

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bambu**

##### **2.1.1 Pengertian Bambu**

Bambu adalah tanaman jenis rumput-rumputan dengan rongga dan ruas di batangnya. Bambu memiliki banyak tipe. Nama lain dari bambu adalah buluh, aur, dan eru. Di dunia ini bambu merupakan salah satu tanaman dengan pertumbuhan paling cepat. Karena memiliki sistem rhizoma-dependen unik, dalam sehari bambu dapat tumbuh sepanjang 60cm (24 Inchi) bahkan lebih, tergantung pada kondisi tanah dan klimatologi tempat ia ditanam. ([www.jakartagonjang-ganjing.blogspot.com](http://www.jakartagonjang-ganjing.blogspot.com))

##### **2.1.2. Anatomi Bambu**

Kolom bambu terdiri atas sekitar 50% parenkim, 40% serat dan 10% sel penghubung (pembuluh dan *sieve tubes*) Dransfield dan Widjaja (1995). Parenkim dan sel penghubung lebih banyak ditemukan pada bagian dalam dari kolom, sedangkan serat lebih banyak ditemukan pada bagian luar. Sedangkan susunan serat pada ruas penghubung antar buku memiliki kecenderungan bertambah besar dari bawah ke atas sementara parenkimnya berkurang.

##### **2.1.3 Sifat Fisis dan Mekanis Bambu**

Sifat fisis dan mekanis merupakan informasi penting guna memberi petunjuk tentang cara pengerjaan maupun sifat barang yang dihasilkan. Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis bambu telah diberikan oleh Ginoga (1977) dalam taraf pendahuluan. Pengujian dilakukan pada bambu apus (*Gigantochloa apus* Kurz) dan bambu hitam (*Gigantochloa nigrocillata* Kurz). Beberapa hal yang mempengaruhi sifat fisis dan mekanis bambu adalah umur, posisi ketinggian, diameter, tebal daging bambu, posisi beban (pada buku atau ruas), posisi radial dan luas sampai ke bagian dalam dan kadar air bambu. Hasil pengujian sifat fisis mekanis bambu hitam dan bambu apus terdapat pada Tabel 2.

Sifat fisis dan mekanis jenis bambu lainnya telah diinformasikan Hadjib dan Kamasudirdja (1986). Pengujian dilakukan pada tiga jenis bambu, yaitu bambu andong (*Gigantochloa Verticilata*), bambu bitung (*Dendrocalamus asper Back*) dan bambu ater (*Gigantochloa ater Kurz*). Hasilnya menunjukkan bahwa bambu ater mempunyai berat jenis dan sifat kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan bambu bitung dan bambu andong. Nilai rata-rata keteguhan lentur maksimum, keteguhan tekan sejajar serat dan berat jenis tidak berbeda nyata pada buku dan ruas, sedangkan antar jenis berbeda nyata. Nilai rata-rata sifat fisis dan mekanis bambu terdapat pada Tabel 3.

Tabel 1. Sifat Fisis dan Mekanis Bambu Hitam dan Bambu Apus

No.	Sifat	Bambu Hitam	Bambu Apus
1	Keteguhan lentur static		
	a. Tegangan pada batas proporsi (kg/cm <sup>2</sup> )	447	327
	b. Tegangan pada batas patah (kg/cm <sup>2</sup> )	663	546
	c. Modulus elastisitas (kg/cm <sup>2</sup> )	99000	101000
	d. Usaha pada batas proporsi (kg/dcm <sup>3</sup> )	1,2	0,8
	e. Usaha pada batas patah (kg/dcm <sup>3</sup> )	3,6	3,3
2	Keteguhan tekan sejajar serat (tegangan maximum, kg/cm <sup>2</sup> )	489	504
3	Keteguhan geser (kg/cm <sup>2</sup> )	61,4	39,5
4	Keteguhan tarik tegak lurus serat (kg/cm <sup>2</sup> )	28,7	28,3
5	Keteguhan belah (kg/cm <sup>2</sup> )	41,4	58,2
6	Berat Jenis		
	a. KA pada saat pengujian		
	b. KA kering tanur	0,83 KA : 28% 0,65 KA : 17%	0,69 KA : 19,11% 0,58 KA : 16,42%
7	Keteguhan pukul		
	a. Pada bagian dalam (kg/dm <sup>3</sup> )	32,53	45,1
	b. Arah tangensial (kg/dm <sup>3</sup> )	31,76	31,9
	c. Pada bagian luar (kg/dm <sup>3</sup> )	17,23	31,5

Sumber : Ginoga (1977)

Tabel 2. Nilai Sifat Fisis dan Mekanisme Bambu

No.	Sifat	Bambu Ater (kg/cm <sup>2</sup> )	Bambu Bitung (kg/cm <sup>2</sup> )	Bambu Andong (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Keteguhan lentur maksimum	533,05	342,47	128,31
2	Modulus elastisitas	89152,5	53173,0	23775,0
3	Keteguhan tekan sejajar	584,31	416,57	293,25
4	Berat jenis	0,71	0,68	0,55

Sumber : Hadjib dan Kamasudirdja (1986)

#### 2.1.4 Sifat Kimia Bambu

Penelitian sifat kimia bambu meliputi penetapan kadar selulosa, lignin, pentosan, abu, silika, serta kelarutan dalam air dingin, air panas dan alkohol benzen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar selulosa berkisar antara 42,4%-53,6%, kadar lignin bambu berkisar antara 19,8%-26,6%, sedangkan kadar pentosan dan kadar abu 1,24%-3,77%, , kadar silika 0,10%-1,78%, kadar ekstraktif (kelarutan dalam air dingin) 4,5%-9,9%, kadar ekstraktif (kelarutan dalam air dingin) 5,3%-11,8%, kadar ekstraktif (kelarutan dalam alkohol benzene) 0,9%-6,9% (Gusmailina dan Sumadiwangsa, 1988).

