

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Air**

Air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18, 2007). Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/IX/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, air bersih adalah air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

#### **2.2 Karakteristik Air**

Berdasarkan pendapat para ahli (seperti Dugan, 1972; Hutchinson, 1975; Miller, 1992) yang dikutip oleh Effendi (2003) sifat-sifat khas dari air adalah :

1. Pada kisaran suhu yang sesuai bagi kehidupan yakni 0 °C(32 °F)-100 °C, air berwujud cair. Suhu 0 °C merupakan titik beku (*freezing point*) dan suhu 100 °C merupakan titik didih (*boiling point*) air. Tanpa sifat tersebut, air yang terdapat di dalam jaringan tubuh makhluk hidup maupun air yang terdapat di laut, sungai, dan badan air yang lain akan berada dalam bentuk gas atau padatan, sehingga tidak akan terdapat kehidupan di muka bumi ini, karena sekitar 60 % - 90 % bagian sel makhluk hidup adalah air.
2. Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpan panas yang sangat baik. Sifat ini memungkinkan air tidak menjadi

panas ataupun dingin dalam seketika. Perubahan suhu air yang lambat mencegah terjadinya stress pada makhluk hidup karena adanya perubahan suhu yang mendadak dan memelihara suhu bumi agar sesuai bagi makhluk hidup. Sifat ini juga menyebabkan air sangat baik digunakan sebagai pendingin mesin.

3. Air memerlukan panas yang tinggi dalam proses penguapan. Penguapan (evaporasi) adalah proses perubahan air menjadi uap air. Proses ini memerlukan energi panas dalam jumlah yang besar. Sebaliknya, proses perubahan uap air menjadi cairan (kondensasi) melepaskan energi panas yang besar. Pelepasan energi ini merupakan salah satu penyebab mengapa kita merasa sejuk pada saat berkeringat. Sifat ini juga merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan terjadinya penyebaran panas secara baik di bumi.

4. Air merupakan pelarut yang baik. Air mampu melarutkan berbagai jenis senyawa kimia. Air hujan mengandung senyawa kimia dalam jumlah yang sangat sedikit, sedangkan air laut dapat mengandung senyawa kimia hingga 35.000 mg/liter. Sifat ini memungkinkan unsur hara (nutrien) terlarut diangkut ke seluruh jaringan tubuh makhluk hidup dan memungkinkan bahan-bahan toksik yang masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup dilarutkan untuk dikeluarkan kembali.

5. Air memiliki tegangan permukaan yang tinggi. Suatu cairan dikatakan memiliki tegangan permukaan yang tinggi jika tekanan antar-molekul cairan tersebut tinggi. Tegangan permukaan yang tinggi menyebabkan air memiliki sifat membasahi suatu bahan secara baik (*higher wetting ability*). Tegangan permukaan yang tinggi juga memungkinkan terjadinya sistem kapiler, yaitu kemampuan untuk bergerak dalam pipa kapiler (pipa dengan lubang yang kecil). Dengan adanya sistem kapiler dan sifat sebagai pelarut yang baik, air dapat membawa nutrien dari dalam tanah ke jaringan tumbuhan (akar, batang, dan daun). Adanya tegangan permukaan memungkinkan beberapa organisme, misalnya jenis-jenis insekta, dapat merayap di permukaan air.

6. Air merupakan satu-satunya senyawa yang merenggang ketika membeku. Pada saat membeku, air merenggang sehingga es memiliki nilai densitas

(massa/volume) yang lebih rendah daripada air. Dengan demikian, es akan mengapung di air. Sifat ini mengakibatkan danau-danau di daerah yang beriklim dingin hanya membeku pada bagian permukaan (bagian di bawah permukaan masih berupa cairan) sehingga kehidupan organisme akuatik tetap berlangsung. Sifat ini juga dapat mengakibatkan pecahnya pipa air pada saat air di dalam pipa membeku. Densitas (berat jenis) air maksimum sebesar  $1 \text{ g/cm}^3$  terjadi pada suhu  $3,95 \text{ }^\circ\text{C}$ . Pada suhu lebih besar maupun lebih kecil dari  $3,95 \text{ }^\circ\text{C}$ , densitas air lebih kecil dari satu.

## **2.3 Air Tanah**

Air tanah merupakan bagian air di alam yang terdapat di bawah permukaan tanah. Pembentukan air tanah mengikuti siklus peredaran air di bumi yang disebut daur hidrologi, yaitu proses alamiah yang berlangsung pada air di alam yang mengalami perpindahan tempat secara berurutan dan terus menerus (Kodoatie, 2012).

