

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan kebutuhan pokok yang paling penting bagi kehidupan makhluk hidup baik untuk hewan, tumbuhan, dan manusia. Air terdiri dari unsur hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H_2O yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna.



Sumber : Schultz Steve, 2018

Gambar 2.1. Air

Keberadaan air di suatu tempat yang berbeda membuat air bisa berlebih dan bisa berkurang sehingga dapat menimbulkan berbagai persoalan. Dengan demikian air harus dikelola dengan bijak dengan pendekatan terpadu secara menyeluruh. Unsur sumber daya air yang terpadu membutuhkan keterlibatan dari berbagai pihak (Robert J. Kodoatie, 2008). Air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia harus memenuhi syarat kualitas dan kuantitas juga terpenuhi. Diperkirakan untuk kegiatan rumah tangga membutuhkan air sebanyak 100L/orang untuk setiap harinya. Menurut perhitungan WHO (*World Health Organization*) di negara-negara maju setiap orang memerlukan air antara 60-150 liter per hari. Sedangkan di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia setiap orang memerlukan air antara 30-60 liter per hari (Notoatmodjo, 2007).

Setiap negara penggunaan air untuk memenuhi keperluan rumah tangga perhari jumlahnya berbeda. Di negara maju jumlah penggunaan air setiap harinya lebih besar daripada negara berkembang, hal ini dikarenakan faktor-faktor yang

mempengaruhi kebutuhan air sangat bervariasi sehingga rata-rata pemakaian air setiap harinya berbeda (Rodiotul khasanah, 2015).

Sumber-sumber air di alam terdiri dari (Tjutju Susana,2003) :

1. Air hujan (rain water)

Pemanfaatan sumber air yang berasal dari air hujan biasa dilakukan di daerah-daerah yang tidak mendapatkan air tanah, atau walaupun tersedia air tidak dapat digunakan.

2. Air Permukaan

Air permukaan yaitu air yang berada diatas permukaan tanah, contohnya air laut, air gunung, mata air, dan sebagainya.

3. Air Tanah

Air tanah secara kualitas cukup baik karena secara alamiah telah tersaring baik secara fisik dan bakteriologis oleh lapisan-lapisan tanah. Tetapi air tanah ini masih banyak mengandung mineral-mineral baik yang larut maupun yang tidak larut.

4. Air laut

Air laut merupakan 97 % dari jumlah air yang ada di bumi dan bagian terbesarnya terdapat di belahan bumi Selatan (ROSS, 1970). Pada umumnya air laut relatif murni, sehingga dapat berfungsi sebagai pelarut bagi zat kimia, baik yang berwujud padat, cair maupun gas.

2.2 Karakteristik Air

2.2.1 Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Fisik

Karakteristik air berdasarkan parameter fisik terdiri dari:

a. Suhu

Suhu air maksimum yang diizinkan oleh Kementrian Kesehatan RI NO. 416 Tahun 1990 adalah 300°C. Penyimpangan terhadap ketetapan ini akan mengakibatkan:

- Meningkatnya daya/tingkat toksisitas bahan kimia atau bahan pencemaran dalam air.
- Pertumbuhan mikroba dalam air.

b. Warna

Banyak air permukaan khususnya yang berasal dari daerah rawa-rawa seringkali berwarna sehingga tidak layak untuk keperluan rumah tangga maupun keperluan industri, tanpa dilakukannya pengolahan untuk menghilangkan warna tersebut. Unsur-unsur yang menimbulkan warna tersebut dihasilkan dari kontak antara air dengan reruntuhan organik yang mengalami dekomposisi.

c. Bau

Air yang memenuhi standar kualitas harus bebas dari bau. Biasanya bau disebabkan oleh bahan-bahan organik yang dapat membusuk serta senyawa kimia lainnya fenol. Air yang berbau akan dapat mengganggu estetika.

d. Rasa

Biasanya rasa dan bau terjadi bersama-sama, yaitu akibat adanya dekomposisi bahan organik dalam air.

e. Kekeruhan

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan organik yang tersebar dan partikel-partikel kecil lain yang tersuspensi.

