

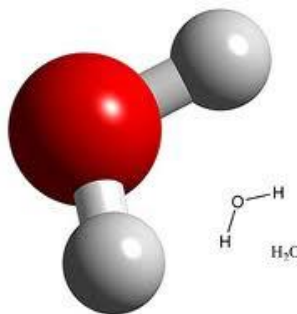
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Air

2.1.1 Pengertian Air

Air adalah zat atau material atau unsur penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, tetapi tidak di planet lain dalam sistem tata surya dan menutupi hampir 71% permukaan bumi. Wujudnya bisa berupa cairan, es (padat) dan uap/gas. Dengan kata lain karena adanya air, maka bumi merupakan satu-satunya planet dalam tata surya yang memiliki kehidupan.



Gambar 2.1 Struktur Air

Manusia dan semua makhluk hidup lainnya membutuhkan air. Air merupakan material yang membuat kehidupan di bumi. Menurut dokter dan ahli kesehatan, manusia wajib minum air putih minimal 2 liter atau 8 gelas perhari maksimum 7% dari berat badan. Flora dan Fauna juga mutlak membutuhkan air. Tanpa air keduanya akan mati. Sehingga dapat dikatakan air merupakan salah satu sumber kehidupan.

Dengan kata lain air merupakan zat yang paling esensial dibutuhkan oleh makhluk hidup.

Kurang lebih 67% atau dua pertiga dari berat manusia adalah air. Dua pertiga dari air ini terdapat dalam sel – sel tubuh dan sepertiga terdapat dalam rongga-rongga yang memisahkan sel tersebut. Dapat dikatakan bahwa air adalah karunia Tuhan Yang Maha Esa (Kodoatie, 2010).

Siklus hidrologi air bergantung pada proses evaporasi dan presipitasi. Air yang terdapat di permukaan bumi berubah menjadi uap air pada lapisan atmosfer melalui proses evaporasi (penguapan) air sungai, danau, dan laut; serta proses evapotranspirasi atau penguapan air oleh tanaman.

Air yang memiliki karakteristik yang khas, tidak dimiliki oleh senyawa kimia yang lain. Karakteristik tersebut adalah air memiliki kisaran suhu, yakni 0°C– 100°C air berwujud cair, penyimpanan panas yang sangat baik, memerlukan panas yang tinggi dalam proses penguapan, pelarut yang baik (Effendi, 2003).

Air tanah merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah ditemukan pada akuifer. Karakteristik utama yang membedakan air tanah dari air permukaan adalah pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang sangat lama, dapat mencapai puluhan bahkan ratusan tahun. Hal ini dikarenakan pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang lama tersebut, air tanah akan sulit untuk pulih kembali jika mengalami pencemaran. Air tanah dapat berasal dari air hujan (presipitasi), baik melalui proses infiltrasi secara langsung ataupun tidak langsung dari air sungai, air danau, rawa dan genangan air lainnya (Effendi, 2003).

Air tanah merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi manusia. Dalam siklus hidrologi, air tanah juga mempunyai peran sebagai salah satu mata rantai yang berfungsi sebagai reservoir yang kemudian melepaskannya secara perlahan ke sungai atau danau, sehingga kesinambungan aliran terjaga. Air tanah mempunyai peran penting karena mudah diperoleh dan kualitasnya relatif baik (Notodarmojo, 2005).

2.1.2 Penggolongan Air

Penggolongan air menurut peruntukannya ditetapkan sebagai berikut :

1. Golongan A : Air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B : Air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.
3. Golongan C : Air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian.
4. Golongan D : Air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, pembangkit listrik tenaga air.

(Permenkes, 1990)

2.1.3 Sumber Air

Air yang diperuntukkan bagi konsumsi manusia harus berasal dari sumber yang bersih dan aman. Batasan – batasan sumber air yang bersih dan aman ini, antara lain :

1. Bebas dari kontaminasi kuman atau bibit penyakit.
2. Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun.
3. Tidak berasa dan tidak berbau.
4. Dapat digunakan untuk mencukupi kebutuhan domestic dan rumah tangga.

