

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Minum

Air minum merupakan air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum digunakan untuk keperluan minum, masak, mencuci peralatan makan dan minum, mandi, mencuci bahan baku pangan yang akan dikonsumsi, peturasan, dan ibadah (Permenkes 2023).

Air minum berfungsi sebagai sumber asupan mineral, mengatur suhu tubuh, pembentuk sel, dan melancarkan pencernaan (Aryani, 2020). Air minum yang baik adalah air yang memenuhi persyaratan seperti bebas dari cemaran mikroorganisme maupun bahan kimia yang berbahaya dan tidak berasa, berwarna, dan berbau (Permenkes, 2010). Air yang dikonsumsi harus bebas dari bakteri berbahaya dan elemen lainnya, serta senyawa yang berpotensi mengubah fungsi tubuh dan berdampak negatif.

B. Sumber Air Minum

Sumber air minum merupakan salah satu faktor yang menentukan air minum tersebut layak atau tidak untuk dikonsumsi. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2020), sumber air minum bersih adalah sumber air minum yang berasal dari air minum kemasan, air isi ulang, leding, dan sumur bor/pompa, sumur terlindung serta mata air

terlindung dengan jarak ke tempat penampungan limbah/kotoran/tinja terdekat ≥ 10 meter (Kemenkes, 2020).

1. Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

Air minum dalam kemasan (AMDK) adalah air baku yang telah melalui proses sterilisasi, tanpa bahan pangan lainnya, dan bahan tambahan pangan, kemudian dikemas sehingga aman untuk diminum (SNI, 2015, Meylani & Putra, 2019). Air kemasan diproduksi dan didistribusikan oleh suatu perusahaan baik dalam kemasan gelas, botol, maupun galon yang bervariasi.

2. Air Minum Isi Ulang (AMIU)

Air minum isi ulang merupakan air yang berasal dari air baku kemudian diolah di depot air minum dan melalui beberapa proses yaitu klorinasi, aerasi, filtrasi dan penyinaran dengan sinar ultra violet agar menghasilkan air yang aman untuk dikonsumsi (Hepiyansori & Yurman, 2020).

3. Leding

Air leding adalah air yang diproduksi melalui proses penjernihan dan penyehatan sebelum dialirkan kepada konsumen. Air leding disalurkan melalui pipa-pipa dari sumber air yang telah diolah dan memenuhi standar kualitas air bersih, kemudian didistribusikan ke rumah-rumah melalui keran.

4. Sumur Bor/Pompa

Sumber air yang berasal dari sumur bor/pompa adalah air yang berasal dari dalam tanah dangkal yang diperoleh melalui pengeboran atau penggalian sumur dengan cara pengambilan menggunakan pompa, baik pompa tangan atau pompa tenaga listrik. Umumnya sumur mempunyai kedalaman kurang dari 30 meter dari permukaan tanah.

5. Sumur Terlindung

Sumur terlindung adalah air yang berasal dari dalam tanah yang digali dimana lingkaran sumur dilindungi oleh dinding/tembok untuk meminimalisir adanya pencemaran sumber air.

6. Mata Air Terlindung

Mata air adalah sumber air permukaan tanah dimana air timbul dengan sendirinya dan terlindung dari air bekas pakai, bekas mandi, mencuci atau lainnya (SPPLH, 2013). Air berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah.

C. Persyaratan Kualitas Air Minum

Persyaratan kualitas air minum tertera didalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Standar baku mutu kesehatan lingkungan media air minum dituangkan dalam parameter yang menjadi acuan air minum

aman. Parameter yang dimaksud meliputi parameter fisik, parameter mikrobiologi, parameter kimia, serta radioaktif. Dalam peraturan ini, parameter dibagi menjadi parameter utama dan parameter khusus. Adapun parameter wajib air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023 :

Tabel 2. 1 Parameter Wajib Air Minum

No.	Jenis Parameter	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
Mikrobiologi				
1	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU/100ml	SNI/APHA
2	<i>Total Coliform</i>	0	CFU/100ml	SNI/APHA
Fisik				
3	Suhu	Suhu udara ± 3	C	SNI/APHA
4	<i>Total Dissolve Solid (TDS)</i>	<300	mg/L	SNI/APHA
5	Kekeruhan	<3	NTU	SNI atau yang setara
6	Warna	10	TCU	SNI/APHA
7	Bau	Tidak berbau	-	APHA
Kimia				
8	pH	6,5 – 8,5	mg/L	SNI/APHA
9	Nitrat (sebagai NO ³) (terlarut)	20	mg/L	SNI/APHA
10	Nitrit (sebagai NO ²) (terlarut)	3	mg/L	SNI/APHA
11	Kromium valensi 6 (Cr ⁶⁺) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI/APHA
12	Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/L	SNI/APHA
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0,1	mg/L	SNI/APHA
14	Sisa khlor (terlarut)	0,2-0,5 dengan waktu kontak 30 menit	mg/L	SNI/APHA
15	Arsen (As) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI/APHA
16	Kadmium (Cd) (terlarut)	0,003	mg/L	SNI/APHA
17	Timbal (Pb) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI/APHA
18	Flouride (F) (terlarut)	1,5	mg/L	SNI/APHA
19	Alumunium (Al) (terlarut)	0,2	mg/L	SNI/APHA

No.	Jenis Parameter	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
Radioaktif				
1	Alfa total	<0,5	Bq/L	SNI/APHA
2	Beta total	<1,0	Bq/L	SNI/APHA

Sumber : Permenkes No. 2 Tahun 2023

D. Depot Air Minum

1. Pengertian Depot Air Minum

Depot air minum yang selanjutnya disebut DAM adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dalam bentuk curah dan menjual langsung kepada konsumen (Permenkes, 2024).

