

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Air Bersih

2.1.1 Pengertian air bersih

Mutu air harus dapat memenuhi beberapa persyaratan standar mutu untuk industry dan air minum, maka air tersebut haruslah mengalami proses penjernihan, yang merupakan proses kombinasi dari cara kimia, fisika, dan biologis. Karena mutu air yang belum memenuhi persyaratan tersebut sangat bervariasi, maka cara-cara pembersihannya juga berbeda-beda. Walaupun demikian semakin besar kontaminasi air seperti perubahan warna, bahan tercemar terlarut, kandungan mineral, kekeruhan, dan mikroba, dapat dikurangi atau dihilangkan dengan cara-cara pembersihan air yang bisa dilakukan, yaitu dengan cara koagulasi, flokulasi, sedimentasi, penyaringan, disinfektan, pengurangan pengkaratan, pengontrolan terhadap bau, dan pelunakan air. Walaupun semua langkah ini sudah menjamin standar air, tetapi belum tentu menjamin rasanya, jarang orang mempersoalkan dapat diminum atau tidaknya air dibersihkan, tetapi rasanya sering dipersoalkan (Winarno, 1986).

Peraturan pemerintah No.20 Tahun 1990 mengelompokkan kualitas air menjadi beberapa golongan menurut peruntukannya. Adapun penggolongan air menurut peruntukannya adalah sebagai berikut:

- a. Golongan A : yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- b. Golongan B : yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.

- c. Golongan C : yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- d. Golongan D : yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha dipertanian, industry dan pembangkit listrik tenaga air (Hefni Effendi, 2003).

2.1.2 Kualitas air

A. Air bersih

Air bersih dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia untuk melakukan segala kegiatan mereka. Sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas dan bisa digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kegiatan sehari-hari manusia. Ditinjau dari segi kualitas, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, di antaranya kualitas fisik yang terdiri atas bau, warna dan rasa, kualitas kimia yang terdiri atas pH, kesadahan, dan sebagainya serta kualitas biologi dimana air terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit. Agar kelangsungan hidup manusia dapat berjalan lancar, air bersih juga harus tersedia dalam jumlah yang memadai sesuai dengan aktifitas manusia pada tempat tertentu dan kurun waktu tertentu (Suriawiria, 1996).

Menurut Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang standar kualitas air bersih bahwa air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Pada dasarnya, air bersih harus memenuhi syarat kualitas yang meliputi biologis, fisik air, mikrobiologis, dan radiokatif. Dalam hal ini terdapat beberapa standar air bersih yang harus digaris bawahi.

1. Secara biologis. artinya air bersih tidak mengandung mikroorganisme yang nantinya menjadi infiltran dalam tubuh manusia. Mikroorganisme terbagi

dalam empat grup, yaitu parasit, bakteri, virus, dan kuman. Dari keempat jenis mikroorganisme tersebut, parameter kualitas air bersih untuk diminum umumnya adalah bakteri seperti *Eschericia coli*.

2. Fisik air. Air bersih ditunjukkan dengan kondisi fisik air yang umumnya memiliki derajat kesamaan suhu, kejernihan, warna, dan bau.
3. Secara kimia. Masalah kimia menjadi penting karena banyak sekali kandungan kimiawi air yang menyebabkan dampak buruk pada kesehatan karena tidak sesuai dengan proses biokimiawi tubuh. Bahan kimiawi seperti nitrat dan arsenik serta berbagai macam logam berat seperti air raksa, timah hitam, dan kadmium bisa mengganggu tubuh. Di samping itu, terdapat cemaran kimia berupa sianida, yang berasal dari industri pengolahan singkong menjadi tapioka. Pembuangan hasil pencucian dan pengolahan lanjutan ke sungai atau tanah dapat menimbulkan pencemaran yang luar biasa.
4. Kandungan radioaktif. Kandungan radioaktif sering dimasukkan sebagai bagian persyaratan fisik air bersih. Namun, faktor ini juga sering dipisahkan karena jenis pemeriksaan sangat berbeda pada wilayah tertentu. Sumber air tercemar radio aktif salah satunya berasal air pendingin pada instalasi reaktor nuklir (Cotton, 1989).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/menkes/sk/xi/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan industri terdapat pengertian mengenai Air Bersih yaitu 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.

