

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Minum

1. Pengertian

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Permenkes RI No. 43 Tahun 2014). Sedangkan berdasarkan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI No. 651 Tahun 2004 air minum adalah air baku yang telah melalui tahap pemrosesan dan aman untuk diminum oleh masyarakat.

2. Sumber Air Minum

Sumber air utama penyediaan air minum dibagi menjadi tiga, yaitu air permukaan, air tanah, dan air hujan (Moeller, 2005). Air permukaan adalah air yang berada diatas permukaan tanah seperti sungai, danau, dan waduk. Sedangkan air tanah adalah air yang berada dibawah permukaan tanah dengan kedalaman mencapai 450-600 meter yang berasal dari air yang terperangkap dalam batuan bumi atau air hujan yang masuk kedalam bumi melalui berbagai lapisan tanah, batuan, dan pasir (Moeller, 2005). Air tanah ini dapat keluar dengan cara di bor atau dapat keluar secara alami karena tekanan dari dalam bumi sehingga disebut air artesis atau *spring water*.

Notoatmodjo (2011) membagi sumber air minum menjadi 5, yaitu:

a. Air Hujan

Air hujan berasal dari air permukaan bumi yang diuapkan oleh sinar matahari. Air permukaan tersebut berupa air sungai, air danau dan air laut. Sinar matahari menguapkan air permukaan tanpa membawa kotoran yang terdapat di dalam air. Setelah proses penguapan, air mengalami proses kondensasi, dimana air yang menguap tersebut berubah menjadi air hingga terbentuklah awan dan lama kelamaan, awan tersebut menjadi jenuh dan turunlah titik-titik air hujan.

b. Air Sungai dan Danau

Menurut asalnya sebagian dari air sungai dan danau berasal dari air hujan yang mengalir melalui saluran-saluran kedalam sungai dan danau. Kedua sumber air ini juga sering disebut air permukaan.

c. Mata Air

Mata air adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah melalui proses filtrasi dan adsorpsi oleh batuan dan mineral dalam tanah. Air mata air yang baik berasal dari pegunungan vulkanik karena mineral-mineral yang terkandung didalamnya dapat mengadsorpsi kandungan logam dalam air dan bakteri. Selain itu, kandungan mineralnya baik untuk kesehatan tubuh, dan mengandung kadar O₂ yang tinggi. Oleh karena itu, air

dari mata air terasa lebih segar dikonsumsi daripada air yang berasal dari sumber lainnya.

d. Air Sumur Dangkal

Air sumur dangkal adalah air tanah yang berasal dari lapisan air di tanah dangkal. Dalamnya lapisan air dari permukaan tanah berbeda antara satu tempat dengan tempat yang lain. Kedalaman air sumur dangkal ini berkisar antara 5-15 meter dari permukaan tanah.

e. Air Sumur Dalam

Air sumur dalam adalah air tanah air tanah yang berasal dari lapisan air di tanah yang dalam dengan kedalaman di atas 15 meter. Sebagian besar air yang berasal dari sumur dalam ini cukup aman untuk dapat dikonsumsi secara langsung.

3. Persyaratan Kualitas Air Minum

Persyaratan kualitas air minum diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 Tentang Kualitas Air Minum. Dalam peraturan tersebut berisi tentang kualitas produk air minum yang aman ditinjau dari parameter fisik, kimia, mikrobiologi, dan radioaktifitas serta dibagi menjadi parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib dibedakan menjadi dua yaitu parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan yang mencakup parameter mikrobiologi dan kimia an-organik serta parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan yang mencakup parameter fisik dan kimia.

Pada parameter mikrobiologi yang berhubungan langsung dengan kesehatan ada dua organisme yang ditetapkan dalam Permenkes No. 492 Tahun 2010 sebagai parameter mikrobiologi, yaitu *Escherichia coli* dan total coliform. Dua parameter ini sebenarnya hanya berupa indikator bagi berbagai mikroba lain seperti parasit (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen, dan virus. Sebagai indikator kedua bakteri ini berfungsi sebagai penunjuk yang menggambarkan adanya kemungkinan bakteri patogen lain yang juga hidup.

Standar kualitas air minum yang ditetapkan dalam Permenkes No. 492 Tahun 2010 untuk total koliform dan *Escherichia coli* maksimum yang diperbolehkan adalah 0 per 100 ml sampel, artinya air untuk keperluan minum harus bebas dari segala jenis bakteri terutama bakteri patogen.

Tabel 2.1 Parameter Kualitas Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1.	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Mikrobiologi		
	1) <i>E. coli</i>	100 ml	0
	2) Total coliform	100 ml	0
	b. Kimia an-organik		
	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 langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Fisik		

	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) TDS	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	Suhu udara \pm 3
	b. Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5
3.	Parameter tambahan		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

Sumber: Permenkes No.492 Tahun 2010

4. Bakteri Coliform

Bakteri coliform merupakan salah satu parameter mikrobiologi yang mempengaruhi kualitas air minum. Bakteri coliform sebagai suatu kelompok dicirikan sebagai kelompok bakteri gram negatif non spora berbentuk batang dan motil dan non motil yang dapat memfermentasikan laktosa dengan produksi asam dan gas ketika diinkubasi pada suhu 35-37°C dalam kurun waktu kurang dari 24 jam (Daoliang and Shuangyin, 2019). Bakteri coliform secara umum memiliki sifat dapat tumbuh pada media agar sederhana, koloni sirkuler dengan diameter 1-3 mm, sedikit cembung, permukaan koloni halus, tidak berwarna, atau abu-abu dan jernih. Bakteri coliform dapat ditemukan di lingkungan perairan, tanah,

dan vegetasi serta hadir dalam jumlah besar dalam kotoran manusia ataupun hewan.

Bakteri coliform dibagi menjadi 3 kelompok dengan masing-masing dari kelompok bakteri tersebut merupakan indikator kualitas air minum yang memiliki tingkat risiko menyebabkan penyakit yang berbeda (DOH, 2016). Ketiga kelompok bakteri coliform tersebut adalah total coliform, fekal coliform, dan *Escherichia coli*. Total coliform adalah kumpulan besar dari berbagai jenis bakteri. Fekal coliform adalah jenis total coliform yang paling banyak berada di usus dan feses manusia maupun hewan dimana dalam air minum dianggap menunjukkan air tersebut telah terkontaminasi oleh feses. *Escherichia coli* merupakan spesies utama dalam kelompok fekal coliform.

a. Total Coliform

Kelompok bakteri total coliform seperti halnya jenis bakteri coliform lainnya bakteri total coliform secara alamiah ditemukan di tanah. Bakteri total coliform merupakan bakteri indikator kualitas higiene sanitasi air dan makanan yang umum digunakan karena densitasnya berbanding lurus dengan tingkat pencemaran air. Total coliform tidak selalu mengindikasikan adanya kontaminasi fekal pada air tetapi ada atau tidaknya bakteri total coliform pada air yang sudah diolah itu menentukan apakah proses pengolahan pada air telah bekerja dengan baik atau tidak (WSIS, 2007).