2. Regulasi Kesehatan Depot Air Minum

Berdasarkan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia Nomor: 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdagangannya, depot air minum diwajibkan untuk melakukan pengawasan secara periodik terhadap mutu kualitas baik air baku maupun air minum yang dihasilkan. Pengujian kualitas air dilakukan di laboratorium Pemerintah Kabupaten/Kota atau yang terakreditasi. Pengujian mutu air baku dilakukan minimal 1 kali dalam 3 bulan untuk menganalisis koliform dan 2 kali dalam 1 tahun untuk menganalisa kimia dan fisika secara lengkap. Pengujian mutu produk air minum dilakukan

sekurang-kurangnya dalam 6 bulan sekali untuk memastikan kesesuaian kualitas air minum dengan standar yang berlaku.

3. Air/Bahan Baku

Air baku adalah air yang belum diproses atau sudah diproses menjadi air bersih yang memenuhi persyaratan mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan untuk diolah menjadi produk air minum di Depot Air Minum (DAM). Bahan baku utama yang digunakan adalah air yang diambil dari sumber yang terjamin kualitasnya, berikut adalah beberapa hal yang harus dilakukan untuk menjamin mutu air baku (Kepmenperindag, 2004) :

- 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.

4. Peralatan Depot Air Minum

Berdasarkan Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia Nomor 651 Tahun 2004 Tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdagangannya, mesin dan peralatan pengolahan air minum adalah semua mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses pengolahan. Menurut Purba (2011), peralatan yang digunakan dalam proses mengolah air baku menjadi air minum pada depot air minum terdiri dari :

a. *Storage Tank*

Storage tank berfungsi sebagai penampungan air baku yang dapat menampung air baku sebelum dilakukan pengolahan.

b. *Stainless Water Pump*

Stainless water pump berfungsi sebagai pemompa air baku dari *storage tank* ke tabung filter.

c. Tabung Filter

Tabung filter berfungsi sebagai unit pengolahan air (*water treatment*) dengan fungsi sebagai berikut :

- 1) *Pre filter* yang berupa *active sand media filter* yang berfungsi untuk menyaring partikel-partikel kasar dengan bahan dari pasir atau jenis lain yang efektif dengan fungsi yang sama.
- 2) *Anthracite filter* yang berfungsi untuk menghilangkan kekeruhan dengan hasil yang maksimal dan efisien.
- 3) Karbon filter yang berupa granular *active carbon* media filter yang berfungsi sebagai penyerap debu, rasa, warna, sisa khlor dan bahan organik.

d. *Mikro Filter*

Mikro filter adalah saringan yang terbuat dari bahan *polypropylene* yang berfungsi untuk menyaring partikel air dengan diameter 0,4 mikron, 1 mikron, 5 mikron, dan 10 mikron.

e. *Flow Meter*

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

f. Alat Sterilisasi

Alat sterilisasi dapat berupa ozonisasi, sinar *ultraviolet* (UV), dan *reverse osmosis* (RO) berfungsi untuk membunuh kuman patogen pada air saat proses pengolahan.

g. Galon Isi Ulang

Galon isi ulang berfungsi sebagai wadah atau tempat untuk menampung atau menyimpan air minum didalamnya. Pengisian wadah dilakukan dengan menggunakan alat dan mesin serta dilakukan dalam tempat pengisian yang higienis.

5. Proses Produksi Depot Air Minum

Menurut Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdaganganannya, urutan proses produksi air minum di Depot Air Minum adalah sebagai berikut :

a. Penampungan Air Baku dan Syarat Bak Penampung

Air baku yang diambil dari sumbernya diangkut 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. 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, disanitasi dan desinfeksi bagian luar dan dalam minimal 3 bulan sekali.

b. Penyaringan/Filterisasi

Penyaringan bertahap terdiri dari :

- 1) Saringan berasal dari pasir atau saringan lain 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%. Ukuran butir-butir yang dipakai ditentukan dari mutu kejernihan air yang dinyatakan dalam NTU.
- 2) Saringan karbon aktif yang berasal dari batu bara atau batok kelapa berfungsi sebagai penyerap bau, rasa, warna, sisa klor dan bahan organik. Daya serap terhadap Iodin (I_2) minimal 75%.
- 3) Saringan/filter lainnya yang berfungsi sebagai saringan halus berukuran maksimal 10 (sepuluh) mikron.

c. Desinfeksi

Desinfeksi bertujuan untuk membunuh mikroorganisme terutama bakteri yang bersifat patogen. Berikut adalah jenis desinfeksi yang digunakan pada proses pengolahan air minum di depot air minum isi ulang :

1) Ozonisasi

Proses desinfeksi dengan 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 0,06 – 0,1 ppm (Kepmenperindag, 2004).

Ozon merupakan senyawa yang dapat membunuh bakteri dan mempunyai data oksidasi yang kuat. Ozon bersifat bakterisida, virusida, algisida, fungisida, serta mengubah senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Ozon dengan kemampuan oksidasinya dapat membunuh berbagai macam mikroorganisme seperti bakteri *Escherichia*, *Salmonella*, serta berbagai bakteri patogen lainnya (Sofia, 2019).

2) Ultraviolet (UV)

Tindakan desinfeksi selain menggunakan ozon, dapat dilakukan dengan cara penyinaran *ultraviolet* (UV) menggunakan radiasi gelombang pendek yaitu dengan panjang gelombang 254 nm atau kekuatan 2537°A dengan intensitas minimum 10.000 mw detik per cm^2 (Kepmenperindag, 2004).

Sinar *ultraviolet* merupakan suatu bagian dari spektrum elektromagnetik dan tidak membutuhkan medium untuk merambat. Sinar *ultraviolet* mempunyai rentang panjang

gelombang antara 100-400 nm yang berada diantara spektrum sinar X dan cahaya tampak.