#### 2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon padat yang memiliki luas permukaan yang cukup tinggi berkisar antara 100 sampai dengan 2000 m<sup>2</sup>/g. Bahkan ada peneliti yang mengklaim luas permukaan karbon aktif yang dikembangkan memiliki luas permukaan melebihi 3000 m<sup>2</sup>/g. Bisa dibayangkan dalam setiap gram zat ini mengandung luas permukaan puluhan kali luasan lapangan sepak bola. Hal ini dikarenakan zat ini memiliki pori – pori yang sangat kompleks yang berkisar dari ukuran mikro dibawah 20<sup>o</sup>A (Angstrom), ukuran meso antara 20 sampai 50 Angstrom dan ukuran makro yang melebihi 500 A (pembagian ukuran pori berdasarkan IUPAC). Sehingga luas permukaan disini lebih dimaksudkan luas permukaan internal yang diakibatkan dari adanya pori – pori yang berukuran sangat kecil. Karena memiliki luas permukaan yang sangat besar, maka karbon

aktif sangat cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan luas kontak yang besar seperti pada bidang adsorpsi (penyerapan), dan pada bidang reaksi dan katalisis. Contoh yang mudah dari karbon aktif adalah yang banyak dikenal dengan sebutan norit yang digunakan untuk mengatasi gangguan pencernaan. Prinsip kerja norit adalah ketika masuk kedalam perut dia akan mampu menjerap bahan – bahan racun dan berbahaya yang menyebabkan gangguan pencernaan. Kemudian menyimpannya didalam permukaannya sehingga nantinya keluar nantinya bersama tinja. Secara umum karbon aktif ini dibuat dari bahan dasar batu bara dan biomasa. Intinya bahan dasar pembuat karbon aktif haruslah mengandung unsur karbon yang besar. Dewasa ini karbon aktif yang berasal dari biomasa banyak dikembangkan para peneliti karena bersumber dari bahan yang terbarukan dan lebih murah. Bahkan karbon aktif dapat dibuat dari limbah biomasa seperti kulit kacang-kacangan, limbah padat pengepresan biji-bijian, ampas, kulit buah dan lain sebagainya. Proses pembuatan arang aktif dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu pengaktifan secara fisika dan secara kimia. Pengaktifan secara fisika pada dasarnya dilakukan dengan cara memanaskan bahan baku pada suhu yang cukup tinggi (600 – 900 °C) pada kondisi miskin udara(oksigen), kemudian pada suhu tinggi tersebut dialirkan media pengaktif seperti uap air dan CO<sub>2</sub>. Sedangkan pada pengaktifan kimiawi, bahan baku sebelum dipanaskan dicampur dengan bahan kimia tertentu seperti KOH, NaOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan lain sebagainya. Biasanya pengaktifan secara kimiawi tidak membutuhkan suhu tinggi seperti pada pengaktifan secara fisis, namun diperlukan tahap pencucian setelah diaktifkan untuk membuang sisa – sisa bahan kimia yang dipakai. Sekarang ini telah dikembangkan penggabungan antara metode fisika dan kimia untuk mendapatkan sekaligus kelebihan dari kedua tipe pengaktifan tersebut.

Pada dasarnya karbon aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon. Proses Pembuatan Karbon Aktif dari bambu terbagi menjadi dua tahapan utama yaitu:

- Proses pembuatan arang (karbonisasi)
- Proses pembuatan karbon aktif dari arang (aktivasi)

Dalam tahap karbonisasi, bahan dipanaskan tanpa udara dan tanpa penambahan zat kimia. Tujuan karbonisasi adalah untuk menghilangkan zat terbang. Proses karbonisasi dilakukan pada temperature 400-600 °C. Hasil karbonisasi adalah arang yang mempunyai kapasitas penyerapan rendah. Untuk mendapat karbon aktif dengan penyerapan yang tinggi maka harus dilakukan aktivasi terhadap arang hasil karbonisasi.

Proses aktivasi dilakukan dengan tujuan membuka dan menambah pori-pori pada karbon aktif. Bertambahnya jumlah pori-pori pada karbon aktif akan meningkatkan luas permukaan karbon aktif yang mengakibatkan kapasitas penyerapannya menjadi bertambah besar. Proses aktivasi dapat dilakukan dengan dua metode yaitu teknik aktivasi fisik dan teknik aktivasi kimia. Proses aktivasi fisik dilakukan dengan cara mengalirkan gas pengaktif melewati tumpukan arang tempurung kelapa hasil karbonisasi yang berada dalam suatu tungku. Aktivasi kimia dilakukan dengan menambahkan bahan baku dengan zat kimia tertentu pada saat karbonisasi. Ada tiga jenis karbon aktif yang banyak dipasaran yaitu:

- Bentuk serbuk. Karbon aktif berbentuk serbuk dengan ukuran lebih kecil dari 0,18 mm (80#). Terutama digunakan dalam aplikasi fasa cair dan gas. Digunakan pada industry pengolahan air minum, industry farmasi, terutama untuk pemurnian monosodium glutamate, bahan tambahan makanan, penghilang warna asam furan, pengolahn pemurnian jus buah, penghalus gula, pemurnian asam sitrat, asam tartarikk, pemurnian glukosa dan pengolahan zat pewarna kadar tinggi.
- Bentuk Granular. Karbon aktif bentuk granular/tidak beraturan dengan ukuran 0,2 -5 mm. Jenis ini umumnya digunakan dalam aplikasi fasa cair dan gas. Beberapa aplikasi dari jenis ini digunakan untuk: pemurnian emas, pengolahan air, air limbah dan air tanah, pemurni pelarut dan penghilang bau busuk. Bentuk Pellet.