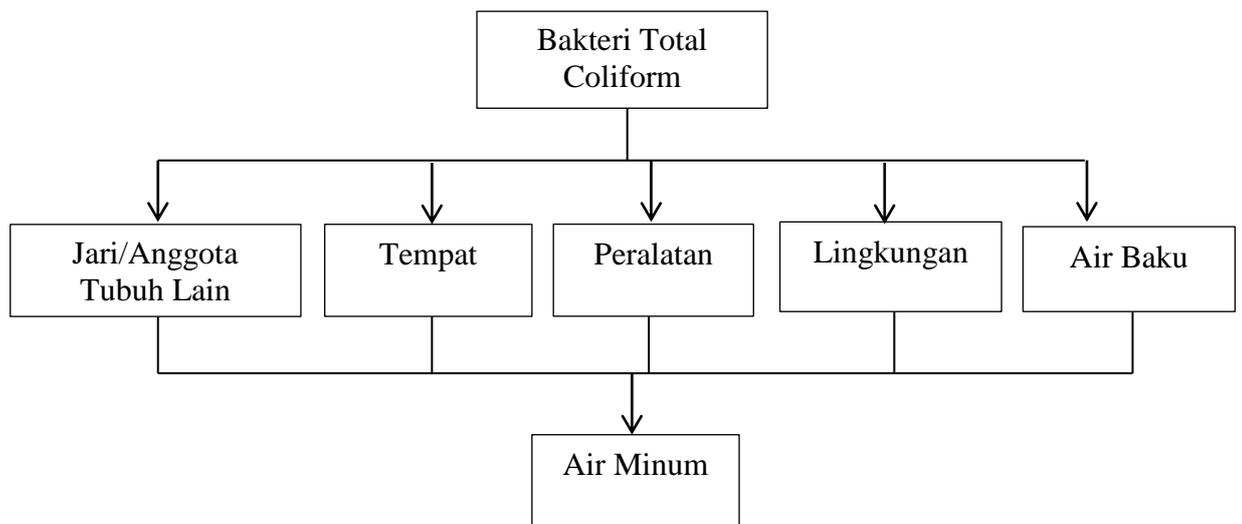
Total coliform banyak ditemukan di lingkungan (seperti perairan, tanah dan vegetasi) serta umumnya tidak berbahaya dan tidak akan menyebabkan penyakit secara langsung bagi manusia. Jika saat pengujian laboratorium pada air minum terdapat total coliform kemungkinan sumber kontaminasi berasal dari lingkungan sedangkan kontaminasi karena feses jarang terjadi. Keberadaan bakteri total coliform dalam air mengindikasikan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan. Semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri total coliform maka semakin tinggi pula risiko keberadaan mikroba patogen lainnya.

b. Sumber Kontaminasi Bakteri Total Coliform

Air bersih, tempat, tangan penjamah, peralatan penanganan, dan pakaian yang tidak bersih menjadi risiko yang berperan dalam meningkatkan risiko kontaminasi bakteri pada air minum (WHO, 2011).

Air minum dapat tercemar dari sumber air bakunya yang telah mengandung mikroorganisme seperti bakteri coliform. Pencemaran air baku ini terjadi ketika ekskreta mengalir menuju suplai air tanah yang tidak terlindungi. Kontaminasi juga dapat terjadi melalui tempat penyimpanan air baku tersebut, peralatan yang digunakan untuk memproses air baku menjadi air minum,

dan dapat terjadi melalui penjamah yang perilakunya tidak hygiene sanitasi. Penyakit intestinal yang diakibatkan kontaminasi bakteriologis pada air minum dapat ditransmisikan melalui feses, jari atau anggota tubuh lain, makanan/minuman, tempat, peralatan, dan air bersih (Salvato, et.al., 2003).



Gambar 2.1 Mekanisme Kontaminasi Bakteri Total Coliform Pada Air Minum

c. Pemeriksaan Keberadaan Bakteri Total Coliform

Keberadaan bakteri total koliform ini tidak dapat dideteksi dengan kasat mata sehingga perlu dilakukan uji laboratorium menggunakan metode MPN. MPN adalah suatu metode enumerasi mikroorganisme yang menggunakan data dari hasil pertumbuhan mikroorganisme pada medium cair spesifik dalam seri tabung yang ditanam dari sampel padat atau cair yang ditanam berdasarkan jumlah sampel atau diencerkan menurut tingkat seri tabungnya sehingga dihasilkan kisaran jumlah mikroorganisme yang diuji dalam nilai MPN/satuan volume atau

massa sampel (Aryanta, 2001). Nilai MPN dari bakteri total coliform dalam air minum harus 0 per 100 ml sampel.

Pemeriksaan keberadaan bakteri total coliform dengan metode MPN terdiri dari 3 tahap yaitu uji penduga (*presumptive test*), uji penguat (*confirmed test*), dan uji pelengkap (*completed test*).

1) Uji penduga (*presumptive test*)

Uji penduga (*presumptive test*) merupakan test pendahuluan tentang ada atau tidaknya kehadiran bakteri coliform berdasarkan terbentuknya asam dan gas disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan coli. Terbentuknya asam dapat dilihat dari kekeruhan pada media laktosa dan gas yang dihasilkan dapat dilihat dalam tabung durham berupa gelembung udara. Tabung dinyatakan positif jika terbentuk gas sebanyak 10 % atau lebih dari volume di dalam tabung durham. Banyaknya kandungan bakteri golongan coli dapat dilihat dengan menghitung tabung yang menunjukkan reaksi positif terbentuk asam dan gas dan dibandingkan dengan tabel MPN.