Menurut Graham (2005), sinar UV efektif digunakan untuk membunuh bakteri *Escherichia coli* dan semua koliform. Radiasi sinar *ultraviolet* merupakan suatu sumber energi yang mempunyai kemampuan untuk penetrasi ke dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Absorpsi *ultraviolet* oleh *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) (atau *Ribonucleic Acid* (RNA) pada beberapa virus) dapat menyebabkan mikroorganisme tidak mampu lagi untuk melakukan replikasi akibat pembentukan rangkap dua pada molekul. Sel yang tidak mampu melakukan replikasi akan kehilangan sifat patogenitasnya sehingga dapat menghambat pertumbuhan sel-sel baru serta dapat menyebabkan kematian pada bakteri.

3) *Reverse Osmosis* (RO)

Reverse Osmosis adalah metode yang melibatkan penerapan tekanan pada sistem yang lebih tinggi dari tekanan hidrolik agar air dapat melewati membran semi-permeabel. Sistem *reverse osmosis* dibuat terdiri dari serat berongga yang dilingkarkan secara spiral di sekeliling bahan membran. Serat-serat tersebut dihubungkan satu sama lain guna meningkatkan luas permukaan osmosis balik. Air dan molekul kecil melewati

membran semipermeabel setelah air yang mengalir diberi tekanan tinggi. Partikel-partikel besar, serta partikel-partikel sisa yang tidak diinginkan, ditahan dengan cara ini. Air yang disaring kemudian dikirim ke langkah proses berikutnya (Gusnawati, 2023).

E. Higiene Sanitasi Depot Air Minum

Higiene merupakan upaya kesehatan dengan cara memelihara dan melindungi kebersihan. Sanitasi adalah serangkaian upaya untuk mencegah, meminimalkan, atau menghilangkan risiko terjadinya penyakit melalui pemeliharaan lingkungan yang bersih, sehat, dan aman. Higiene sanitasi adalah upaya untuk mengendalikan faktor risiko terjadinya kontaminasi yang berasal dari tempat, peralatan dan penjamah terhadap air minum agar aman dikonsumsi (Permenkes, 2014). Faktor tersebut adalah cemaran fisik seperti benda mati baik halus maupun kasar, kondisi alam seperti suhu cuaca, getaran, benturan dan sejenisnya yang dapat mencemari kualitas air minum. Cemaran kimia seperti bahan organik dan non organik yang lewat dalam air minum pada waktu pengolahan, penyimpanan dan pembagian air minum. Cemaran biologis dapat berupa jasad renik patogen seperti bakteri, virus, kapang, dan jamur yang dapat menimbulkan penyakit atau keracunan.

Berdasarkan formulir Inspeksi Kesehatan Lingkungan Depot Air Minum dari Peraturan Menteri Kesehatan No. 17 Tahun 2024, persyaratan

higiene sanitasi dalam pengelolaan air minum harus memenuhi beberapa aspek penting diantaranya :

1. Tempat dan Bangunan

Berikut adalah aspek tempat dan bangunan yang harus dipenuhi :

- a. Lokasi bebas banjir, bebas dari pencemaran bau/asap/debu/kotoran dan bebas dari sumber vektor dan binatang pembawa penyakit.
- b. Desain bangunan luar kuat, mudah dibersihkan, mudah dalam pemeliharaan, tidak ada lubang/retakan yang terbuka ke area dalam bangunan, tidak ada sawang/bebas kotoran.
- c. Terdapat drainase yang bersih dan tidak ada luapan air/sumbatan.
- d. Tersedia wastafel yang dilengkapi dengan petunjuk cuci tangan, sabun cair, air mengalir, pengering tangan, terbuat dari bahan yang kuat dan mudah dibersihkan.
- e. Dinding yang bersih (tidak ada kotoran, jamur, atau cat mengelupas), tidak retak, dan berwarna terang.
- f. Lantai yang bersih (tidak ada kotoran atau jamur), bahan kuat (tidak retak), tidak ada genangan air (struktur lantai landai ke arah pembuangan air), kedap air, permukaan rata, dan tidak licin.
- g. Langit-langit yang bersih (tidak ada kotoran atau jamur), kuat, mudah dibersihkan, permukaan rata (jika tidak rata maka harus bersih, bebas debu atau vektor dan binatang pembawa penyakit), berwarna terang dan memiliki ketinggian yang cukup (peralatan tidak menyentuh langit-langit).

- h. Tidak ada vektor dan binatang pembawa penyakit atau hewan peliharaan berkeliaran di area ini.
- i. Metode pengendalian vektor dan binatang pembawa penyakit tidak menggunakan racun tetapi jebakan/perangkap yang tidak mengontaminasi pangan.
- j. Bahan kimia non pangan yang digunakan pada area ini memiliki label identitas dengan volume sesuai penggunaan harian (bukan kemasan besar).
- k. Memiliki ventilasi udara yang cukup.
- l. Terdapat tempat sampah yang tertutup rapat, tidak bau menyengat, tidak menumpuk dan memiliki frekuensi pembuangan teratur (minimal 1x24 jam).
- m. Memiliki akses ke kamar mandi/jamban dengan bahan yang kuat, permukaan halus, mudah dibersihkan, pintu tidak membuka langsung ke ruang pengolahan, tersedia air mengalir, sabun cair, tempat sampah, tisu/pengering, ventilasi yang baik, dan petunjuk cuci tangan setelah dari toilet.

