

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

1. Definisi

Air adalah unsur yang penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Fungsi ini tidak dapat digantikan oleh unsur lainnya. Segala bentuk kegiatan yang dilakukan oleh manusia membutuhkan air, mulai dari mandi makan dan minum serta aktivitas sehari – hari lainnya.⁽¹⁷⁾ Air yang berkualitas baik adalah air yang memenuhi baku mutu air minum yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI No 492/MENKES/PER/IV2010, meliputi persyaratan fisika, kimia, dan mikrobiologi. Air harus terbebas dari segala macam mikroorganisme yang patogen maupun apatogen dan bahan kimia berbahaya lainnya.⁽³⁾

Air bersih merupakan air yang digunakan dalam keperluan hidup manusia sehari hari dan dapat dijadikan sebagai air minum setelah dimasak terlebih dahulu. (Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/ MENKES / PER / IX / 1990).⁽¹⁸⁾ Memasak berarti membunuh kuman patogen didalamnya. Oleh karena setelah air terbebas dari patogen yang berarti telah memenuhi syarat syarat bakteriologis, dan kemudian setelah dimasak menjadi air minum, maka dapat diasumsikan bahwa persyaratan air bersih lainnya telah memenuhi atau sama dengan syarat air minum. Sedangkan air minum adalah air yang sudah diproses atau diolah dan sudah memenuhi syarat kesehatan sehingga dapat langsung diminum.⁽¹⁹⁾

2. Sumber Air

Sumber air dapat berasal dari air permukaan, yaitu air sungai, dan danau. Air tanah yang dilihat berdasarkan kedalamannya dapat disebut dengan air tanah dangkal. Air angkasa adalah air yang berasal dari atmosfer, misalnya hujan dan salju. Kualitas berbagai sumber air berbeda – beda tergantung dengan kondisi alam serta kegiatan manusia yang ada disekelilingnya. Air tanah dangkal serta permukaan dapat berkualitas baik

bila tanah sekitarnya tidak tercemar, oleh karena itu air permukaan dan air tanah dangkal sangat bervariasi.⁽²⁰⁾

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Sumber air dibagi menjadi 4 kelompok, yakni air permukaan, air tanah, air hujan dan mata air.⁽²¹⁾

a. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber atau bahan baku air minum, antara lain:

- a) Air waduk (berasal dari air hujan)
- b) Air sungai (berasal dari air hujan dan mata air)
- c) Air danau (berasal dari air hujan, mata air dan atau air sungai)

Air permukaan merupakan air hujan yang mengalir di atas permukaan bumi. Selama pengalirannya, air permukaan mendapat pengotoran dari lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, dan sebagainya.

b. Air Tanah

Air tanah adalah air yang keberadaannya di bawah permukaan air tanah. Air tanah adalah sumber air yang utama tapi bukan satu-satunya untuk sumber air minum. Kelayakan air tanah ini menjadi masalah utama. Air tanah adalah air yang keluar dengan sendirinya ke permukaan. Mata air yang bersumber dari tanah dalam tidak dipengaruhi dan kualitas dan kuantitasnya sama dengan keadaan air didalam tanah.⁽²²⁾

Air tanah yang berada di dalam tanah harus digali atau dibor untuk mendapatkannya agar air keluar ke permukaan tanah.⁽²³⁾ Pada umumnya, air tanah yang berasal dari air hujan yang melalui proses infiltrasi secara langsung atau tidak langsung dari air sungai, danau rawa, dan genangan air lainnya.

c. Air Hujan

Terjadinya air hujan di karenakan proses penguapan, terutama air permukaan laut yang naik ke atmosfer dan mengalami pendinginan kemudian jatuh ke permukaan bumi. Selama proses penguapan tersebut berlangsung, misalnya saat butiran hujan jatuh ke permukaan bumi,

sebagian butiran hujan lainnya akan menguap sebelum sampai di permukaan bumi. Sebagian lainnya akan tertahan pada tumbuhan dan oleh matahari akan diuapkan kembali ke atmosfer. Air hujan yang sampai di bumi, akan mengisi cekungan, kubangan dipermukaan bumi dan sebagian akan mengalir di permukaan bumi.⁽²⁴⁾

d. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang dapat mencapai permukaan tanah melalui celah bebatuan karena adanya perbedaan tekanan. Mata air bersumber dari deposit air tanah yang memiliki tekanan tertentu dan keluar melalui dasar permukaan tanah melalui celah batuan. Karakteristik air dari mata air ini meliputi air tanah yaitu bebas bakteri patogen bila cara pengambilannya baik, dapat langsung diminum tanpa pengolahan khusus, dan banyak mengandung mineral.⁽²⁵⁾ Pada pengelolaan mata air sebagai sumber air bersih, perlindungan mata air dari pencemaran sangat penting, demikian pula cara pendistribusiannya. *Bronkaptering* merupakan mata air yang dikelola untuk keperluan sekelompok rumah tangga yang diberi bangunan pelindung.⁽²⁾

