

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian Air**

Menurut Permenkes No. 32 tahun 2017 Air merupakan salah satu media lingkungan yang harus ditetapkan Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan persyaratan kesehatan. Secara umum air bersih dapat diartikan sebagai semua air yang terdapat dipermukaan bumi yang memenuhi syarat kesehatan yang dapat diminum setelah dimasak.

Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 pengelolaan kualitas air upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjamin agar kualitas air tetap dalam kondisi alamiah. Secara umum air bersih dapat diartikan sebagai semua air yang terdapat dipermukaan bumi yang memenuhi syarat kesehatan yang dapat diminum setelah dimasak.

#### **B. Macam dan Sumber Air Bersih**

Macam – macam sumber air bersih dibagi menjadi 3 macam, yaitu :

1. Air permukaan yang merupakan air sungai, dan danau.
2. Air tanah yang tergantung kedalamannya bisa disebut air tanah dangkal atau air tanah dalam.
3. Air angkasa, yaitu air yang berasal dari atmosfer, seperti hujan dan salju.

Air merupakan adalah bahan pokok yang mutlak dibutuhkan oleh manusia sepanjang masa. Sumber air yang banyak dipergunakan oleh masyarakat adalah berasal dari. (Herlina, Lutfi, 2019)

### 1. Air Permukaan

Air yang mengalir dipermukaan bumi akan membentuk air permukaan air. Air ini umumnya mendapatkan pengotoran selama pengalirannya. Sumber air meliputi antara lain air sungai, danau, telaga, rawa, waduk, air terjun. Dalam keadaan murni sangat bersih terutama air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Sumber air tersebut sudah mengalami pencemaran oleh tanah, sampah dan sebagainya.

### 2. Air Tanah

Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dan mengadakan perkolasi atau penyerapan ke dalam tana serta mengalami proses filtrasi secara alamiah. Oleh karena itu, air tanah lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan. Secara umum air tanah terbagi menjadi: (1) air tanah dangkal yaitu terjadi akibat proses penyerapan air dari permukaan tanah, (2) air tanah dalam terdapat pada lapisan rapat air yang pertama.

### 3. Air Atmosfer/ Air Hujan

Air Hujan Merupakan sumber utama air bersih, tetapi sering terjadi pengotoran karena industri, debu, dan lain sebagainya. Pada saat proses presipitasi merupakan air yang paling bersih, namun cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer oleh partikel debu, mikroorganisme dan gas, seperti karbondioksida, nitrogen dan amonia.

## **C. Macam – Macam Sarana Penyediaan Air Bersih**

Adapun macam-macam sarana penyediaan air bersih yang banyak digunakan di daerah perkotaan maupun di daerah pedesaan di Indonesia. (Chandra, B. 2007)

#### 1. Sumur Gali (SGL)

Sumur gali adalah sarana air bersih yang mengalami atau memanfaatkan air tanah dengan cara menggali lubang ditanah sampai mendapatkan air. Lubang kemudian diberi dinding, bibir ditutup dan lantai serta SPAL.

#### 2. Sumur pompa tangan (SPT)

Sumur pompa tangan adalah sarana air bersih yang mengambil atau memanfaatkan air tanah dengan membuat lubang ditanah dengan menggunakan alat bor. Pengeboran dilakukan sampai mencapai air tanah baik dengan alat bor manual maupun mesin.

#### 3. Penampung air hujan (PAH)

PAH adalah sarana air bersih yang memanfaatkan air hujan untuk pengadaan air rumah tangga. Air hujan yang jatuh di atas atap rumah atau bangunan lain, melalui saluran atau talang dialirkan dan ditampung didalam PAH.

#### 4. Perpipaian (PP)

Sarana perpipaian adalah bangunan beserta peralatan dan perlengkapannya yang menghasilkan, menyediakan dan membagikan air minum untuk masyarakat melalui jaringan perpipaian atau distribusi. Air yang dimanfaatkan adalah air tanah atau air permukaan dengan atau tanpa diolah yang pendistribusiannya dapat dilakukan dengan cara : sambungan rumah kran umum, hidran umum dan terminal air.

### **D. Proses Pengolahan Air**

#### 1. Pengertian Pengolahan Air

Pengolahan adalah usaha – usaha teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat – sifat suatu zat. Adapun tujuan pengolahan air adalah memperbaiki derajat

keasaman, mengurangi bau, menurunkan dan mematikan mikroorganisme, dan mengurangi kadar bahan-bahan terlarut. (Waluyo,L, 2013)

Dalam pengolahan air ini pada lazimnya dikenal dengan dua cara, yakni :

a. Pengolahan lengkap atau complete treatment process, yaitu air akan mengalami pengolahan lengkap, baik fisik, kimiawi dan bakteriologik. Pada pengolahan cara ini biasanya dilakukan terhadap air sungai yang kotor /keruh.