Aspek diatas secara umum dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu aspek lokasi, aspek bangunan, dan aspek luar.

a. Aspek Lokasi

Aspek lokasi Depot Air Minum (DAM) harus dibangun di lokasi yang terbebas dari sumber pencemaran lingkungan, termasuk dari banjir, debu sekitar depot, tempat pembuangan

sampah/kotoran, tumpukan barang bekas, area berkembang biaknya serangga, tikus, dan hewan pengerat lainnya. Saluran pembuangan air harus dikelola agar tidak mencemari lingkungan sekitar depot.

Pencemaran air yang disebabkan oleh masuknya zat, energi, atau komponen lain ke dalam air, terutama oleh kegiatan manusia, menyebabkan air tidak dapat digunakan sesuai peruntukannya. Pencemaran mikroba misalnya dapat terjadi melalui tinja yang mencemari air minum melalui air, tangan, vektor, dan tanah (Pakpahan, et al.,2015). *Total Coliform* merupakan kelompok bakteri indikator pencemar yang berasal dari lingkungan, baik dari tanah, air, maupun vegetasi yang membusuk (Suriawiria, 2005). Kondisi sanitasi yang buruk dapat menyebabkan masuknya kontaminan mikrobiologis ke dalam sistem pengolahan air. Lokasi yang tidak bebas banjir dan berdebu berpotensi menjadi tempat tumbuh dan berkembang biak bakteri indikator. Kehadiran hewan-hewan vektor berpotensi menjadi vektor pembawa mikroorganisme patogen, baik melalui bulu, kotoran, maupun kontak langsung dengan lingkungan produksi (Grace, 2020 dalam Tina dkk, 2023). Sehingga meningkatkan risiko terjadinya kontaminasi *Total Coliform* pada air minum isi ulang.

b. Aspek Bangunan

Aspek bangunan meliputi desain fisik bangunan, kondisi dinding, lantai, langit-langit, dan ventilasi udara. Bangunan harus kuat, mudah dibersihkan, tidak lembab, dan bebas dari retakan untuk mencegah masuknya debu atau mikroba dari luar ke area pengolahan air.

Bangunan yang tidak memenuhi syarat seperti dinding lembab, lantai tergenang air, atau ventilasi tidak memadai dapat menjadi media ideal untuk tumbuhnya *coliform*. Ventilasi harus memadai untuk meminimalkan bau, gas atau uap berbahaya dan kondensat dalam ruang proses produksi. Ventilasi sangat penting bagi tempat pertukaran udara, sehingga suhu dalam ruangan sama dengan suhu di luar ruangan. Udara yang tidak bersirkulasi dengan baik akan meningkatkan kelembapan ruangan dan mempercepat pertumbuhan mikroba (Mila, dkk 2020). Lubang atau celah yang terbuka harus dilindungi dengan kawat kassa, pelindung lain atau pintu otomatis untuk mencegah masuknya serangga, burung dan binatang kecil. Selain itu, akses toilet yang langsung menghadap ruang pengolahan dapat memicu kontaminasi silang pada bahan pangan atau peralatan melalui udara atau tangan pekerja mengingat toilet adalah sumber bakteri (Wagola dkk, 2024).

c. Aspek Luar

Aspek luar mencakup kondisi sekitar depot seperti saluran drainase, area cuci tangan, pengelolaan sampah, serta pengendalian vektor dan bahan kimia non pangan. Saluran drainase yang bersih dan tidak tersumbat akan mencegah genangan air yang menjadi sarang mikroorganisme dan serangga. Fasilitas sanitasi yang dilengkapi dengan tempat cuci tangan yang lengkap (sabun cair, air mengalir, dan pengering) mendukung penerapan *personal hygiene* yang baik bagi penjamah air.

Selain itu, bahan kimia non pangan yang tidak dilabeli dengan jelas dapat berpotensi mencemari air jika tersimpan berdekatan dengan peralatan pengisian. Tempat sampah yang tidak tertutup rapat juga dapat menarik vektor dan menjadi sumber pencemaran mikrobiologis. Aspek luar yang berada di Depot Air Minum Isi Ulang yang terjaga akan mengurangi potensi masuknya *coliform* ke area proses pengolahan air.

2. Penjamah Pangan/Operator DAM

Penjamah pangan pada depot air minum adalah orang yang secara langsung berhubungan dengan air minum dan peralatan mulai dari tahap persiapan, pembersihan, pengolahan, hingga pengangkutan. Berikut adalah aspek penjamah pangan/operator DAM yang harus dipenuhi :

- a. Personil yang bekerja dalam keadaan sehat.

Pekerja yang sedang sakit flu, demam, atau diare sebaiknya tidak dilibatkan terlebih dahulu dalam proses pengolahan makanan, sampai gejala-gejala penyakit tersebut hilang (Purnawijayanti, 2001). Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kontaminasi mikrobiologis terhadap air minum.

- b. Menggunakan pakaian kerja yang hanya digunakan di tempat kerja.

Pakaian pengolah dan penyaji makanan harus selalu bersih, mengganti dan mencuci pakaian secara periodik untuk mengurangi risiko kontaminasi. Apabila tidak ada ketentuan khusus untuk penggunaan pakaian seragam sebaiknya tidak bermotif dan berwarna terang. Hal ini dilakukan agar pengotoran pada pakaian mudah terlihat (Purnawijayanti, 2001).

- c. Penjamah berkuku pendek, bersih dan tidak memakai pewarna kuku.

Penjamah sebaiknya memiliki kuku yang bersih, dipotong pendek, dan tidak di cat serta tidak menggunakan aksesoris atau perhiasan (Purnawijayanti, 2001). Ujung kuku yang panjang dan kotor dapat menjadi tempat bakteri dan dapat bertahan hidup untuk periode waktu yang berbeda-beda bahkan setelah melakukan praktik cuci tangan. Penjamah yang membiarkan kuku panjang berisiko membawa mikroorganisme patogen yang dapat mencemari air dan permukaan peralatan (Puri dan Anggun 2025).