3. Baku mutu air

Baku mutu air merupakan suatu ukuran batas atau kadar pada makhluk hidup, zat, energi atau susunan yang terdapat atau unsur pencemar yang dapat di toleransi keberadaannya di dalam air (PP Nomor 82 Tahun 2001) tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.⁽²¹⁾ Baku mutu air digunakan sebagai parameter pencemaran air. Selain itu dapat digunakan sebagai alat ukur untuk mengendalikan aktivitas yang pembuangan air limbahnya ke sungai agar dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan sehingga kualitas air tetap terjaga pada kondisinya.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, klasifikasi mutu air dibagi menjadi 4 kelas, pembagian kelas ini didasarkan tingkatan baiknya mutu air dan kemungkinan kegunaannya. 4 Klasifikasi mutu air tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Kelas Satu : “air yang fungsinya digunakan sebagai bahan baku air minum atau digunakan untuk syarat mutu air yang sama dengan fungsinya tersebut.”
- b. Kelas Dua : “air yang fungsinya digunakan untuk prasarana / sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan dan untuk fungsi lain yang sama dengan kegunaan tersebut.”
- c. Kelas Tiga : “air yang fungsinya digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, mengairi pertamanan dan atau untuk fungsi yang sama untuk kegunaan tersebut.”
- d. Kelas Empat : “air yang fungsinya digunakan untuk mengairi taman dan atau untuk fungsi lain yang sama dengan kegunaan tersebut.”
4. Standar Kualitas Air Minum Dan Air Bersih
- Air minum ataupun air bersih yang disediakan untuk konsumsi harus memenuhi syarat fisik, kimiawi, bakteriologis dan radioaktivitas. Berbagai syarat tersebut dapat dilihat pada daftar standar kualitas air minum menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor / 907 / MENKES / SK / VII / 2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Syarat-syarat tersebut antara lain :⁽¹⁸⁾

Tabel2.1.Persyaratan Air Minum

Persyaratan Air Minum			
Parameter Mikrobiologi	Satuan	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Keterangan
1. <i>Coli</i> pada air minum	Jumlah/100 ml	0	95% dari sampel yang diperiksa selama setahun kadang-kadang boleh ada 3 per 100 ml sampel air, tetapi tidakberturut-turut
2. <i>Fecal coli</i> pada air yang masuk sistem distribusi	Jumlah/ 100 ml	0	

Sumber :⁽³⁾

Tabel2.2.Persyaratan Air Bersih

Persyaratan Air Bersih			
Parameter Mikrobiologi	Satuan	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Keterangan
1. <i>Total coliform</i>	Jumlah/100 ml	50	Bukan air perpipaan
	Jumlah/ 100 ml	10	Air perpipaan

Sumber : ⁽¹⁸⁾

Standard kualitas air secara global dapat menggunakan Standard Kualitas Air WHO, yaitu kualitas fisik, kimia dan biologi⁽²⁶⁾:

a. Persyaratan fisik

Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492/Menkes/VII/2010 untuk air minum dan Surat Keputusan Menteri kesehatan RI No. 416/Menkes/IX/1990. Untuk air bersih meliputi⁽²⁷⁾:

- 1) Bau: air yang berkualitas baik tidak berbau apabila dicium dari jarak jauh maupun dari dekat. Air yang mempunyai bau busuk berarti mengandung bahan-bahan organik yang sedang mengalami dekomposisi (penguraian) oleh mikroorganismen tertentu.
- 2) Kekeruhan: air yang terlihat keruh disebabkan oleh adanya butira kolid dari tanah liat. Semakin banyak kandungan koloid maka kualitas air semakin buruk.
- 3) Rasa: air yang baik adalah air yang tidak berasa/tawar. Air bisa dirasakan oleh lidah, air yang terasa asam, manis, pahit, atau asin menunjukkan bahwa kualitas air tersebut tidak baik. Kandungan garam – garam yang terlarut dalam air dapat menyebabkan rasa asin, sedangkan asam organik maupun asam anorganik dapat menyebabkan rasa asam.
- 4) Suhu: ciri air yang baik harus memiliki temperatur yang sama dengan temperatur udara (20-26) derajat. Air yang mempunyai temperatur diatas atau dibawah temperatur udara berarti mengandung zat-zat tertentu (misalnya fenol yang terlarut di dalam air cukup banyak) atau sedang terjadi proses tertentu (proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganismen yang manghasilkan energi) yang mengeluarkan atau menyerap energi dalam air.

- 5) Warna: air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga harus jernih dan tidak berwarna. Apabila air tersebut berwarna berarti terdapat kandungan yang berbahaya bagi kesehatan.
- 6) Jumlah zat padat terlarut: air minum yang baik tidak boleh mengandung zat padatan. Walaupun jernih, tetapi bila air mengandung zat padatan. Walaupun jernih, bila didalam air terdapat padatan yang terapung maka tidak layak digunakan untuk air minum. Bila air dididihkan maka zat padat akan larut sehingga menurunkan kualitas air minum.

b. Syarat Mikrobiologis

Didalam kandungan air tidak boleh terdapat coliform. Air yang mengandung coliform berarti telah terkontaminasi dengan kotoran manusia. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990, persyaratan bakteriologi air bersih dapat dilihat dari *Coliform* tinja per 100 ml sampel air dengan kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 50 MPN/100 ml air untuk air bersih bukan perpipaan dan 10 untuk air bersih perpipaan. Sedangkan untuk air minum adalah 0 MPN/100 ml air.⁽¹⁸⁾

c. Syarat Kimia

Dilihat dari segi pengaruhnya, zat-zat kimia yang terlarut di dalam air dikelompokkan menjadi 5 golongan, yaitu :⁽²⁾

- 1) Zat beracun seperti : As, NO_2 , Pb, Se, Cr, CN, Cd, Hg, dsb.
- 2) Zat yang dibutuhkan dalam tubuh tetapi dalam kadar tertentu dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti *Fluor* dan *Iod*.
- 3) Zat tertentu dengan batas-batas tertentu karena menimbulkan gangguan fisiologik.
- 4) Bahan kimia yang dapat menimbulkan gangguan teknis, seperti korosi pada logam, timbulnya kerak pada ketel (alat dapur) yang disebabkan oleh air sadah (*hard water*).