Pengolahan lengkap ini dibagi dalam tiga tingkatan pengolahan, yaitu :

- 1) Pengolahan fisik, yaitu suatu tingkat pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi/ menghilangkan kotoran – kotoran yang kasar, penyisihan lumpur dan pasir, serta mengurangi kadar zat – zat organik yang ada dalam air yang akan diolah.
- 2) Pengolahan kimia, yaitu suatu tingkat pengolahan dengan menggunakan zat – zat kimia untuk membantu proses pengolahan selanjutnya.
- 3) Pengolahan bakteriologis, yaitu suatu tingkat pengolahan untuk membunuh/ memusnahkan bakteri – bakteri yang terkandung dalam air minum yakni dengan cara/ jalan membubuhkan kaporit ( zat desinfektant).

b. Pengolahan sebagian atau Partial Treatment Process, misalnya diadakan pengolahan kimiawi dan/ atau pengolahan bakteriologi saja. Pengolahan ini pada lazimnya dilakukan untuk mata air bersih dan air sumur dangkal atau air tanah dalam.

## **E. Cara – Cara Perbaikan Kualitas Air**

Ruang lingkup perbaikan kualitas air dalam rangka untuk mendapatkan kualitas air yang memenuhi persyaratan kesehatan adalah perbaikan terhadap airnya sendiri (dengan cara pengolahan), perbaikan sarana air bersih (untuk melindungi pencemaran terhadap airnya), dan perbaikan lingkungan disekitar sarana air bersih (untuk melindungi pencemaran terhadap air).

Banyak cara dan metode untuk memperbaiki kualitas air bersih, dengan cara pengolahan terhadap airnya sendiri, namun cara-cara atau metode tersebut dapat dikelompokkan menjadi:

### **1. Netralisasi pH**

Netralisasi pH adalah suatu upaya agar pH air menjadi normal. Setelah pH mendekati normal barulah proses pengolahan dapat dilakukan secara efektif. Fungsi dari pengaturan pH dalam instalasi air minum bertujuan untuk mengendalikan korosif perpipaan dalam sistim distribusi. Korosif membentuk racun bila pH kurang dari 6,5 atau lebih dari 9,5. Proses dan perhitungan netralisasi pH adalah sebagai berikut:

- a. pH air secara alami berkisar antara 4-9, tetapi secara teoritis pHnya 0-14. Dimana pH = 0 dinamakan sangat asam, dan pH = 14 disebut sangat basa, sedangkan pH = 7 menunjukkan netral pada suhu 25°C.
- b. Ketidak normalan pH air dapat disebabkan oleh pemasukkan asam atau basa.
- c. pH yang lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9.2 dapat menyebabkan senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan.

d. Pengendapan semua logam akan terjadi pada  $\text{pH} > 8,3$ ; dengan rincian Fe pada  $\text{pH} 8-9$ , dan pada  $\text{pH} 11$ .

e. Pada  $\text{pH} 7,0 - 8,5$  klorin akan bereaksi efektif (80%), sedangkan pada  $\text{pH} < 6$  atau  $> 8,5$  hanya bereaksi  $< 40\%$ .

f. Penggunaan alum sebagai koagulan efektif pada  $\text{pH} > 6$ .

g. Untuk menurunkan  $\text{pH}$  dilakukan dengan penambahan tawas.

## 2. Sedimentasi dan Koagulasi (Flokulasi)

### a. Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel-partikel padat yang tersuspensi dalam cairan atau zat karena pengaruh gravitasi (gaya berat) secara alami. Dalam proses pengendapan cara gravitasi (gaya berat secara alami). Dalam proses pengendapan cara gravitasi untuk mengendapkan partikel-partikel tersuspensi yang lebih berat daripada air. Hal ini paling sering digunakan dalam pengolahan air. Kegunaan dari sedimentasi adalah mereduksi bahan-bahan tersuspensi (kekeruhan) dari dalam air dan dapat berfungsi untuk mereduksi kandungan organisme (patogen) tertentu dalam air.

Proses sedimentasi dengan cara pengendapan dimana masing – masing partikel tidak mengalami perubahan bentuk, ukuran, ataupun kerapatan selama proses pengendapan berlangsung. Partikel-partikel padat akan mengendap bila gaya gravitasi lebih besar daripada kekentalan dan gaya kelembanan (inersia) dalam cairan.

### b. Koagulasi/ Flokulasi

Koagulasi atau flokulasi adalah proses pengumpulan partikel-partikel halus yang tidak dapat diendapkan secara gravitasi, menjadi partikel yang lebih

besar sehingga dapat dengan menambah bahan koagulan. Partikel-partikel tersebut kemudian dihilangkan melalui proses sedimentasi dan filtrasi. Kegunaan koagulasi atau flokulasi yakni memudahkan partikel-partikel tersuspensi yang tidak dapat mengendap secara gravitasi dan sangat lembut (seperti koloida) di dalam air menjadi partikel-partikel yang dapat mengendap. Hal ini karena partikel tersebut lebih berat dan lebih besar melalui proses fisika-kimia dengan penambahan koagulan, sehingga dengan proses sedimentasi dan filtrasi. Partikel – partikel yang termasuk partikel yang tidak dapat mengendap adalah bakteri.