Metode MPN dilakukan untuk menghitung jumlah mikroba di dalam sampel berbentuk cair. Bila inkubasi 1x24 jam hasilnya negatif maka dilanjutkan dengan

inkubasi dalam waktu 2x24 jam pada suhu 35°C. jika dalam waktu tersebut tidak terbentuk gas dalam tabung durham, dihitung sebagai hasil negatif. Jumlah tabung yang positif dihitung pada masing-masing seri. MPN penduga dapat dihitung dengan melihat tabel MPN.

2) Uji penguat (*confirmed test*)

Hasil uji dugaan dilanjutkan dengan uji ketetapan. Dari tabung yang positif terbentuk asam dan gas terutama pada masa inkubasi 1x24 jam, suspensi ditanamkan pada media Eosin Methylen Biru Agar (EMBA) secara aseptik dengan menggunakan jarum inokulasi. Koloni bakteri coliform fekal tumbuh berwarna merah kehijauan dengan kilat metalik atau koloni berwarna merah muda dengan lendir untuk coliform non fekal.

3) Uji pelengkap (*completed test*)

Bila diperlukan uji ini dapat dilakukan dengan menggunakan media yang menunjukkan hasil positif pada uji penegasan. Uji bakteri total koliform tidak harus selalu dilakukan secara lengkap, tergantung dari berbagai faktor seperti waktu, mutu contoh yang diuji, biaya, dan faktor-faktor lainnya (Wardhany, 2015).

B. Depot Air Minum

1. Pengertian

Depot air minum adalah usaha yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dalam bentuk curah dan menjual langsung kepada konsumen (Permenkes RI No. 43 Tahun 2014).

2. Desain Dan Kontruksi Depot Air Minum

Desain dan kontruksi depot air minum diatur dalam Kepmenperindag Nomor 651/MPP/Kep/L0/2004 Tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum. Desain dan kontruksi depot air minum menurut peraturan tersebut adalah lokasi depot air minum harus terbebas pencemaran yang berasal dari debu yang ada disekitar depot, daerah tempat pembuangan kotoran/sampah, tempat penumpukan barang bekas, tempat bersembunyi/berkembang biak serangga, binatang kecil, pengerat, dan lain-lain, tempat yang sistem saluran pembuangan airnya kurang baik dan tempat-tempat lain yang diduga dapat mengakibatkan pencemaran. Lalu, ruang untuk proses produksi menyediakan tempat yang cukup untuk penempatan peralatan produksi dimana area produksi harus dapat dicapai untuk dilakukan inspeksi dan pembersihan disetiap waktu. Kemudian, untuk kontruksi depot air minum yang terdiri lantai, dinding dan plafon area produksi harus dalam keadaan baik dan selalu bersih. Dinding ruang pengisian harus dibuat dari bahan yang licin, berwarna terang, tidak menyerap sehingga mudah dibersihkan, harus rapat tanpa ada keretakan, dan dilakukan pembersihan secara rutin dan dijadwalkan.

Selain itu, tempat pengisian produk harus didesain hanya untuk pengisian produk jadi dan harus menggunakan pintu yang dapat menutup rapat. Desain tempat pengisian harus diatur sedemikian rupa sehingga semua permukaan dan semua peralatan yang ada didalamnya dapat dibersihkan serta disanitasi setiap hari.

Penerangan di area proses produksi, tempat pencucian, pembilasan, sterilisasi, dan pengisian galon harus cukup terang untuk mengetahui adanya kontaminasi fisik, sehingga karyawan/personil mempunyai pandangan yang terang untuk dapat melihat setiap kontaminasi produk serta dianjurkan penggunaan lampu yang anti hancur dan atau lampu yang memakai pelindung sehingga jika pecah, pecahan gelas lampu tidak mengkontaminasi produk air minum.

Ventilasi harus cukup untuk meminimalkan bau, gas atau uap berbahaya dan kondensat dalam ruang proses produksi, pencucian, pembilasan, sterilisasi, dan pengisian galon serta perlu dilakukan pengecekan secara rutin agar tidak ada debu dan dijaga tetap agar bersih. Selain itu, semua bagian luar yang terbuka harus dilindungi dengan layar/*screen*, pelindung lain atau menggunakan pintu yang menutup sendiri untuk mencegah serangga, burung dan binatang kecil masuk ke dalam depot air minum.

3. Peralatan Produksi Yang Digunakan Di Depot Air Minum

Unit produksi sistem pengolahan air minum isi ulang berfungsi untuk mengolah air baku menjadi air minum (Joko, 2010). Untuk

mencapai kualitas air yang sesuai dengan standar kualitas air minum yang telah ditetapkan diperlukan proses penyaringan dan proses desinfeksi menggunakan peralatan yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh Departemen Perindustrian dan Perdagangan serta Departemen Kesehatan.

Mesin dan peralatan produksi yang digunakan dalam proses produksi di depot air minum sesuai dengan Kepmenperindag Nomor 651/MPP/Kep/L0/2004 Tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum terdiri dari bahan mesin dan peralatan, jenis mesin dan peralatan, serta alat pengisian. Mesin dan peralatan dalam proses produksi di depot air minum sekurang-kurangnya terdiri dari:

a. *Storage tank*

Storage tank berfungsi untuk tempat penampungan air baku yang dapat menampung air sebanyak 3000 liter.

b. *Stainless water pump*

Stainless water pump berfungsi untuk memompa air baku dari *storage tank* kedalam tabung filter.

c. Tabung filter

Tabung filter ini berfungsi sebagai unit pengolahan air (*water treatment*) atau untuk proses filtrasi dan bertujuan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari air, yang terdiri dari:

1) *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.

2) Karbon filter

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

3) *Micro filter*

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

d. *Flow meter*

Flow meter berfungsi untuk mengukur air yang mengalir ke galon isi ulang.

e. Alat sterilisasi

Fungsi alat sterilisasi adalah untuk membunuh kuman patogen. Alat sterilisasi yang digunakan bisa berupa ozon, UV dengan panjang gelombang 254 nm, atau *reverse osmosis* (RO).

f. Alat pengisian.

Mesin dan alat untuk memasukkan air minum kedalam wadah.