- 5) Zat yang secara ekonomis merugikan, seperti borosnya pemakaian deterjen karena air yang sadah, kerugian karena rusaknya pipa akibat korosi dsb.

d. Syarat radioaktif

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan sinar α melebihi 0,1 Bq/l (Bequerel/liter), aktivitas β melebihi 1,0 Bq/l.⁽²⁾

5. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Air Minum

Beberapa faktor yang bisa mempengaruhi kualitas produk air yang dihasilkan meliputi bahan baku, penanganan terhadap wadah pembeli, kebersihan operator dan kondisi depot.^(28, 29)

1) Kualitas Bahan Baku

Produksi air minum yang dihasilkan harus mempunyai kualitas bahan baku yang baik. Air yang diambil dari sumber yang terjamin kualitasnya merupakan bahan baku utama yang seharusnya digunakan. Air minum yang terlindungi dari cemaran kimia dan mikrobiologi yang bersifat merusak / mengganggu kesehatan. Pemeriksaan organoleptik (bau, rasa, warna), fisika, kimia, dan mikrobiologi harus dilakukan secara berkala.⁽²⁸⁾

2) Penanganan Terhadap Wadah

Kualitas air didalam wadah dapat dipengaruhi oleh penanganan terhadap wadah yang dibawa pembeli. Walaupun air yang dihasilkan berkualitas, tetapi jika penanganan wadah tidak diperhatikan maka kemungkinan menyebabkan kontaminasi terhadap air yang dihasilkan karena galon adalah tempat untuk mengisi air minum. Pencucian harus dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis deterjen tahan pangan (*food grade*) dan air bersih dengan suhu berkisar 60-85°C, lalu dibilas dengan air minum atau air produk secukupnya agar sisa – sisa deterjen yang digunakan untuk mencuci tersebut hilang.⁽⁹⁾

3) Kondisi Depot Air Minum

Lokasi di depot air minum harus terbebas dari kontaminasi yang berasal dari debu disekitar depot dan tempat lain yang diperkirakan

mengakibatkan kontaminasi. Kebersihan depot harus dijaga untuk menghindarkan kontaminasi.⁽²⁸⁾

4) Pengetahuan Operator Depot

Kualitas air yang dihasilkan di pengaruhi oleh pengetahuan operator depot air minum tentang kebersihan depot. Hanya beberapa penjual sekaligus operator di depot air minum yang mengerti arti kebersihan baik untuk tempat proses air, lingkungan sekitar, penampilan diri dan kebersihan diri sendiri.⁽²⁹⁾

6. Faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumber air bersih

Faktor yang dapat mempengaruhi pencemaran sumber air bersih yaitu :

a. Jenis sumber pencemar

Karakteristik limbah dilihat berdasarkan jenis sumber pencemar, karakteristik limbah rumah tangga berbeda dengan karakteristik limbah jamban atau peternakan. Kandungan bahan organik yang biasanya menjadi habitat mikroorganisme yang terdapat pada limbah jamban dan peternakan. Perbedaan karakteristik limbah tersebut mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap kualitas bakteriologi air sumur gali.⁽³⁰⁾

b. Jumlah sumber pencemar

Banyaknya sumber pencemar akan mempengaruhi penurunan kualitas air, hal ini di karenakan semakin banyak bakteri yang mampu masuk kedalam sumur.⁽³⁰⁾ Dari hasil penelitian yang di lakukan di Desa Kapitu, Kecamatan Amurang Barat tentang pengaruh jumlah sumber pencemar dengan kualitas bakteriologis sumber air bersih hasilnya tidak ada pengaruh jumlah sumber pencemar dengan kualitas bakteriologis sumber air bersih.⁽³¹⁾

c. Jarak jamban

Semakin jauh jarak jamban dengan sumber air maka akan menyebabkan jumlah bakteri yang dapat mencemari sumber air semakin sedikit, ini disebabkan karena tanah yang tersusun dari macam – macam material (batu, pasir, dll) yang akan menyaring bakteri yang melewatinya.⁽³¹⁾ Berdasarkan penelitian di Desa Sosial Kecamatan