Proses koagulasi atau flokulasi adalah penambahan koagulan akan mengakibatkan partikel – partikel tidak mengendap saling mengendap saling mendekan dan membentuk flok-flok mikro. Ikatan partikel-partikel ini sangat lemah dan tidak nampak dengan mata biasa serta tetap tidak dapat mengendap. Pengadukan pelan – pelan akan menyebabkan flok – flok mikro mengumpul dan membentuk flok yang lebih besar dan relatif lebih berat yang akhirnya dapat dengan mudah diendapkan atau disaring.

Bahan-bahan koagulan untuk proses koagulasi adalah sebagai berikut:

1) Proses koagulasi. Tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )

Senyawa ini merupakan bahan koagulan yang paling banyak digunakan. Tawas banyak digunakan dengan alasan paling ekonomis, murah, mudah didapatkan di pasararan, serta mudah penyimpanan. Selain itu bahan ini cukup efektif untuk menurunkan kadar karbonat.

## 2) Feri Sulfat dan danferi klorida

Bahan ini bersifat korosi, tidak tahan simpan, dan mempunyai sifat asam. Endapan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  efektif terbentuk pada pH 5,5. Untuk pengaturan pH biasanya ditambahkan larutan kapur.

## 3) Fero sulfat atau fero klorida

Flokulasi dengan fero ini biasanya akan lebih baik bila ditambah larutan kapur sebagai pengatur kondisi flokulasi.

## 4) Natrium Aluminat

Bahan ini masih kurang populer. Berbeda dengan alum, natrium aluminat menyebabkan naiknya pH dan bereaksi dengan bikarbonat membentuk endapan  $\text{CaCO}_3$ .

## 5) Kapur

Penambahan kapur akan berpengaruh, akan menaikkan pH dan bereaksi dengan bikarbonat membentuk endapan  $\text{CaCO}_3$ .

## 6) Coagulantaid

Untuk mendapatkan air yang lebih jernih dan mempercepat proses pengendapan biasanya ditambahkan coagulantaid, yang berfungsi untuk membantu atau memacu.

## 3. Aerasi

### a. Pengertian dan fungsi

Aerasi merupakan proses pengolahan air dengan cara mengontakkan ke udara. Pada prinsipnya dapat dibedakan menjadi proses (penyerapan gas) dan desorpsi (pelepasan gas). Sedangkan fungsi dari aerasi adalah:

#### 1) Penambahan jumlah oksigen

2) Penurunan jumlah karbon dioksida

3) Menghilangkan hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), metana ( $CH_4$ ), dan berbagai senyawa organik yang bersifat volatil (menguap) yang berkaitan dengan rasa dan bau.

4) Proses ini telah digunakan secara luas untuk pengolahan air yang mempunyai kandungan jumlah besidan mangan terlalu tinggi (mengurangi kandungan zat terlarut). Zat-zat tersebut memberikan rasa pahit dalam air, menghitamkan pemasakan beras, dan memberikan noda hitam kecoklat-coklatan pada pakaian yang di cuci.

b. Proses aerasi

Oksigen yang ada di udara, melalui proses aerasi akan bereaksi dengan senyawa ferrous dan manganous merubahnya menjadi feri (Fe) dan manganic oxide hydrates yang tidak bisa larut. Selain itu dilanjutkan dengan pengendapan (sedimentasi atau penyaringan (filtrasi). Oksidasi terhadap senyawa besi dan mangan di dalam air tidak selalu terjadi dalam waktu cepat. Bila air mengandung at organik, pembentukan endapan besi dan mangan melalui proses aerasi terlihat sangat tidak efektif.

4. Filtrasi

a. Pengertian

Filtarsi adalah proses penyaringan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi (yang diukur dengan kekeruhan) dari airnmelalui medi berpori. Zat padat tersuspensi dihilangkan pada waktu air melalui suatu lapisan materi berbentuk butiran yang dinamakan media filter. Media ini biasanya berupa pasir atau kombinasi pasir, antrasit, gamet, ilmenite, polisteren dan beads. Dengan

memakai filter antrasit, kecepatan filtrasi dapat diperbesar mejadi 1,5 – 2 kali saringan pasir. Oleh karena itu, sudah banyak orang mencampur pasir dan antrasit. Pasir yang paling baik dipakai untuk saringan bila pasir tersebut mengandung kwarsa ( $\text{SiO}_2$ ) lebih besar atau sama dengan 90,0%.

Penghilangan zat padat tersuspensi dengan penyaringan memainkan peranan penting, baik dalam pemurnian alami air tanah maupun dalam pemurnian buatan dalam instalansi pengolahan air. Filtrasi alami terjadi pada waktu air bergerak melalui lapisan tanah yang berpori. Proses alami ini dinamakan perkolasi. Zat padat tersuspensi mencakup tanah, logam-logam teroksidasi, dan mikroorganisme.