B. Air minum

Standar baku kualitas air minum merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas air minum. Dengan standar tersebut, dapat diketahui kualitas air minum layak atau tidak untuk diminum. Standar baku kualitas air minum harus memenuhi kualitas secara fisik, kimia dan biologi :

Standar fisik menetapkan batasan tentang sifat fisik air.

1. Standar kimia menetapkan tentang batasan kandungan sifat dan bahan kimia yang terkandung di dalam air minum yang masih diperbolehkan dan tidak berbahaya untuk dikonsumsi.
2. Standar biologi menetapkan ada atau tidaknya mikroorganisme patogen dan nonpatogen yang terkandung atau hidup di dalam air minum.
3. Secara kasat mata, mungkin kita akan menganggap air terlihat jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa layak diminum (Yunus, 2011).

Menurut Peraturan Menteri Perindustrian Standard Air Bersih 5 mg/l SNI 06-6989 4-2004.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 01/BIRHUKMAS/I/1975 Tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum. Air minum harus memenuhi syarat-syarat: Fisika, Kimia, Radioaktivitas, dan Mikrobiologik sebagai daftar berikut:

TABEL 2.1 Daftar Standar Kualitas Air Minum

No. Unsur-unsur	Syarat-syarat				Keterangan
	Satuan	Minimum yang diperbolehkan	Maksimum yang dianjurkan	Maksimum yang di perbolehkan	
I. Fisika					
1. Suhu	°C	—	Suhu udara	—	—
2. Warna	Unit*	—	5	50	*skala Pt-Co
3. Bau	—	—	—	—	-tidak ber bau
4. rasa	—	—	—	—	-tidak berasa
5. kekeruhan	Unit**	—	5	25	**skala silica
II. Kimia					
6. Drajat keasaman (pH)	—	6,5	—	9,2	—
7. Zat padat/jumlah	mg/l	—	500	1500	—
8. Zat organik (KMnO ₄)	mg/l	—	—	10	—
9. Karbondioksida agresif (sebagai CO ₂)	mg/l	—	—	0,0	—
10. Kسادahan jumlah	mg/l	5	—	10	—
11. Calsium (sebagai Ca)	mg/l	—	75	200	—
12. Magnesium (Mg)	mg/l	—	30	150	—
13. Besi/jumlah (sebagai Fe)	mg/l	—	0,1	1,0	—
14. Mangan (sebagai Mn)	mg/l	—	0,05	0,5	—
15. Zink (sebagai Zn)	mg/l	—	1,00	15	—
16. Tembaga (sebagai Cu)	mg/l	—	0,05	1,5	—
17. Chlorida (sebagai Cl)	mg/l	—	200	600	—
18. Sulfat (sebagai SO ₄)	mg/l	—	200	400	—
19. Sulfida (H ₂ S)	mg/l	—	—	0,0	—
20. Fluorida (sebagai F)	mg/l	1,0	—	2,0	—
21. Ammonia (sebagai NH ₄)	mg/l	—	—	0,0	—
22. Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/l	—	—	20,0	—
23. Nitrit*** (sebagai NO ₂)	mg/l	—	—	0,0	***Zat kimia bersifat racun
24. Phenolik*** (sebagai phenol)	mg/l	—	0,001	0,002	—
25. Arsen*** (sebagai As)	mg/l	—	—	0,05	—
26. Timbal*** (sebagai Pb)	mg/l	—	—	0,10	—
27. Selenium*** (sebagai Se)	mg/l	—	—	0,01	—
28. Chromium*** (Cr)	mg/l	—	—	0,05	Martabat 6
29. Cyanida*** (sebagai Cn)	mg/l	—	—	0,05	—
30. Cadmium*** (Cd)	mg/l	—	—	0,01	—
31. Air Raksa*** (Hg)	mg/l	—	—	0,001	—
III. Radioaktifitas					
32. Sinar alfa	Uc/ml	—	—	10	—
33. Sinar beta	Uc/ml	—	—	10	—
IV. Mikrobiologi					
34. Kuman-kuman parasitic	—	—	—	0,0	—
35. Kuman-kuman pathogenic	—	—	—	0,0	—
36. Perkiraan terdekat jumlah bakteri golongan coli dalam 100 ml contoh air	—	—	—	0,0	—