Paguyaman Boalemo tentang pengaruh jarak jamban dengan jumlah bakteriologis air bersih dinyatakan ada pengaruh jarak jamban dengan jumlah bakteriologis sumber air bersih. Jarak letak sumber air bersih dengan paling sedikit 10 meter karena kemungkinan dengan jarak 10 meter bakteri akan mati.⁽³²⁾

d. Jarak *Septic tank*

Septic tank adalah bak yang digunakan untuk menampung air limbah yang dialirkan dari WC (*Water Closet*). Limbah dari *septic tank* dekat sangat mempengaruhi pencemaran terhadap sumber air bersih apabila jarak septic tank dengan sumur gali.⁽³³⁾ Berdasarkan penelitian di Kecamatan Tumiting Kota Manado tentang hubungan antara *septic tank* dengan jumlah bakteriologis air bersih dinyatakan bahwa ada hubungan antara *septic tank* dengan jumlah bakteriologis air bersih.⁽³⁴⁾

e. Kedalaman Sumber Air Bersih yang Kedap Air

Tercemarnya tanah oleh bakteri secara vertikal dapat mencapai kedalaman 3 meter dari permukaan tanah.⁽³⁰⁾ Diperkirakan sampai kedalaman 3 meter dari permukaan tanah masih mengandung bakteri. Oleh karena itu, dinding sumur sebaiknya dibuat kedap air sampai kedalaman 3-5 meter untuk mencegah masuknya atau merembesnya sumber pencemar.⁽³⁵⁾ Berdasarkan penelitian tentang faktor yang mempengaruhi jumlah *E. coli* air bersih pada penderita diare di Kelurahan Pakujaya Kecamatan Serpong Utara Kota Tangerang Selatan menunjukkan tidak ada hubungan kedalaman sumur terhadap sumber air bersih.⁽³⁶⁾

f. Arah aliran air tanah

Aliran air tanah memberikan pengaruh secara terus menerus terhadap lingkungan di dalam tanah, pergerakan aliran air tanah melalui pori-pori tanah akan mempengaruhi penyebaran air tanah⁽³⁷⁾.

g. Tekstur tanah

Tekstur tanah akan mempengaruhi penyebaran sumber pencemar masuk kedalam air tanah karena tekstur dan struktur tanah dapat

mempengaruhi pori-pori dan permeabilitas tanah yang pada gilirannya dapat mempengaruhi laju infiltrasi, kelembaban tanah, pertumbuhan tanaman, dan proses biologis serta hidrologis⁽³⁸⁾.

h. Curah hujan

Pergerakan bakteri *Coliform* di dalam lapisan tanah dipengaruhi oleh resapan air hujan ke dalam lapisan tanah. Banyaknya air hujan yang masuk ke dalam lapisan tanah memungkinkan terjadinya kontaminasi yang lebih besar. Pada musim hujan tingkat *Escherichia coli* meningkat 700 koloni per 100 ml sampel air dibandingkan dengan musim kemarau⁽³⁰⁾.

i. Kondisi Fisik Sumber Air Bersih

Kondisi fisik sumber air bersih adalah konstruksi bangunan dan sarana yang mendukung sanitasi sumber air bersih.⁽³¹⁾ Pembangunan sumur harus mengikuti standar kesehatan yaitu jarak terhadap sumber pencemar dengan konstruksinya⁽³⁹⁾, bibir sumur yang kedap air, lantai semen yang kedap air, dudukan pompa dan pipa distribusi.

Kondisi fisik sumber air bersih memiliki pengaruh terhadap keberadaan bakteri *Escherichia coli*. Konstruksi sumber air bersih ditinjau dari lokasi (jarak antara sumur gali dengan sumber pencemar >10 meter) terhadap kandungan bakteri *Escherichia coli* pada air sumber air bersih.⁽⁴⁰⁾

Konstruksi sumur yang tidak memenuhi syarat konstruksi dan jarak sumur dengan sumber pencemar tidak memenuhi syarat kesehatan akan mengakibatkan meningkatnya jumlah *Escherichia coli* pada air sumur gali.⁽⁴⁰⁾ Berdasarkan penelitian hubungan antara kondisi fisik sumur gali dengan kualitas mikrobiologis air sumur gali menunjukkan terdapat hubungan antara kondisi fisik sumur gali dengan kualitas mikrobiologis air sumur dengan nilai $p=0,003$.⁽⁴¹⁾

j. Perilaku

Pembuatan sumur di masyarakat tanpa bibir sumur, tutup, mandi dan mencuci di pinggir sumur akan menyebabkan pencemaran karena air

bekas aktivitas mengalir kembali ke dalam sumur⁽³⁰⁾. Berdasarkan penelitian terdahulu tentang gambaran fisik sumur gali dari aspek kesehatan lingkungan dan perilaku pengguna sumur gali di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado di ketahui bahwa 78% responden berpengetahuan baik, 22% responden kurang, 74% memiliki sikap baik, 26% kurang dan 32% memiliki tindakan baik, 68% kurang. Perilaku penggunaan sumur gali tentang kondisi fisik sumur gali meliputi pengetahuan, sikap dan tindakan⁽⁴²⁾.