5. Memenuhi standar minimal yang ditentukan oleh WHO atas Departemen Kesehatan RI.

Air dinyatakan tercemar bila mengandung bibit penyakit, parasit, bahan-bahan kimia yang berbahaya, dan sampah atau limbah industri. Air yang berada dipermukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi air angkasa (hujan), air permukaan, dan air tanah 3 yaitu :

a. Air Angkasa (Hujan)

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di bumi. Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran yang berlangsung di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas, misalnya, karbon dioksida, nitrogen dan ammonia.

Air hujan merupakan penyubliman awan/uap air menjadi air murni yang ketika turun dan melalui udara akan melarutkan benda-benda yang terdapat di udara. Dalam keadaan murni sangat bersih. Diantara benda-benda yang terkait dari udara ini yaitu :

- 1) Gas (O_2 , CO_2 , H_2 , dan lain-lain)
- 2) Jasad - jasad renik
- 3) Debu

b. Air permukaan

Air permukaan yang meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan ini kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah, maupun lainnya.

c. Air Tanah

Air tanah dibedakan atas dua macam, air lapisan (*layer water*) dan air celah (*fissure water*). Air lapisan adalah air yang terdapat di dalam retak-retak batuan dalam tanah.

Air tanah (*ground water*) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses – proses yang telah dialami air hujan tersebut, didalam perjalanannya ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan. Berdasarkan sifat dapat ditembus atau tidaknya oleh air, lapisan tanah dibedakan menjadi lapisan permeable dan lapisan *impermeable*. Lapisan *permeable* adalah lapisan-lapisan tanah yang dengan mudah dapat dilalui oleh air, misalnya lapisan pasir dan lapisan kerikil. Adapun lapisan *impermeable* adalah lapisan yang sulit ditembus oleh air. Lapisan *impermeable* dibedakan pula menjadi dua macam yakni lapisan kedap air (*aquiclude*) dan lapisan kebal air (*aquifuge*). Lapisan *permeable* yang jenuh akan air disebut lapisan pengandung air atau akuifer.

Air tanah yang terdapat didalam akuifer dibedakan menjadi dua macam, yaitu air bebas (*free water*) dan air terkekang (*confined water*). Air bebas adalah air tanah di dalam akuifer yang tidak tertutup oleh lapisan *impermeable* sedangkan air terkekang ialah air tanah yang didalam akuifer yang tertutup oleh lapisan *impermeable* (Sumantri, 2013).

2.1.4 Kualitas Sumber Air

Pengukuran kualitas sumber air dikelompokkan dalam parameter fisika, kimia, dan biologi.

1. Parameter Fisika

Dari segi fisika air diharapkan jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.

a. Rasa

Kualitas air bersih yang baik adalah tidak berasa. Rasa dapat ditimbulkan karena adanya zat organik/unsur lain yang masuk ke badan air.

b. Bau

Kualitas air yang baik adalah tidak berbau, karena bau dapat ditimbulkan oleh pembusukan zat organik seperti bakteri serta kemungkinan akibat tidak langsung dari pencemaran lingkungan, terutama system sanitasi.

c. Suhu

Secara umum, kenaikan suhu perairan akan mengakibatkan kenaikan aktivitas biologi sehingga akan membentuk O_2 lebih banyak lagi. Kenaikan suhu perairan secara alamiah biasanya disebabkan oleh aktivitas penebangan vegetasi disekitar sumber air tersebut, sehingga menyebabkan banyaknya

cahaya matahari yang masuk tersebut mempengaruhi akuifer yang ada secara langsung atau tidak langsung.

d. Kekeruhan

Kekeruhan dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik atau anorganik, kekeruhan juga dapat mewakili warna. Sedang dari segi estetika kekeruhan air dihubungkan dengan kemungkinan hadirnya pencemaran melalui buangan sedang warna air tergantung pada warna buangan yang memasuki badan air.

e. TDS (*Total Dissolved Solids*)

Adalah bahan padat yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu 103°C-105°C, dalam portable water kebanyakan bahan bakar terdapat dalam bentuk terlarut yang terdiri dari garam anorganik selain itu juga gas-gas yang terlarut. Kandungan total solid dalam portable water biasanya berkisar antar 20 sampai dengan 1000 mg/l dan sebagai satu pedoman akan meningkatnya total solids, disamping itu semua bahan cair jumlah koloid yang tidak larut dan bahan yang tersuspensi akan meningkat sesuai dengan derajat dari pencemaran (Sutrisno,1991). Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan kualitas air minum dalam hal total solids ini yaitu bahwa air akan memberikan rasa tidak enak pada lidah dan rasa mual.