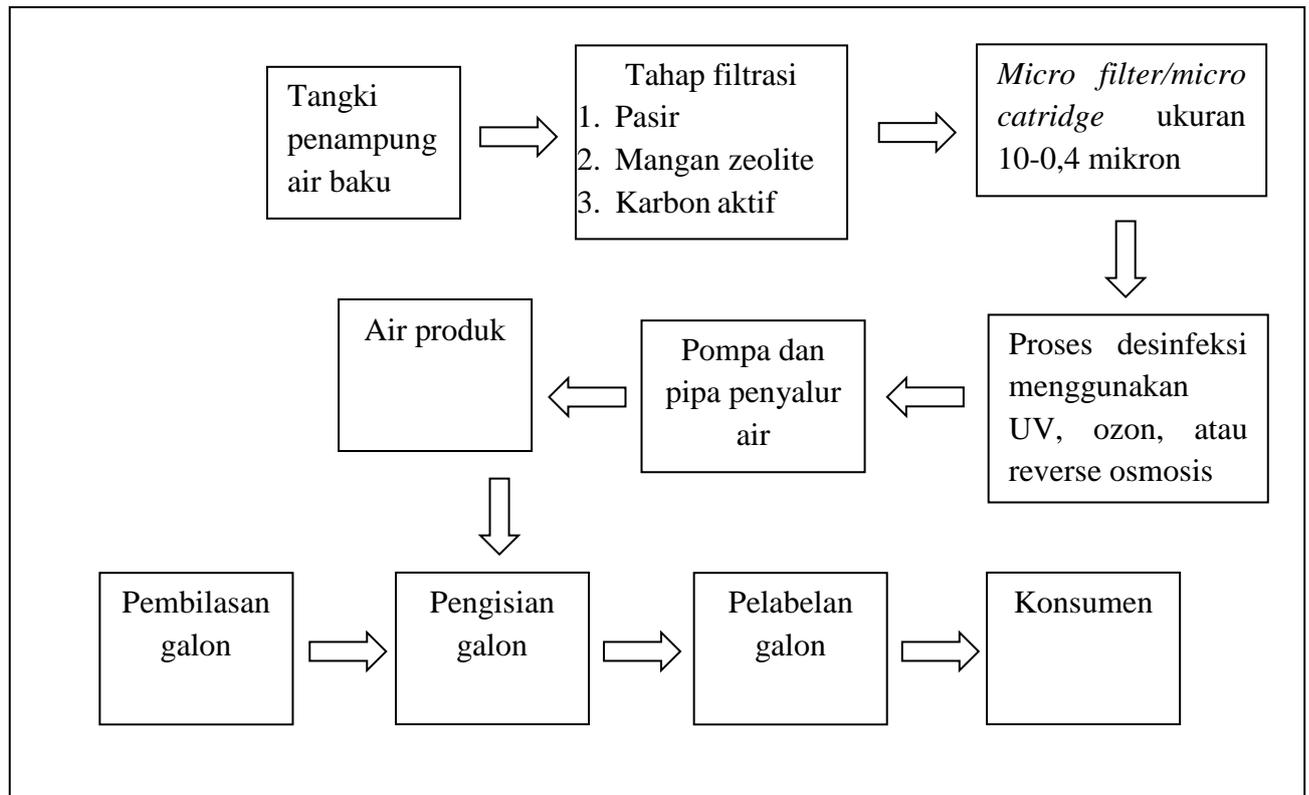
g. Galon isi ulang

Galon isi ulang digunakan sebagai wadah penampung dari air isi ulang yang telah diolah.

4. Proses Produksi Air Minum Di Depot Air Minum

Proses pengolahan air minum merupakan proses perubahan air baku melalui proses pengolahan fisik, kimia, dan biologi agar penggunaannya memenuhi syarat air minum. Pengolahan fisik bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kotoran-kotoran kasar, penyisihan lumpur dan pasir, mengurangi zat-zat organik yang ada pada air yang akan diolah. Proses ini dilakukan tanpa zat kimia dan dapat menggunakan proses filtrasi (penyaringan). Pengolahan kimia bertujuan untuk membantu proses pengolahan selanjutnya, misalnya untuk mengurangi kekeruhan pada air diberikan tawas. Pada pengolahan tingkat ini biasanya dilakukan proses pengendapan (koagulasi). Pengolahan biologi bertujuan membunuh bakteri patogen yang terkandung dalam air dimana salah satu prosesnya adalah dengan melakukan penambahan disinfektan.

Proses pengolahan AMIU di DAM digambarkan dengan skema berikut (Kepmenperindag (2004) dan Anastasia, (2010)):



Gambar 2.2 Skema Proses Pengolahan Air Minum Isi Ulang Di Depot Air Minum

Menurut Kepmenperindag RI No. 651 Tahun 2004, proses produksi air minum isi ulang di depot air minum adalah sebagai berikut:

a. 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*) seperti *stainless stell*, *poly carbonat* atau *poly vinyl carbonat*, serta harus bebas dari bahan-bahan yang dapat mencemari air.

Tangki, selang, pompa, dan sambungan harus terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*), tahan korosi, dan bahan kimia

yang dapat mencemari air. Tangki pengangkutan harus dibersihkan dan desinfeksi bagian luar minimal tiga bulan sekali. Tangki pengangkutan tersebut mempunyai persyaratan yang harus dipenuhi yaitu khusus digunakan untuk air minum, mudah dibersihkan serta di desinfektan dan diberi pengaman, mempunyai lubang (*manhole*), pengisian dan pengeluaran air harus melalui keran, dan selang dan pompa yang dipakai untuk bongkar muat air baku harus diberi penutup yang baik, disimpan dengan aman dan dilindungi dari kemungkinan kontaminasi.

b. Penyaringan Bertahap/Proses Filtrasi

Proses filtrasi merupakan salah satu faktor risiko penyebab terjadinya kontaminasi bakteri pada air minum isi ulang. Proses filtrasi bertujuan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari air melalui media berpori dengan menggunakan filter karbon aktif, pasir silika, dan mikro filter.

Penyaringan bertahap atau proses filtrasi ini terdiri dari 3 tahap yaitu saringan pertama dari pasir untuk menyaring partikel-partikel yang kasar. Bahan yang dipakai adalah butir-butir silika (SiO_2) dengan konsentrasi minimal 80%. Saringan kedua dari karbon aktif yang berasal dari batu bara atau batok kelapa

berfungsi sebagai penyerap bau, rasa, warna, sisa khlor dan bahan organik dengan daya serap terhadap Iodine (I_2) minimal 75%. Dan saringan ketiga menggunakan microfilter yang berfungsi sebagai saringan halus serta dibutuhkan berbagai ukuran mikro filter (berjenjang) yaitu (10-0,4 mikron).

c. Desinfeksi

Proses desinfeksi merupakan proses untuk membunuh bakteri patogen penyebab penyakit yang penyebarannya melalui air. Peralatan yang digunakan untuk proses desinfeksi adalah lampu ultraviolet (UV), ozon, ataupun *reverse osmosis* (RO). Akan tetapi, kebanyakan depot air minum hanya menggunakan UV sebagai alat desinfeksinya.