### **2.3.1 Macam-macam air tanah**

Air tanah ada tiga macam, (Z Nurussobach, 2015) yaitu :

#### **1. Air tanah dangkal**

Terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan demikian pula bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat-zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air tanah yang dekat dengan muka tanah. Setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal. Air tanah dangkal ini didapat pada kedalaman 15 meter. Sebagai sumber air bersih, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik, kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim.

#### **2. Air tanah dalam**

Terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa ke dalamnya sehingga dalam kedalaman sekitar 100-300 meter

akan didapat suatu lapisan air. Jika tekanan air tanah ini besar maka air tanah dapat menyembur keluar maka sumur ini disebut dengan sumur artesis. Jika air tidak mau keluar sendiri maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini. Kualitas dari air tanah dalam pada umumnya lebih baik dari air tanah dangkal karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Kuantitas dari air tanah dalam pada umumnya mencukupi tidak terpengaruh pada musim.

### 3. Mata air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan air tanah dalam. Berdasarkan munculnya ke permukaan tanah, mata air terbagi atas :

- Rembesan, dimana keluar dari lereng-lereng.
- Umbul, dimana air keluar ke permukaan pada suatu dataran.

### **Unsur Besi (Fe), dan Mangan (Mn) dalam air**

Besi dan mangan adalah mineral yang secara umum terdapat dalam kandungan mineral tanah, dimana bentuknya dapat bermacam macam bentuk oksidasinya. Baik besi maupun mangan, dalam air biasanya terlarut dalam bentuk senyawa atau garam bikarbonat, garam sulfat, hidroksida dan juga dalam bentuk koloid atau dalam keadaan bergabung dengan senyawa organik (Hem dkk, 1999). Kandungan Mangan maupun Fe bisa disaring dengan zeolit

- Besi (Fe)

Besi adalah salah satu elemen kimia yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat dibumi, pada semua lapisan biologis dan semua bahan air. Besi (Fe) bermomor atom 26, bermasa atom 55,847, mempunyai titik lebur 1536 DC dan bermasa jenis 7,869 g/m<sup>3</sup> serta mempunyai titik didih 3000 DC dan mempunyai struktur elektron (Ar) 3d<sup>6</sup> , 4s<sup>2</sup> . Besi dalam senyawa memiliki tingkat oksidasi yaitu 0, +2, +3, +4, +6. (Haris, 2004). Pada umumnya besi yang ada dalam air bersifat :

- Terlarut sebagai Fe<sup>2+</sup> (ferro) atau Fe<sup>3+</sup> (ferri).
- Tergabung dengan zat organik atau zat padat yang inorganis (seperti tanah liat).

Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih dari 1 mg/l, tetapi didalam tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi. Konsentrasi Fe ini dapat dirasakan dapat menodai kain dan perkakas dapur. Pada air yang tidak mengandung oksigen, seperti air tanah, besi berada sebagai  $Fe^{2+}$  yang cukup dapat terlarut, sedangkan pada sungai dan terjadi aerasi,  $Fe^{2+}$  teroksidasi menjadi  $Fe^{3+}$ , bahkan dapat menjadi ferihidroksida  $Fe(OH)_3$ , atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan dapat mengendap (Alaerts dkk, 1984).

Adanya unsur-unsur besi dalam air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. Untuk metabolisme, tubuh memerlukan 7-35 mg unsur tersebut perhari, yang tidak hanya diperoleh dari air (Totok dkk, 1991). Akan tetapi dalam dosis besar besi dapat merusak usus, garam besi dapat mengiritasi mukosa lambung dan usus terutama pada saat perut dalam keadaan kosong. Debu besi juga dapat terakumulasi di dalam alveolus dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru.