Tabel 3. Syarat Mutu Arang Aktif Teknis (SNI No. 06-3730-1995)

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1	Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C	%	Maks. 15	Maks. 25
2	Air	%	Maks. 4,4	Maks. 15
3	Abu	%	Maks. 2,5	Maks. 10
4	Daya Serap I <sub>2</sub>	Mg/g	Min. 750	Min. 750
5	Karbon Aktif Murni	%	Min. 80	Min. 65

Sumber : LIPI, 2005

### 2.2.1 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara umum proses pembuatan karbon aktif dapat dibagi dua yaitu :

#### 1. Proses kimia

Bahan baku dicampur dengan bahan-bahan kimia tertentu, kemudian dibuat padat. Selanjutnya padatan tersebut dibentuk menjadi batangan dan dikerigkan serta dipotong-potong. Aktivasi dilakukan pada temperatur 100°C. Karbon aktif yang dihasilkan, dicuci dengan air selanjutnya dikeringkan pada temperatur 300°C. Dengan proses kimia, bahan baku dapat dikarbonisasi terlebih dahulu, kemudian dicampur dengan bahan-bahan kimia.

#### 2. Proses Fisika

Bahan baku terlebih dahulu dibuat arang. Selanjutnya arang tersebut digiling, diayak untuk selanjutnya diaktivasi dengan cara pemanasan pada temperatur 1000°C yang disertai pengaliran uap. Proses fisika banyak digunakan dalam aktifasi arang antara lain :

##### a. Proses Briket

Bahan baku atau arang terlebih dahuludibuat briket, dengan cara mencampurkan bahan baku atau arang halus dengan “ter”. Kemudian, briket yang dihasilkan dikeringkan pada 550°C untuk selanjutnya diaktivasi dengan uap.

##### b. Distilasi kering

Merupakan suatu proses penguraian suatu bahan akibat adanya pemanasan pada temperatur tinggi dalam keadaan sedikit maupun tanpa udara. Hasil yang

diperoleh berupa residu yaitu arang dan destilat yang terdiri dari campuran metanol dan asam asetat. Residu yang dihasilkan bukan merupakan karbon murni, tetapi masih mengandung abu dan “ter”. Hasil yang diperoleh seperti metanol, asam asetat dan arang tergantung pada bahan baku yang digunakan dan metode distilasi.

Diharapkan daya serap arang aktif yang diaktifkan dengan menyertakan bahan-bahan kimia. Juga dengan cara ini, pencemaran lingkungan sebagai adanya pemgarangan dapat dihindari. Selain itu, dapat dihasilkan asap cair sebagai hasil pengembunan uap hasil penguraian senyawa-senyawa organik dari bahan baku.

Namun secara umum proses pembuatan karbon aktif terdiri dari tiga tahap yaitu:

1. Dehidrasi : proses penyisihan air dimana bahan baku dipanaskan sampai temperatur 107°C.
2. Karbonisasi : pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Suhu diatas 170°C akan menghasilkan CO, CO<sub>2</sub> dan asam asetat. Pada suhu 275°C, dekomposisi menghasilkan “ter”, metanol dan hasil samping lainnya. Pembentukan karbon terjadi pada temperatur 400-600°C
3. Aktivasi : dekomposisi tar dan perluasan pori-pori. Dapat dilakukan dengan uap atau CO<sub>2</sub> sebagai aktivator. Proses aktivasi merupakan hal yang penting diperhatikan disamping bahan baku yang digunakan. Pengertian aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap karbon yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga karbon mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, dimana luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.

Metode aktivasi yang umum digunakan dalam pembuatan arang aktif adalah :

#### 1. Aktivasi Kimia

Aktivasi ini merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Aktivator yang digunakan adalah

bahan-bahan kimia seperti: hidroksida logam alkali garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya  $ZnCl_2$ , asam-asam anorganik seperti  $H_2SO_4$ ,  $HCl$  dan  $H_3PO_4$ .

## 2. Aktivasi Fisika

Aktivasi ini merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan  $CO_2$ . Umumnya arang dipanaskan didalam tanur pada temperatur rendah yang merupakan reaksi eksoterm sehingga sulit untuk mengontrolnya, Sedangkan pemanasan dengan uap atau  $CO_2$  pada temperatur tinggi merupakan reaksi endoterm, sehingga lebih mudah dikontrol dan paling umum digunakan.

### 2.2.2 Kegunaan Karbon Aktif

- Kegunaan utamanya adalah untuk aplikasi fasa gas karena mempunyai tekanan rendah, kekuatan mekanik tinggi dan kadar abu rendah. Digunakan untuk pemurnian udara, control emisi, tromol otomotif, penghilangbau kotoran dan pengontrol emisi pada gas buang.

Macam-macam kegunaan dari karbon aktif pada industri dan kehidupan sehari-hari adalah :

- Karbon aktif berguna sebagai filter untuk menjernihkan air, contoh sederhananya pada depot air isi ulang, karbon aktif di letakkan pada tabung filternya, agar airnya jernih, tidak ada bau dan layak di konsumsi.
- Karbon aktif berguna sebagai pemurnian gas, contohnya tabung gas yang di olah dengan karbon.
- Karbon aktif berguna sebagai filter industri minuman, contohnya perusahaan coca-cola.
- Karbon aktif berguna di farmasi, biasanya di rumah sakit yang banyak limbah cairnya seperti bekas suntikan dll, itu tidak boleh langsung di buang karena berbahaya. limbah cair tersebut harus terlebih dahulu disaring dengan karbon aktif untuk menghilangkan zat-zat berbahayanya.

- Karbon aktif berguna dipabrik chemical, ini hampir sama dengan farmasi untuk menyaring limbah cair menjadi cairan yang tidak lagi berbahaya bagi lingkungan saat dibuang.
- Karbon aktif berguna dipabrik gula pasir, untuk menyaring air tebu yang kuning sebelum diolah menjadi gula putih.
- Karbon aktif berguna dipenambakan, dengan karbon aktif dapat membuat air laut menjadi air tawar.
- Karbon aktif berguna dikapal laut, untuk membuat air laut menjadi air tawar, untuk kru kapal MCK(mandi,cuci,kakus).
- Karbon aktif berguna ditempat laundry,berguna untuk menyaring air sabun menjadi air bersih, yang dapat di gunakan untuk menyiram tanaman dll,ini dinamakan karbon yang ramah lingkungan.
- Karbon aktif berguna dipenambangan,untuk menyerap hasil tambang seperti emas,timah,tembaga dsb. Untuk mendapatkan hasil tambang karbon aktif di campurkan pada air lumpur yang mengandung bahan tambang, sifat karbon aktif yang menyerap apa saja yang di lewatinya walau material yang kecil sekalipun.bahan tambang yang berbentuk pertikel kecil tadi terikat di karbon aktif.setelah itu karbon aktif dibakar bahan tambang yang mengumpul pada karbon aktif akan kelihatan setelah karbon aktif habis menjadi abu.