2.2.2 Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Kimia

a. Derajat Keasamaan (pH)

pH merupakan salah satu faktor yang sangat penting mengingat pH dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba di dalam air akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0 pH juga akan menyebabkan perubahan kimiawi di dalam air. Menurut standar kualitas air, pH yang baik yaitu berkisar 6,5-8,5.

b. Total Solid

Tingginya angka total solids merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk penggunaan rumah tangga. Air yang baik digunakan untuk keperluan rumah tangga adalah dengan angka

total solid di dalam air minum adalah 500-1500 mg/l. Apabila melebihi dari standar yang telah ditentukan maka akan berakibat :

- Air tidak enak rasanya
- Rasa mual
- Terjadinya cardiac diseases serta toxaemia pada wanita-wanita hamil

c. Jumlah Kesadahan (Total Hardness)

Kesadahan adalah merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion.

d. Zat Organik

Adanya zat organik di dalam air disebabkan karena air buangan dari rumah tangga, industri, kegiatan pertanian dan pertambangan.

e. Kimia Anorganik

Kimia anorganik terdiri atas :

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| 1. Calcium (Ca) | 8. Mangan (Mn) |
| 2. Tembaga (Cu) | 9. Air Raksa (Hg) |
| 3. Sulfida (S ₂) | 10. Seng (Zn) |
| 4. Amonia (NH ₃) | 11. Arsen |
| 5. Magnesium (Mg) | 12. NO ₃ |
| 6. Besi (Fe) | 13. Sulfat |
| 7. Cadmium (Cd) | |

f. Kimia organik

Kimia organik terdiri atas:

- a. Aldrin dan Dieldrin
- b. Benzene
- c. Chlordine (Total Isomer)
- d. Heptachlor dan Hepachlorepixide

2.2.3 Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Mikrobiologis

Bakteri yang paling banyak digunakan sebagai indikator sanitasi adalah *E. Coli* karena bakteri ini adalah bakteri komensal pada usus manusia, umumnya bukan patogen penyebab penyakit sehingga pengujiannya tidak membahayakan dan relatif tahan hidup di air sehingga dapat dianalisis keberadaannya di dalam air yang notabene bukan merupakan medium yang ideal untuk pertumbuhan bakteri.

2.3 Air Tanah

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan dibawah permukaan tanah. Air tanah memiliki peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air. Air tanah berada di bawah permukaan tanah di dalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih dari tekanan atmosfer.

Tekstur tanah yang berbeda mempunyai kemampuan menahan air yang berbeda pula. Tanah bertekstur halus, contohnya: tanah bertekstur liat, memiliki ruang pori halus yang lebih banyak, sehingga berkemampuan menahan air lebih banyak. Unsur besi, mangan, dan magnesium selalu terkandung di dalam air tanah. Unsur-unsur logam tersebut adalah esensial bagi manusia namun juga racun jika jumlahnya terlalu banyak.

2.3.1 Karakteristik Air Tanah

Air tanah secara normal akan bebas dari kekeruhan dan organisme patogen. Apabila air berasal dari akuifer yang mengandung zat organik, kandungan oksigen akan terurai dan kandungan karbon dioksida akan menjadi tinggi, air akan menjadi korosif. Pada kandungan zat organik didalam akuifer tinggi, kandungan oksigen akan habis terurai. Air yang tidak mengandung oksigen (anaerobik) akan melarutkan besi, mangan dan logam berta dalam air tanah.

Dalam proses terjadinya, air tanah mengalami penyaringan yang dapat mengurangi kekeruhan dan warna. Proses penyaringan disini tidak sama dengan penyaringan yang terjadi pada saringan pasir tetapi penyaringan terjadi secara alamiah. Akibat proses penyaringan ini, kualitas fisik air tanah lebih baik daripada kualitas air permukaan. Kualitas fisik air tanah akibat penyaringan secara alamiah tergantung pada :

1. Porositas tanah, yaitu semakin besar porositas tanah semakin besar kemampuan lapisan tanah untuk menyimpan air dan semakin besar pori-pori tanah semakin mudah dilalui air tanah.
2. Permeabilitas tanah, semakin besar permeabilitas tanah semakin mudah lapisan tanah itu dilalui air tanah, sehingga bahan-bahan kimia yang terlarut atau tersuspensi dalam air tanah lolos melalui pori-pori tanah.

3. Jenis batuan dalam tanah, karena batuan tersebut dapat mengandung berbagai bahan kimia, larutan zat kimia tersebut dalam air tanah dapat mempengaruhi kualitas air tanah. Misalnya lapisan tanah yang mengandung zat besi yang berlebihan sehingga air tanah dapat berbau, berwarna, dan berasa (Sutrisno T, 2006)

Air tanah dibagi menjadi 3 macam yaitu:

1. Air tanah dangkal

Air tanah dangkal Terjadi karena ada proses peresapan air permukaan tanah. Karena lapisan tanah mempunyai unsur-unsur kimia tertentu, maka lapisan tanah di sini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung terutama pada muka air yang dekat dengan tanah. Setelah menemukan lapisan rapat air, air akan terkumpul sehingga dinamakan air tanah dangkal. Dimana air tanah ini dimanfaatkan sebagai sumber air bersih atau air minum melalui sumur sumur dangkal. Air tanah dangkal ini didapat pada kedalaman 15 meter. Air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik, tapi dari segi kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim.

2. Air tanah dalam

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 untuk memasukkan pipa kedalamnya biasanya antar 100 m – 300 m.