Besi dalam bentuk ion  $Fe^{2+}$  menjadi  $Fe(OH)_3$  yang merupakan endapan (presipitat) yang mengakibatkan kekeruhan dalam air bersih sehingga dapat menimbulkan berbagai gangguan yaitu, (Sugiharto, 1985):

- Menimbulkan warna kuning dalam air
- Pada konsentrasi tinggi menimbulkan rasa dan bau logam
- Menimbulkan noda-noda pada pakaian yang berwarna terang dan alat-alat sanitasi
- Menyokong pertumbuhan bakteri-bakteri besi
- Pada konsentrasi tinggi dapat beracun bagi manusia
- Mangan (Mn)

Mangan di alam dapat ditemukan dalam berbagai bentuk persenyawaan, antara lain seperti :  $MnO$ ,  $MnCO_3$ ,  $MnSO_3$ ,  $MnS$  dan lain-lain Mangan (Mn) kurang banyak terdapat di alam dibandingkan dengan Fe, Mn di dalam air dapat bersifat :

- Larut sebagai  $Mn^{2+}$  dan  $Mn^{4+}$ .
- Mn zat terlarut dapat dioksidasi oleh  $O_2$  terlarut sehingga senyawa berubah dan dapat mengendap.

Mangan seperti halnya besi selalu bermuatan lebih dari 1 (satu) valensi. Dalam air baku kebanyakan berbentuk bivalensi ( $Mn^{2+}$ ) dan Mangan Quadralensi ( $Mn^{4+}$ ). Unsur ini lebih sulit dioksidasi dibandingkan besi dan tidak selalu menimbulkan warna pada air tetapi akan menyebabkan noda pada pakaian dan peralatan medis. Mangan bersama-sama Cobalt (Co), Tembaga (Cu), Molybdenum (Mo) bertindak sebagai katalisator dalam pembentukan Hb darah. Endapan  $MnO_2$  akan memberikan noda-noda pada bahan atau benda yang berwarna putih. Adanya unsur ini akan menimbulkan bau dan rasa pada minuman. Disamping itu konsentrasi 0,05 mg/lit unsur ini merupakan akhir batas dari usaha penghilangan dari kebanyakan air yang dapat dicapai. Kemungkinan unsur ini merupakan nutrisi yang penting dalam kebutuhan perhari 10 mg yang diperoleh dari makanan. Unsur ini bersifat toksis bagi pernafasan (Totok, 1991). Jadi seperti halnya besi, mangan apabila terhirup melalui pernafasan berupa debu dan uap mangan akan menimbulkan gejala seperti gangguan susunan syaraf, insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot mata, sehingga ekspresi muka menjadi kaku. Apabila berlanjut maka gejalanya akan lambat dan monoton, terjadi hiperrefleksi, klonus pada patella dan tumit serta berjalan seperti penderita parkinson. Konsentrasi Mn yang lebih besar dari 0,5 mg/lit dapat menyebabkan rasa yang aneh pada minuman dan meninggalkan warna coklat pada pakaian dan dapat menimbulkan kerusakan pada hati (Totok dkk, 1991).

## **2.4 Standar Baku Air Minum**

Beberapa persyaratan air minum yang layak dikonsumsi baik dari segi fisika, kimia, maupun biologinya berdasarkan PERMENKES RI No.492 Tahun 2010, antara lain sebagai berikut:

### **2.4.1 Persyaratan Fisika**

Air minum harus memenuhi standar uji fisik (fisika), antara lain derajat kekeruhan, bau, rasa, jumlah zat padat terlarut, suhu, dan warnanya. Syarat fisik air yang layak minum sebagai berikut:

#### **a. Kekeruhan**

Kualitas air yang baik adalah jernih (bening) dan tidak keruh. Batas maksimal kekeruhan air layak adalah 5 skala NTU. Kekeruhan disebabkan adanya bahan

organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain. (Sanu, 2001).

b. Tidak Berbau dan Rasanya Tawar

Air yang kualitasnya baik adalah tidak berbau dan memiliki rasa tawar. Bau dan rasa air merupakan dua hal yang mempengaruhi kualitas air. Biasanya bau dan rasa saling berhubungan. Air yang berbau busuk memiliki rasa kurang enak. Dilihat dari segi estetika, air berbau busuk tidak layak dikonsumsi. Bau busuk merupakan sebuah indikasi bahwa telah atau sedang terjadi proses pembusukan (dekomposisi) bahan-bahan organik oleh mikroorganisme di dalam air.

c. Jumlah Padatan Terapung

Perlu diperhatikan, air yang baik dan layak untuk diminum tidak mengandung padatan terapung dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan (500 mg/L). Padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan - bahan kimia anorganik dan gas – gas yang terlarut. Beberapa zat kimia mungkin bersifat racun, dan beberapa zat organik terlarut bersifat karsinogen yaitu zat yang dapat menyebabkan penyakit kanker (Misnani, 2010).