Tabel 2.1 Parameter Fisika Kualitas Air

No.	Tes	Singkatan	Kegunaan
1.	Kekeruhan	NTU	Mengetahui kejernihan air
2.	Padatan (solids) Total Solid Total volatile solids Suspended solids Volatile suspended solids Total dissolved solids (TS-SS) Settleable 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 alam atau sintesis.
4.	Bau	MDTOC	
5.	Temperatur	°C	Untuk menentukan konsentrasi jenuh beberapa unsur gas.

Sumber : (Asmadi, 2011)

2. Parameter Kimia

Kandungan zat atau mineral yang bermanfaat dan tidak mengandung zat beracun.

a. pH (derajat keasaman)

Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan daripada penyimpangan standar kualitas air minum dalam hal pH adalah lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2 hal tersebut dapat dikarenakan beberapa senyawa kimia yang berubah menjadi racun yang sangat mengganggu kesehatan.

b. Kesadahan

Kesadahan ada dua macam yaitu kesadahan sementara dan kesadahan nonkarbonat (permanen). Kesadahan sementara akibat keberadaan kalsium dan magnesium karbonat yang dihilangkan dengan memanaskan air hingga mendidih atau menambahkan kapur dalam air.

c. Besi

Air yang mengandung banyak besi akan berwarna kuning dan menyebabkan rasa logam besi dalam air, serta menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal. Besi merupakan salah satu unsur yang merupakan pelapukan batuan induk yang ditemukan di perairan umum. Batas maksimal yang terkandung didalam air adalah 1,0 mg/l (Permenkes 416/1990)

d. Alumunium

Batas maksimal yang terkandung didalam air menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 82/2001 yaitu 0,2 mg/l. air yang mengandung banyak alumunium menyebabkan rasa yang tidak enak apabila dikonsumsi.

e. Zat organik

Larutan organik yang bersifat kompleks ini dapat berupa unsur hara makanan maupun sumber energy lainnya bagi flora dan fauna yang hidup di perairan.

f. Sulfat

Kandungan sulfat yang berlebihan dalam air dapat mengakibatkan kerak air yang keras pada alat merebus air (ketel).

g. Nitrat dan nitrit

Pencemaran air dari nitrat dan nitrit bersumber dari tanah dan tanaman. Nitrat dapat terjadi baik NO^2 atmosfer maupun dari pupuk yang digunakan dan dari oksidasi NO^2 oleh bakteri dari kelompok nitrobacter.

h. Chlorida

Dalam konsentrasi yang tidak berlebih tidak berbahaya bagi manusia. Chloride dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk desinfektan namun apabila berlebihan dan berinteraksi dengan ion Na^+ dapat menyebabkan rasa asin dan korosi pada pipa air.

i. Zink atau Zn

Batas maksimal zink yang terkandung dalam air adalah 15 mg/l. penyimpangan terhadap standar kualitas ini menimbulkan rasa pahit, sepet, dan rasa mual. Dalam jumlah kecil, zink merupakan unsur yang penting untuk metabolisme, Karena kekeurangan zink dapat menyebabkan hambatan dalam pertumbuhan anak.