Proses desinfeksi dengan UV, air akan dialirkan melalui tabung yang dipasang lampu ultraviolet berintensitas tinggi sehingga bakteri terbunuh oleh radiasi sinar UV. Intensitas lampu UV yang dipakai harus cukup, intensitas yang efektif sebesar 30.000 MW sec/cm² (Indirawati, 2009).

Pada proses desinfeksi yang menggunakan UV ukuran UV yang digunakan minimal tipe 5 GMP (*gallon per minute*) dengan panjangnya sekitar 50-60

cm, atau tipe 8 GMP dengan panjang sekitar 70-80 cm, ataupun tipe 12 GMP dengan panjang sekitar 90-100 cm. Jika menggunakan UV tipe 8 GMP artinya kran pengisian depot digunakan untuk mengisi maksimal 1,5 botol galon per menitnya (Permenkes, 2014). Penggunaan ultraviolet yang tidak sesuai antara kapasitas dengan kecepatan air yang melewati penyinaran ultraviolet tidak akan efektif dalam membunuh bakteri.

Proses desinfeksi yang menggunakan ozon (O_3) 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 (Kepmenperindag, 2004). Keuntungan dari penggunaan ozon adalah pipa peralatan serta kemasan juga ikut disterilkan, sehingga produk yang dihasilkan akan lebih terjamin selama tidak ada kebocoran di kemasan pada ozon generator.

d. Pembilasan, Pencucian dan Sterilisasi Wadah

Wadah yang dapat digunakan adalah wadah yang terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*). Wadah yang akan diisi harus di sanitasi dengan 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 atau air produk secukupnya untuk menghilangkan sisa-sisa deterjen yang dipergunakan untuk mencuci.

e. Pengisian

Pengisian wadah dilakukan dengan menggunakan alat dan mesin serta dilakukan dalam tempat pengisian yang higienis.

f. Penutupan

Penutupan wadah dapat dilakukan dengan tutup yang dibawa konsumen atau yang disediakan oleh depot air minum.

C. Higiene Sanitasi Depot Air Minum

Istilah higiene dan sanitasi memiliki tujuan yang sama yaitu melindungi, memelihara, dan meningkatkan derajat kesehatan manusia. Akan tetapi dalam penerapannya, istilah higiene dan sanitasi memiliki perbedaan yaitu higiene lebih menitikberatkan pada aktivitas manusia sedangkan sanitasi lebih menitikberatkan pada faktor lingkungan. Pada dasarnya higiene sanitasi memiliki prinsip pengendalian terhadap 4 faktor yaitu faktor tempat, peralatan, orang, dan bahan baku (Depkes, 2006). Higiene adalah upaya kesehatan dengan cara memelihara dan melindungi kebersihan individu subyeknya. Sedangkan sanitasi adalah suatu usaha pencegahan penyakit yang menitikberatkan pada kegiatan kesehatan lingkungan (Marsanti dan Widiarini, 2018).

Sanitasi dilakukan untuk mencegah adanya kontaminasi mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit bawaan air dan untuk meminimisasi cacat pada produk akibat kontaminasi. Sanitasi efektif mengacu pada semua prosedur yang membantu untuk tercapainya tujuan ini (Gravani & Marriot, 2006). Salah satu jalan identifikasi sumber kontaminasi adalah dengan menggunakan pendekatan zonal pada monitoring lingkungan. Zona 1 mewakili wilayah paling kritis untuk dibersihkan dan disanitasi, yang termasuk dalam wilayah ini adalah wilayah dimana terjadi kontak langsung dengan air yaitu peralatan produksi dan kontainer air. Zona 2 adalah wilayah yang mana personel pekerja dapat datang dan melakukan kontak dekat dengan zona 1, misalnya saluran pembuangan bilasan galon. Sedangkan yang termasuk dalam zona 3 adalah dinding, lantai, dan item-item lainnya yang kontak dengan dinding, lantai, alat pembersih, dan item lain di wilayah pemrosesan produk. Zona 4 melingkupi tempat masuk, tempat karyawan, toilet, dan tempat cuci tangan (Marriott and Gravani, 2006).

Higiene sanitasi adalah usaha yang dilakukan untuk mengendalikan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya kontaminasi air minum, penjamah, tempat dan peralatannya yang dapat menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan lainnya (Kemenkes, 2010). Pengertian ini sejalan dengan hasil penelitian Indirawati (2009) yang menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara higiene sanitasi depot dengan kontaminasi mikrobiologis pada air minum isi ulang dengan p value = 0,00 yang berarti H_0 ditolak. Selain itu, penelitian tersebut didukung dengan penelitian yang dilakukan

oleh Rosyani (2016) yang menyatakan bahwa ada hubungan antara higiene sanitasi dengan keberadaan mikrobiologi pada air minum isi ulang.

Menurut Kementerian Kesehatan RI (2010) higiene sanitasi depot air minum isi ulang meliputi:

1. Sanitasi Air Baku

Air baku adalah air yang memenuhi telah memenuhi persyaratan kualitas air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990. Jika air baku yang digunakan tidak sesuai dengan peraturan tersebut maka air baku tersebut harus dilakukan uji mutu dan untuk menjamin kualitas air baku maka harus dilakukan pengambilan sampel air baku secara periodik.

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Rahayu, Setiani, dan Nurzajuli (2013) juga menyatakan bahwa ada hubungan yang signifikan antara sanitasi air baku dengan kontaminasi mikrobiologi pada air minum isi ulang dengan p value = 0,001.

2. Sanitasi Tempat Produksi

Sanitasi tempat produksi mempunyai potensi yang cukup besar untuk menyebabkan kontaminasi bakteri pada produk air minum yang dihasilkannya. Salah satu syarat kesehatan untuk tempat produksi yang penting dan mempengaruhi kualitas higiene sanitasi adalah aspek lokasi, bangunan, dan sarana pelengkap.

a. Lokasi

- 1) Lokasi depot air minum harus berada di daerah yang bebas dari pencemaran yaitu lokasi tersebut tidak berada di daerah tergenang air dan rawa, tempat pembuangan kotoran dan sampah, penumpukan barang bekas atau bahan B3.
- 2) Lokasi depot air minum bebas dari vektor atau binatang pembawa penyakit seperti lalat, tikus, dan kecoa.