7. Jenis-jenis sarana air bersih

Jenis-jenis sarana air bersih yang biasa digunakan dimasyarakat adalah sebagai berikut :⁽⁴³⁾

1) Sumur gali

Sumur gali merupakan sarana air bersih yang memperoleh air dengan cara menggali lubang di tanah dengan menggunakan alat sampai mendapatkan air.⁽⁴⁴⁾

2) Perpipaan

Sarana perpipaan merupakan bangunan yang meliputi peralatan dan perlengkapan yang menghasilkan, menyediakan dan mendistribusikan air minum untuk masyarakat melalui saluran perpipaan. Air yang digunakan berasal dari air tanah yang tidak diolah.⁽⁴⁵⁾

3) Sumur pompa tangan

Sumur pompa tangan merupakan sarana air bersih yang diperoleh dari air tanah dengan membuat lubang dengan menggunakan alat bor.⁽⁴⁶⁾

4) Penampungan air hujan

Penampungan air hujan merupakan sarana air bersih yang dimanfaatkan untuk pengadaan air bersih rumah tangga. Air hujan yang jatuh diatap rumah atau bangunan penampungan air yang lain, melalui saluran atau talang kemudian didistribusikan dan ditampung didalam penampungan air hujan.⁽⁴⁷⁾

5) Perlindungan mata air

Perlindungan mata air adalah bangunan yang digunakan untuk menampung dan melindungi sumber air dari kontaminasi bahan organik dan anorganik.⁽⁴⁸⁾

8. Syarat Kondisi Perlindungan Mata Air

Konstruksi sarana perlindungan mata air harus memenuhi persyaratan kesehatan, sehingga sarana tersebut harus mendapatkan perlindungan dari bahaya kontaminan, yaitu dengan cara menjaga kebersihan sarana perlindungan mata air. Mata air dalam penyediaan sarana air. Mata air berada dipermukaan dataran tanah dan bebatuan lapisan aquifer bersih maka harus dibuat hingga memenuhi persyaratan kesehatan, sehingga faktor kontaminan dapat dikurangi, dan meningkatkan kualitas air yang diperoleh. Oleh sebab itu sarana perlindungan mata air yang baik harus memenuhi syarat lokasi dan konstruksi. Syarat-syarat tersebut sebagai berikut :⁽⁴³⁾

1) Syarat lokasi

- a. Jarak mata air dengan sumber pencemar atau sumber kontaminan lainnya.
- b. Sumber mata air harus dapat diperkirakan agar dapat mencukupi kebutuhan hidup sehari – hari.
- c. Sumber air yang terdapat pada lokasi air tanah harus dilindungi agar tidak longsor karena proses alam.

2) Syarat konstruksi

Adapun syarat-syarat konstruksi Perlindungan Mata Air yaitu antara lain :⁽⁴⁹⁾

- a. Keadaan Perlindungan Mata Air harus ditutup, agar menghindari masuknya hewan, kotoran dan air hujan yang masuk langsung kedalam bak penampungan.
- b. Perlindungan mata air harus dalam keadaan bersih, dalam arti harus memperhatikan kebersihan keadaan fisik bangunan yang

meliputi dinding dan lantai agar terhindar dari kotoran dan lumut yang dapat merubah kualitas fisik air.

- c. Memiliki bak kontrol pada perlindungan mata air, yaitu untuk mengontrol keadaan air yang terdapat dalam perlindungan mata air.⁽⁵⁰⁾
- d. Memiliki pagar disekitar bangunan perlindungan mata air, agar hewan yang berkeliaran tidak masuk kedalam perlindungan mata air
- e. Jauh dari sumber pencemaran terhadap sumber air, yaitu jauh dari jamban dan tempat sampah yang jaraknya >15m dari perlindungan mata air.
- f. Harus ada saluran drainage pada perlindungan mata air, agar tidak terjadi genangan air yang menjadi tempat perkembangbiakan bibit penyakit.⁽⁵¹⁾
- g. Tidak adanya jamban / kakus dibagian atas perlindungan mata air, agar menghindari adanya rembesan air pada musim hujan sehingga dapat mencemari air pada perlindungan mata air.

B. Sistem Distribusi dan Sistem Pengaliran Air

1. Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem pendistribusian air bersih merupakan sistem yang secara langsung terhubung dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok menyalurkan air yang memenuhi baku mutu ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini mencakup unsur sistem perpipaan dan kelengkapannya, tersedia alat pemadam kebakaran, sistem pemompaan dan *reservoir* distribusi.⁽⁵²⁾

Sistem pendistribusian air bersih meliputi saluran perpipaan, katup-katup serta pompa yang berfungsi membawa air bersih yang sudah diolah melalui instalasi pengolahan menuju permukiman, kantor – kantor dan industri yang menggunakan air tersebut. Yang termasuk dalam sistem ini yaitu sarana penampung air yang sudah diolah (*reservoir* distribusi) yang berfungsi pada saat kebutuhan air lebih besar dari suplai instalasi, meter

air digunakan untuk menentukan banyaknya air yang digunakan dan keran kebakaran.⁽⁵²⁾

Jumlah kecukupan air dan tekanan yang mencukupi, serta menjaga keamanan agar kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan tetap baik merupakan hal yang penting untuk di perhatikan untuk memantau system ditribusi.

Mengantarkan air bersih kepada pelanggan yang akan dilayani merupakan tugas pokok dari system pendistribusian air bersih dengan tetap menjaga kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan rencana awal. Factor yang paling utama adalah kesediaan air di setiap saat tanpa batasan dan jumlah.