Tabel 2.2 Syarat Kualitas Air Bersih Untuk Pemenuhan Kebutuhan Rumah Tangga

No.	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
A. Fisik				
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Kekeruhan	Skala NTU	25	-
3.	Rasa	-	-	Tidak Berasa
4.	Suhu	$^{\circ}\text{C}$	Suhu Udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	
5.	Warna	-	-	-
B. Kimia				
1.	Besi (Fe)	Mg/L	1,0	-
2.	pH	Mg/L	6,5-9,0	Merupakan

				batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH air hujan 5,5
3.	Zink (Zn)	-	15	-
4.	Aluminium (Al)	mg/L	0,2	-
5.	Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	1.500	-
	C. Biologi			-
1.	BOD	mg/L	6	-
2.	COD	mg/L	12	-

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 82/2001

a. Parameter Biologi

Parameter biologi air berhubungan dengan keberadaan populasi mikroorganisme akuatik di dalam air, yang berakibat pada kualitas air. Akibat yang paling penting adalah penyebab penyakit yang ditimbulkan oleh adanya mikroorganisme dalam air. Akibat yang penting lainnya terhadap kualitas air adalah timbulnya rasa dan bau. Mikroorganisme utama yang umum terdapat dalam air adalah bakteri, fungi, ganggang, protozoa, cacing, dll. Parameter biologis diantaranya meliputi :

1) Bakteri *Escherichia coli*

Air minum tidak boleh mengandung bakteri – bakteri penyakit (patogen) seperti bakteri *E. coli*. Batas bakteri *E. coli* dalam air tidak boleh melebihi 1 coli/100 ml air.

2) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan. Misalnya kalium dikromat untuk mengoksidasi bahan – bahan organik yang terdapat dalam air (Nurdijanto, 2000). Kandungan COD dalam air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No 416/1990. Mengenai baku mutu air minum golongan B maksimum yang dianjurkan adalah 12 mg/l. apabila nilai COD melebihi batas dianjurkan, maka kualitas air tersebut buruk.

3) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Adalah jumlah zat terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah bahan-bahan buangan dalam air (Nurdijanto, 2000). Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya tetapi hanya mengukur secara relative jumlah oksigen yang dibutuhkan. Penggunaan oksigen yang rendah menunjukkan kemungkinan air jernih, mikroorganisme tidak tertarik menggunakan bahan organik. Makin rendah BOD maka kualitas air tersebut semakin baik. Kandungan BOD dalam air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No 416/1990 mengenai baku mutu air dan air minum golongan B maksimum dianjurkan adalah 6 mg/l.

2.1.5 Standar Kuantitas Kebutuhan Air Bersih

Air adalah salah satu kebutuhan hidup yang paling penting. Air termasuk sumber alam yang dapat diperbarui, karena secara terus-menerus dipulihkan melalui siklus hidrologi.

Kebutuhan dasar air bersih adalah jumlah air bersih minimal yang perlu disediakan agar manusia dapat hidup secara layak yaitu dapat memperoleh air yang diperlukan untuk melakukan aktivitas dasar sehari-hari (Karsidi,1999) ditinjau dari segi kuantitasnya, kebutuhan air rumah tangga menurut Sunjaya adalah :

- a. Kebutuhan air untuk minum dan mengolah makanan 5 liter/orang perhari
- b. Kebutuhan air untuk higien yaitu untuk mandi dan membersihkan dirinya 25-30 liter/orang perhari
- c. Kebutuhan air untuk mencuci pakaian dan peralatan 25-30 liter/orang perhari
- d. Kebutuhan air untuk pengoperasian dan pemeliharaan fasilitas sanitasi atau pembuangan kotoran 4-6 liter/orang perhari, sehingga total pemakaian perorang adalah 60-70 liter/hari di kota.
- e. Banyaknya pemakaian air tiap harinya setiap rumah tangga berlainan, selain pemakaian air harian yang tidak tetap, banyak keperluan air bagi tiap orang atau setiap rumah tangga itu masih tergantung dari beberapa factor, diantaranya adalah pemakaian air didaerah panas akan lebih banyak dari pada di daerah dingin atau bias juga pemakaian air di musim panas akan lebih banyak dari pada di musim hujan.

2.1.6 Fungsi Air Dan Peran Air Bagi Kehidupan

Air merupakan suatu kebutuhan pokok yang tidak kita pisahkan dengan kehidupan sehari-hari makhluk hidup di dunia. Air merupakan bagian yang esensial bagi makhluk hidup baik hewan, tumbuhan, maupun manusia. Semua makhluk hidup memerlukan air, tanpa air tidak mungkin ada kehidupan. Demikian pula manusia mungkin dapat hidup selama beberapa hari tanpa makan tetapi tidak akan bertahan hidup selama beberapa hari tanpa minum.