d. Suhu Normal

Suhu yang diperbolehkan oleh MENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  dari suhu udara. Suhu air sangat mempengaruhi aktivitas biologi yang ada dalam air, karena kenaikan suhu perairan dapat menaikkan aktivitas biologi sehingga dapat menghasilkan  $\text{O}_2$  yang lebih banyak lagi (A. Yulianti.2015)

e. Warna

Warna air yang dapat ditimbulkan dikarenakan adanya ion besi, mangan, humus, biota laut, plankton, dan limbah industri (Suwittoku, 2013). Air yang layak dikonsumsi harus jernih dan tidak berwarna. PERMENKES RI No.492 Tahun 2010 menyatakan bahwa batas maksimal warna air yang layak minum adalah 15 skala TCU.

#### 2.4.2 Persyaratan Kimia

Standar baku kimia air layak minum meliputi batasan derajat keasaman, tingkat kesadahan, dan kandungan bahan kimia organik maupun anorganik pada air. Persyaratan kimia sebagai batasan air layak minum sebagai berikut:

a. Derajat Keasaman (pH)

pH menunjukkan derajat keasaman suatu larutan. Air yang baik adalah air yang bersifat netral ( $\text{pH} = 7$ ). Air dengan pH kurang dari 7 dikatakan air bersifat asam, sedangkan air dengan pH di atas 7 bersifat basa. PERMENKES RI No.492 Tahun 2010, batas pH minimum dan maksimum air layak minum berkisar 6,5-8,5.

b. Kandungan Bahan Kimia Organik

Air yang baik memiliki kandungan bahan kimia organik dalam jumlah yang tidak melebihi batas yang ditetapkan. Dalam jumlah tertentu, tubuh membutuhkan air yang mengandung bahan kimia organik. Namun, apabila jumlah bahan kimia organik yang terkandung melebihi batas dapat menimbulkan gangguan pada tubuh. Menurut PERMENKES RI No.492 Tahun 2010 Bahan kimia organik tersebut antara lain  $\text{NH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3$  dan masih banyak lagi.

c. Kandungan Bahan Kimia Anorganik

Kandungan bahan kimia anorganik pada air layak minum tidak melebihi jumlah yang telah ditentukan. Bahan-bahan kimia yang termasuk bahan kimia anorganik antara lain garam dan ion - ion logam (Fe, Al, Cr, Mg, Ca, Cl, K, Pb, Hg, Zn).

d. Tingkat Kesadahan

Kesadahan merupakan salah satu parameter kimia tentang kualitas air bersih, tingkat kesadahan air pada dasarnya ditentukan oleh jumlah kalsium ( Ca ) dan magnesium ( Mg ). Dalam standart kualitas air bersih dan air minum minum, kesadahan maksimum yang diperbolehkan adalah 500mg/l (sebagai Ca ), dan kadar minimum yang diperbolehkan adalah 75 mg/l (Setyaningsih,2016). Sedangkan Berdasarkan PERMENKES RI No.492 Tahun 2010, derajat kesadahan maksimum air yang layak minum adalah 500 mg per liter.

### 2.4.3 Persyaratan Biologi

a. Tidak Mengandung Organisme Patogen

Organisme patogen berbahaya bagi kesehatan manusia. Beberapa mikroorganisme pathogen yang terdapat pada air berasal dari golongan bakteri, protozoa, dan virus penyebab penyakit.

- 1) Bakteri *Salmonella typhi*, *Sighella dysentia*, *Salmonella paratyphi*, dan *Leptospira*.



- 2) Golongan *protozoa* seperti *Entoniseba histolyca* dan *Amebic dysentry*.
  - 3) Virus *Infectus hepatitis* merupakan penyebab hepatitis.
- b. Tidak Mengandung Mikroorganisme Nonpatogen

Mikroorganisme nonpatogen merupakan jenis mikroorganisme yang tidak berbahaya bagi kesehatan tubuh. Namun, dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak, lender, dan kerak pada pipa.