Sumber : Siwabissy, 1975

2.2 Sumber-sumber Air

Air yang berada di permukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat di bagi menjadi tiga, yaitu:

2.2.1 Air Angkasa (Hujan)

Air hujan adalah air yang menguap karena panas dan kemudian mengembara di udara. Pada waktu mengembara tersebut, uap air bercampur dan melarutkan gas-gas oksigen, nitrogen, karbondioksida, debu, dan senyawa lain. Karena itulah, air hujan juga mengandung debu, bakteri, serta berbagai senyawa yang terdapat dalam udara. Jadi. Kualitas air hujan akan banyak di pengaruhi oleh keadaan lingkungannya (Winarno, 1986).

Mutu air hujan juga akan di pengaruhi oleh akibat letusan gunung berapi. Data yang di laporkan oleh Adang Setiana (1982) mengenai mutu air hujan akibat letusan Gunung Galunggung adalah sebagai berikut: rasa normal, tidak berbau, tetapi PH airnya telah mengalami penurunan sampai 4,5. Derajat keasaman atau PH air sangat mempengaruhi mutu airnya. Perubahan rasa baru dimulai setelah air mencapai PH 3,9 atau lebih (Setiana, 1982).

Menurut standar kualitas air minum yang di keluarkan oleh Departemen Kesehatan (Peraturan Menteri Kesehatan No. 01/Birhukmas/I/1975), di nyatakan bahwa PH air minum yang di perbolehkan adalah antara 6,5-9,2.

2.2.2 Air tanah

Air tanah merupakan sumber air bagi masyarakat pedesaan dalam bentuk mata air atau sumur, baik berbentuk sumur gali, sumur pompa dalam maupun sumur pompa dangkal (Winarno, 1986).

Untuk mendapatkan air tanah yang memenuhi syarat kesehatan, di perlukan cara pembuatan sumur yang benar. Kedalaman sumur di anjurkan minimal tiga meter, karena umumnya pada kedalaman sumur lebih dari tiga meter berbagai bakteri termasuk bakteri saprofilik tidak dapat hidup, sehingga air yang di ambil bebas dari pencemaran bakteri (Soedibyo, 1982).

2.2.3 Air permukaan

Umumnya air permukaan sudah mengalami pencemaran, sedangkan derajat pencemarannya tergantung dari lokasi daerahnya, misalnya bagian muara sungai lebih tinggi derajat pencemarannya dari bagian hulu. Air permukaan merupakan air baku utama bagi produksi air minum di kota-kota besar seperti Jakarta dan Surabaya. Sumber air permukaan dapat berupa sungai, danau, mata air, waduk, empang, dan air dari saluran irigasi (Winarno, 1986).

2.3 Peranan Air Dalam Kehidupan Manusia

Badan manusia terdiri dari 65% air atau terdapat sekitar 47 liter air per orang dewasa. Setiap hari, 2,5 liter dari jumlah air tersebut harus diganti dengan air yang baru. Di perkirakan dari sejumlah air yang harus diganti. 1,5 liter berasal dari air minum dan sekitar 1,0 liter berasal dari bahan makanan yang dikonsumsi, (Winarno, 1986).