3. Mata air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hamper tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas atau kuantitas.

2.4 Air Bersih

Air bersih adalah air sehat yang dipergunakan untuk kegiatan manusia harus bebas dari kuman-kuman penyebab penyakit, bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih tersebut. Air merupakan zat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan.

Menurut peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor : 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

2.4.1 Syarat air bersih

Mengingat bahwa pada dasarnya tidak ada air yang seratus persen murni dalam arti sesuai dengan syarat air yang patut untuk kesehatan, maka harus diusahakan air yang ada sedemikian rupa agar syarat yang dibutuhkan terpenuhi, atau paling tidak mendekati syarat yang dikehendaki (Azwar, 1981).

Tabel 2.2 Persyaratan Kualitas Air Bersih

Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Keterangan
A. Fisika				
1	Bau	-	-	Tidak Berbau
2	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	Mg/l	1000	-
3	Kekeruhan	Skala NTU	25	-
4	Rasa	-		Tidak Berasa
5	Suhu	⁰ C	Suhu Udara 3	-
6	Warna	Skala TCU	50	-
B. Kimia				
a. Kimia anorganik				
1	Besi	mg/l	1,0	-
2	Flourida	mg/l	1,5	-
3	Kadmium	mg/l	0,005	-
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500	-
5	Mangan	mg/l	0,5	-
6	Nitrat, sebagai N	mg/l	10	-
7	Nitrit, sebagai N	mg/l	1,0	-
8	pH	mg/l	0,05	-
9	Seng	mg/l	15	-
10	Sianida	mg/l	0,1	-
11	Sulfat	mg/l	400	-
12	Timbal	mg/l	0,05	-
b. Kimia organik				
1	KMnO ₄	mg/l	10	-

sumber : Permenkes No.32 Tahun 2017

2.5 Air Minum

Menurut permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010, Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum yang baik adalah air yang memenuhi persyaratan seperti bebas dari mikroorganisme maupun bahan kimia yang berbahaya dan tidak berasa, berwarna, dan berbau (Slamet, 1994; Kepmenkes, 2002).

Kebutuhan air minum yang di butuhkan tubuh setiap hari adalah 3 liter untuk pria dewasa dan 2,2 liter untuk wanita dewasa. Air minum ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidrasi pada tubuh manusia. Akan tetapi, air minum yang digunakan bukanlah air minum sembarang. Terdapat beberapa persyaratan air minum yang harus dipenuhi agar sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan agar tidak mengganggu kesehatan manusia (Silalahi, 2011).



Sumber : Tobing Yosua, 2019

Gambar 2.2. Air Minum

Dalam kehidupan sehari-hari air minum memiliki banyak jenis, yaitu :

1. Air yang dimasak
2. Air Mineral
3. Air minum Isotonik
4. Air minum beroksigen

2.5.1 Kualitas Air Minum

Persyaratan kualitas air minum sebagaimana yang telah ditetapkan melalui Permenkes RI nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang syarat-syarat dan

pengawasan kualitas air minum, meliputi persyaratan bakteriologis, kimiawi, radioaktif dan fisik.

Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan :

1. Parameter mikrobiologi

Pada parameter ini, air tidak boleh mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, tipus, kolera, dan bakteri patogen penyebab penyakit seperti *E. Coli* dan lain lain.

2. Parameter Kimia An-organik

Parameter kimia an-organik meliputi kandungan Arsen, Flouride, Total kromium, kadmium, nitrit, nitrat, sianida dan selenium dalam air.

Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan :

1. Parameter fisik

Adapun syarat fisik dari air minum meliputi :

- a. Kekeruhan
- b. Warna
- c. Bau
- d. Rasa
- e. Temperatur
- f. Total zat pada (TDS)

2. Parameter kimiawi

Parameter kimiawi ikut berperan dalam penentuan kualitas air, adapun parameter kimiawi air antara lain :

- a. pH

menunjukkan tingkat keasaman pada air yang ditunjukkan dengan skala 0 sampai dengan 14. pH merupakan salah satu faktor yang sangat penting mengingat pH dapat memengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0 – 8,0 oH juga akan menyebabkan perubahan kimiawi di dalam air. Menurut standar kualitas air, menilai pH pada air yaitu 6,5—8,5. Apabila pH lebih kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 8,5 maka akan menyebabkan korosifitas dan dapat mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan manusia (Totok, 1987).

b. Kesadahan

Terdapat dua macam kesadahan, yaitu kesadahan sementara dan kesadahan non karbonan (permanen). Kesadahan sementara akibat keberadaan kalsium dan magnesium bikarbonat yang dihilangkan dengan memanaskan air hingga mendidih atau menambahkan kapur dalam air. Kesadahan non karbonat disebabkan oleh sulfat dan karbonat, klorida dan nitrat dari magnesium dan kalsium disamping besi dan aluminium. Konsentrasi kalsium dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan penyakit tulang rapuh. Batas maksimum kesadahan yang diperbolehkan yaitu sebesar 500 mg/l.

c. Besi

Air yang mengandung besi akan berwarna kuning dan menyebabkan rasa logam besi dalam air, serta dapat menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal. Batas maksimal besi yang diperbolehkan terkandung dalam air minum yaitu sebesar 0,3 mg/l.

d. Aluminium

Batas Maksimal yang terkandung dalam air minum menurut Permenkes RI Nomor 492 sebesar 0,2 mg/l.