#### 2.4.4 Standar Baku Air Menurut PERMENKES No.492/Per/IV/2010

Tabel 1. Persyaratan Kualitas Air Minum

No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	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, (Sebagai NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0.07
	8) Selenium	mg/l	0.01
2.	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	Suhu udara ± 3
	b. Parameter 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

Sumber: Kementerian Kesehatan, 2010

## 2.5 Teknologi Pengolahan Air

### 1. Filtrasi

Menurut Usman dan Indah (2014) filtrasi atau penyaringan (*filtration*) adalah pemisahan partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida itu melalui suatu medium penyaring atau *septum*, di mana zat padat itu tertahan. Dalam industri, filtrasi ini meliputi ragam operasi mulai dari penapisan sederhana sampai separasi yang amat rumit. Pada tahap filtrasi, unit ini memiliki 3 jenis filtrasi, berikut macam-macam unit filtrasi pada unit ini :

#### - MMF (*Multi Media Filter*)

MMF adalah jenis bahan tabung yang digunakan sebagai wadah media filter (Harjanto,2012). Terdapat berbagai macam isian yang terdapat pada MMF ini, antara lain yaitu :

#### a. *Gravel filter* (Filter Kerikil)

Fungsi kerikil untuk filter air adalah sebagai celah agar air dapat mengalir melalui lubang bawah. Kerikil penyaring kotoran-kotoran kasa

#### b. Silika

Kandungan dalam pasir salah satunya adalah mineral kuarsa yang mengandung Silika ( $\text{SiO}_2$ ), oleh karena itu sering disebut pasir silika. Memiliki kekerasan 7 skala Mohs, berat jenis 2,65, titik lebur  $17150\text{C}$ , bentuk kristal hexagonal, konduktivitas panas  $12-1000\text{C}$ . Pasir silika sangat efektif dalam menyaring lumpur dan bahan pengotor air lainnya (Mugiyantoro,2017)

#### c. karbon aktif

Karbon aktif merupakan filtrasi dengan tujuan mengadakan penyaringan untuk jenis-jenis material yang terdapat dalam air, seperti bau, kekeruhan, serta warna-warna yang mungkin timbul pada air baku dan menyaring kotoran dengan ukuran antara 1 s/d 2 mm.

#### d. zeolit.

zeolite sebagai sarana proses filtrasi dengan tujuan untuk melembutkan air dengan cara menyerap *calcium* (Ca) dan magnesium (Mg), menghilangkan *chlorine* (Cl) dari air ledeng, menghilangkan besi (Fe) dari sumber air tanah, menghilangkan kontaminan seperti logam berat dan ammonia, serta dapat meningkatkan kejernihan air.

- *Cartridge Filter*

*Cartridge Filter* adalah filter modular sederhana yang dimasukkan ke dalam *housing* dan dapat digunakan untuk menghilangkan partikel, atau terkadang bahan kimia, dari air. Filter cartridge dapat terdiri dari sejumlah bahan. Beberapa dapat dibuat dari bahan seperti polypropylene (The Drinking Water Quality Regulator for Scotland, 2015). Fungsi Cartridge filter ini yaitu untuk menghilangkan sisa padatan yang ada didalam air , sehingga air menjadi benar-benar jernih (Said, NI.2016). Didalam *Cartridge Filter ini* terdapat isian membran dengan bahan polipropilen. Membran didefinisikan sebagai suatu media berpori, berbentuk film tipis, bersifat semipermeabel yang berfungsi untuk memisahkan partikel dengan ukuran molekuler (spesi) dalam suatu sistem larutan. Spesi yang memiliki ukuran yang lebih besar dari pori membran akan tertahan sedangkan spesi dengan ukuran yang lebih kecil dari pori membran akan lolos menembus pori membran (Kesting, RE, 2000).

Proses pemisahan dengan membran dapat terjadi karena adanya perbedaan ukuran pori, bentuk, serta struktur kimianya. Membran demikian biasa disebut sebagai membran semipermeable, artinya dapat menahan spesi tertentu, tetapi dapat melewatkan spesi yang lainnya. Fasa campuran yang akan dipisahkan disebut umpan (feed), hasil pemisahan disebut sebagai permeat (Heru pratomo, 2003).

Proses pemisahan dengan membran dapat terjadi karena adanya gaya dorongan yang mengakibatkan adanya perpindahan massa melalui membran. Berdasarkan fungsinya membran dibagi menjadi lima macam, yaitu membran yang digunakan pada proses reverse osmosis, ultrafiltrasi, mikrofiltrasi, dialisa, dan elektrodialisa (Wenten, 1995) dalam (MF Hidayat,2014) :

a. Reverse Osmosis

Reverse osmosis merupakan proses perpindahan pelarut dengan gaya dorong perbedaan tekanan, dimana beda tekanan yang digunakan harus lebih besar dari beda tekanan osmosis. Ukuran pori pada proses osmosa balik antara 1-20 dan berat molekul solut yang digunakan antara 100-1000. Dengan adanya pengembangan membran asimetrisproses

osmosis balik menjadi sempurna, terutama digunakan untuk memproduksi air tawar dari air laut.

