhadap penyelenggaraan usaha depot air minum perlu ditingkatkan mengingat banyaknya depot yang tidak memeriksakan mutu produk air masih beroperasi dan melayani konsumen. Pihak yang berwenang sudah seharusnya menindak tegas depot air minum isi ulang yang tidak memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan.

Penelitian ini tidak terlalu mendalam faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air minum yang diproduksi depot air minum. Faktor-faktor yang mempengaruhi didapat dari hasil observasi pada saat pengambilan sampel air. Proses produksi dan alat produksi yang digunakan setiap depot tidak didapatkan datanya karena sulitnya melakukan wawancara langsung dengan operator atau pemilik depot air minum agar mereka tidak merasa menjadi objek penelitian. Sebaiknya dilakukan wawancara langsung dengan operator atau pemilik depot dengan membuat standar yang sudah ditetapkan. Kerja sama dengan kader kesehatan dilokasi penelitian dirasa perlu untuk memudahkan dalam wawancara dan mendapatkan informasi. Pada penelitian, peran proses produksi dan alat yang digunakan hanya diperkirakan berdasarkan sumber air baku dan kualitas air yang dihasilkan, sementara kualitas air bakunya tidak diketahui. Untuk mendapatkan

pengaruh air baku dilakukan dengan membandingkan kualitas produk air yang dihasilkan dari depot yang menggunakan bahan baku dari sumber yang sama saja.



BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

1. Kualitas air minum yang diproduksi depot air minum isi ulang di Kecamatan Bungus Padang berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan 55,5% sampel tidak memenuhi persyaratan secara mikrobiologi yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010.
2. Hasil pemeriksaan laboratorium mikrobiologi menunjukkan bahwa lima dari sembilan sampel mengandung bakteri *Coliform*.
3. Tiga dari lima sampel yang mengandung bakteri *Coliform* mengandung *Escherichia coli*.

7.2 Saran

7.2.1 Saran untuk Pengusaha Depot Air Minum

1. Memperhatikan peralatan yang digunakan, terutama dalam perawatan, masa pakai peralatan, dan alat-alat yang digunakan harus sesuai dengan peraturan yang berlaku.
2. Kebersihan lingkungan juga harus ditingkatkan, lokasi usaha sebaiknya tidak dicampur dengan usaha lain karena akan meningkatkan resiko pencemaran.
3. Melakukan uji mutu produk secara rutin sesuai dengan peraturan yang berlaku.
4. Menggunakan air baku dari sumber yang kualitasnya terjamin.

7.2.2 Saran untuk Operator Depot

1. Memperhatikan kebersihan depot.
2. Mencuci tangan sebelum melayani konsumen
3. Melakukan prosedur pelayanan sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan.

7.2.3 Saran untuk Pemerintah/Dinas Perindustrian dan Perdagangan

1. Pengawasan terhadap DAMIU harus lebih ditingkatkan
2. Menindak tegas DAMIU yang tidak memenuhi peraturan yang berlaku

7.2.4 Saran untuk Peneliti Selanjutnya

1. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengetahui lebih pasti hubungan kualitas produk air dengan faktor-faktor yang mempengaruhi.
2. Penetapan standar yang dapat mewakili masing-masing faktor yang mempengaruhi untuk wawancara sehingga besar pengaruh dari masing-masing faktor dapat diukur.
3. Kerjasama dengan kader kesehatan setempat guna mempermudah melakukan wawancara dan mendapatkan informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asfawi, S, 2004. Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang pada Tingkat Produsen di Kota Semarang Tahun 2004. Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Boyd RF, BG Hoerl, 1980. Medical Microbiology, 1st edition. Boston : Little Brown and Company.
- Chadra, B, 2005. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran.
- Departemen Kesehatan RI, 2011, Profil Kesehatan Indonesia 2010. Jakarta : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Departemen Kesehatan RI, 2010. Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Departemen Kesehatan RI, 2006. Pedoman Pelaksanaan Penyelenggaraan Hygiene Sanitasi Depot Air Minum., Dirjen Penyehatan Lingkungan, Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI, 2003. Pedoman dan Pengawasan Higiene Sanitasi Depot Air Minum, Direktorat Penyehatan Air dan Sanitasi WHO dan Depkes RI, Jakarta.
- Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI, 2004. Keputusan Menteri Perindusrtian dan Perdagangan No. 651 Tahun 2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdagangannya.
- Dinas Kesehatan Kota Padang, 2011. Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Padang per November 2011.
- Edzwald JK, 2011. Water Quality and Treatment : a Handbook on Drinking Water. New York : Mc Graw Hill, 21.13.
- Kementerian Kesehatan RI, 2011. Profil Kesehatan Indonesia 2010. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI.
- Kusnaedi, 2006. Pengolahan Air Gambut dan Air Kotor untuk Air Minum. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Latterman, Raymond D. 1999, Water Quality and Treatment : a Handbook of Community Water Supply, 5th ed. New York : Mc Graw Hill.
- Maiti, S.K, 2004, Handbook of Methods in Environmental Studies. Vol 1 : Water & Wastewater Analysis. Jaipur : ABD Publishers.
- Migliaccio K, Yuncong Li, 2011. Water Quality Concepts, Sampling, and Analyses. USA : CRC Press.