Air yang sangat penting bagi kehidupan bukanlah suatu hal yang baru karena telah lama diketahui bahwa tidak satupun kehidupan yang ada di dunia dapat berlangsung terus tanpa tersedianya air yang cukup. Bagi manusia kebutuhan akan air amat mutlak karena sebenarnya zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air yang jumlahnya sekitar 73% dari bagian tubuh.

Dalam usaha mempertahankan kelangsungan hidupnya, manusia berupaya mengadakan air yang cukup bagi dirinya. Akan tetapi banyak kejadian dimana air yang dipergunakan tidak selalu sesuai dengan syarat kesehatan, karena sering ditemui air tersebut mengandung bibit maupun zat-zat tertentu yang dapat menimbulkan penyakit yang justru membahayakan kelangsungan hidup manusia. Padahal dalam menjalankan fungsi kehidupan sehari-hari, manusia sangat bergantung pada air, karena air dipergunakan pula untuk mencuci, mandi, memasak dan lain-lain. Mafaat lain dari air berupa pembangkit tenaga, irigasi, alat transportasi, dan lain sebagainya yang sejenis dengan ini. Semakin maju tingkat kebudayaan masyarakat maka penggunaan air makin meningkat.

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia dengan segala macam kegiatannya, antara lain digunakan untuk:

1. Keperluan rumah tangga, misalnya untuk minum, masak, mandi, mencuci dan pekerjaan lainnya
2. Keperluan umum, misalnya untuk kebersihan jalan dan pasar, pegangkutan air limbah, hiasan kota, tempat rekreasi dan lain-lain.
3. Keperluan industri, misalnya untuk pabrik dan bangunan pembangkit listrik.
4. Keperluan perdagangan, misalnya untuk hotel, restoran, dan lain-lain.
5. Keperluan pertanian dan peternakan.
6. Keperluan pelayaran dan sebagainya.

2.1.7 Fungsi Dan Peran Air Bagi Tubuh Manusia

Tubuh manusia sebagian terdiri dari air, menurut penelitian kira-kira 60-70% dari berat badannya. Untuk kelangsungan hidupnya, tubuh manusia membutuhkan air yang jumlahnya antara lain tergantung berat badan. Untuk orang dewasa kira-kira memerlukan air 2.200 gram setiap harinya.

Kegunaan air bagi tubuh manusia antara lain untuk membantu proses pencernaan, mengatur metabolisme, mengangkut zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan suhu tubuh, dan menjaga jangan sampai tubuh kekeringan. Menurut para ahli kesehatan tubuh membutuhkan air untuk dikonsumsi sebanyak 2,5 liter atau setara dengan 8 gelas setiap harinya. Apabila jumlah air yang dikonsumsi kurang dari jumlah ideal, tubuh akan banyak kehilangan cairan (dehidrasi) yang menyebabkan tubuh mudah lemas, capek dan mengalami gangguan kesehatan bahkan akan mengakibatkan kematian.

Dalam menjaga kebersihan tubuh, diperlukan juga air. Mandi dua kali sehari menggunakan air yang bersih, diharapkan orang akan bebas dari berbagai penyakit. Seperti kudis, dermatitis dan yang disebabkan karena fungi atau jamur. (Asmadi, 2011)

2.2 Tinjauan Tentang Besi

2.2.1 Karakteristik Besi dalam Air

Kehadiran besi pada air tanah yang bersama-sama dengan mangan (Mn), ditandai oleh larutan yang berasal dari batuan dan mineral, oksida-oksida, sulfide, karbonat dan silikat yang mengandung logam-logam ini. Sumber besi yang ada di alam adalah pyrite (FeS_2), hematite(Fe_2O_3), magnetite(Fe_3O_4), limonite($\text{FeO}(\text{OH})$), goethite(HFeO_2), ochre($\text{Fe}(\text{OH})$) dan siderite (FeCO_3) yang mudah larut dalam air.

