

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Air Bersih

2.1.1 Pengertian air bersih

Air bersih merupakan suatu sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan penyakit, terutama penyakit perut. Untuk keperluan minum maka dibutuhkan air rata-rata sebesar 5 liter/hari, sedangkan secara keseluruhan kebutuhan air di suatu rumah tangga untuk masyarakat Indonesia diperlukan sekitar 60 liter/hari. Air bersih tidak hanya menjadi hal pokok bagi konsumsi dan sanitasi umat manusia, tapi juga untuk produksi barang industri. Air bersih merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi bagi kehidupan makhluk hidup (Joko T, 2010).

Air bersih harus memenuhi aturan yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Berikut mengenai klasifikasi dan kriteria mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) golongan :

1. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.
3. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan

4. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, usaha diperkotaan, industri, dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) (Joko T, 2010).

2.1.2 Kualitas Air

A. Air bersih

Kualitas air bersih untuk menjamin bahwa suatu sistem penyediaan air yang aman, higienis dan baik. Berdasarkan Permenkes RI Nomor: 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air. Syarat- syarat yang digunakan sebagai standar kualitas air antara lain:

1. Persyaratan Fisik Air

Air bersih/minum secara fisik harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Syarat lain yang harus dipenuhi adalah bau, kekeruhan, rasa, suhu, warna.

2. Persyaratan Kimia Air

Air bersih/ minum tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah tertentu yang melampaui batas. Bahan kimia yang dimaksud tersebut adalah bahan kimia yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan.

Beberapa persyaratan kimia tersebut antara lain: pH, Kesadahan total (Total Hardness), Besi, dan zat kimia lainnya.

3. Persyaratan mikrobiologis

- a. Tidak mengandung bakteri patogen, misalnya: bakteri golongan coli; Salmonella typhi, Vibrio cholera dan lain-lain. Kuman-kuman ini mudah tersebar melalui air.

- b. Tidak mengandung bakteri non patogen seperti: Actinomycetes, Phytoplankton coliform, Cladocera dan lain-lain.

4. Persyaratan radioaktifitas

Persyaratan radioaktifitas mensyaratkan bahwa air bersih tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif, seperti sinar alfa, beta dan gamma (Joko T, 2010).

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 (Dafir, 2013).

2.1.3 Manfaat Air Bersih

Bagi manusia kebutuhan akan air sangat mutlak karena sebenarnya zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air yang jumlahnya sekitar 73% dari bagian tubuh. Air di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pengangkut dan pelarut bahan-bahan makanan yang penting bagi tubuh. Tubuh manusia sebagian terdiri dari air, 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 proses pencernaan, metabolisme, mengangkut zat – zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan suhu tubuh, dan menjaga jangan sampai tubuh kekeringan. Apabila

tubuh kehilangan banyak air, maka akan mengakibatkan kematian. Sebagai contoh, penderita penyakit kolera (Sutrisno, 2010).

2.2 Sumber – Sumber Air

Sumber air adalah wadah air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini adalah mata air, sungai, rawa, danau, waduk, dan muara. Berikut ini adalah sumber-sumber air (Joko T, 2010) :

1. Air Laut

Air laut adalah air dari laut atau samudera. Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut

2. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya. Beberapa pengotoran untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, bergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisika, kimia, dan bakteri. Setelah mengalami suatu pengotoran, pada suatu saat air permukaan itu akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri. Udara yang mengandung oksigen atau gas O_2 akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang telah mengalami pengotoran, karena selama dalam perjalanan O_2 akan meresap ke dalam air permukaan.

Air permukaan ada dua macam yaitu :

1. Air sungai

Dalam penggunaannya sebagai kelangsungan hidup, haruslah mengalami suatu pengolahan. Dengan adanya pembusukan kadar zat organik tinggi, maka umumnya kadar Fe dan Mn akan tinggi pula, maka unsur-unsur Fe dan Mn ini terlarut.

2. Air rawa/danau

Kebanyakan air rawa ini berwarna hitam atau kuning kecoklat, hal ini disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang terlarut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat.

3. Air tanah

Air tanah merupakan salah satu sumber daya air yang keberadaannya terbatas dan kerusakannya dapat mengakibatkan dampak yang luas serta pemulihannya sulit dilakukan. Air tanah berasal dari air hujan dan air permukaan.

4. Mata air

Air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah (Joko T, 2010).

2.3 Air sungai

Sungai merupakan sumber daya alam yang bersifat mengalir (flowing resource), sehingga pemanfaatan di hulu dapat menurunkan kualitas air, pencemaran. Menurut PP No. 38 Tahun 2011 tentang Sungai didefinisikan bahwa, sungai merupakan Budidaya Perairan umum dengan pergerakan air satu arah yang terus menerus. Ekosistem sungai merupakan habitat bagi biota air yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya. Sungai juga merupakan sumber air bagi masyarakat yang dimanfaatkan untuk berbagai aktifitas, seperti kebutuhan rumah tangga, pertanian, industri, sumber mineral, dan pemanfaatan lainnya. Kegiatan – kegiatan tersebut bila tidak dikelola dengan baik akan berdampak negatif terhadap sumber daya air, diantaranya adalah menurunnya kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi makhluk hidup (Qurrotul, 2018).