Tabel 2.3 Parameter Pada Persyaratan Kualitas Air Minum Menurut Permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

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) Flourida	Mg/l	1,5
	3) Total Kromium	Mg/l	0,05
	4) Kadmium	Mg/l	0,003
	5) Nitrit	Mg/l	3
	6) Nitrat	Mg/l	50
	7) Sianida	Mg/l	0,07
	8) Selenium	Mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. 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
No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
	2) Besi	Mg/l	0,3
	3) Keadahan	Mg/l	500
	4) Chlorida	Mg/l	250
	5) Mangan	Mg/l	0,4
	6) pH	Mg/l	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 : SK Permenkes Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

2.5.2 Jenis-jenis Air Minum

a. Air Minum Dalam Kemasan

Air minum dalam kemasan atau AMDK, merupakan air yang siap dikonsumsi langsung tanpa harus melalui proses pemanasan terlebih dahulu. Air dalam kemasan terdapat air mineral dan air demineral. Air mineral adalah air yang mengandung mineral dalam jumlah tertentu tanpa menambahkan mineral, sedangkan air demineral adalah air minum dalam kemasan yang diperoleh melalui proses pemurnian seperti destilasi, reverse osmosis, dan proses setara (BSN, 2006).

Air minum dalam kemasan secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu kemasan galon (19 liter) dan small/single pack. Kemasan galon biasanya dikonsumsi oleh konsumen yang berada di perkantoran, hotel, dan rumah tangga. Sedangkan konsumen AMDK kemasan small/single pack atau kemasan yang dapat dibawa kemana-mana secara praktis seperti kemasan 1500 ml/600 ml (botol), 240 ml/220ml (gelas) dikonsumsi orang-orang yang sedang melakukan perjalanan (Arif, 2009).

b. Air Minum Isi Ulang Tanpa Merk Air Minum Isi Ulang (AMIU)

Air Minum Isi Ulang Tanpa Merek Air minum isi ulang (AMIU) tanpa merek adalah air minum yang dijual dalam kemasan galon, dimana konsumen datang ke depot air minum dengan membawa botol kemasan (galon) bekas dari merek apa saja untuk diisi ulang. Depot air minum adalah usaha industri yang melakukan proses pengolahan air baku menjadi air minum dan menjual langsung kepada konsumen (Kacaribu, 2008; Permenkes, 2010).

Air minum isi ulang saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memenuhi kehidupan masyarakat, karena selain praktis (tidak perlu memasaknya terlebih dahulu) air minum ini juga dianggap lebih higienis. Prinsip pengolahan AMIU pada dasarnya harus mampu menghilangkan semua jenis polutan, baik fisik, kimia, maupun mikroba. Proses pengolahan air pada depot AMIU terdiri atas penyaringan (filtrasi) ataupun reverse osmosis dan diikuti dengan proses desinfeksi (Malem, 2010).

c. Air Minum Isi Ulang Bermerk

Air minum isi ulang bermerek merupakan air minum dalam kemasan yang dikemas dalam bentuk wadah galon atau 19 liter. Proses produksi air minum isi ulang bermerek harus melalui proses tahapan baik secara klinis maupun secara hukum, secara higienis klinis biasanya disahkan menurut peraturan pemerintah melalui Departemen Badan Balai Pengawasan Obat dan Makanan (Badan POM RI). Pengolahan air pada air minum isi ulang bermerek juga dapat menggunakan proses reverse osmosis (Arif, 2009).

2.6 Proses Pengolahan Air Minum

2.6.1 Filtrasi

Filtrasi merupakan suatu proses pemisahan zat padat dari fluida yang membawanya menggunakan medium berpori untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat yang tersuspensi dan kalaidal dengan cara menyaringnya dengan media filter. Selain itu, filtrasi dapat menghilangkan bakteri secara efektif dan juga membantu penyisihan warna, rasa, bau, besi dan mangan (Said, 2005).

Filtrasi merupakan proses pengolahan air dengan cara mengalirkan air baku melewati suatu media filter (lapisan berpori) yang disusun dari bahan-bahan butiran dengan diameter dan tebal tertentu. Lapisan berpori ini dapat terdiri dari bermacam-macam bahan, seperti granular (kerikil), pasir, dll. Dalam pemurnian air minum, pasir hampir selalu digunakan khusus sebagai penyaring karena ketersediaannya, harganya murah dan bermanfaat.