Besi yang berada di dalam air dapat berbentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau ferri (Fe^{3+}). Pada umumnya besi membentuk senyawa dalam bentuk ferri daripada dalam bentuk ferro, dan membentuk kompleks yang stabil dengan senyawa-senyawa tertentu. Dalam kondisi sedikit basa, ion ferro akan dioksidasi menjadi ion ferri dan akan berikatan dengan hidroksida membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang bersifat tidak larut dan mengendap di dasar perairan berwarna kuning-kemerahan. Sementara dalam kondisi asam dan banyak mengandung karbondioksida akan membuat FeCO_3 larut dan meningkatkan kadar Fe^{3+} di perairan (Effendi, 2003).

2.2.2 Manfaat Zat Besi Bagi Tubuh

Besi yang terdapat didalam air dalam jumlah kecil dibutuhkan oleh tubuh. Manfaat besi (Fe) dibutuhkan untuk produksi hemoglobin yang berfungsi mengantar oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, untuk diekskresikan ke dalam udara pernafasan, sitokrom, dan komponen lain pada sistem enzim pernafasan seperti sitokrom oksidase, katalase, dan peroksidase.

Besi berperan dalam sintesis hemoglobin dalam sel darah merah dan mioglobin dalam sel otot. Kandungan $\pm 0,004\%$ berat tubuh (60-70%) terdapat dalam hemoglobin yang disimpan sebagai feritin di dalam hati, hemosiderin di dalam limfa dan sumsum tulang (Zarianis, 2006).

2.2.3 Dampak Besi

Sekalipun besi (Fe) diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis besar dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengekresi besi (Fe) berlebih sehingga merusak dinding usus, apabila debu besi (Fe) terhirup lalu masuk ke alveoli akan menyebabkan disfungsi paru yang akut, air minum yang mengandung besi (Fe) cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. (Sanjaya, 2012).

Beberapa masalah terkait adanya besi di dalam air menurut (Effendi, 2003) yaitu presipitasi dari logam besi dapat merubah air menjadi keruh berwarna kuning kecoklatan, menyebabkan mikroorganisme berkembang yang dapat mencemari air dan mengganggu dalam sistem distribusi air dalam pipa, keberadaan besi dengan konsentrasi beberapa mg/L saja akan menyebabkan air berasa logam, akibat presipitasi dapat menimbulkan kesukaran pada proses pengolahan air, misalnya dengan metoda

penukaran ion atau destilasi, karena endapan yang terbentuk akan menutupi pertukaran ion atau menimbulkan kerak pada pipa.

Kelarutan besi (Fe) dalam air dipengaruhi oleh:

a. Kedalaman

Kelarutan besi dalam air akan semakin tinggi jika semakin dalam air meresap ke dalam tanah. Besi terlarut dalam bentuk $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$.

b. pH

Nilai pH rendah ($\text{pH} < 7$) akan mempengaruhi kelarutan besi dan logam lain dalam air.

c. Suhu

Peningkatan suhu dalam air akan menyebabkan terjadinya penurunan kadar O_2 dan peningkatan kelarutan besi dalam air.

d. Oksigen (O_2)

Oksigen dapat menyebabkan terjadinya aerasi yang akan mengubah ion Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} . Ion Fe^{3+} ini akan mengendap sehingga akan mengurangi kelarutan besi dalam air.

2.3 Teknologi Pengolahan Besi Dalam Air

Keberadaan zat besi dalam air sumur telah menjadi masalah serius sejak lama. Zat besi yang terlarut di dalam air umumnya berada dalam keadaan bervalensi dua (divalent) atau dalam keadaan ion ferro, keduanya juga sering berada dalam keadaan senyawa dengan zat organik kompleks umumnya lebih sulit untuk dioksidasi dibanding dengan zat besi yang bersenyawa dengan zat organik biasa.