b. Ultrafiltrasi

Ultrafiltrasi mempunyai dasar kerja yang sama dengan osmosa balik, tetapi berbeda dengan ukuran porinya. Untuk ultrafiltrasi ukuran diameter pori yang digunakan yaitu 0,01-0,1 dengan BM solut antara 1000-500.000 g/mol. Proses pemisahannya ukuran molekul yang lebih kecil dari diameter pori akan menembus membran, sedangkan ukuran molekul yang lebih besar akan tertahan oleh membran.

c. Mikrofiltrasi

Mikrofiltrasi mempunyai prinsip kerja yang sama dengan ultrafiltrasi, hanya berbeda pada ukuran molekul yang akan dipisahkan. Pada mikrofiltrasi ukuran molekul yang akan dipisahkan 500-300.000 , dengan BM solut dapat mencapai 500.000 g/mol, karena itu proses mikrofiltrasi sering digunakan untuk menahan partikel-partikel dalam larutan suspensi.

d. Dialisa

Dialisa merupakan proses perpindahan molekul (zat terlarut atau solut) dari suatu cairan ke cairan lain melalui membran yang diakibatkan adanya perbedaan potensial kimia dari solut. Membran dialisa berfungsi untuk memisahkan larutan koloid yang mengandung elektrolit dengan berat molekul kecil. Proses secara dialisa sering digunakan untuk pencucian darah pada penderita penyakit ginjal.

e. Elektrodialisa

Elektrodialisa merupakan proses dialisa dengan menggunakan bantuan daya dorong potensial listrik. Elektrodialisa berlangsung relatif lebih cepat dibandingkan dengan dialisa. Pemakaian utamanya adalah desalinasi (penurunan kadar garam) dari juice.

f. Pervaporasi

Pervaporasi merupakan proses perpindahan massa melalui membran dengan melibatkan perubahan fasa didalamnya dari fasa cair ke fasa uap. Gaya dorong proses pervaporasi adalah perbedaan aktifitas pada kedua sisi membran yang menyebabkan terjadinya penguapan karena

tekanan parsial lebih rendah daripada tekanan uap jenuh. Pada umumnya selektifitas pervaporasi adalah tinggi, proses pervaporasi sering digunakan untuk memisahkan campuran yang tidak tahan panas dan campuran yang mempunyai titik azeotrop.

- GAC (Granular Active Carbon)

GAC telah digunakan secara luas dalam teknologi pengolahan air minum karena kapasitas adsorpsinya untuk menghilangkan kontaminan-kontaminan dalam larutan (Husada,2019). Saat ini, karbon aktif dalam berbagai bentuk, termasuk granular, digunakan dalam berbagai aplikasi industri, komersial, dan rumah untuk menghilangkan kontaminan.

2. *Reverse Osmosis* (RO)

Reverse Osmosis adalah suatu metode penyaringan yang dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan ketika larutan berada di salah satu sisi membrane seleksi (lapisan penyaring). Proses tersebut menyebabkan zat terlarut terendap di lapisan yang dialiri tekanan sehingga zat pelarut murni bias mengalir ke lapisan berikutnya. Membrane seleksi tersebut harus bersifat selektif atau bias memilah yang artinya bias dilewati zat pelarutnya (atau bagian kecil dari larutan) tetapi tidak bias dilewati zat terlarut seperti molekul berukuran besar dan ion-ion (Asmadi dkk, 2011).

3. Desinfeksi

Desinfeksi adalah suatu metode yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme penyebab penyakit dengan bahan kimia atau secara fisik, hal ini dapat mengurangi kemungkinan terjadi infeksi dengan jalan membunuh mikroorganisme patogen (Fety dan Yogi, 2011). Salah satu metode desinfeksi yang digunakan yaitu desinfektan sinar *ultraviolet* (UV). Desinfeksi dengan sinar ultraviolet termasuk ke dalam proses fisik, berbeda dengan klorinasi dan ozonasi yang memanfaatkan penggunaan zat-zat kimia. Radiasi sinar ultraviolet dapat mempengaruhi mikroorganisme dengan mengubah DNA atau RNA dalam sel. Sinar UV yang digunakan untuk proses desinfeksi termasuk ke dalam kelompok UV-C dengan rentang panjang gelombang adalah 250-270 nm.