Pengolahan dengan menggunakan metode filtrasi atau penyaringan merupakan metode fisik yang dilakukan dalam mengolah air sebagai air minum. Dalam industri, filtrasi ini meliputi ragam operasi mulai dari pelapisan sederhana sampai separasi yang amat rumit.

Hal-hal yang mempengaruhi filtrasi antara lain ukuran media, bukaan poripori media dan luas permukaan, sifat dan karakteristik air baku.

A. Mekanisme Filtrasi

Mekanisme filtrasi tergantung pada kualitas air, karakteristik flok dari partikulat, media filter dan kecepatan filter.

Adapun mekanisme filtrasi yang penting (Punmia 1997) antara lain :

1. Mekanisme Penyaringan

Mekanisme proses penyaringan zat padat berukuran besar agar dapat lolos melewati media berpori yang biasanya terjadi di permukaan media filter. proses ini terjadi di permukaan filter dan tidak bergantung pada kecepatan filtrasi.

2. Sedimentasi

Sedimentasi merupakan proses pengendapan partikel tersuspensi yang lebih halus ukurannya daripada lubang pori pada permukaan butiran. Sehingga apabila filtrasi berlangsung terus menerus maka akan dapat menyebabkan :

- Berkurangnya ukuran efektif pori-pori
- Kecepatan turunta air berkurang
- Terjadinya endapan

3. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penghilangan zat pengotor organik dan anorganik yang tidak teradsorpsi dalam air karena adanya gaya tarik-menarik antar partikel pengotor dengan butiran media. Prinsip proses adsorpsi adalah adanya perbedaan muatan antara permukaan butiran dengan partikel pengotor di sekitarnya. Partikel koloid yang berasal dari organik umumnya bermuatan negatif tidak akan teradsorpsi pada saat filter masih bersih dan baru beroperasi.

Setelah filtrasi dan banyak partikel bermuatan positif yang tertahan di butiran partikel, filter menjadi terlalu jenuh dan bermuatan positif. Sehingga terjadi adsorpsi tingkat kedua, yaitu dimana terjadinya tarik menarik partikel-partikel koloid yang bermuatan negatif yang berasal dari koloidal organik seperti NO_3^- , PO_3^+ , dan lain-lain. Apabila adsorpsi tingkat kedua ini telah mencapai kelewat jenuh, maka muatan kembali menjadi negative dan mengadsorpsi muatan positif dan seterusnya.

Semakin lama gaya penyebab adsorpsi menjadi menurun kekuatannya yang diakibatkan karena semakin tebalnya kotoran yang menempel di permukaan filter, begitu pula dengan efisiensi filter juga ikut turun. Sehingga hal ini mengakibatkan banyak kotoran yang melewati filter begitu saja sehingga kualitas effluen menurun dan diperlukan *backwash*/pencucian. Proses adsorpsi ini mampu menghilangkan partikel yang lebih kecil dari partikel tersuspensi

seperti partikel koloid dan molekul kotoran terlarut. Kemampuan adsorpsi hanya terjadi pada jarak yang sangat pendek, tidak lebih dari 0,01 – 1 mm dari permukaan media.

2.6.2 Mikrofiltrasi

Mikrofiltrasi merupakan pemisahan partikel berukuran micron atau submicron. Bentuk lazimnya berupa *cartridge* yang berfungsi untuk menghilangkan partikel dari air yang berukuran 0,04 sampai 100 mikron, asalkan kandungan padatan terlarut total dalam air tidak melebihi 100 ppm.

Filtrasi cartridge merupakan filtrasi mutlak, artinya partikel padat akan tertahan. dalam aplikasinya *cartridge* tersebut akan diletakkan dalam suatu wadah tertentu (housing), dan dapat dibersihkan jika padatan yang tertahan sudah terlalu banyak. Bahan yang dapat digunakan untuk cartridge bermacam-macam, antara lain katun, wool, selulosa, *fibre glass*, *polipropilen*, akrilik, nilon, asbes, ester-ester selulosa dan polimer hidrokarbon terfluorinasi

Jenis-jenis *cartridge* dikelompokkan menjadi:

- *Cartridge* leletan
- *Cartridge* rajut-lekatan-terjurai
- *Cartridge* lembar berpori (kertas saring khusus, media nirpintal, membran berkarbon)

2.6.3 Reverse Osmosis

Reverse Osmosis adalah perpindahan air melalui satu tahap ke tahap berikutnya yakni bagian yang lebih encer ke bagian yang lebih pekat. Teknologi *reverse osmosis* (RO) banyak dimanfaatkan manusia untuk berbagai keperluan, salah satunya adalah untuk teknologi pengolahan pada air minum.