Hal ini karena vektor dan tikus dapat memindahkan bakteri dari tempat telah terkontaminasi pada air melalui mulut, kaki, bulu, dan saluran pencernaanya. Jutaan mikroorganisme berbahaya dapat ditemukan dalam kotoran tikus, saat kotoran tersebut mengering dan jatuh terpisah atau dihancurkan maka partikelnya dapat terbawa kedalam air baku ataupun air minum melalui pergerakan udara dalam ruang (Marriott and Gravani, 2006).

b. Bangunan

Aspek bangunan ini berhubungan dengan kualitas udara ruang yang dihasilkan dimana kontaminasi bakteri pada air minum juga bias dihasilkan oleh mikroorganisme bawaan udara yang mengkontaminasi produk air minum sebelum, saat, dan setelah proses produksi. Kontaminasi dihasilkan dari lingkungan udara instalasi pengolahan air minum yang tidak bersih atau kontaminasi lewat praktik sanitasi tempat yang tidak tepat (Marriott and Gravani, 2006).

Untuk aspek bangunan dari tempat produksi air minum isi ulang harus dibuat sedemikian rupa sehingga dapat melindungi produk air minum isi ulang dari pencemaran seperti debu, lalat, insektsida dan lain-lain. Adapun persyaratan bangunan untuk tempat produksi depot air minum adalah (Kemenkes, 2010):

- 1) Bangunan kuat, aman, mudah dibersihkan, dan mudah pemeliharaannya.
- 2) Lantai kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap

debu, mudah dibersihkan, serta kemiringan cukup landai untuk memudahkan pembersihan dan tidak akan menimbulkan genangan air.

- 3) Dinding kedap air, permukaan rata, halus, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, mudah dibersihkan, memiliki warna yang terang dan cerah, serta bebas dari pakaian yang menggantung.
- 4) Atap dan langit-langit harus kuat, anti tikus, mudah dibersihkan, permukaan rata, berwarna terang, serta mempunyai ketinggian yang memungkinkan adanya pertukaran udara.
- 5) Tata ruang terdiri atas ruang proses pengolahan, penyimpanan, dan ruang tunggu untuk konsumen.
- 6) Pencahayaan cukup terang untuk bekerja, tidak menyilaukan dan tersebar secara merata yaitu 100-200 lux. Pencahayaan yang kurang merupakan kondisi yang disukai oleh bakteri dimana bakteri dapat

tumbuh dengan baik dalam keadaan yang gelap.

- 7) Ventilasi menjamin peredaran/pertukaran udara dengan baik sehingga suhu ruang sama dengan suhu luar.
- 8) Kelembaban udara memberikan kenyamanan dalam melakukan pekerjaan.

c. Sarana pelengkap

Sarana pelengkap yang harus ada di tempat produksi air minum isi ulang agar tidak menjadi sumber kontaminasi haruslah memenuhi syarat kesehatan yaitu memiliki akses fasilitas sanitasi dasar seperti (Kemenkes, 2010):

- 1) Memiliki akses kamar mandi dan jamban.
- 2) Memiliki saluran pembuangan air limbah yang alirannya lancar dan tertutup.

Pembuangan air limbah berfungsi untuk mengelola air buangan dari kamar mandi, hasil cuci galon, dan lain-lain dengan melalui sistem penampung dan pembuangan yang memenuhi persyaratan teknis kesehatan guna melindungi, memelihara dan meningkatkan kualitas dari produk air minum isi ulang yang dihasilkan.

Keadaan saluran pembuangan air limbah yang tidak mengalir lancar, dengan SPAL yang tidak tertutup akan menyebabkan air limbah menggenang di tempat terbuka yang berpotensi sebagai tempat berkembang biak bagi vektor yang dapat meningkatkan risiko terjadinya kontaminasi bakteri.

- 3) Memiliki tempat cuci tangan yang dilengkapi air mengalir dan sabun.
- 4) Memiliki tempat sampah yang tertutup.

Sampah yang tidak diolah dengan baik mengandung berbagai mikroorganisme patogen, misalnya mikroorganisme penyebab tifoid, paratifoid, demam, disentri, dan hepatitis menular. Oleh karena itu harus disediakan tempat sampah yang tertutup serta proses pembuangan sampah secara berkelanjutan. Kotak sampah harus terbuat dari *heavy duty plastic* atau galvanisir metal dengan tutup rapat (Gravani & Marriot, 2006).

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Aprillia, et.al (2018) yang menyatakan bahwa ada hubungan antara keadaan sanitasi tempat dengan kontaminasi

mikrobiologi pada air minum isi ulang dengan p value = 0,017.

3. Sanitasi Peralatan Produksi

Peralatan sangat berperan dalam pengolahan air baku menjadi air minum, kondisi peralatan yang tidak baik menyebabkan pengolahan air menjadi tidak optimal dan proses pengolahan yang tidak optimal dapat menyebabkan kontaminasi bakteri. Peralatan produksi ini digunakan untuk proses filtrasi dan proses desinfeksi air minum.

Syarat untuk sanitasi peralatan produksi depot air minum isi ulang adalah:

- a. Peralatan dan perlengkapan yang dipergunakan untuk produksi air minum isi ulang terdiri dari pipa pengisian air baku, tandon air baku, pompa penghisap dan penyedot, filter, mikrofilter, galon air minum, kran pengisian air minum, kran pencucian galon, dan kran penghubung harus menggunakan peralatan yang terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*) atau tidak menimbulkan racun, tidak menyerap bau dan rasa, tahan karat, tahan pencucian dan tahan desinfeksi ulang.

- b. Terdapat lebih dari satu mikrofilter dengan ukuran berjenjang agar penyaringan kotoran dan bakteri dapat berjalan dengan baik.

Semakin lengkap ukuran filter yang digunakan (10-0,4 mikron) maka filter tersebut dapat menyaring bakteri ataupun partikel-partikel halus lain yang ada di dalam air dengan lebih baik.

- c. Melakukan sistem pencucian terbalik (*back washing*) pada filter dan secara berkala mengganti tabung filter.

Jika filter sudah kotor maka filter harus segera diganti karena jika sanitasi peralatan filtrasi (keterlambatan penggantian filter) yang tidak baik akan berdampak pada menurunnya kualitas air minum isi ulang yang dihasilkan dan dapat menjadi tempat berkembangbiak bakteri. Perawatan dilakukan setiap 1 bulan sekali dengan membuka mikrofilter untuk dibersihkan dan setiap 2 bulan sekali mengganti mikrofilter dengan yang baru agar air minum yang dihasilkan tetap berkualitas.