Tabel 4. Aplikasi penggunaan karbon aktif dalam industri.

No.	Pemakai	Kegunaan	Jenis/ Mesh
1.	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilangan bau dan rasa	8×30, 325
2.	Minuman keras dan ringan	Penghilangan warna, bau pada minuman	4×8, 4×12
3.	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah	4×8, 4×12, 8×30
4.	Pembersih air	Penghilangan warna, bau penghilangan resin	
5.	Budi daya udang	Pemurnian, penghilangan ammonia, nitrit, penol, dan logam berat	4×8, 4×12
6.	Industri gula	Penghilangan zat-zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna	4×8, 4×12
7.	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut	4×8, 4×12, 8×30
8.	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun, bau busuk asap.	4×8, 4×12
9.	Katalisator	Reaksi katalisator pengangkut vinil khlorida, vinil asetat	4×8, 4×30
10.	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau	8×30

Sumber : citrabening, 2010

### 2.3 Air

Sumber air baku untuk air bersih secara garis besar dapat digolongkan menjadi 4 (empat) bagian yaitu : air laut, air atmosfer atau air hujan, air permukaan dan air tanah yang masing – masing mempunyai karakteristik yang berbeda – beda ditinjau dari segi kualitas dan kuantitasnya. (Totok Sutrisno, dkk, 2004)

a. Air laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%, dengan keadaan ini maka air laut jarang digunakan sebagai air baku untuk keperluan air minum karena tidak memenuhi syarat untuk air minum.

b. Air atmosfer atau air hujan

Dalam keadaan murni, sangat bersih, karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri/debu dan lain sebagainya. Air hujan mempunyai sifat agresif terhadap pipa – pipa penyalur maupun bak – bak reservoir karena pada umumnya air hujan mempunyai pH rendah, sehingga dapat mempercepat terjadinya korosi. Air hujan juga mempunyai sifat lunak (*soft water*) karena kurang mengandung larutan garam dan zat mineral, sehingga akan boros dalam pemakaian sabun dan terasa kurang segar.

c. Air permukaan

Air permukaan adalah air yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota, limbah domestik rumah tangga, dan sebagainya. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteriologi. Air permukaan merupakan sumber air yang relatif cukup besar, akan tetapi karena kualitasnya kurang baik maka perlu pengolahan. Air permukaan ada 2 macam yaitu :

1. Air sungai

Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna mengingat bahwa air sungai pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. Sedangkan debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi.

2. Air rawa atau danau

Kebanyakan air rawa berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang

menyebabkan warna kuning coklat. Dengan adanya pembusukan, kadar zat organis tinggi maka kadar Fe dan Mn akan tinggi dan kelarutan O<sub>2</sub> kurang sekali (*anaerob*). Oleh karena itu unsur Fe dan Mn akan larut, jadi untuk pengambilan air sebaiknya pada kedalaman tertentu di tengah-tengah agar endapan – endapan Fe dan Mn tidak terbawa.

#### d. Air Tanah

Pada umumnya air tanah mempunyai kualitas yang cukup baik, dan apabila dilakukan pengambilan yang baik dan bebas dari pengotoran dapat dipergunakan langsung. Untuk melindungi pemakaian air dari bahaya terkontaminasi melalui air diperlukan proses klorinasi.

### 2.3.1 Peranan Air bagi manusia

Air merupakan zat kehidupan dimana tidak satupun makhluk hidup yang tidak membutuhkan air. Hasil penelitian menunjukkan 65 - 75 % dari berat badan manusia terdiri dari air. Menurut ilmu kesehatan, setiap orang memerlukan air minum sebanyak 2,5 – 3 liter setiap hari termasuk air yang berada didalam makanan. Adapun kegunaan air antara lain adalah untuk minum, keperluan rumah tangga, untuk industri, mengairi sawah, kolam perikanan dan lain-lain.

### 2.3.2 Karakteristik Air

#### Parameter Fisik

##### a. Suhu

Temperatur air maksimum yang diizinkan oleh MENKES RI No.416/MENKES/PER/IX/1990 adalah 30<sup>0</sup>C. Penyimpangan terhadap ketentuan ini akan mengakibatkan meningkatnya daya/tingkat toksisitas bahan kimia atau bahan pencemar dalam air dan pertumbuhan mikroba dalam air.

##### b. Warna

Banyak air permukaan khususnya yang berasal dari daerah rawa rawa seringkali berwarna sehingga tidak dapat diterima oleh masyarakat baik untuk keperluan rumah tangga maupun keperluan industri, tanpa dilakukannya

pengolahan untuk menghilangkan warna tersebut. Bahan-bahan 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. Seperti pada bau, air yang memiliki rasa juga dapat mengganggu estetika.

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-bahan organik yang tersebar dan partikel-partikel kecil lain yang tersuspensi.

f. Padatan/solid

Semua kontaminan/pengotor dalam air kecuali gas terlarut merupakan bagian dari beban padatan dalam air. Padatan dapat diklasifikasikan menurut ukuran, sifat kimianya, dan distribusi ukurannya. Materi padatan dan semi padatan dalam air dapat diklasifikasikan menurut ukuran dan posisinya seperti dapat mengendap, suspensi, koloid atau terlarut.