Berdasarkan penjelasan sederhana diatas, dalam proses *reverse osmosis* selalu membutuhkan dua komponen yaitu adanya tekanan tinggi (*high pressure*) dan membrane semipermeable. Proses *reverse osmosis* menggunakan tekanan tinggi agar air bisa melewati membran, di mana kerapatan membran *reverse osmosis* ini adalah 0,0001 mikron (satu helai rambut dibagi 500.000 bagian). Kelebihan air hasil dari sistem *reverse osmosis* adalah bebas dari semua bahan pencemar air seperti virus, bakteri, bahan kimia dan logam berat. Dengan kualitas air yang baik maka sistem *reverse osmosis* memberikan jawaban atas tingginya

pencemaran air sekarang ini, sekaligus mampu memenuhi kebutuhan akan air bersih dan sehat.

2.6.4 Ultraviolet

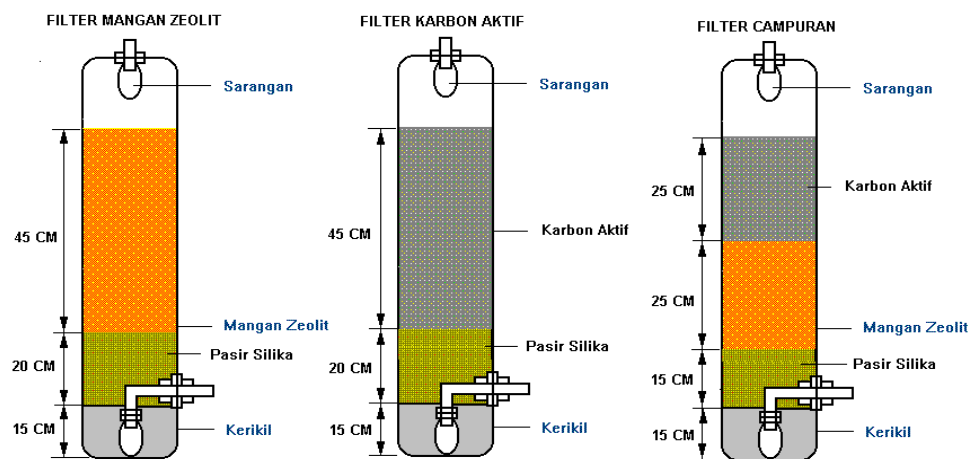
Air lewat melalui suatu pipa bersih untuk dipanaskan dengan sinar Ultraviolet (UV). Sinar ultraviolet (UV) dapat secara efektif menghancurkan virus dan bakteri. Sistem UV ini tergantung pada jumlah energi yang diserap sehingga dapat menghancurkan organisme yang terdapat pada air tersebut. Jika energi tidak cukup tinggi, maka material organisme genetik tidak dapat dihancurkan.

Keuntungan menggunakan UV meliputi :

1. Tidak beracun atau tidak berbahaya
2. Menghancurkan zat pencemar organik.
3. Menghilangkan bau atau rasa pada air.
4. Memerlukan waktu kontak yang singkat (memerlukan waktu beberapa menit).
5. Meningkatkan kualitas air karena gangguan zat pencemar organik.
6. Dapat mematikan mikroorganisme *pathogenic*.

2.7 Multi Media Filter

Multi media filter adalah sebuah filter yang digunakan untuk menyaring berbagai kontaminan dalam air, diantaranya lumpur, debu, pasir, logam berat, besi, kapur dan kontaminan lainnya pada air. Multimedia filter merupakan filter yang digunakan pada tahap awal semua proses penyaringan air bersih sebelum memasuki tahap penyaringan air lanjutan. Akan tetapi dalam kasus apabila air tersebut kadar pencemarannya terlalu tinggi, maka diperlukan proses pengolahan tambahan di awal sebelum memasuki multimedia filter, yaitu proses pengolahan air menggunakan sistem sedimentasi yang menggunakan kimia floakulan dan koagulan dan dipadukan dengan berbagai sistem penyaringan yang biasanya lebih kita kenal dengan sebutan wwtp ataupun stp.