- d. Terdapat alat sterilisasi atau desinfektor berupa ultraviolet dan dalam keadaan menyala.

Penggunaan UV sebagai alat desinfeksi harus dinyalakan 30 menit sebelum jam kerja karena panjang gelombang atau penyinaran oleh UV baru akan stabil setelah dihidupkan selama 30 menit dan harus dalam keadaan menyala selama jam kerja agar cukup mempunyai waktu kontak dengan air yang diproses sehingga proses desinfeksi dapat berjalan dengan baik.

- e. Mikrofilter dan desinfektor masih dalam masa pakai (tidak kadaluarsa).

Apabila waktu pemakaian dari mikrofilter dan desinfektor sudah habis maka akan mengurangi kemampuan peralatan tersebut untuk menyaring kotoran dan membunuh bakteri.

- f. Tandon air baku harus tertutup dan terlindung.
- g. Ada tempat pencucian, pembilasan, dan pengisian galon. Galon untuk air minum nantinya harus dibilas terlebih dahulu dengan air produksi paling sedikit selama 10 detik.
- h. Tersedia tutup galon yang bersih.
- i. Galon yang telah diisi air minum harus langsung diberikan kepada konsumen dan tidak boleh disimpan pada DAM lebih dari 1x24 jam.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Sasmita, et.al (2020) yang menyatakan bahwa ada hubungan antara kondisi higiene sanitasi alat dengan keberadaan mikrobiologi pada air minum isi ulang dengan p value = 0,007.

4. Higiene Penjamah

Higiene penjamah merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan kontaminasi bakteri pada air minum. Pada proses pengolahan air di depot air minum isi ulang tidak seluruhnya dilakukan secara otomatis sehingga dapat mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan karena manusia adalah makhluk berdarah panas, sehingga mikroorganisme dapat berproliferasi di dalam tubuh manusia dengan cepat khususnya jika tidak melakukan praktik higiene (Marriott and Gravani, 2006).

Semua operator produksi air minum isi ulang mempunyai tanggungjawab untuk menjaga kebersihan personal, memperhatikan higienitas, praktik keamanan makanan dan minuman, serta diberi pelatihan. Operator produksi yang tidak mengikuti praktik saniter akan mengkontaminasi produk air minum yang mereka sentuh dengan mikroorganisme patogenik yang berasal dari cara kerja dan bagian lingkungan yang lain. Dalam praktik

higiene penjamah, ada beberapa bagian tubuh yang harus diwaspadai karena potensinya sebagai sumber kontaminasi bakteri, antara lain (Marriott and Gravani, 2006):

a. Kulit

Saat keringat dan sel-sel mati bercampur dengan debu, kotoran, dan minyak, mereka akan membentuk lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan bakteri. Dengan demikian, kulit menjadi potensi sumber kontaminasi bakteri. Bakteri akan terus tumbuh dan kulit mungkin akan mengalami iritasi. Operator pengisian air minum isi ulang mungkin menggosok dan menggaruk daerah tersebut, sehingga mentransfer bakteri pada air. Tangan yang tidak dicuci dan jarang mandi dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme. Hasil kontaminasi akan memperpendek waktu kadaluarsa dari produk air minum atau dapat menyebabkan *water borne disease*.

b. Jari

Bakteri bisa didapatkan dari tangan yang menyentuh peralatan yang kotor, terkontaminasi makanan, pakaian, atau daerah lain di tubuh. Ketika hal ini terjadi, karyawan bisa menggunakan

pembersih tangan atau sarung tangan plastik untuk mengurangi kontaminasi karena dapat mencegah perpindahan bakteri patogen dari jari-jari dan tangan.

c. Kuku

Salah satu cara termudah untuk menyebarkan bakteri adalah melalui kotoran yang terdapat pada kuku. Karyawan yang memiliki kuku kotor seharusnya tidak diperbolehkan untuk menangani proses pengolahan air. Karyawan diharuskan mencuci tangan dengan sabun dan air sebelum melakukan proses pengisian AMIU agar menghilangkan bakteri yang ada pada kuku.

d. Perhiasan

Untuk mengurangi bahaya keamanan di lingkungan yang menggunakan mesin, perhiasan tidak diperbolehkan untuk dipakai dalam proses pengolahan air karena mungkin telah terkontaminasi dan akan terjatuh ke dalam produk (air minum yang sedang diproses).

e. Rambut

Beberapa mikroorganisme dapat ditemukan pada rambut. Karyawan yang menggaruk kepala

harus menggunakan sarung tangan dan penutup kepala agar tidak mengontaminasi produk air yang sedang diolah.

f. Mata

Mata merupakan panca indra yang biasanya bebas dari bakteri, tetapi infeksi bakteri ringan bisa saja terjadi. Bakteri dapat ditemukan pada bagian bulu mata dan lekukan antara hidung dan mata. Apabila karyawan menggosok mata, maka kemungkinan tangan akan terkontaminasi oleh bakteri.

g. Mulut

Bakteri banyak ditemukan pada mulut dan bibir. Selama bersin, beberapa bakteri dapat ditransfer ke udara dan mungkin juga ke tanah pada saat produk sedang ditangani. Berbagai bakteri penyebab penyakit dan virus juga dapat ditemukan di mulut terutama jika seorang karyawan sedang sakit. Mikroorganisme ini dapat ditularkan ke orang lain, serta ke produk air minum isi ulang yang sedang diproduksi ketika seseorang bersin.

h. Hidung, nasofaring, dan jalur pernafasan

Hidung dan tenggorokan memiliki mikroba yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan daerah mulut. Hal ini dikarenakan sistem penyaringan yang efektif dari tubuh. Terkadang, beberapa mikroorganisme yang menembus mukosa membran bakteri seperti *staphylococci*, *streptococci*, dan diptheroid sering ditemui.

Flu biasanya merupakan salah satu penyakit infeksi yang paling umum. Pada karyawan yang sedang pilek atau flu biasanya dapat menularkan bakteri dari hidung ke tangan dengan cara menggaruk hidung. Karyawan diharuskan menggunakan pembersih tangan setelah meniup hidung mereka. Ketika bersin atau batuk harus ditutup menggunakan tissue atau saputangan untuk mencegah kontaminasi terhadap produk.