Besi masuk kedalam air oleh karena reaksi biologis pada kondisi reduksi atau anaerobik (tanpa oksigen). Jika air yang mengandung besi dibiarkan terkena udara atau oksigen maka reaksi oksidasi besi akan timbul membentuk endapan atau gumpalan koloid dari oksidasi besi. Endapan koloid ini akan menempel atau tertinggal dalam sistem perpipaan, menyebabkan noda pada cucian pakaian, serta dapat menyebabkan masalah pada sistem pipa distribusi disebabkan karena dapat menyokong tumbuhnya mikroorganisme seperti crenotrix dan clonotrix yang dapat menyumbat perpipaan serta dapat menimbulkan warna serta bau yang tidak enak. Pada konsentrasi rendah zat besi dapat menimbulkan rasa atau bau logam pada air, oleh karena itu untuk air minum kadar zat besi diperbolehkan yakni masing-masing 0,3 mg/l dan 0,05 mg/l (standar US EPA).

2.3.1 Metode Penghilangan Besi Dalam Air

Masalah zat besi di dalam air lebih sering terjadi jika sumber air berasal dari air tanah. Untuk air permukaan masalah zat besi umumnya terjadi jika sumber air yang digunakan berasal dari danau yang kedalamannya cukup tinggi (dalam) atau danau yang telah mengalami eutropikasi dimana terjadi kondisi reduksi atau anaerobic dibagian bawah atau dasar danau. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan terlarutnya kembali endapan senyawa oksida besi yang ada didasar danau, jika sumber air yang digunakan untuk penyediaan air bersih mengandung konsentrasi zat besi lebih besar 0,1 mg/l maka perlu pemilihan cara pengolahan yang sesuai. Untuk penghilangan zat besi di dalam air yang paling sering digunakan adalah dengan cara oksidasi yang diikuti proses pemisahan padatan.

Oksidasi besi yang sering digunakan dalam industri pengolahan air minum antara lain yakni proses aerasi, proses khlorinasi-filtrasi dan proses oksidasi-zeolit (*manganese greensand*).

2.3.2 Oksidasi dengan Oksigen

Salah satu cara untuk menghilangkan besi dalam air yaitu dengan mengontakkan air dan oksigen yang disebut proses aerasi.

2.3.2.1 Aerasi menggunakan Aerator

Penambahan oksigen (Aerasi) adalah salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar dengan tujuan konsentrasi zat pencemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali.

Aerasi dengan menggunakan aerator bertujuan untuk memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen. Cara mengontakkan air limbah dengan oksigen melalui pemutaran baling-baling yang diletakkan pada permukaan limbah, yang mengakibatkan air limbah akan terangkat keatas dan dengan terangkatnya maka air limbah akan mengadakan kontak langsung dengan udara sekitarnya.

Oksigen ditambahkan ke dalama air limbah dengan beberapa cara yaitu memasukkan udara ke dalam air limbah dan memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen. Udara dimasukkan ke dalam air limbah adalah proses memasukkan udara atau oksigen murni ke dalam limbah melalui benda porous atau nozzle. Nozzle diletakkan di tengah-tengah, akan meningkatkan kecepatan berkontaknya gelembung udara tersebut dengan air limbah, sehingga proses pemberian oksigen akan berjalan lebih cepat. Udara yang dimasukkan adalah berasal dari udara luar yang dipompakan ke dalam air limbah oleh pompa. Air dipaksa ke atas untuk berkontak dengan oksigen

adalah cara mengontakkan air limbah dengan oksigen melalui pemutaran baling-baling yang diletakkan pada permukaan air limbah. Akibat dari pemutaran ini, air 10 limbah akan terangkat ke atas dan dengan terangkatnya maka air limbah akan mengadakan kontak langsung dengan udara sekitarnya.

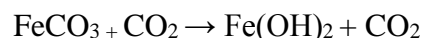
Tujuan proses aerasi yaitu menaikkan jumlah oksigen terlarut di dalam air yang dapat berguna bagi kehidupan. Dalam keadaan teroksida, besi terlarut di air. Bentuk senyawa dengan larutan ion, besi terlarut dalam bentuk Fe^{2+} . Ketika kontak dengan oksigen atau oksidator lain, besi akan teroksidasi menjadi valesi yang lebih tinggi, bentuk ion kompleks baru yang tidak larut ke tingkat yang cukup besar. Oleh karena itu, besi dihilangkan dengan pengendapan setelah aerasi.