Gambar 2.3. Desain Multimedia Filter

Sumber : sunarto, 2000

Multimedia filter merupakan filter bertingkat yang memiliki media media filter yang di masukkan dalam tabung dengan ketebalan lapisan tertentu dengan fungsi yang berbeda-beda. Susunan media penyaringnya pada filter campuran yakni, lapisan paling bawah adalah kerikil dengan ketebalan 15 cm. Di atas lapisan kerikil adalah pasir silika dengan ketebalan 15 cm dan di atas lapisan pasir silika adalah mangan zeolit dengan ketebalan 25 cm. Lapisan yang paling atas yakni karbon aktif dengan ketebalan 25 cm. Terdapat berbagai macam jenis media filter dalam multimedia filter, diantaranya :

a. *Gravel*

Gravel merupakan media pendukung dalam sistem filtrasi, yang tidak memerlukan peralatan mekanik dan koagulan sehingga *gravel* filter merupakan metoda pengolahan awal yang cocok karena murah. *Gravel* filter terdiri atas lapisan media kerikil berukuran 3 - 64 mm dalam arah aliran air. Pemilihan *gravel* filter bergantung pada karakteristik air bakunya dan bergantung pada persyaratan operasi dan perawatan yang diinginkan. Fungsi utama *gravel* filter ialah menurunkan kekeruhan *influen* dan *suspended solid* sehingga memadai sebagai input bagi sistem filtrasi. Selain itu gravel juga dapat mereduksi penyumbatan oleh *algae* dan mampu mereduksi suspensi dan koloid tanpa penambahan koagulan.

Secara umum pengolahan dengan unit ini direkomendasikan bagi kekeruhan air baku yang lebih dari 10 NTU terutama ketika musim hujan. Fungsi utamanya

adalah pelindung SSF dari penumpukan partikulat sehingga membantu SSF bekerja lebih baik dan lebih lama. Ditemukan oleh pakar air minum dari Belanda yang bernama Wegelin pada 1998 bahwa dengan *gravel* filter ini, SSF dapat beroperasi lima (5) kali lebih lama daripada tanpanya. Unit ini dapat beroperasi sampai dengan satu tahun dengan air baku yang secara periodik sangat keruh. Ini terjadi karena ia dirancang untuk penetrasi yang dalam bagi kekeruhan dan headloss-nya rendah lantaran besar parasitasnya. Artinya, air sekeruh apapun, kalau diolah dengan unit ini maka akan menjadi jauh lebih jernih dan secara teknis dapat membantu SSF sehingga beroperasi lebih lama pada beban hidrolis yang lebih tinggi, juga mengurangi luas bak filternya sehingga menurunkan biaya konstruksinya.



Sumber: Nusa idaman, 2005

Gambar 2.4. Gravel Filter

b. Pasir Silika

Pasir silika atau pasir kuarsa adalah salah satu material alam yang melimpah di Indonesia, tercatat bahwa total sumber daya pasir silika sebesar 18 miliar ton. Di dunia perindustrian pemakaian pasir silika saat ini cukup pesat, seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain. Kandungan pasir kuarsa atau pasir silika mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , C, Al_2O_3 , CaO, dan Na_2O , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, titik lebur 1715°C , bentuk kristal hexagonal, panas sfesifik 0,185, dan konduktivitas panas $12 - 100^\circ\text{C}$ (Kusnaedi, 2010 dalam Selintung dan Syahrir, 2012).

Sebagai Media Saring Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir silika sering digunakan untuk pengolahan air kotor

menjadi air bersih. Fungsi ini baik untuk menghilangkan sifat fisiknya, seperti kekeruhan, atau lumpur dan bau. Pasir silika umumnya digunakan sebagai saringan pada tahap awal.



Sumber: Nusa idaman, 2005

Gambar 2.5. Pasir Silika

c. Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu bentuk arang atau karbon yang mempunyai daya absorpsi sangat baik terhadap limbah, khususnya limbah cair. Hal itu disebabkan pada suatu karbon atau arang terdapat pori-pori atau rongga yang terdapat pada struktur molekulnya. Adapun fungsi dari karbon aktif yaitu untuk menyerap bau, menjernihkan air, menghilangkan rasa, dan menghilangkan warna pada air (Sunarto, 2000).

Selain itu kelebihan lain dari karbon aktif dengan bentuk granule yaitu pengoperasiannya mudah karena ukuran relatif lebih besar, serta proses berjalan cepat karena tidak terbentuk endapan. Mutu karbon aktif dikatakan baik apabila kadar unsur karbon sangat tinggi, sedangkan kadar abu dan air di dalamnya sangat kecil. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif. Fungsi karbon aktif pada umumnya karbon aktif digunakan sebagai bahan pembersih, dan penyerap, juga digunakan sebagai bahan pengemban katalisator.

Berikut merupakan fungsi lain dari karbon aktif :

- Karbon aktif berfungsi sebagai filter untuk menjernihkan air
- Karbon aktif berfungsi sebagai adsorben pemurnian gas

- Karbon aktif berfungsi sebagai filter industri minuman
- Karbon aktif berfungsi sebagai penyerap hasil tambang dalam industri pertambangan.
- Karbon aktif berfungsi sebagai pemucat atau penghilang warna kuning pada gula pasir.
- Karbon aktif berfungsi untuk mengolah limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya).
- Dapat berfungsi sebagai penyegar/pembersih udara ruangan dari kandungan uap air.