- d. Penjamah selalu mencuci tangan sebelum dan secara berkala saat mengolah pangan.

Mencuci tangan merupakan hal pokok yang harus dilakukan oleh penjamah yang terlibat dalam penanganan makanan. Tangan yang kotor atau terkontaminasi dapat memindahkan bakteri dan virus patogen dari tubuh, *feces*, atau sumber lain ke makanan/produk pangan. Kondisi ini berpotensi menimbulkan terjadinya kontaminasi silang yang dapat mencemari bahan makanan.

Mencuci tangan dengan sabun diikuti dengan pembilasan akan menghilangkan banyak mikroba yang terdapat pada tangan sebagai pencegahan kontaminasi pada makanan. Kombinasi antara aktivitas sabun sebagai pembersih, penggosokan dan aliran air akan menghanyutkan partikel kotor yang banyak mengandung mikroba (Purnawijayanti, 2001). Perilaku mencuci tangan menggunakan sabun dan air mengalir dapat meminimalisir adanya bakteri *coliform*, karena tangan yang kotor dapat menjadi potensi terjadinya pencemaran dalam air yang dihasilkan (Librianti dkk, 2023).

- e. Pada saat menangani pangan tidak merokok, bersin atau batuk diatas pangan secara langsung, dan meludah.

Penjamah sebaiknya tidak merokok selama melakukan aktivitas penanganan makanan. Penjamah yang merokok mungkin

menyentuh bibir dan ludahnya dapat dipindahkan melalui jari dan dapat mengkontaminasikan makanan. Disamping itu perokok cenderung batuk, yang dapat mengeluarkan penyakit infeksi yang dapat dideritanya kedalam makanan (Purnawijayanti, 2001).

- f. Jika terluka maka luka ditutup dengan perban/sejenisnya dan ditutup penutup tahan air dan kondisi bersih.

Penjamah yang memiliki luka pada tubuhnya harus menutup luka tersebut dengan pelindung yang kedap air, misalnya plester, sarung tangan plastik atau karet untuk menjamin tidak berpindahnya mikroba yang terdapat pada luka ke dalam makanan (Purnawijayanti, 2001).

- g. Melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala minimal 1 (satu) kali dalam setahun, dibuktikan dengan surat keterangan sehat dari fasilitas pelayanan kesehatan.

Syarat utama penjamah pangan adalah memiliki kesehatan yang baik. Penjamah disarankan melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala minimal 1 (satu) kali dalam setahun sebagai *screening* penyakit bawaan air.

- h. Pengelola/pemilik/penanggung jawab/dan penjamah pangan memiliki sertifikat telah mengikuti pelatihan higiene sanitasi depot air minum. Jumlah penjamah pangan yang harus bersertifikat pelatihan untuk penjamah depot air minum minimal 50%.

Penjamah yang telah mengikuti pelatihan akan meningkatkan pengetahuan. Hal ini dapat meningkatkan kesadaran dan perilaku higienis dalam menangani pangan, seperti menjaga kebersihan diri, peralatan, serta lingkungan kerja, sehingga dapat menurunkan risiko kontaminasi mikrobiologis, termasuk keberadaan *Total Coliform* pada produk akhir.

3. Peralatan

Peralatan pada depot air minum berfungsi langsung dalam proses pengolahan dan pengisian air, sehingga kebersihan dan kondisi peralatan sangat menentukan kualitas air yang dihasilkan. Berikut adalah aspek peralatan yang harus dipenuhi :

- a. Peralatan (pipa pengisian air baku, pompa penghisap dan penyedot, keran pengisian air minum, keran pencucian/pembilasan galon, keran penghubung, dan peralatan desinfeksi) yang digunakan memiliki bahan yang kuat, tidak berkarat, tara pangan (*food grade*), bersih sebelum digunakan, serta setelah digunakan dalam kondisi bersih dan kering.

Berdasarkan Permenkes No. 43 Tahun 2014, seluruh peralatan yang bersentuhan langsung dengan air minum harus terbuat dari bahan yang aman untuk pangan (*food grade*), mudah dibersihkan, dan tidak berkarat. Peralatan yang mudah berkarat atau tidak terbuat dari bahan tara pangan dapat menjadi media tumbuh bagi bakteri serta menyebabkan kontaminasi mikroba.

Korosi dan retakan juga menjadi tempat berlindung bagi mikroorganisme.

- b. Mikrofilter terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*), dalam masa pakai/tidak kadaluwarsa, terdapat lebih dari satu mikrofilter dengan ukuran berjenjang, pembersihan menggunakan sistem pencucian terbalik (*back washing*), dan jika sistem pembersihan *back washing* tidak tersedia, maka DAM harus memiliki jadwal penggantian tabung mikrofilter secara rutin.

Penyaringan bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan bau, desinfeksi bertujuan untuk menghilangkan sebagian besar mikroorganisme dan membuang bakteri patogen dalam air (Dilapanga, 2014). Penghilangan partikel dan padatan sangat membantu efektivitas disinfeksi selanjutnya (Cescon dkk. (2020). Filtrasi yang tidak sempurna (dikarenakan tabung filtrasi yang digunakan tidak dibersihkan atau diganti dalam periode tertentu) tidak dapat lagi memfilter kotoran dan membunuh bakteri dari air baku (Fathoni, 2015).

Tujuan digunakannya *microfilter* berjenjang adalah agar penyaringan kotoran/bakteri dalam air baku dapat berjalan dengan baik (Birawida, 2018 dalam Librianti 2023).