Tabel 5. Parameter Fisik Kualitas Air

No	Test	Singkatan	Kegunaan
1	Kekeruhan	NTU	Mengetahui Kejernihan air
2	Padatan ( <i>Solids</i> ) Total Solid Total Volatile Solids Suspended Solids Volatile Suspended Solids Total Dissolved Solids (TS-SS) Settleble Solids	TS TVS SS VSS TDS	Mengetahui potensi penggunaan kembali air buangan dan untuk menentukan jenis proses pengolahan yang sesuai. Tes TDS untuk mengetahui kesesuaian peruntukan air (rumah tangga, industri atau pertanian). Untuk mengetahui padatan yang dapat mengendap oleh gaya gravitasi data yang diperoleh digunakan untuk rancangan bak sedimentasi.
3	Warna		Untuk mengetahui keberadaan zat warna alami atau sintetis.
4	Bau	MDTOC	
5	Temperatur	°C	Untuk rancangan proses pengolahan: untuk menentukan konsentrasi jenuh beberapa unsur gas.

Sumber : LIPI, 2005

### 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. Sebagian besar mikroba akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0 pH juga akan menyebabkan perubahan kimiawi di dalam air. Menurut standar kualitas air, pH 6,5-9,2. Apabila pH kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2 maka akan menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air yang dibuat dari logam dan dapat mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan manusia.

#### 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, maka akan berakibat air tidak enak rasanya, rasa mual dan terjadinya cardiac diseases serta toxaemia pada wanita-wanita hamil.

c. Kesadahan jumlah (*total hardness*)

Kesadahan adalah merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion ini mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air. Kation-kation penyebab utama dari kesadahan  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Sr}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$  dan  $\text{Mn}^{++}$ . Kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh  $\text{Ca}^{++}$  dan  $\text{Mg}^{++}$  secara bersama-sama. Standar kualitas menetapkan kesadahan total adalah 5-10 derajat jerman. Apabila kesadahan kurang dari 5 derajat jerman maka air akan menjadi lunak. Jika lebih dari 10 derajat jerman maka akan mengakibatkan kurangnya efektifitas sabun, menyebabkan lapisan kerak pada alat dapur dan sayur-sayuran menjadi keras apabila dicuci dengan air ini

d. Zat Organik

Adanya zat organik di dalam air, disebabkan karena air buangan dari rumah tangga, industri, kegiatan pertanian dan pertambangan. Zat organik di dalam air dapat ditentukan dengan mengukur angka permangantnya ( $\text{KmnO}_4$ ). Di dalam standar kualitas, ditentukan maksimal angka permangantnya 10mg/l. Penyimpangan standar kualitas tersebut akan mengakibatkan timbulnya bau tak sedap dan menyebabkan sakit perut.

e. Kimia Anorganik

1. *Calcium* (Ca)

Adanya Ca dalam air sangat dibutuhkan dalam jumlah tertentu, yaitu untuk pertumbuhan tulang dan gigi. Sedangkan bila telah melewati ambang batas, kalsium dapat menyebabkan kesadahan, kesadahan dapat berpengaruh secara ekonomis maupun terhadap kesehatan yaitu efek korosif dan menurunnya efektifitas dari kerja sabun. Standar yang ditetapkan DEPKES sebesar 75-200

mg/l. Sedangkan WHO inter-regional water study group adalah sebesar 75-150 mg/l.

2. Tembaga

Ukuran batas ada atau tidaknya tembaga adalah 0,05-1,5 mg/l. Dalam jumlah kecil Cu sangat diperlukan untuk pembentukan sel darah merah, sedangkan dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan rasa yang tidak enak di lidah, disamping dapat menyebabkan kerusakan pada hati.

3. Sulfida ( $S_2$  atau  $H_2S$ )

$H_2S$  sangat beracun dan berbau busuk, oleh karena itu zat ini tidak boleh terdapat dalam air minum. Dalam jumlah besar dapat menimbulkan atau memperbesar keasaman air sehingga menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa logam.

4. Amonia

Bahan ini sangat berbau yang sangat menusuk hidung atau baunya sangat tajam sehingga tidak boleh sama sekali dalam air minum.

5. Besi (Fe)

Besi adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Di alam didapat sebagai hematit. Di dalam air minum Fe menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi dan kekeruhan. Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Di dalam standar kualitas ditetapkan kandungan besi di dalam air sebanyak 0,1 -1,0 mg/l. jika dalam jumlah besar Fe dapat merusak dinding usus, rasa tidak enak dalam air, pada konsentrasi lebih dari 2 mg/l dan menimbulkan bau dan warna dalam air.

6. Magnesium

Efek yang ditimbulkan oleh Mg sama dengan kalsium yaitu menyebabkan terjadinya kesadahan. Dalam jumlah kecil Mg dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang, sedang dalam jumlah yang lebih besar dari 150 mg/l dapat menyebabkan rasa mual.

#### 7. Florida

Florida selalu ditemukan dalam bentuk senyawa. Florida bersifat lebih toksis dan lebih iritan daripada yang organik. Keracunan kronis dapat menyebabkan orang menjadi kurus, pertumbuhan tubuh terganggu, gangguan pencernaan dan dehidrasi.

#### 8. Cadmium

Dalam standar kualitas ditetapkan konsentrasi maksimal 0,01 mg/l. Apabila cadmium melebihi standar, maka Cadmium tersebut akan terakumulasi dalam jaringan tubuh sehingga mengakibatkan penyakit ginjal, gangguan lambung, kerapuhan tulang, mengurangi hemoglobine darah dan pigmentasi.

#### 9. Mangan

Tubuh manusia membutuhkan Mangan rata-rata 10 mg/l sehari yang dapat dipenuhi dari makanan. Tetapi Mangan bersifat toxis terhadap alat pernafasan. Standar kualitas menetapkan: kandungan mangan di dalam air 0,05-0,5 mg/l.

#### 10. Air Raksa

Merupakan logam berbentuk cair dalam suhu kamar yang bersifat toksis. Di dalam standar ditetapkan sebesar 0,001 mg/l. Jika dalam air terdapat air raksa lebih dari standar, akan menyebabkan keracunan sel-sel tubuh kerusakan ginjal, hati dan syaraf dan keterbelakangan mental dan cerebral polcy pada bayi.