#### b. Proses filtrasi

Filtrasi adalah proses penyaringan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari air melalui media berpori. Kemampuan dan kegunaan filtrasi ditentukan oleh kecepatan filtrasi, jenis media, dan cara kerjanya. Secara garis besar kegunaan filtrasi dapat dibedakan sebagai berikut :

##### 1) Slow Sand Filter ( Saringan Pasir Lambat)

Slow sand filter terutama berguna untuk menghilangkan organisme patogen dari bahan baku, yakni bakteri dan virus yang ditularkan melalui air. Melalui proses absorpsi dan proses lain bakteri dihilangkan dari air dan ditahan pada permukaan butiran pasir, yakni kira-kira 85 - 99% total bakteri dan menghasilkan air memenuhi persyaratan bakteriologik yakni tidak mengandung bakteri *Escherichia Coli*. Slow sand filter dipakai untuk proses purifikasi air dalam skala kecil ( Waluyo,L, 2013).

Saringan pasir lambat sesuai dengan namanya hanya mempunyai kemampuan menyaring relatif kecil, yakni  $0,1 - 0,3 \text{ m}^3/\text{jam}$  atau  $2 - 7 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Komponen – komponen di dalam metode slow sand filter, antara lain :

#### 2) Supernatant water

Supernatant water adalah air baku yang ditampung diatas lapisan pasir dengan ketinggian bervariasi antara 1 sampai 1,5 m. Ketinggian permukaan air ini harus dipertahankan tetap dalam keadaan konstan agar tekanan yang ada dapat membuat air meresap di sela – sela lapisan pasir dan air yang akan diolah tetap tinggal selama 3 sampai 12 jam untuk menjalani proses purifikasi parsial berupa sedimentasi dan oksidasi sehingga partikel – partikel padat dalam air akan mengendap dan berkumpul menjadi satu.

#### 3) Sand Bed

Sand bed adalah bagian terpenting dari proses purifikasi dan berfungsi sebagai filter. Tebal lapisan pasir kira-kira 1,2 meter. Pasir yang digunakan dipilih secara selektif dengan ukuran diameter antara 0,15 - 0,35 mm dan harus bersih dari lumpur dan benda-benda organik. Di bawah lapisan pasir terdapat lapisan batu koral yang berfungsi sebagai penyanggah lapisan pasir di atasnya. Pada sand bed yang baru dipakai hanya terjadi proses filtrasi secara mekanis dan belum terjadi proses filtrasi secara biologis.

#### 4) Under drainage system

Di bagian bawah filter box terdapat under drainage sistem yang terdiri atas pipa-pipa berlubang yang berfungsi sebagai saluran keluar (outlet) air yang telah mengalami proses filtrasi.

Adapun keuntungan yang diperoleh dari penggunaan metode slow sand filter antara lain :

- a) Mudah dibuat dan dioperasikan
- b) Biaya pembuatannya lebih murah dibandingkan biaya pembuatan rapid sand filter
- c) Proses filtrasi baik fisik, kimiawi, maupun biologis yang terjadi cukup tinggi pengurangan jumlah bakteri setelah proses filtrasi mencapai 99,9 – 99,999 % khusus E.Coli mencapai 99 – 99,9 %.

#### 5) Rapid sand Filter ( Saringan Pasir Cepat)

Sesuai dengan namanya, filtrasi adalah untuk menyaring dengan media butiran. Media butiran ini biasanya terdiri dari antrasit, pasir silica dan kerikil silica dengan ketebalan berbeda. Cara ini dilakukan dengan metode gravitasi. Pada dasarnya tahapan purifikasi dengan menggunakan metode rapid sand filter yaitu sama terhadap pengolahan air secara umum, yang terdiri dari proses koagulasi, pencampuran, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi.

#### 5. Desinfeksi

Proses pengolahan air yang terpenting adalah mematikan bakteri(desinfeksi).Desinfeksi digunakan untuk menghancurkan semua kuman penyakit dan jasad renik dapat dilakukan dengan beberapa cara:

##### 1. Masak

Cara memasak air untuk air minum adalah cara yang mudah dan sederhana,dengan memasak air sampai mendidih sudah cukup untuk membunuh kuman-kuman yang tidak dapat membentuk spora seperti E,histolytica baru

dapat mati pada suhu 120°C-125°C selama 15 menit(yaitu pemanasan selinder bertekanan atau autoclave)

## 2. Sinar Ultraviolet

Telah diketahui bahwa sinar ultraviolet mempunyai daya membunuh kuman dan sporanya. Kuman dalam air dapat dimatikan oleh sinar ultraviolet, asalkan diketahui bahwa sinar bekerja sampai lebih kurang 30cm kedalam air lebih dalam lagi tidak mampu membunuh kuman-kuman.

## 3. Pembunuhan dengan kapur

Yang dimaksud dengan kapur disini adalah kapur yang telah dipadamkan dari kapur yang telah dipadatkan dibuatlah susu kapur yang dapat digunakan sebagai desinfektan.

## 4. Zat Chlor

Desinfeksi air dengan menggunakan zat chlor banyak digunakan karena bahannya murah dan dapat membunuh jasad pathogen termasuk bakteri E.coli. chlor yang sering digunakan sebagai desinfeksi adalah kaporit. kaporit yang ada dipasaran mengandung chloraktif antara 30-35%

## 5. Ozon

Terbunuhnya bakteri disebabkan karena ozon mudah melepaskan atom zat asam. Ozon mempunyai daya bunuh yang sangat kuat, sehingga bukan saja bakteri dan sporanya tetapi semua mikroba juga mati.