- c. Terdapat peralatan sterilisasi/desinfeksi air yang berfungsi dengan baik, masa pakai peralatan sterilisasi sesuai dengan standar

pabrikasi alat tersebut dibuktikan dengan catatan tanggal pemasangan dan data standar masa pakai alat.

Alat sterilisasi berperan penting untuk membunuh atau menonaktifkan mikroorganisme yang lolos dari tahap filtrasi. Ketidakmampuan sistem desinfeksi akan menyebabkan *Coliform* akan tetap hidup. Air baku yang melewati sinar ultraviolet (UV) secara langsung akan menyebabkan bakteri mati. Sinar ultraviolet dapat membunuh bakteri mati pada panjang gelombang sebesar 254 nm dan harus dihidupkan selama jam kerja atau 30 menit lebih awal. Masa berlaku atau pemakaian lampu UV maksimal 3 tahun, jika melebihi masa 3 tahun maka pemilik depot harus mengganti karena lampu UV sudah tidak bekerja dengan optimal. Setiap 1 bulan sekali lampu UV diperiksa untuk memastikan lampu UV berfungsi dalam desinfektan membunuh bakteri di dalam air minum (Sulatri, dkk 2017).

- d. Tandon air baku terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*) dan tertutup dan terlindungi dari cahaya matahari langsung.

Tandon air sebaiknya terbuat dari bahan tara pangan (*food grade*), seperti stainless steel atau *poly-vinyl-carbonate*. Tandon yang terbuka atau tidak terlindung memudahkan debu, serangga, kotoran, atau partikel yang mengandung pencemar jatuh ke dalam air. Tandon air baku harus diletakkan ditempat yang terlindungi

sinar matahari agar tidak meningkatkan risiko pertumbuhan bakteri (Librianti, dkk 2023).

e. Fasilitas pencucian dan pembilasan galon air.

Fasilitas pencucian galon adalah sarana pencucian untuk membersihkan galon dengan memutar galon secara bersamaan dengan menyemprotkan air produk. Galon dibersihkan dari kemungkinan kotoran atau mikroba yang menempel dari penggunaan sebelumnya.

f. Fasilitas pengisian galon air dalam ruangan tertutup.

Fasilitas pengisian adalah sarana pengisian produk air minum ke dalam galon yang terdapat dalam ruangan tertutup.

g. Sebelum dilakukan pengisian, wadah/galon disikat dibagian dalam galon sekitar 30 detik, pembilasan sebelum pengisian dilakukan dengan penyemprotan air produk selama 10 detik, sesudah terisi maka disimpan dalam kondisi tertutup rapat, dan galon yang sudah terisi langsung diberikan kepada konsumen dan tidak boleh disimpan pada DAM lebih dari 1x24 jam.

Hal ini dilakukan untuk meminimalkan kontak mikroba, menetralkan sisa kontaminan, dan mencegah pertumbuhan mikroba selama penyimpanan. Penyimpanan air baku dalam waktu yang lama dapat berpengaruh terhadap kualitas air minum, misalnya bakteri akan tumbuh dengan banyak dan dapat menyebabkan adanya kontaminasi bakteri, sehingga hal tersebut

dapat berpengaruh terhadap kualitas sumber air baku yang digunakan (Mila dkk 2020). Pertumbuhan bakteri akan *Coliform* meningkat setelah penyimpanan lebih dari 24 jam pada suhu ruang, terutama jika galon tidak disterilkan dengan baik sebelum digunakan kembali (Puri dan Anggun 2025).

4. Air Baku

Air baku merupakan air yang digunakan untuk proses pengolahan depot air minum. Aspek yang harus dipenuhi yaitu terdapat bukti tertulis nota pembelian air baku dari perusahaan pengangkutan air/sertifikat air. Nota pembelian air baku atau sertifikat kualitas air menjadi bukti bahwa air diperoleh dari sumber yang mutunya terjamin. Sumber air baku biasanya sudah melalui pengujian terlebih dahulu sehingga telah memenuhi syarat kesehatan diantaranya memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi, dan kimia standar sesuai dengan persyaratan air untuk keperluan higiene sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.2 Tahun 2023.

F. Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL)

Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL) adalah kegiatan pemeriksaan dan pengamatan secara langsung terhadap media lingkungan dalam rangka pengawasan berdasarkan standar, norma, dan baku mutu yang berlaku untuk meningkatkan kualitas lingkungan yang sehat. Survei dan Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL) dilakukan oleh petugas kesehatan lingkungan Dinas Kesehatan Kota/Kabupaten di wilayah kerja

setempat. Depot Air Minum memenuhi syarat jika IKL mendapatkan nilai minimal 80 (delapan puluh) untuk mendapatkan sertifikat SLHS.

SLHS adalah bukti tertulis keamanan pangan untuk pemenuhan standar baku mutu dan persyaratan kesehatan pangan olahan siap saji. Masa berlaku SLHS adalah 3 (tiga) tahun. Khusus untuk Depot Air Minum (DAM) harus memenuhi persyaratan kualitas air minum sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan tentang Kualitas Air Minum yang berlaku yaitu Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023. Depot Air Minum (DAM) yang memiliki sertifikat SLHS sebaiknya dipasang/dicantumkan di tempat yang terlihat pengunjung.

G. Parameter Mikrobiologi Air Minum

Air minum yang aman untuk dikonsumsi adalah air yang memenuhi persyaratan kualitas air minum secara mikrobiologi, fisika, kimia dan radioaktif sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023. Indikator utama untuk menilai kualitas air minum secara mikrobiologi adalah keberadaan bakteri. Bakteri merupakan salah satu indikator sanitasi pangan yang menentukan bahwa air tersebut aman untuk dikonsumsi. Adanya bakteri dalam air menunjukkan bahwa dalam satu atau lebih tahap pengolahan air pernah mengalami kontak dengan cemaran yang mengandung bakteri. *Coliform* merupakan suatu grup bakteri yang digunakan sebagai indikator cemaran yang tidak baik terhadap air. Bakteri *Coliform* di dalam air minum menunjukkan kemungkinan adanya mikroba

yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Sofia, 2019) sehingga tidak layak dikonsumsi.