#### 11. Seng

Satuan yang dipergunakan adalah mg/l dengan batas antara 1,0 sampai 15 mg/l. Zn dapat menyebabkan hambatan pada pertumbuhan anak. Akan tetapi apabila jumlahnya besar dapat menimbulkan rasa pahit dan sepat pada air minum.

#### 12. Arsen

Arsen dapat diperbolehkan dalam air paling banyak sebesar 0,05 mg/l. Jika dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan, kanker kulit, hati dan saluran empedu

#### 13. Pheonolix

Phenol hanya boleh terdapat dalam air minum dengan kadar 0,001-0,002 mg/l dan apabila bereaksi dengan chlor dapat menimbulkan bau yang tidak enak.

14.  $\text{NO}_3$ 

Batas maksimum  $\text{NO}_2$  dalam air minum adalah sebesar 20mg/l. Jumlah Nitra yang besar cenderung berubah menjadi nitrit, yang dapat bereaksi langsung dengan hemoglobine yang dapat menghalangi perjalanan oksigen di dalam tubuh.

## 15. Sulfat

Kadar yang dianjurkan 200-400 mg/l, apabila jumlahnya besar dapat bereaksi dengan ion natrium atau magnesium dalam air sehingga membentuk garam natrium sulfat atau magnesium sulfat yang dapat menimbulkan rasa mual.

## f. Kimia Organik

Jumlah zat organik pada air alam umumnya kecil. Sumber zat organik pada air alam adalah dari tanaman yang membusuk. Adanya zat organik dapat mengakibatkan gangguan misalnya :

- Aldrin dan Dieldrin, terjadi biokumulasi pada organisme air yang dimakan manusia dan menimbulkan kanker dan mutasi
- Benzen, menimbulkan rasa, warna atau bau tidak sedap.
- *Chlordane* (total isomer) merupakan insektisida. Penyakit yang ditimbulkan *hyperexytasi*, konvulsi, anemia, *trombochytopenia*, *agranulocytosis*
- *Heptachlor* dan *Hepachlorepoxide*, meskipun tidak menimbulkan kanker akut tetapi terjadi akumulasi dalam rantai makanan dan bersifat *carcinogenic*.

Tabel 6. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia  
 Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990/ Tanggal 3 September 1990

**DAFTAR PERATURAN KUALITAS AIR BERSIH**

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang dibolehkan	Keterangan
1	2	3	4	5
A	<b>FISIKA</b>			
1	Bau	-	-	Tidak berbau
2	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1500	-
3	Kekeruhan	Skala NTU	25	-
4	Rasa	-	-	Tidak berasa
5	Suhu	°C	Suhu udara ± 3°C	-
6	Warna	Skala TCU	50	-
B	<b>KIMIA</b>			
1	Air raksa	mg/L	0,001	Merupakan batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH minimum 5,5.
2	Arsen	mg/L	0,05	
3	Besi	mg/L	1,0	
4	Flourida	mg/L	1,5	
5	Kadnium	mg/L	0,005	
6	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	500	
7	Klorida	mg/L	600	
8	Kromium, Valensi 6	mg/L	0,05	
9	Mangan	mg/L	0,5	
10	Nitrat, sebagai N	mg/L	10	
11	Nitrit, sebagai N	mg/L	1,0	
12	pH	-	6,5-9,0	
13	Selenium	mg/L	0,01	
14	Seng	mg/L	15	
15	Sianida	mg/L	0,1	
16	Sulfat	mg/L	400	
17	Timbal	mg/L	0,05	
	<b>Kimia Organik</b>			
1	Aldrin dan Dieldrin	mg/L	0,0007	
2	Benzena	mg/L	0,01	
3	Benzo (a) pyrene	mg/L	0,00001	
4	Chlordane (total isomer)	mg/L	0,007	
5	Coloroform	mg/L	0,03	
6	2,4 D	mg/L	0,10	
7	DDT	mg/L	0,03	
8	Deterjen	mg/L	0,5	
9	1,2 Discloroethane	mg/L	0,01	
10	1,1 Discloroethane	mg/L	0,0003	
11	Heptachlor dan heptachlor epoxide	mg/L	0,003	
12	Hexachlorobenzene	mg/L	0,00001	
13	Gamma-HCH (Lindane)	mg/L	0,004	
14	Methoxychlor	mg/L	0,10	

15	<i>Pentachlorophanol</i>	mg/L	0,01	
16	<i>Pestisida total</i>	mg/L	0,10	
17	<i>2,4,6 Urichlorophenol</i>	mg/L	0,01	
18	<i>Zat organic (KMnO<sub>4</sub>)</i>	mg/L	10	
C	<u>MIKRO BIOLOGIK</u>			
	Total koliform (MPN)	Jumlah per 100 ml	50	Bukan air perpipaan
		Jumlah per 100 ml	10	Air perpipaan
D	<u>RADIO AKTIVITAS</u>			
1	Aktivitas Alpha (Gross Alpha Activity)	Bq/L	0,1	
2	Aktivitas Beta (Gross Beta Activity)	Bq/L	1,0	

## 2.4 Parameter Pengukuran Air Sumur

### 2.4.1 Besi (Fe)

#### 1. Pengertian Besi (Fe)

Besi (Fe) adalah logam berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Fe di dalam susunan unsur berkala termasuk logam golongan VIII, dengan berat atom  $55,85\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , nomor atom 26, berat jenis  $7.86\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  dan umumnya mempunyai valensi 2 dan 3 (selain 1, 4, 6). Besi (Fe) adalah logam yang dihasilkan dari bijih besi, dan jarang dijumpai dalam keadaan bebas. Untuk mendapatkan unsur besi, campuran lain harus dipisahkan melalui penguraian kimia. Besi digunakan dalam proses produksi besi baja, yang bukan hanya unsur besi saja tetapi dalam bentuk alloy (campuran beberapa logam dan bukan logam, terutama karbon) (*Eaton Et.al, 2005; Rumapea, 2009 dan Parulian, 2009*).