- Morello, Josephine A, Paul A. Granato, Helen Eckel Mizer, 2003. Laboratory and Workbook in Microbiology : Applications to Patient Care, 7th ed, New York : Mc Graw Hill.
- Okafor, N, 2011, Environmental Microbiology of Aquatic and Waste System. New York : Springer Science & Business Media.
- Pitoyo, 2005. Dua Jam Anda Tahu Cara Memastikan Air yang Anda Minum Bukan Sumber Penyakit, Solo.
- Suprihatin, 2003. Hasil Studi Kualitas Air Minum Depot Isi Ulang. Makalah pada Seminar Sehari Permasalahan Depot Air Minum dan Upaya Pemecahannya.
- Suriawiria, U, 2008. Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. Bandung :Penerbit Alumni.
- WHO, 2011, Guidelines for Drinking-Water Quality. Malta : WHO press.
- Willey, Joanne M, Linda M. Sherwood, Christopher J, 2008. Prescott, Harley, and Klein's Microbiology. New York : Mc Graw Hill. Pp 272-274.
- Zuane, J, 1997, Handbook of Drinking Water Quality, 2nd Ed. New York : John Wiley & Sons, INC.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Tabel Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Padang per November 2011

| No. | Kecamatan | Jumlah Depot | Uji mutu produk | |
|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | Dilakukan | Tidak dilakukan |
| 1. | Padang Barat | 27 | 2 | 25 |
| 2. | Padang Timur | 56 | 15 | 41 |
| 3. | Padang Utara | 63 | 9 | 54 |
| 4. | Padang Selatan | 32 | 7 | 25 |
| 5. | Koto Tangah | 139 | 30 | 109 |
| 6. | Lubuk Begalung | 66 | 11 | 55 |
| 7. | Lb. Kilangan | 34 | 11 | 23 |
| 8. | Kuranji | 92 | 17 | 75 |
| 9. | Nanggalo | 56 | 11 | 55 |
| 10. | Pauh | 30 | 7 | 23 |
| 11. | Bungus | 9 | 0 | 9 |
| Jumlah | | 604 | 120 | 484 |

Sumber : Laporan Dinas Kesehatan Kota Padang 2011

Lampiran 2

Tabel Jumlah Perkiraan Terdekat untuk bermacam-macam hasil dengan kombinasi 3 tabung dari 10 ml, 3 tabung dari 1 ml, dan 3 tabung dari 0,1 ml.

| Jumlah Hasil Positif | | | Nilai JPT |
|----------------------|-------------|---------------|-----------|
| 3 dari 10 ml | 3 dari 1 ml | 3 dari 0,1 ml | |
| 0 | 0 | 1 | 3 |
| 0 | 1 | 0 | 3 |
| 1 | 0 | 0 | 4 |
| 1 | 0 | 1 | 7 |
| 1 | 1 | 0 | 7 |
| 1 | 1 | 1 | 11 |
| 1 | 2 | 0 | 11 |
| 2 | 0 | 0 | 9 |
| 2 | 0 | 1 | 14 |
| 2 | 1 | 0 | 18 |
| 2 | 1 | 1 | 20 |
| 2 | 2 | 0 | 21 |
| 2 | 2 | 1 | 28 |
| 3 | 0 | 0 | 23 |
| 3 | 0 | 1 | 39 |
| 3 | 0 | 2 | 64 |
| 3 | 1 | 0 | 43 |
| 3 | 1 | 1 | 75 |
| 3 | 1 | 2 | 120 |
| 3 | 2 | 0 | 93 |
| 3 | 2 | 1 | 150 |
| 3 | 2 | 2 | 210 |
| 3 | 3 | 0 | 240 |
| 3 | 3 | 1 | 460 |
| 3 | 3 | 2 | 1100 |
| 3 | 3 | 3 | 2400 |

Sumber : Suriawiria, Unus, 2008. Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. Bandung :Penerbit Alumni.