Suplai air bersih melalui perpipaan induk mempunyai 2 macam yaitu sebagai berikut :⁽⁵³⁾

a. *Continuous system*

Dalam sistem pendistribusian air bersih yang akan dialirkan kepada pelanggan secara terus menerus selama 24 jam. Keuntungan dalam sistem ini adalah konsumen dengan mudah mendapat air bersih dari saluran perpipaan di posisi perpipaan manapun.⁽²⁾ Sedangkan kerugiannya adalah penggunaan air akan lebih boros, apabila ada kebocoran pipa sedikit saja maka jumlah air yang hilang akan menjadi sangat besar jumlahnya.

b. *Intermitten system*

Dalam sistem pendistribusian bersih ini di suplai 2-4 jam saat pagi dan 2-4 jam saat sore hari. Kerugian dari sistem ini yaitu pelanggan tidak bisa sewaktu – waktu mendapatkan air sehingga harus menyediakan tempat penampungan air untuk menampung cadangan air. Apabila terjadi kebocoran pada pipa maka air yang seharusnya digunakan untuk pemadam kebakaran akan sangat sulit didapat. Pipa yang digunakan juga jauh lebih besar dikarenakan kebutuhan air dalam sehari hanya dapat dialirkan beberapa jam saja. Namun keuntungannya yaitu

dapat menghindari dan system ini cocok diterapkan pada daerah yang mempunyai cadangan air yang terbatas.⁽⁵⁴⁾

2. Sistem Pengaliran Air bersih

Untuk mendistribusikan air bersih kepada konsumen harus memperhatikan system perpipaan yang baik, reservoir, alat pompa dan alat – alat yang lain untuk tetap menjaga kualitas. Metode pendistribusian ini bergantung dari topografi dari sumber air dan keberadaan konsumen. Beberapa sistem pengaliran air yaitu :⁽⁵⁵⁾

a. Cara Gravitasi

Cara ini digunakan apabila elevasi mata air mempunyai perbedaan yang cukup besar terhadap elevasi daerah pelayanan yang mengakibatkan tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini lebih ekonomis karena cukup memanfaatkan perbedaan ketinggian daerah.

b. Cara pemompaan

Cara ini digunakan untuk meningkatkan tekanan yang dibutuhkan dalam pendistribusian air dari reservoir kekonsumen. Sistem ini lebih baik digunakan jika elevasi antara mata air atau instalasi pengolahan dengan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup.

c. Cara gabungan

Cara ini reservoir yang digunakan untuk tetap mempertahankan tekanan yang diperlukan selama waktu pemakaian tinggi dan dalam kondisi darurat. Selama waktu pemakaian rendah sisa air akan di pompa dan disimpan didalam reservoir distribusi dan dapat digunakan sebagai cadangan air selama pemakaian tinggi, sehingga pompa akan dioperasikan pada kapasitas rata – rata.

3. Kontaminasi air perpipaan

Air yang dikonsumsi masyarakat umumnya didistribusikan melalui perpipaan. Air ini bisa berasal dari sumber air secara alami yang telah

dikelola mulai dari perlindungan sumber airnya (mata air, danau dan sumber air lainnya) sampai pendistribusiannya, atau air dari perusahaan yang khusus mengolah air minum, kemudian mendistribusikannya kepada masyarakat melalui jaringan perpipaan.⁽²⁾ Sumber air bersih yang akan digunakan sebagai air minum perlu diolah terlebih dahulu yakni dengan cara merebus untuk memastikan kualitas air secara mikrobiologi.

4. Proses pencemaran air perpipaan

Kontaminasi air perpipaan dapat terjadi karena kebocoran pipa distribusi, *cross connection*, *backshiponage* dan *back flow*. Air perpipaan mempunyai tekanan tertentu. Tetapi sering kali tekanan ini tidak cukup tinggi bahkan kadang-kadang negatif. Apabila kebetulan saluran pipa distribusi bocor dan tekanan dalam pipa negatif, maka air permukaan atau air kotor yang terdapat disekitar bagian pipa yang mengalami kebocoran akan masuk sehingga air dalam pipa mengalami kontaminasi.⁽²⁾

Cross connection adalah hubungan fisik sistem perpipaan air bersih dan saluran air kotor sehingga air bersih tercemar oleh karenanya. Hal ini bisa terjadi karena beberapa faktor misalnya pada saat memperbaiki saluran air yang mengalami kemacetan di gedung bertingkat yang memiliki jaringan perpipaan untuk air bersih dan air kotor.⁽⁵⁶⁾ Untuk mengatasi kemacetan aliran dicari saluran air terdekat untuk disambungkan, padahal saluran tersebut jaringan perpipaan untuk air kotor, sehingga terjadilah pencemaran pada air diseluruh jaringan tersebut.

Ada sistem jaringan air minum yang dilengkapi dengan siphone yang berguna untuk membuang limbah air secara otomatis kedalam saluran air kotor apabila terjadi tekanan pada pipa yang terlalu tinggi apabila tekanan pada jaringan air kotor lebih tinggi dari pada jaringan perpipaan air minum misalkan karena pengisapan dengan pompa secara langsung dari jaringan perpipaan terjadilah aliran balik.⁽⁵⁷⁾

Upaya untuk memperlancar aliran air dengan mengisap dengan pompa secara langsung dari jaringan perpipaan, akan menyebabkan tekanan air dalam perpipaan menurun bahkan negatif.⁽²⁾ Kemungkinan

yang terjadi adalah aliran balik dari air yang telah keluar bahkan yang telah digunakan, masuk kedalam pipa melalui selang (pipa plastik maupun karet) yang biasa dipasang oleh ibu rumah tangga secara terus menerus dikamar mandi atau tempat cuci alat dapur dan sebagainya yang semula digunakan untuk memperlancar aliran air yang kecil.