#### 2. Sumber Keberadaan

Kandungan Fe di bumi sekitar 6.22 %, di tanah sekitar 0.5 – 4.3%, di sungai sekitar 0.7 mg/l, di air tanah sekitar 0.1 – 10 mg/l, air laut sekitar 1 – 3 ppb, pada air minum tidak lebih dari 200 ppb. Pada air permukaan biasanya kandungan zat besi relatif rendah yakni jarang melebihi 1 mg/L sedangkan konsentrasi besi pada air tanah bervariasi 0,01-25mg/l. Di alam Fe biasanya banyak terdapat di dalam bijih besi *hematite, magnetite, taconite, limonite, goethite, siderite dan pyrite (FeS)*, sedangkan di dalam air umumnya dalam

bentuk terlarut sebagai senyawa garam ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) atau garam ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ); tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter  $< 1$  mm) atau lebih besar seperti,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ; dan tergabung dengan zat organik atau zat padat yang anorganik (seperti tanah liat dan partikel halus terdispersi). Senyawa ferro dalam air yang sering dijumpai adalah  $\text{FeO}$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{FeCl}_2$  sedangkan senyawa ferri yang sering dijumpai yaitu  $\text{FePO}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (*Eaton Et.al, 2005; Said, 2003; Perpamsi, 2002; Alaerts, 1987 dan [www.lenntech.com](http://www.lenntech.com)*).

Dalam air yang tidak mengandung oksigen, seperti air tanah, besi berada sebagai  $\text{Fe}^{2+}$  yang dapat terlarut, sedangkan pada air sungai yang mengalir dan terjadi aerasi,  $\text{Fe}^{2+}$  teroksidasi menjadi  $\text{Fe}^{3+}$  yang sulit larut pada pH 6-8 (kelarutan hanya di bawah beberapa mg/l), bahkan dapat menjadi ferihidroksida  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan bisa mengendap (*Alaerts, 1987*)

### 1. Standar, Pengaruh dan Toksisitas.

Konsentrasi besi dalam air minum dibatasi maksimum 0.3 mg/l (sesuai Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002), hal ini berdasarkan alasan. Garam ferro misalnya ( $\text{FeSO}_4$ ) dengan konsentrasi 0.1 – 0.2 mg/L dapat menimbulkan rasa yang tidak enak pada air minum. Berdasarkan standar air minum WHO menetapkan kadar besi dalam air minum maksimum 0.1 mg/l sedangkan USEPA menetapkan kadar maksimum dalam air yaitu 0.3 mg/l. (*Arifin, 2007; Eaton Et.al, 2005 dan Said, 2003*).

Unsur besi mempunyai sifat – sifat yang sangat mirip dengan mangan sehingga pengaruhnya juga hampir sama meskipun beberapa hal berbeda terutama nilai ambang batas. Di dalam air minum besi (Fe) dan mangan dapat berpengaruh seperti tersebut dibawah ini :

#### 1. Menimbulkan penyumbatan pada pipa disebabkan :

Secara langsung oleh deposit (*tubercule*) yang disebabkan oleh endapan besi sedangkan secara tidak langsung, disebabkan oleh kumpulan bakteri besi yang hidup di dalam pipa, karena air yang mengandung besi, disukai oleh bakteri besi.

2. Selain itu kumpulan bakteri ini dapat meninggikan gaya gesek (*losses*) yang juga berakibat meningkatnya kebutuhan energi. Selain itu pula apabila bakteri tersebut mengalami degradasi dapat menyebabkan bau dan rasa tidak enak pada air.
3. Besi dan mangan sendiri dalam konsentrasi yang lebih besar dan beberapa mg/l, akan memberikan suatu rasa pada air yang menggambarkan rasa logam, atau rasa obat.
4. Keberadaan besi dan mangan juga dapat memberikan kenampakan keruh dan berwarna pada air dan meninggalkan noda pada pakaian yang dicuci dengan menggunakan air ini, oleh karena itu sangat tidak diharapkan pada industri kertas, pencelupan/textil dan pabrik minuman.
5. Meninggalkan noda pada bak-bak kamar mandi dan peralatan lainnya (noda kecoklatan disebabkan oleh besi dan kehitaman oleh mangan).
6. Endapan logam ini juga yang dapat memberikan masalah pada sistem penyediaan air secara individu (sumur).
7. Pada *ion exchanger* endapan besi dan mangan yang terbentuk, seringkali mengakibatkan penyumbatan atau menyelubungi media pertukaran ion (resin), yang mengakibatkan hilangnya kapasitas pertukaran ion.
8. Menyebabkan keluhan pada konsumen (seperti kasus “*red water*”) bila endapan besi dan mangan yang terakumulasi di dalam pipa, tersuspensi kembali disebabkan oleh adanya kenaikan debit atau kenaikan tekanan di dalam pipa/sistem distribusi, sehingga akan terbawa ke konsumen.
9.  $\text{Fe}^{2+}$  juga menimbulkan *corrosive* yang disebabkan oleh bakteri golongan *Crenothric* dan *Clonothrix*. (Oktiawan, dkk., 2007. Saifudin, 2005 ; Said, 2003 dan Perpamsi, 2002).