Lampiran 3

Persyaratan Kualitas Air Minum Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010

| No. | Jenis Parameter wajib | Satuan | Kadar maksimum yang diperbolehkan |
|-----|--|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. | Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan | | |
| | a. Parameter Mikrobiologi | | |
| | 1. E. coli | Jumlah per 100ml sampel | 0 |
| | 2. Total Bakteri koliform | Jumlah per 100ml sampel | 0 |
| | b. Kimia anorganik | | |
| | 1. Arsen | mg/l | 0,01 |
| | 2. Fluorida | mg/l | 1,5 |
| | 3. Total kromium | mg/l | 0,05 |
| | 4. Kadmium | mg/l | 0,003 |
| | 5. Nitrit | mg/l | 3 |
| | 6. Nitrat | mg/l | 50 |
| | 7. Sianida | mg/l | 0,07 |
| | 8. Selenium | mg/l | 0,01 |
| 2. | Parameter yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan | | |
| | 1. Parameter fisik | | |
| | 2. Parameter Kimia | | |

MILIK
UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ANDALAS

Lampiran 4

Morbiditas rate diare di kota Padang tahun 2010.(profil kesehatan kota Padang 2010, edisi 2011)

| No | Kecamatan | Jumlah Kasus Diare | Jumlah Penduduk | Morbiditas Rate |
|-----|----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| 1. | Padang Barat | 709 | 61.437 | 11,5 |
| 2. | Padang Timur | 258 | 87.174 | 3 |
| 3. | Padang Utara | 993 | 76.326 | 13 |
| 4. | Padang Selatan | 1850 | 63.345 | 29 |
| 5. | Koto Tangah | 2211 | 161.466 | 13,6 |
| 6. | Lubeg | 1142 | 106.641 | 10,7 |
| 7. | Lb. Kilangan | 732 | 43.531 | 16,8 |
| 8. | Kuranji | 2511 | 120.309 | 20,8 |
| 9. | Nanggalo | 924 | 58.801 | 15,7 |
| 10. | Pauh | 899 | 53.669 | 16,7 |
| 11. | Bungus | 515 | 24.116 | 21,3 |

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas

Nama : Rido Wandrivel
Tempat/tanggal lahir : Pasar Baru Lakitan/21 Juli 1991
Alamat : Jati Rawang No. 50, Padang
Orang tua
Ayah : Damril
Ibu : Sriwati Elda
Alamat : Pasir Putih Kambang, Kab. Pesisir Selatan
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia

B. Pendidikan

1. SD N 27 Pasar Kambang : Tahun 1997-2003
2. SMP N 1 Lengayang : Tahun 2003-2006
3. SMA N 2 Painan : Tahun 2006-2009
4. Fakultas Kedokteran Universitas Andalas : Tahun 2009-Sekarang

C. Kegiatan Organisasi

1. Panitia Sidang Umum IV BEM KM FK UNAND 2010
2. Panitia Simulasi Try Out Pelajar SMA (Sitoplasma) season II 2010
3. Panitia LKMM IV BEM KM FK UNAND 2010
4. Panitia Madrasah Edukasi Kader (MEDIKA) 1 2010
5. Koordinator Transportasi *The Sixth Annual Training for Better Islamic Health Knowledge and Application (THE 6th ANTIBIOTIC)* 2010
6. Pengurus BO Dawa' FSKI 2010
7. Koordinator Dept. *Islamic Medical centre (IMC)* FSKI KM FK UNAND 2010-2011
8. Panitia FSKI Goes to Rohis 2011
9. *Steering Committee* Madrasah Edukasi Kader (MEDIKA) 2 FSKI KM FK UNAND 2011
10. Pengurus MRC KM FK UNAND 2010-2011