C. Bakteri Coliform

1. Pengertian Bakteri Coliform

Bakteri coliform merupakan bakteri yang digunakan sebagai indikator keberadaan bakteri patogenik. Atau lebih tepatnya coliform fekal adalah bakteri yang dijadikan indikator terhadap pencemaran bakteri patogen. Coliform fekal ditentukan menjadi indikator pencemaran air karena jumlah koloninya berhubungan dengan adanya bakteri patogen. Selain itu pemeriksaan coliform jauh lebih murah cepat dan sederhana dibandingkan mendeteksi bakteri patogen lainnya. Contoh bakteri coliform adalah, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella ezanae*, *Klebsiella rhinoscleromatis*, *Shigella sonnei*, *Pasteurella mulroccida*, *Pseudomonas cocovenenans* dan *Vibrio cholera*. Dapat disimpulkan bahwa, coliform merupakan indikator kualitas air bersih, semakin sedikit kandungan coliform berarti kualitas air semakin baik.⁽⁵⁸⁾

Adanya kontaminan didalam air menyebabkan perlunya standar untuk menentukan kebersihan air. Air yang sudah terkontaminasi oleh bakteri saluran cerna menjadi berbahaya apabila dikonsumsi. Hal ini dikarenakan adanya penemuan organisme yang berada didalam feses manusia atau hewan yang tidak pernah terdapat dalam bebas. Terdapat beberapa organisme dalam golongan ini, yaitu bakteri coliform (*E. coli*), *Enterococcus faecalis* dan *Clostridium sp.* Di Indonesia, bakteri indikator air terkontaminasi adalah *E. coli*.⁽⁵⁹⁾

Adanya Coliform didalam air minum dapat dijadikan indikasi adanya Bakteri Coliform yang tidak menutup kemungkinan juga terdapat organisme patogen lainnya. Bakteri Coliform digolongkan menjadi 2 tipe

yaitu Fecal Coliform dan Non Fecal Coliform. Sedangkan E.Coli merupakan bagian dari Coliform Fecal yang keberadaannya didalam air dapat dijadikan indicator terhadap pencemaran oleh tinja. Oleh sebab itu, E.Coli digunakan sebagai indicator pemeriksaan kualitas bakteriologis, hal ini dikarenakan:⁽⁴⁰⁾

a) Secara normal, E. coli dapat ditemukan pada saluran cerna manusia (sebagai flora normal) atau hewan mamalia, atau bahan yang sudah terkontaminasi oleh tinja manusia atau hewan. Bakteri ini tidak pernah di temukan didalam air dengan kualitas kebersihan yang tinggi.

b) Pemeriksaan E. coli di laboratorium jika dilakukan dengan benar akan sangat mudah di deteksi, karena sensitivitasnya tinggi.

c) Jika E. coli di temukan didalam air, maka air tersebut dianggap berbahaya bagi penggunaan domestik.

d) Keberadaan E. Coli juga memungkinkan adanya bakteri lain didalam air.

Bakteri pembusuk ini masuk kedalam kategori bakteri Coliform yang diantaranya adalah Escherichia Coli. Bakteri ini menghasilkan zat ethionine yang dapat mengakibatkan kanker. Bakteri pembusuk ini juga memproduksi racun seperti Indole dan skatole yang dapat menimbulkan reaksi didalam tubuh apabila jumlah berlebih.⁽⁵⁸⁾

2. Bakteri Escherichia coli

Escherichia coli atau *E. coli* merupakan spesies utama bakteri gram negative. Pada dasarnya bakteri ini dapat ditemukan didalam usus manusia. Apabila jumlah E.Coli berlebih di dalam tubuh manusia dapat menyebabkan keracunan dan diare berdarah karena eksotoksi yang dihasilkan.⁽¹⁵⁾