### a. Aspek-aspek disinfeksi : Kecepatan dan kemampuan Disinfektan

Kecepatan dan kemampuan disinfektan tergantung dari beberapa faktor, yakni :

#### 1) Keadaan Mikroorganisme

a) Jenis Mikroorganisme

Jenis mikroorganisme dapat meliputi bakteri, virus atau parasit mempunyai kepekaan tertentu terhadap disinfektan yang berlainan.

b) Jumlah Mikroorganisme

Jumlah mikroorganisme yang besar, terutama mikroba patogen akan memerlukan dosis disinfektan yang lebih besar.

c) Umur Mikroorganisme

Umur mikroorganisme akan mempengaruhi pula efektifitas disinfektan.

d) Penyebaran Mikroorganisme

Mikroorganisme yang menyebar, akan mudah ditembus oleh disinfektan. Sebaliknya kumpulan bakteri akan lebih sulit ditembus oleh disinfektan.

2) Jenis dan konsentrasi disinfektan

Konsentrasi disinfektan berkaitan dengan waktu kontak.

3) Waktu kontak

Disinfektan agar dapat berfungsi dengan optimal harus mempunyai waktu kontak yang cukup dengan air yang diproses. Efektifitas disinfektan dapat ditunjukkan dengan suatu konstanta yang merupakan hasil kali konsentrasi dengan waktu kontak.

4) Faktor lingkungan

a) Suhu

Makin tinggi suhu air, makin tinggi pula efektifitas disinfektan.

#### b) pH

Setiap disinfektan akan berfungsi dengan optimal pada pH tertentu, sedangkan pada klorin daya basminya semakin menurun bila pH nya makin bertambah.

#### c) Kualitas air

Air yang mengandung zat organik dan unsur lainnya, akan mempengaruhi besarnya chlorine demand sehingga diperlukan konsentrasi klorin yang makin tinggi.

#### d) Pengolahan air

Proses pendahuluan yang dilakukan disinfeksi, misalnya pengendapan dan filtrasi akan mempengaruhi hasil akhir yang akan dicapai. Selain itu, saat yang tepat bagi penambahan klorin yang akan mempengaruhi pula hasil akhir yang akan dicapai ( Waluyo, L, 2013).

### 6. Klorinasi

Klorinasi adalah proses pemberian klorin ke dalam air yang telah menjalani proses filtrasi dan merupakan langkah yang maju dalam proses purifikasi air.

#### a. Kegunaan klorin

Beberapa kegunaan klorin antara lain :

- 1) Memiliki sifat bakterisidal dan germisidal.
- 2) Dapat mengoksidasi zat besi, mangan, dan hidrogen sulfida.
- 3) Dapat menghilangkan bau dan rasa tidak enak pada air.
- 4) Dapat mengontrol perkembangan alga dan organisme pembentuk lumut yang dapat mengubah bau dan rasa pada air.
- 5) Dapat membantu proses koagulasi.

### b. Prinsip proses klorinasi

Dalam melakukan proses klorinasi terdapat beberapa prinsip yang harus diperhatikan, yaitu :

- 1) Air harus jernih dan tidak keruh karena kekeruhan pada air akan menghambat proses klorinasi.
- 2) Kebutuhan klorin harus diperhitungkan secara cermat agar dapat dengan efektif mengoksidasi bahan-bahan organik dan dapat membunuh kuman patogen dan meninggalkan sisa klorin bebas dalam air.
- 3) Tujuan klorinasi pada air adalah untuk mempertahankan sisa klorin bebas sebesar 0,2 mg/l di dalam air. Nilai tersebut merupakan margin of safety ( nilai batas keamanan) pada air untuk membunuh kuman patogen yang mengontaminasi pada saat penyimpanan dan pendistribusian air.
- 4) Dosis klorin yang tepat adalah jumlah klorin dalam air yang dapat dipakai untuk membunuh kuman patogen serta untuk mengoksidasi bahan organik dan untuk meninggalkan sisa klorin bebas sebesar 0,2 mg/l dalam air.

(Sumantri,A, 2013 : 46).

### c. Metode Klorinasi

Pemberian klorin pada desinfeksi air dapat dilakukan melalui beberapa cara yaitu dengan pemberian :

- 1) Gas klorin

Gas klorin merupakan pilihan utama karena harganya murah, kerjanya cepat, efisien, dan mudah digunakan. Gas klorin harus digunakan secara hati-hati karena gas ini beracun dan dapat menimbulkan iritasi pada mata. Alat klorinasi berbahan gas klorin ini disebut sebagai chlorinating equipments. Alat

yang sering dipakai adalah Paterson's Chloronome yang berfungsi untuk mengukur dan mengatur pemberian gas klorin pada persediaan air.