Bakteri *Coliform* dibedakan menjadi 2 yaitu *Coliform fecal* misalnya *Escherichia coli* dan *Coliform nonfecal* misalnya *Enterobacter aerogenes*. Standar air minum mensyaratkan indikator kualitas air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 dari segi mikrobiologi yang terdiri dari parameter *Escherichia coli* dan *total coliform* harus 0 CFU/100ml.

1. *Total Coliform*

Menurut Purbowarsito dalam Suhaeni (2020), bakteri *coliform* merupakan golongan mikroorganisme yang lazim digunakan sebagai indikator air bersih, keberadaan mikroorganisme ini dapat menjadi suatu pertanda apakah suatu sumber air terkontaminasi oleh patogen atau tidak. Bakteri *coliform* dapat digunakan sebagai indikator karena densitasnya berbanding lurus dengan tingkat pencemaran air. Bakteri ini dapat mendeteksi patogen pada air seperti virus, protozoa, dan parasit. Bakteri ini juga memiliki daya tahan yang lebih tinggi daripada patogen lainnya serta lebih mudah diisolasi dan ditumbuhkan. Bakteri ini menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker serta memproduksi berbagai macam racun seperti indol dan skatol yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih di dalam tubuh (Suhaeni & Nurasia, 2021).

2. *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan salah satu bakteri koliform yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. *Enterobacteriaceae* merupakan bakteri enterik atau bakteri yang dapat hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan. *Escherichia coli* merupakan bakteri berbentuk batang bersifat gram-negatif, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan merupakan flora alami pada usus mamalia (Yang dan Wang 2014 dalam Rahayu et al., 2018).

Escherichia coli merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek dengan ukuran berkisar antara 1,0-1,5 μm x 2,0-6,0 μm , tidak motil atau motil, bergerak menggunakan flagel serta dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen, bersifat fakultatif anaerobik dan dapat tahan pada media yang miskin nutrisi. Bakteri *Escherichia coli* umumnya hidup di dalam saluran pencernaan manusia dan hewan (Rahayu et al., 2018). *Escherichia coli* dapat bertahan hidup lama di luar usus dan mudah diidentifikasi serta dapat digunakan untuk menunjukkan cemaran tinja (indikator pencemaran) dalam air minum dan makanan (Muhadi, 2021). Bakteri *Escherichia coli* dikenal sebagai bakteri indikator sanitasi dan higiene, yaitu bakteri yang keberadaannya dalam suatu produk pangan menunjukkan indikasi rendahnya tingkat sanitasi yang diterapkan.

3. Pemeriksaan keberadaan *Total Coliform* dan *Escherichia coli*

Pemeriksaan mikrobiologi pada air minum dilakukan untuk memastikan tidak adanya cemaran mikroba patogen maupun indikatornya. Menurut Irianto (2013), metode pengujian bakteriologis pada air meliputi :

a. Uji Penduga (*Presumptive Test*)

Uji penduga merupakan tes pendahuluan tentang ada tidaknya kehadiran koliform berdasarkan terbentuknya asam dan gas disebabkan karena adanya fermentasi laktosa oleh bakteri golongan *Escherichia coli*. Terbentuknya asam dapat dilihat dari kekeruhan pada media laktosa dan gas yang dihasilkan dapat dilihat dalam tabung durham dalam bentuk gelembung udara. Inkubasi dilakukan pada suhu 35°C selama 24 jam dan tabung dinyatakan positif jika terbentuk gas sebanyak 10% atau lebih dari volume didalam tabung durham. Tabung yang tidak menunjukkan gelembung gas diperpanjang lagi masa inkubasinya sampai 48 jam. Tabung yang tidak membentuk gas dihitung sebagai tabung negatif. Banyaknya kandungan bakteri koliform dapat dilihat dengan menghitung tabung yang menunjukkan reaksi positif terbentuk asam dan gas dibandingkan dengan tabel MPN (*Most Probable Number*).

b. Uji Penguat (*Confirmed Test*)

Uji penguat dilakukan dengan menggunakan jarum ose, contoh dari tabung MPN yang menunjukkan uji penduga positif

masing-masing diinokulasikan pada tabung BGLB dengan cara goresan kuadran. Semua tabung diinokulasikan pada suhu 35°C selama 24 jam. Jumlah gas yang terbentuk dari tabung durham menunjukkan adanya pertumbuhan koliform baik fekal maupun non fekal, dihitung dan MPN penguat dapat dihitung dari tabel MPN 7 tabung atau 15 tabung.

c. Uji Pelengkap (*Completed Test*)

Pengujian selanjutnya dilanjutkan dengan uji kelengkapan untuk menentukan keberadaan bakteri *Escherichia coli*. Koloni yang berwarna pada uji ketetapan diinokulasikan ke dalam medium kaldu laktosa dan medium agar miring Nutrient Agar (NA) dengan jarum inokulasi secara aseptik. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 24 jam. Sampel dinyatakan positif *Escherichia coli* apabila pada kaldu laktosa terbentuk asam dan gas. Media agar miring (NA) kemudian digunakan untuk pewarnaan gram dimana bakteri *Escherichia coli* menunjukkan gram negatif jika berbentuk batang pendek. Duplo dibuat untuk membedakan bakteri golongan koliform, dari bakteri golongan koliform fekal (berasal dari tinja hewan berdarah panas) dimana satu seri diinkubasi pada suhu 37°C (untuk golongan koliform) dan satu seri diinkubasi pada suhu 42°C (untuk golongan koliform fekal). Bakteri golongan koliform tidak dapat tumbuh dengan baik pada suhu 42°C, sedangkan golongan koliform fekal dapat tumbuh dengan baik pada suhu 42°C.