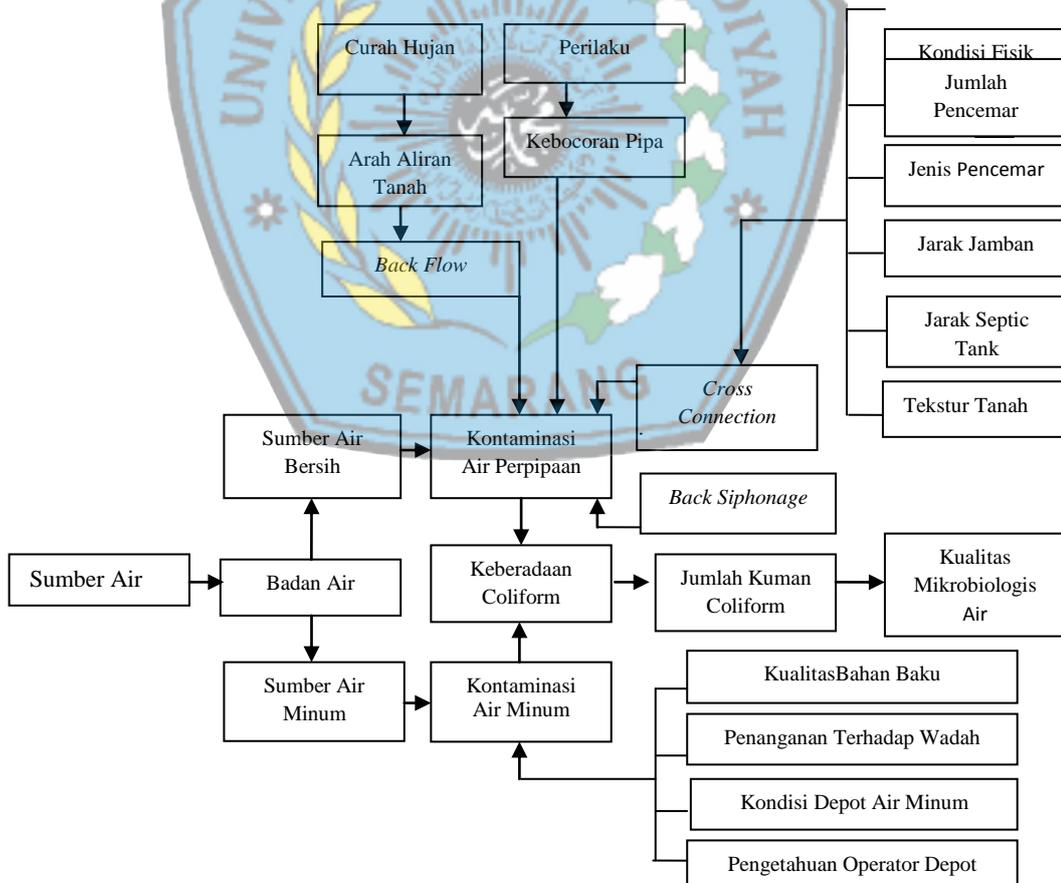
Coli yang tidak membahayakan dapat membawa keuntungan bagi manusia karena dapat memproduksi vitamin K₂. Untuk mencegah bakteri lain didalam tubuh, E. Coli dapat digunakan untuk teknologi rekayasa genetika karena pertumbuhan yang sangat cepat serta mudah untuk ditangani.⁽⁶⁰⁾

3. MPN Coliform

Metode MPN merupakan teknik menghitung jumlah mikroorganisme per mili bahan yang digunakan sebagai media biakan, atau dapat juga diartikan sebagai perkiraan terdekat jumlah golongan *Coliform* dalam tiap 100 ml contoh air yang diperiksa.⁽⁷⁾

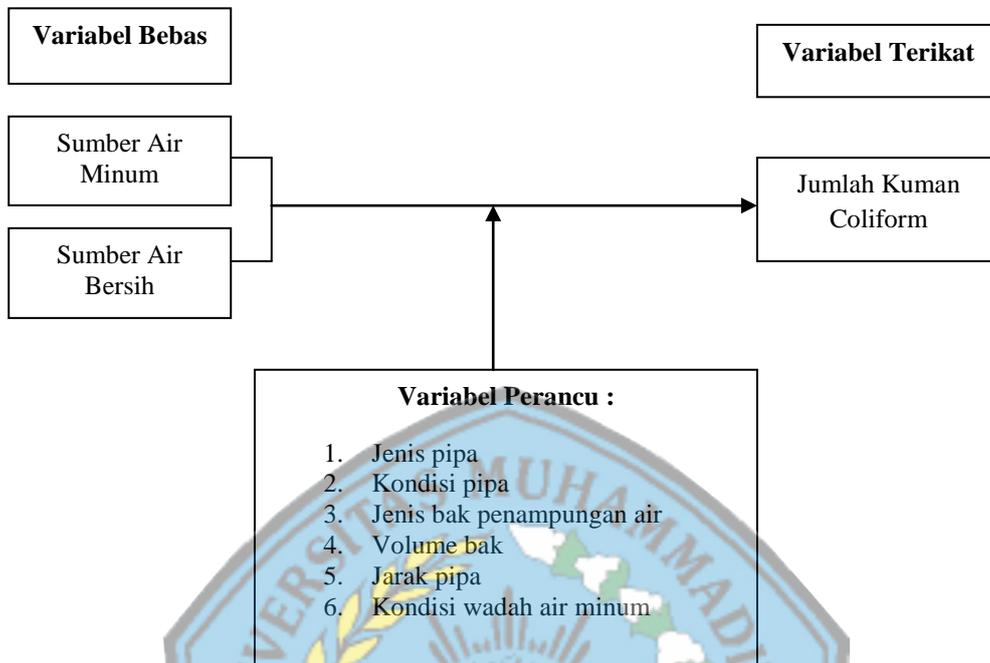
Metode yang digunakan pada pemeriksaan MPN Coliform yaitu dengan media cair didalam tabung reaksi. Perhitungan MPN dilihat berdasarkan jumlah tabung yang bereaksi positif, yaitu media yang ditumbuhi mikroorganisme setelah dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, kemudian dihitung berdasarkan jumlah tabung positif. Kriteria tabung yang positif atau tidak dapat dilihat dengan adanya kekeruhan atau gas yang terdapat pada tabung durham.⁽⁵⁴⁾

D. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

E. Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

F. Hipotesis

1. Ada perbedaan jumlah kuman coliform pada air minum dan air bersih rumah tangga Non PDAM.