## 2) Kloramin

Kloramin dapat juga dipakai dan merupakan persenyawaan lemah dari klorin dan amonia. Zat ini kurang memberikan rasa klorin pada air dan sisa klorin bebas di dalam air lebih persisten walau kerjanya lambat dan tidak sesuai untuk klorinasi dalam skala besar.

## 3) Perkloron

Perkloron sering juga disebut sebagai High Test Hypochlorite. Zat ini merupakan persenyawaan antara kalsium dan 65–75% klorin yang dilepaskan di dalam air. (Chandra, B, 2012)

## **F. Proses Tahapan Pengolahan Air Bersih**

### 1. Penyaringan dan Pengendapan

Proses yang bertujuan untuk memisahkan air baku dari zat-zat, seperti: sampah, daun, rumput, pasir dan lain-lain berdasarkan berat jenis zat.

### 2. Koagulasi

Proses pembubuhan bahan kimia  $Al_2(SO_4)_3$  (tawas) atau PAC (Poly Aluminium Chloride) kedalam air lalu dilakukan pengadukan cepat, agar kotoran dalam air yang berupa padatan resuspensi misalnya zat warna organik, lumpur halus, bakteri dan lain-lain dapat menggumpal dan cepat mengendap.

### 3. Flokulasi

Proses pengadukan lambat agar campuran koagulan dan air baku yang telah merata membentuk gumpalan atau flok dan dapat mengendap dengan cepat.

#### 4. Sedimentasi

Setelah proses koagulasi dan flokulasi, air tersebut di diamkan sampai gumpalan kotoran yang terjadi mengendap semua. Setelah kotoran mengendap air akan tampak lebih jernih.

#### 5. Filtrasi

Pada proses pengendapan tidak semua gumpalan kotoran dapat diendapkan semua, sehingga harus dilakukan proses penyaringan. Penyaringan dilakukan dengan mengalirkan air yang telah diendapkan kotorannya ke bak penyaring berisi media berbutir yang terdiri dari antrasit, pasir silica, dan kerikil silica dengan ketebalan berbeda.

#### 6. Reservoir

Reservoir berfungsi sebagai tempat penampungan air bersih yang telah disaring melalui filter, air ini sudah menjadi air yang bersih yang siap digunakan dan harus dimasak terlebih dahulu untuk kemudian dapat dijadikan air minum.

### **G. Standar Kualitas Air**

Standar kualitas air yang bersifat nasional hanya berlaku bagi suatu negara yang menetapkan standar tersebut, sedangkan yang bersifat internasional berlaku pada berbagai negara yang belum memiliki atau menetapkan standar kualitas secara tersendiri, di Indonesia terdapat pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.

## **H. Persyaratan Kualitas Mikrobiologis**

Air untuk minum idealnya tidak mengandung bakteri pathogen. Kontaminasi air minum oleh sampah kotoran yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat, oleh karenanya pengujian Mikrobiologis merupakan tindakan yang paling tepat untuk mendeteksi pencemaran tersebut. Berdasarkan PERMENKES RI Nomor 32 Tahun 2017 dinyatakan bahwa persyaratan kualitas Mikrobiologis air bersih adalah sebagai berikut :

### 1. Persyaratan Kualitas Mikrobiologis Air Bersih Perpipaan

#### a. Coli tinja

Kadar maksimum diperbolehkan adalah 0/100 ml air.

#### b. Total coliform

Kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 50/100 ml air.

### 2. Persyaratan kualitas bakteriologis air minum baik perpipaan maupun bukan perpipaan adalah:

#### a. Coli tinja

Kadar maksimum diperbolehkan adalah 0/100 ml air.

#### b. Total coliform

Kadar maksimum diperbolehkan adalah 0/100 ml air.

### 3. Persyaratan Kesehatan Sarana Air Bersih

#### a. Sumber Air/ Air Baku

Air baku harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sampai memenuhi persyaratan air minum sebelum di distribusikan.

#### b. Perpipaan

Pipa yang digunakan tidak larut atau mengandung bahan kimia yang membahayakan kesehatan tidak ada kebocoran, jaringan tidak boleh terendam air kotor.

#### c. Kran Air

Tinggi kran air minimal 50-70 cm dari lantai, tidak terkontaminasi dengan benda-benda kotor, lantai harus kedap air.

### **I. Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih**

Sistem penyediaan air bersih harus memenuhi beberapa persyaratan utama. Persyaratan tersebut meliputi persyaratan kualitatif, persyaratan kuantitatif dan persyaratan kontinuitas.

#### 1. Persyaratan Kualitatif.

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisik, persyaratan kimia, persyaratan biologis.

Syarat-syarat tersebut berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.

##### a. Syarat-syarat fisik.

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berbau dan tidak berasa. Selain itu juga suhu air bersih sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C, dan apabila terjadi perbedaan maka batas yang diperbolehkan adalah 25°C ± 30°C.

b. Syarat-syarat Kimia.

Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia antara lain adalah : pH, total solid, zat organik, CO<sub>2</sub> agresif, kesadahan, kalsium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), chlorida (Cl), nitrit, flourida (F), serta logam berat.

c. Syarat-syarat bakteriologis dan mikrobiologis.