Ada beberapa fungsi dari air menurut para ahli yaitu dr.Tan Shot, Yen, M.Hum, medical doctor dan penulis buku, diantaranya ialah : Air mencegah kerusakan DNA dan membuat perbaikannya lebih efisien.

Ada 10 fungsi kelebihan air, diantaranya:

1. Air adalah pelarut utama semua makanan, vitamin, dan mineral; dipergunakan untuk memecah bahan-bahan tersebut dan metabolismenya serta asimilasinya.

2. Air meningkatkan efisiensi sistem kekebalan di sumsum tulang, termasuk menghadapi kanker.
3. Air membantu menurunkan stres, kegelisahan, dan depresi.
4. Air memberikan energi kepada makanan, sehingga partikel makanan dapat menyediakan energi selama proses pencernaan.
5. Air meningkatkan efisiensi sel darah merah menangkap oksigen di paru-paru.
6. Air membersihkan buangan racun dari berbagai bagian tubuh dan membawanya ke hati dan ginjal untuk dibuang.
7. Air adalah pelumas utama di sel sendi dan membantu mencegah rematik dan sakit pinggang.
8. Air dipergunakan sebagai penghantar semua zat dalam tubuh.
9. Air penting untuk sistem pendinginan tubuh (melalui keringat) dan pemanasan tubuh (elektrikal).
10. Air berguna untuk pertahanan dan ketahanan tubuh makhluk hidup.

2.4 Tinjauan Tentang Besi (Fe)

2.4.1 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, 2005).

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 mulai dan 0,01 mg/l sampai dengan +25 mg/l. Di alam 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 (Fe³⁺) atau garam ferro (Fe²⁺); tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter < 1 mm) atau lebih besar seperti, Fe(OH)₃; dan bergabung dengan zat organik atau zat padat yang anorganik (seperti tanah liat dan partikel halus terdispersi). Senyawa ferro dalam air yang sering dijumpai adalah FeO, FeSO₄, FeSO₄.7 H₂O, FeCO₃, Fe(OH)₂, FeCl₂ sedangkan senyawa ferri yang sering dijumpai yaitu FePO₄, Fe₂O₃, FeCl₃, Fe(OH)₃ (Eaton, 2005).

2.4.2 Sifat-sifat besi (Fe)

1. Sifat fisik besi

Sifat fisik besi meliputi fase titik lebur, titik didih dan penampilan.

Tabel 2.2 Sifat fisik besi

CIRI-CIRI FISIK	
Fase	padat
Titik lebur	1811 K (1538 °C, 2800 °F)
Titik didih	3134 K (2861 °C, 5182 °F)
Penampilan	metalik mengkilap keabu abuan

Sumber : (Cotton, 1989).

1. Sifat kimia besi

Sifat kimia besi meliputi golongan, periode, blok, massa atom, konfigurasi elektron, jumlah elektron tiap kulit dan sifat kimia besi meliputi bilangan oksidasi, elektronegativitas, energi ionisasi, jari-jari atom, jari-jari atom (terhitung), jari-jari kovalen dan sifat magnetik.

Tabel 2.3 Sifat kimia besi

<u>Seri kimia</u>	<u>logam transisi</u>
<u>Golongan, Periode, Blok</u>	VIII B, 4, d
<u>Massa atom</u>	55,845(2) g/mol
<u>Konfigurasi elektron</u>	[Ar] 3d ⁶ 4s ²
<u>Jumlah elektron tiap kulit</u>	2, 8, 14, 2
CIRI-CIRI ATOM	
<u>Bilangan oksidasi</u>	2, 3, 4, 6 (oksida amfoter)
<u>Elektronegativitas</u>	1,83 (skala Pauling)
<u>Energi ionisasi</u>	pertama: 762,5 kJ/mol
	ke-2: 1561,9 kJ/mol
	ke-3: 2957 kJ/mol
<u>Jari-jari atom</u>	140 pm
<u>Jari-jari atom (terhitung)</u>	156 pm
<u>Jari-jari kovalen</u>	125 pm
<u>Sifat magnetik</u>	ferromagnetik

Sumber : (Cotton, 1989).