H. Indikator Lingkungan Yang Mempengaruhi Keberadaan *Coliform*

Menurut Adrianto (2018), suhu dan pH merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan kehidupan mikroorganisme karena pengaruh suhu berhubungan dengan aktivitas enzim. Berikut adalah indikator lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan keberadaan kelompok bakteri *Coliform*:

1. Temperatur/suhu

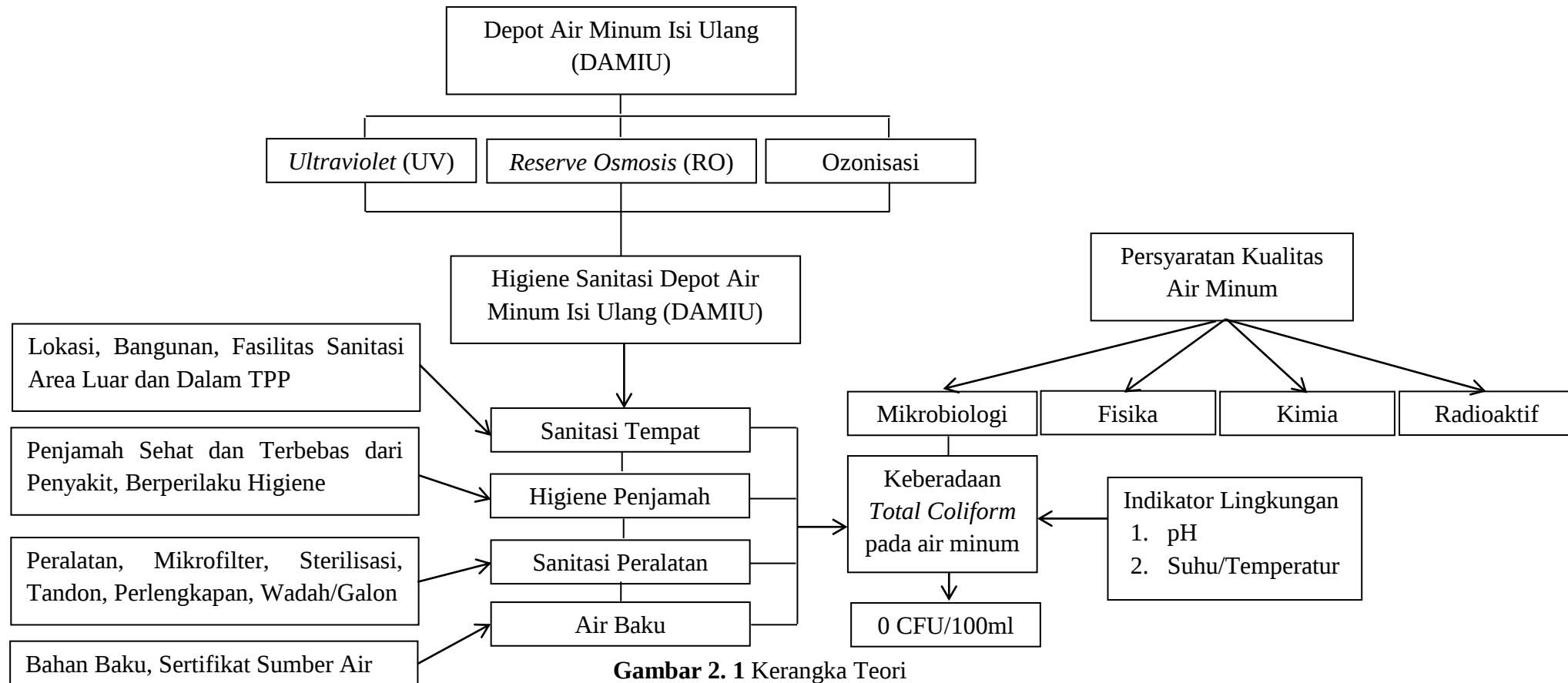
Bakteri *Coliform* termasuk golongan mesofil yang tumbuh optimal pada suhu sekitar 37°C. Suhu rendah menyebabkan aktivitas enzim menurun dan jika suhu terlalu tinggi dapat mendenaturasi protein enzim. Suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri *coliform* adalah 37°C (Sayuti dkk., 2005; Hidayati dkk., 2006 dalam Adrianto, 2018). Suhu air minum yang disimpan pada suhu kamar (25°C–30°C) sangat mendukung proliferasi bakteri ini jika sudah terjadi kontaminasi awal (Tangahu, 2014). Suhu air minum yang berada di dalam galon setelah pengolahan dan disimpan di DAMIU umumnya berkisar antara 26°C hingga 30°C (suhu ruangan/ambien) (Setyati et al., 2022). Rentang suhu ini, mendukung pertumbuhan dan replikasi *Coliform* apabila air telah terkontaminasi (Kurniati et al., 2020).

2. pH

Coliform diklasifikasikan sebagai neutrofil, dimana memerlukan kondisi pH yang netral atau sedikit basa untuk pertumbuhan. Rentang pH optimum untuk tumbuh di kondisi netral yaitu sekitar pH 6,5–7,5.

Kondisi pH air minum yang memenuhi syarat (sekitar 6,5–8,5) mendukung kelangsungan hidup bakteri *Coliform*.

I. Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori

Sumber : Adrianto 2018, Kemenkes RI 2020, Permenkes 2023, Permenkes 2024