Air bersih tidak boleh mengandung kuman patogen dan parasitik yang mengganggu kesehatan. Persyaratan bakteriologis ini ditandai dengan tidak adanya bakteri E. coli atau coli form dalam air.

### **I. Persyaratan Kualitas Air Bersih**

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum. Parameter yang dinilai meliputi parameter fisik, kimia, mikrobiologi, dan radioaktif, yang disebutkan secara rinci sebagai berikut :

1. Persyaratan kualitas fisik
  - a. Bau
  - b. Jumlah zat padat terlarut
  - c. Kekeruhan
  - d. Suhu
  - e. rasa
  - f. warna
2. Persyaratan kimia

a. Organik : air raksa, arsen, chlorida, kesadahan, mangan, natrium, nitrit, nitrat, pH, seng.

b. Anorganik :detergen, DDT, benzene, aldrin

3. Persyaratan mikrobiologis

a. Air minum

Kadar maksimum coli tinja adalah 0 dalam 100 ml air, sementara untuk coliform adalah 0 dalam 100 ml air.

b. Air bersih

Kadar maksimum yang diperbolehkan untuk coliform adalah 50 dalam 100 ml air, sementara untuk coli tinja adalah 10 dalam 100 ml air.

4. Persyaratan radioaktif

a. Sinar alfa maksimum yang diperbolehkan 0,1 Bg/L

b. Sinar beta maksimum yang diperbolehkan 1,0 Bg/L

## **J. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pencemaran Distribusi Air Bersih**

1. Sumber air

Sumber air yang berbeda-beda seperti air hujan, air laut, air permukaan dan air tanah mengandung mikroorganismenya dalam jumlah dan jenis yang berbeda pula. Air permukaan yang tercemar oleh kotoran hewan dan manusia akan mengandung bakteri *Escherichia coli*.

2. Sumber pencemar

Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air, sehingga air tidak sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran dapat terjadi karena berubahnya kualitas air karena kegiatan manusia dan proses alam (wikipedia.com)

Menurut Indan Entjang dalam bukunya yang berjudul ilmu kesehatan masyarakat (2000). Zat-zat yang dapat menjadi sumber pencemaran terhadap air yang bersal dari kegiatan manusia dibagi menjadi empat macam, yaitu feces dan urina, air limbah, refuse, serta bahan-bahan yang dihasilkan oleh proses industri.

Zat-zat pencemar tersebut jika masuk kedalam air baik sengaja maupun tidak sengaja maka akan menimbulkan pencemaran terhadap air. Kualitas air menjadi berubah dengan masuknya zat pencemar tersebut. Sehingga keberadaan air tidak sesuai sebagaimana mestinya.

### 3. Suhu

Pertumbuhan mikroba memerlukan kisaran suhu tertentu. Kisaran suhu pertumbuhan dibagi menjadi suhu minimum, suhu optimum, dan suhu maksimum. Suhu minimum adalah suhu terendah tetapi mikroba masih dapat hidup. Suhu optimum adalah suhu paling baik untuk pertumbuhan mikroba. Suhu maksimum adalah suhu tertinggi untuk kehidupan mikroba. *Eschericia coli* merupakan mikroba yang tahan hidup pada suhu tinggi (mikroba termofi). Kelompok ini mempunyai suhu minimum 40 °C, optimum pada suhu 55-60 °C dan suhu maksimum untuk pertumbuhannya 75 °C (sanropie, 1984).