- a. Mempunyai daya hantar listrik dan panas yang baik. Karena memiliki ikatan ganda dan ikatan kovalen logam.
- b. Besi murni cukup reaktif. Dalam udara lembab cepat teroksidasi membentuk besi (III) oksida hidrat (Cotton, 1989).

Besi bersifat keras, rapuh, dan umumnya mudah dicampur, dan digunakan untuk menghasilkan alloy lainnya, termasuk baja. Besi tempa yang mengandung kurang dari 0.1% karbon, sangat kuat, dapat dibentuk, tidak mudah campur dan biasanya memiliki struktur berserat. Baja karbon adalah alloy besi dengan sedikit

Mn, S, P, dan Si. Alloy baja adalah baja karbon dengan tambahan seperti nikel, khrom, vanadium dan lain-lain. Besi relatif murah, mudah didapat, sangat berguna dan merupakan logam yang sangat penting (Cotton, 1989).

2.4.3 Sumber-sumber besi

Besi (Fe) selain berasal dari air alam, kegiatan manusia juga merupakan suatu sumber utama pemasukan logam ke dalam lingkungan perairan. Air tersebut berasal dari buangan industri, pengolahan makanan, minuman dan lain-lain. Logam-logam dalam perairan berada dalam bentuk senyawa organik dan senyawa anorganik yang larut dan tidak larut dalam air. Senyawa yang dapat larut dalam air mudah diserap oleh biota perairan. Pada konsentrasi tertentu logam-logam itu dapat menjadi sumber racun atau dapat menimbulkan gangguan dalam penggunaannya (Mustar, 1983).

2.4.4 Manfaat besi (Fe) bagi tubuh

Besi merupakan komponen penting dari sel darah merah (70% dari total besi dalam tubuh), mioglobin (4%) serta enzim-enzim seperti sitokrom, katalase, dan peroksidase (kurang dari 1%). Sekitar 25% total besi tubuh tersimpan terutama dalam hati. Selebihnya, terserak pada sel-sel retikuloendotel dalam sumsum tulang dalam limfa (Oski, 1979).

Besi terdapat dalam semua sel tubuh dan memegang peranan penting pada beragam reaksi biokimia. Besi terdapat dalam enzim-enzim yang bertanggung jawab untuk pengangkutan elektron (sitokrom), untuk pengaktifan oksigen (oksidase dan oksigenase) dan untuk mengangkut oksigen (hemoglobin, mioglobin). Seorang laki-laki dengan berat badan 70 kg mempunyai 2500 mg besi dalam sirkulasi hemoglobin dan 150 mg besi dalam mioglobin. Kandungan besi

dalam sebagai jenis metalloenzim berjumlah 6-8 mg. Sekitar 3 mg besi terdapat dalam plasma berikatan dengan transferin, dan merupakan protein khusus pengangkut besi. Sejumlah besi yang banyaknya bervariasi disimpan sebagai feritin atau hemosiderin dalam beberapa jaringan dan organ terutama hati, limpa, dan sumsum tulang. Pada laki-laki dewasa, simpanan besi berkisar sekitar 500-1000 mg; Sedangkan pada wanita dewasa lebih rendah dan jarang melebihi 500 mg. Banyak wanita di Negara industri dan Negara yang sedang berkembang, tidak mempunyai simpanan besi sama sekali (Karyadi, 1988).

2.4.5 Pengaruh besi terhadap kesehatan

Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengsekresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapat tranfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering kali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Kelebihan Fe dalam tubuh juga menyebabkan kondisi melemah, serta menyebabkan kerusakan hati, jantung, pankreas dan kemungkinan organ lain. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk (Ekojuli, 2009).