#### 2.4.2 Mangan (Mn)

##### 1. Pengertian Mangan (Mn)

Mangan (Mn) adalah logam berwarna abu-abu keperakan yang merupakan unsur pertama logam golongan VIIB, dengan berat atom  $54.94 \text{ g.mol}^{-1}$ , nomor atom 25, berat jenis  $7.43 \text{ g.cm}^{-3}$ , dan mempunyai valensi 2, 4, dan 7 (selain 1, 3, 5,

dan 6). Mangan digunakan dalam campuran baja, industri pigmen, las, pupuk, pestisida, keramik, elektronik, dan *alloy* (campuran beberapa logam dan bukan logam, terutama karbon), industri baterai, cat, dan zat tambahan pada makanan. Di alam mangan (Mn) jarang sekali berada dalam keadaan unsur. Umumnya berada dalam keadaan senyawa dengan berbagai macam valensi. Di dalam hubungannya dengan kualitas air yang sering dijumpai adalah senyawa mangan dengan valensi 2, valensi 4, valensi 6. Di dalam sistem air alami dan juga di dalam sistem pengolahan air, senyawa mangan dan besi berubah-ubah tergantung derajat keasaman (pH) air. Perubahan senyawa besi dan mangan di alam berdasarkan kondisi pH secara garis besar dapat ditunjukkan sesuai Gambar 1 yang memperlihatkan bahwa di dalam sistem air alami pada kondisi reduksi, mangan dan juga besi pada umumnya mempunyai valensi dua yang larut dalam air. Oleh karena itu di dalam sistem pengolahan air, senyawa mangan dan besi valensi dua tersebut dengan berbagai cara dioksidasi menjadi senyawa yang memiliki valensi yang lebih tinggi yang tidak larut dalam air sehingga dapat dengan mudah dipisahkan secara fisik. Mangan di dalam senyawa  $\text{MnCO}_3$ ,  $\text{Mn(OH)}_2$  mempunyai valensi dua, zat tersebut relatif sulit larut dalam air, tetapi untuk senyawa Mn seperti garam  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{Mn(NO}_3)_2$  mempunyai kelarutan yang besar di dalam air. (*Eaton Et.al, 2005; Janelle, 2004 dan Said, 2003*).

## 2. Sumber Keberadaan

Kandungan Mn dalam bumi sekitar 1060 ppm, dalam tanah sekitar 61-1010 ppm, di sungai sekitar 7 mg/l, di laut sekitar 10 ppm, di air tanah sekitar <0.1 mg/l. Mangan terdapat dalam bentuk kompleks dengan bikarbonat, mineral dan organik. Unsur mangan pada air permukaan berupa ion bervalensi empat dalam bentuk organik kompleks. Mangan banyak terdapat dalam *pyrolusite* ( $\text{MnO}_2$ ), *braunite*,  $(\text{Mn}^{2+}\text{Mn}^{3+}_6)(\text{SiO}_{12})$ , *psilomelane*  $(\text{Ba,H}_2\text{O})_2\text{Mn}_5\text{O}_{10}$  dan *rhodochrosite* ( $\text{MnCO}_3$ ). (*Eaton Et.al, 2005, Said, 2003; Perpamsi, 2002; dan <http://en.wikipedia.or>*).

### 3. Standar, Pengaruh dan Toksisitas.

Konsentrasi mangan di dalam sistem air alami umumnya kurang dari 0.1 mg/l, jika konsentrasi melebihi 1 mg/l maka dengan cara pengolahan biasa sangat sulit untuk menurunkan konsentrasi sampai derajat yang diijinkan sebagai air minum. Oleh karena itu perlu cara pengolahan yang khusus. Pada tahun 1961 WHO menetapkan konsentrasi mangan dalam air minum di Eropa maksimum sebesar 0.1 mg/l, tetapi selanjutnya diperbaharui menjadi 0.05 mg/L. Di Amerika Serikat sejak awal menetapkan konsentrasi mangan di dalam air minum maksimum 0.05 mg/l. Jepang menetapkan total konsentrasi besi dan mangan di dalam air minum maksimum 0.3 mg/l. Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 907 tahun 2002 menetapkan kadar zat besi di dalam air minum maksimum 0.3 dan Mangan maksimum sebesar 0.1 mg/l. (*Eaton Et.al, 2005 dan Said, 2003*).

#### 2.4.3 Penyisihan Besi (Fe) dan Mangan (Mn)

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. Oleh karena itu cara pengolahannya pun harus disesuaikan dengan bentuk senyawa besi dan mangan dalam air yang akan diolah. Pada proses penyisihan besi dan mangan, prinsipnya adalah proses oksidasi, yaitu menaikkan tingkat oksidasi oleh suatu oksidator dengan tujuan merubah bentuk bentuk besi terlarut menjadi bentuk besi tidak terlarut (endapan). Endapan yang terbentuk dihilangkan dengan proses sedimentasi dan filtrasi (*Oktiawan, dkk., 2007 dan Said, dkk., 1999*).

Pada umumnya metode yang digunakan untuk menghilangkan besi dan mangan adalah metode fisika, kimia, biologi maupun kombinasi dari masing-masing metode tersebut. Metode fisika dapat dilakukan dengan cara filtrasi, aerasi, presipitasi, elektrolitik, pertukaran ion (*ion exchange*), adsorpsi dan sebagainya. Metode kimia dapat dilakukan dengan pembubuhan senyawa khlor, permanganat, kapur – soda, ozon, polyphosphat, koagulan, flokulan, dan sebagainya. Metode biologi dapat dilakukan dengan cara menggunakan

mikroorganisme autotropis tertentu seperti bakteri besi yang mampu mengoksidasi senyawa besi dan mangan (*Oktiawan, dkk., 2007; Said, 2003; Perpamsi, 2002; Qasim, Et.al., 2000; Said, dkk., 1999; dan Bruce Seelig, 1992*).

Pemilihan proses tersebut dipilih berdasarkan besarnya konsentrasi zat besi atau mangan serta kondisi air baku yang digunakan. Untuk menghilangkan zat besi dan mangan di dalam air yang paling sering digunakan adalah dengan cara proses oksidasi secara kimiawi kemudian dilanjutkan dengan pemisahan endapan/ suspensi/ dispersi yang terbentuk menggunakan proses sedimentasi dan atau filtrasi. Untuk meningkatkan efisiensi pemisahan endapan tersebut maka dapat digunakan proses koagulasi-flokulasi yang dilanjutkan dengan sedimentasi dan filtrasi (*Said, 2003; Perpamsi, 2002 dan Said, dkk., 1999*).