Sistem aerasi difusi udara yaitu udara dimasukkan kedalam cairan yang akan diaerasi dalam bentuk gelembung-gelembung yang naik melalui cairan tersebut. Ukuran gelembung bervariasi dari yang besar hingga yang halus, tergantung dari tipe aerator tersebut.

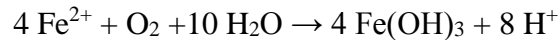
Di dalam proses penghilangan zat besi dengan cara aerasi, adanya kandungan alkalinity, (HCO_3) yang cukup besar dalam air, akan menyebabkan senyawa besi berada dalam bentuk ferro bikarbonat, $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ oleh karena bentuk CO_2 bebas maka lebih stabil daripada (HCO_3) , maka senyawa bikarbonat cenderung berubah menjadi senyawa karbonat.



Dari reaksi tersebut dapat dilihat, jika CO_2 berkurang, maka kesetimbangan reaksi akan bergeser ke kanan dan selanjutnya reaksi akan menjadi sebagai berikut :



Hidroksida besi (valensi 2) masih mempunyai kelarutan yang cukup besar, sehingga jika terus dilakukan oksidasi dengan udara atau aerasi akan terjadi reaksi ion sebagai berikut :



Sesuai dengan reaksi tersebut, maka untuk mengoksidasi setiap 1 mg/l zat besi dibutuhkan 0,14 mg/l oksigen. Pada pH rendah, kecepatan reaksi oksidasi besi dengan oksigen relative lambat, sehingga pada prakteknya untuk mempercepat reaksi dilakukan dengan cara menaikkan pH air yang akan diolah.

2.3.3 Macam-Macam Aerator

Menurut (Asmadi, 2011) beberapa contoh peralatan aerasi yang sering digunakan yakni :

a. Aerator Baki (*Tray Aerator*)

Jenis aerator ini terdiri dari 4 – 8 tray dengan susunan vertical maupun piramida. Dasar tray berlubang-lubang dengan jarak 30-50 cm. melalui pipa berlubang air dibagi merata melalui tray, dari bagian ini percikan air turun dengan kecepatan 0,02 m³/detik per m² permukaan tray. Tetesan air yang menyebar dikumpulkan kembali setiap permukaan tray berikutnya.\

b. *Cascade Aerator*

Pada dasarnya aerator ini terdiri atas 4-6 step, dengan ketinggian tiap step ± 30 cm dengan kecepatan 0,01 m³/detik per m². Dibandingkan dengan jenis tray, aerator jenis cascade ini tempat yang dibutuhkan lebih besar namun, total kehilangan tekanan lebih rendah dan keuntungan lain tidak memerlukan pemeliharaan.

c. *Submerged Cascade Aerator*

Merupakan aerasi tangga meluncur penangkapan udara terjadi pada saat air terjun dari lempengan-lempengan trap yang membawanya masuk ke dalam air yang dikumpulkan ke lempengan di bawahnya. Total ketinggian jatuh $\pm 1,5$ m yang dibagi dalam 3-5 step. Kapasitas peralatan ini antara $0,005-0,5$ m³/detik per m².

d. *Spray Aerator*

Terdiri atas nozel penyemprotan statis, dihubungkan dengan kisi lempengan yang mana air disemprotkan ke udara di sekeliling pada kecepatan 5-7 m/detik. Aliran pada spray aerator dari bawah melalui pipa yang panjangnya ± 25 cm dan diameter 15-30 mm.

e. *Aerator dengan diffuser gelembung (Bubble Aerator)*

Jumlah udara yang dibutuhkan untuk bubble aerator tidak banyak, yaitu sekitar $0,3 - 0,5$ m³. Udara per m³ air dan volume ini dengan sangat mudah untuk ditingkatkan. Udara dialirkan melalui perpipaan yang diletakkan di dasar bak. Aerator ini memiliki prinsip yang sama dengan aerator akuarium.



Gambar 2.2 Aerator aquarium

2.4 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka dan permasalahan yang ada, maka hipotesis yang dikemukakan adalah Ada pengaruh aerasi terhadap kadar Besi (Fe) pada air sumur.