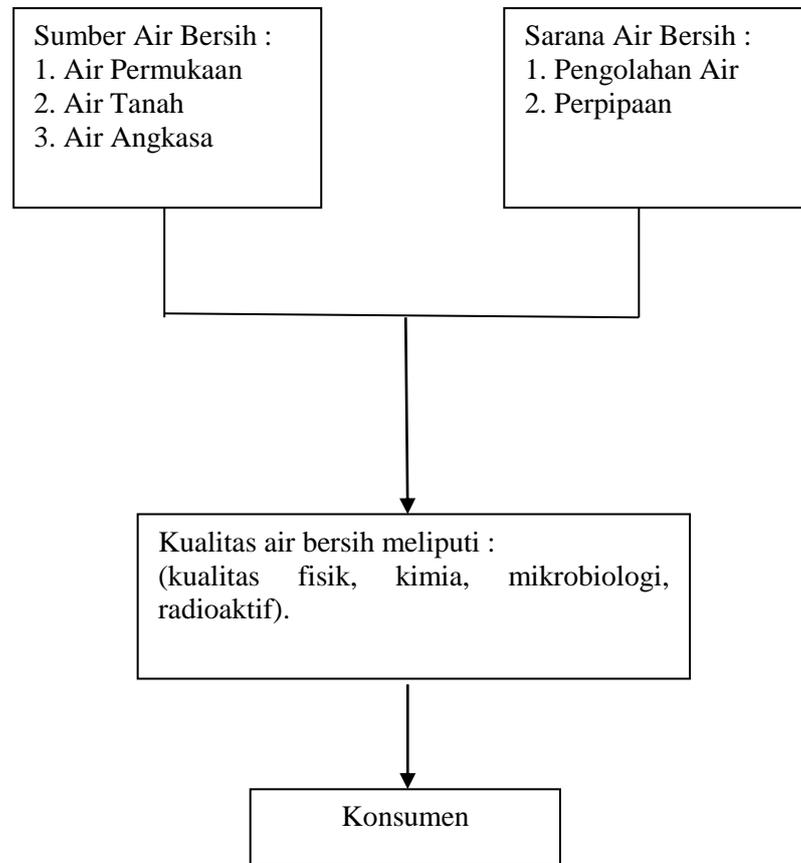
### 4. pH

Mikroba umumnya menyukai pH antara 5-9. Tidak menyukai pH terlalu asam, ataupun sebaliknya dengan Ph yang terlalu basa. Namun ada organisme yang memiliki sifat acidophil atau alkaophili (sanropie, 1984).

#### 5. Kerusakan atau kebocoran pipa

Adanya kerusakan atau kebocoran pipa dapat menyebabkan masuknya air tanah ke dalam sistem distribusi terutama bila tekanan airnya rendah dan lebih kecil dari tekanan air tanah. Dengan masuknya air tanah ke dalam sistem distribusi akan menyebabkan pencemaran baik secara kimiawi maupun pencemaran bakteriologis.

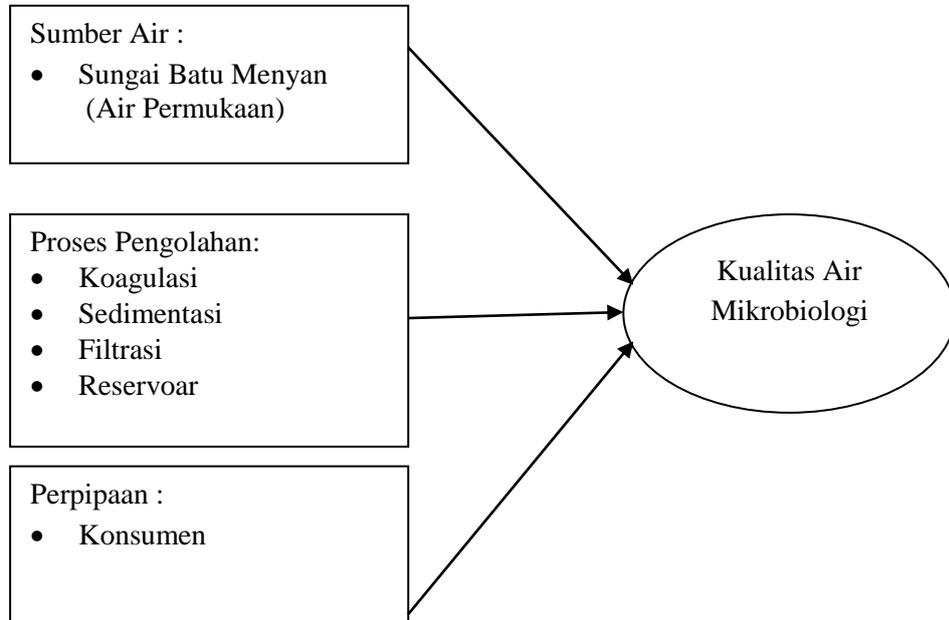
## K. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka teori

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.

## L. Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

## M. Definisi operasional

**Tabel 2.1**  
**Definisi operasional**

No	Nama variabel	Definisi operasional	Cara ukur	Alat ukur	Hasil ukur	Skala ukur
1.	Sumber air permukaan (sungai batu menyan)	Sumber air yang digunakan untuk kebutuhan di Yonif 9 Marinir Batu Menyan Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung	Observasi	Checklis	- Sumber air 1. Sungai Batu Menyan 2. Bor	Ordinal
2.	Proses pengolahan	Proses pengolahan air dari sumber sampai dapat digunakan sesuai kualitas melalui proses koagulasi, sedimentasi, filtrasi, reservoir	Observasi & Wawancara	Checklis & Kuesioner	1. Memenuhi syarat, jika semua poin terpenuhi 2. Tidak memenuhi syarat, jika salah satu poin tidak terpenuhi	Ordinal
3.	Perpipaan	Jaringan distribusi air dari sumber ke konsumen	Wawancara	Kuesioner	1. Memenuhi syarat, jika semua poin terpenuhi 2. Tidak memenuhi syarat, jika salah satu poin tidak terpenuhi	
4.	Kualitas mikrobiologi air bersih	Kondisi atau mutu air yang dilihat dari kandungan mikroba coliform dan colitinja.	Pemeriksaan Laboratorium	Metode Tabung Ganda	1. Memenuhi syarat, jika Coliform < 50 mpn/ 100 ml dan Colitinja <0 mpn/ 100 ml. 2. Tidak memenuhi syarat, jika Coliform > 50 mpn/ 100 ml dan Colitinja >0 mpn/ 100 ml.	Ordinal