Sumber: Nusa idaman, 20005

Gambar 2.5 Karbon Aktif

d. Filter *Manganese Zeolite*

Manganese Zeolite merupakan bahan adsorber yang memiliki kemampuan untuk menyerap logam dalam air. Dalam air zeolit juga ternyata mampu mengikat bakteri *E. coli*. Zeolit umumnya didefinisikan sebagai kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi. Zeolit dengan struktur rangka tiga dimensi akan mempunyai luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan zeolit dapat menyerap (*sorpsi*) molekul gas pada posisi molekul air dalam kristal zeolit. Kemampuan *sorpsi* ini tidak hanya ditentukan ukuran partikel, tetapi juga oleh muatan dan lokasi kation yang berada dalam rongga zeolit. Zeolit perlu diaktivasi untuk menguapkan molekul air sebelum dipakai sebagai sorben (Marsidi 2001).

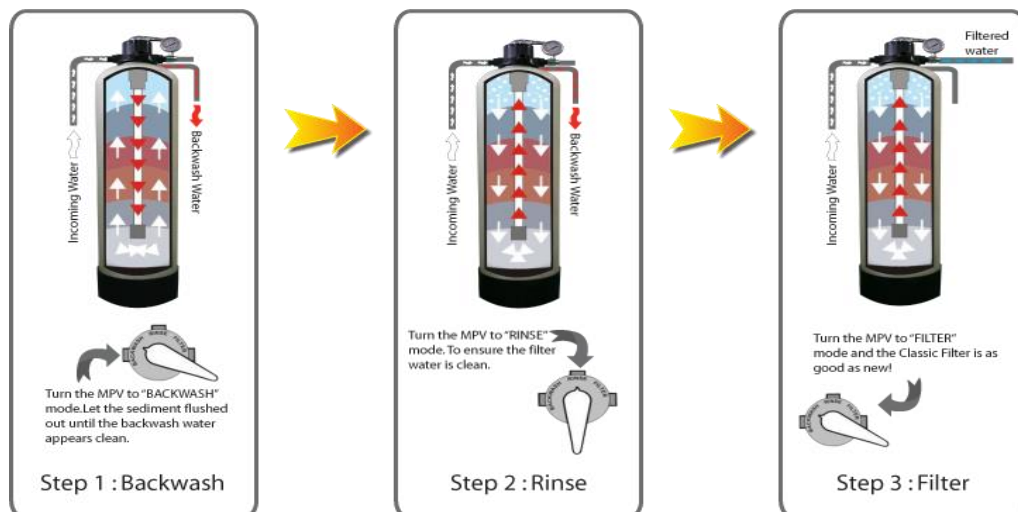


Sumber: Nusa idaman, 2005

Gambar 2.6 Filter Mangan Zeolit

Keuntungan menggunakan zeolit dalam system penyaringan fisik, antara lain :

1. Dapat membuat air yang berada dalam kondisi pH asam menjadi lebih netral berdasarkan kapasitas perubahan kationnya yang besar.
2. Menambah laju aliran secara gravitasi dan sistem pengatur tekanan apabila dibandingkan dengan system penyaring yang menggunakan media pasir/antrasit.
3. Kapasitas penyaringan dapat bertambah tanpa adanya penambahan biaya.
4. Kapasitas pengangkutan yang lebih besar pada permukaan wilayah yang besar menghasilkan kapasitas yang lebih besar juga.
5. Zeolit dapat berfungsi sebagai perisai penyaringan fisik untuk bakteri pathogen (bakteri dan spora)



Sumber: Nastiti sugito, 2001

Gambar 2.7. Fitur-fitur pada Multimedia Filter

Terdapat tiga fitur yang biasanya dimiliki media filter, antara lain :

- **Fitur backwash**
Fitur yang digunakan pada saat filter sudah tersumbat atau kotor, yang dimana fitur ini membalikkan aliran air sehingga terjadi situasi aliran air yang berlawanan dengan fitur service. Air masuk ke dalam valve dan kemudian keluar ke pipa pembuangan, karena air yang keluar dari fitur ini adalah air kotor yang merupakan hasil pencucian dari media filter tersebut.
- **Fitur fast rinse**
Sebuah fitur yang digunakan setelah proses backwash selesai, dimana sebuah proses pembilasan perlu dilakukan agar air yang masuk ke dalam sistem benar-benar terjaga kualitasnya. Pada proses ini, air masuk ke dalam valve dengan arah aliran air sama dengan proses filter/service hanya saja air yang keluar tidak langsung masuk ke dalam sistem, tetapi keluar melalui lubang pembuangan.
- **Fitur filter / service**
Posisi tabung filter pada saat filter berjalan normal atau sedang menjalankan fungsi filtrasi, aliran air memasuki tabung 3 way valve dan keluar melalui pipa output air bersih ke tangki penampung atau ke filter selanjutnya