Sinus, sakit tenggorokan, dan juga influenza merupakan penyakit yang sangat menular, oleh karena itu apabila karyawan terinfeksi salah satu penyakit tersebut, maka pengelola DAM harus mengizinkan mereka untuk tidak bekerja sementara waktu agar tidak membahayakan produk air minum

yang dihasilkan serta tidak menularkan penyakit kepada rekan kerjanya yang lain.

i. Organ ekskresi

Hasil pembuangan dari usus merupakan sumber kontaminasi bakteri utama. Sekitar 30% sampai 35% dari berat usus manusia terdiri atas sel bakteri. *Streptococcus* dan *Staphylococci* merupakan bakteri yang umum ditemukan pada bagian atas usus kecil. Kotoran dapat berkumpul di rambut yang terdapat pada daerah anus dan menyebar ke pakaian. Ketika karyawan pergi ke kamar mandi, mereka dapat mengambil beberapa bakteri yang terdapat dalam usus apabila tidak mencuci tangan setelah buang air besar atau buang air kecil.

Syarat untuk higiene penjamah di depot air minum isi ulang adalah (Kemenkes, 2010):

- a. Karyawan harus dalam keadaan sehat dan bebas dari penyakit menular seperti penyakit bawaan air yaitu diare serta tidak membawa kuman penyakit.
- b. Menggunakan masker.
- c. Bersikap higiene sanitasi yaitu tidak menggaruk anggota badan saat melayani konsumen.

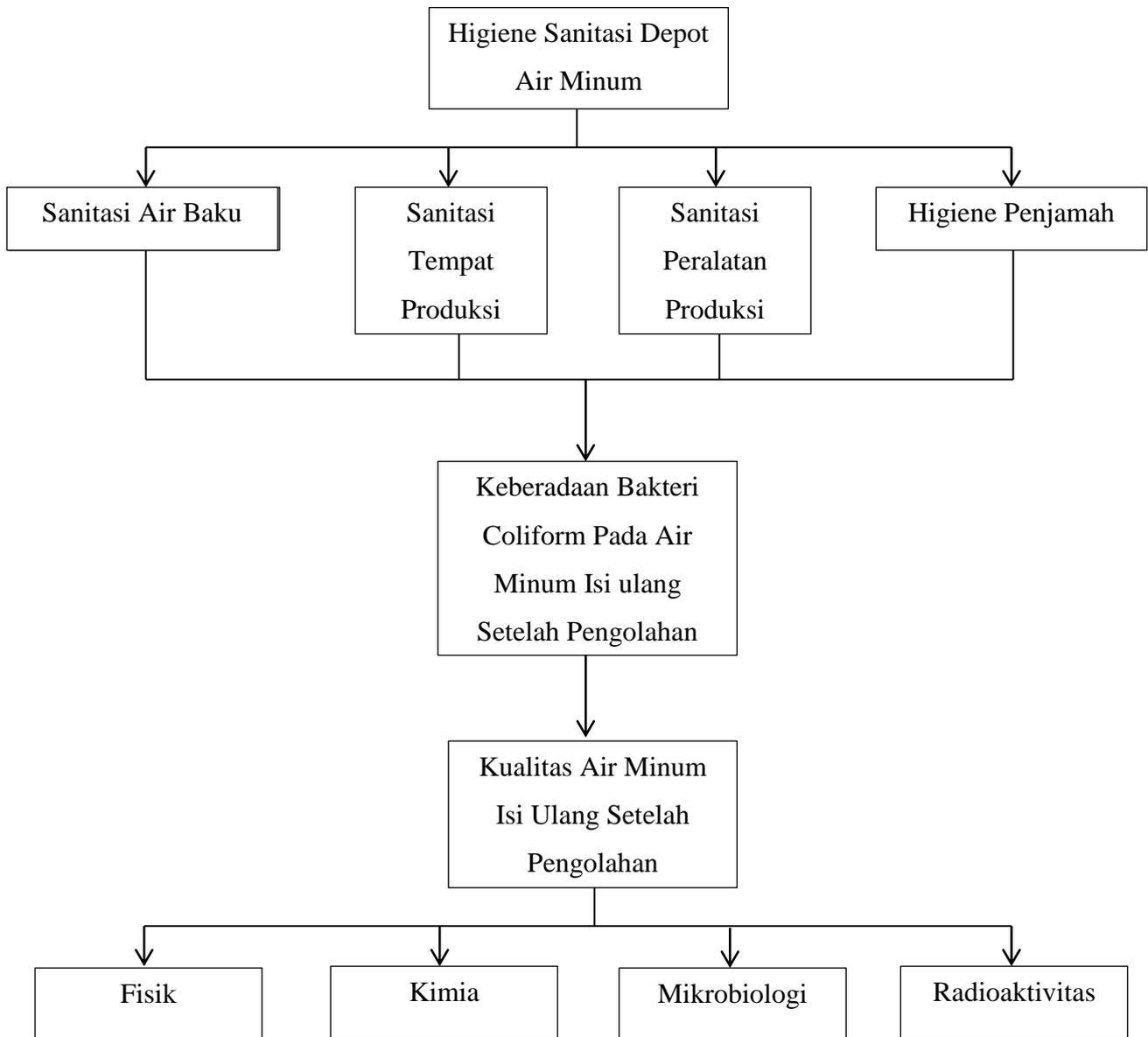
- d. Selalu mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir setiap melayani konsumen.
- e. Menggunakan pakaian kerja yang bersih dan rapih untuk mencegah pencemaran.
- f. Melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala minimal 2 kali dalam setahun sebagai *screening* dari penyakit bawaan air.

Pemeriksaan berkala bertujuan sebagai *screening* terhadap penyakit bawaan air yang mungkin diderita oleh penjamah sehingga tidak terjadi kontaminasi bakteri pada air minum.

- g. Penjamah harus memiliki surat keterangan telah mengikuti kursus higiene sanitasi depot air minum yang bisa didapatkan dari Kementerian Kesehatan, Dinas Kesehatan Provinsi, Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota, atau asosiasi depot air minum.

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Atari, Pramadita, dan Sulastri (2021) yang menyatakan bahwa ada hubungan antara higiene penjamah dengan jumlah bakteri pada air minum isi ulang dengan $p \text{ value} = 0,00$.

D. Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka Teori

(Sumber: Kementerian Kesehatan RI (2010), Permenkes No. 492 Tahun 2010, dan WHO (2011))