Sungai memiliki tiga bagian kondisi lingkungan yaitu hulu, hilir, dan muara sungai. Ketiga kondisi tersebut memiliki perbedaan kualitas air yaitu :

- a. Pada bagian hulu, kualitas airnya lebih baik, lebih jernih, mempunyai variasi kandungan senyawa kimiawi lebih rendah/ sedikit, kandungan biologis lebih rendah.
- b. Pada bagian hilir berpotensi tercemar jauh lebih besar sehingga kandungan kimiawi dan biologis lebih bervariasi dan cukup tinggi. Pada umumnya diperlukan pengolahan secara lengkap.
- c. Muara sungai letaknya hampir mencapai laut atau pertemuan sungai – sungai lain, arus air sangat lambat dengan volume yang lebih besar, banyak mengandung bahan pelarut, lumpur dari hilir membentuk sungai keruh.



Gambar 2.1 Bersih Surabaya Sumber : (Dok Jurnal, 2015).

2.3.1 Karakteristik Air Sungai

Karakteristik sungai berdasarkan sifat alirannya, dapat dibedakan menjadi 2 macam tipe yaitu (Qurrotul, 2018) :

1. Sungai Permanen/ Perennial, yaitu sungai yang mengalirkan air sepanjang tahun dengan debit yang relatif tetap. Dengan demikian antara musim penghujan dan musim kemarau tidak terdapat perbedaan aliran yang mencolok.
2. Sungai Musiman/ Periodik/ Intermitten, yaitu sungai yang aliran airnya bergantung pada musim. Pada musim penghujan ada alirannya dan musim kemarau sungai kering. Berdasarkan sumber airnya sungai intermitten dibedakan :
 - a. *Spirng fed intermitten river* : sungai yang sumber airnya berasal dari tanah.
 - b. *Surface fed intermetten 10* : sungai yang sumber airnya berasal dari curah hujan atau penciran es.
 - c. Sungai Tidak Permanen/ Ephemeral : sungai tadah hujan yang mengalirkan airnya sesaat setelah terjadi hujan, maka pada waktu tidak hujan sungai tersebut tidak mengalirkan air.

2.3.2 Pencemaran Air Sungai

Pencemaran Air umumnya terjadi oleh tingkah laku manusia seperti oleh zat-zat detergen, asam belerang, dan zat-zat kimia sebagai sisa pembuangan pabrik-pabrik kimia/ industri. Pencemaran air menurut Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor : KEP-02/MENKLH/1998 Tentang Penetapan Baku Mutu Lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air sehingga menyebabkan berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh peruses alam sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau sudah tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (pasal 1). Berikut potret akibat pencemaran yang ada disungai Tambangboyo Kota Surabaya



Gambar 2.2 sungai Tambangboyo sumber : (Dok Pribadi, 2/2019).

Sungai dikatakan tercemar tidak hanya karena tercampur dengan bahan pencemar, melainkan bisa mengandung logam berat atau mengandung bakteri (Qurrotul, 2018).

2.4 Pemanan Air sungai dalam Kehidupan Manusia

Penggunaan air untuk kota dapat dibagi menjadi beberapa kategori. Penggunaan rumah tangga adalah air yang digunakan di tempat-tempat hunian pribadi, rumah-rumah apartemen dan sebagainya untuk minum, mandi penyiraman taman, saniter dan tujuan-tujuan lainnya. penggunaan komersial dan industri adalah air yang dipergunakan oleh badan-badan komersial dan industri. Pada kelompok-kelompok pemukiman kecil, penggunaan komersial dan industri mungkin sangat rendah hingga 40 liter/kapita per hari, tetapi di kota-kota industri besarnya dapat mencapai 0,4 m³/kapita per hari. Penggunaan umum meliputi air yang dibutuhkan untuk pemakaian ditaman-taman umum, bangunan-bangunan pemerintah, sekolah-sekolah, rumah-rumah sakit, tempat peribadatan, penyiraman jalan dan lain-lain. Secara garis besar, penggunaan air dapat dikelompokkan sebagai berikut (Joko, 2010) :

- a. Kebutuhan Air Domestik (Rumah Tangga)
- b. Kebutuhan Air Non Domestik Yaitu penggunaan air oleh badan-badan komersial dan industri-industri.

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

Ada 10 fungsi manfaat air, diantaranya :

1. Air adalah pelarut utama makanan, vitamin, dan mineral; dipergunakan untuk mencegah bahan – bahan tersebut dan metabolismenya serta asimilasinya.
2. Air meningkatkan efisiensi sistem kekebelan di sumsum tulang, termasuk menghadapi kanker.
3. Air membantu menutunkan 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 di buang melalui sistem ekskresi,
7. Air adalah pelumas utama sel sendi dan membantu mencegah rematik serta 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.

(Joko, 2010)

2.5 Proses Pembuatan Tahu

Produksi tahu masih dilakukan dengan teknologi yang sederhana yang sebagian dibuat oleh para pengrajin sendiri dan dalam skala industri rumah tangga atau industri kecil, sehingga tingkat efisiensi penggunaan sumber daya yaitu air dan bahan kedelai dirasakan masih rendah dan tingkat produksi limbahnya sangat tinggi. Industri tahu di Indonesia berkembang pesat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk. Namun di sisi lain industri ini menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan. Industri tahu membutuhkan air untuk pemrosesannya, yaitu untuk proses sortasi, perendaman, pengupasan kulit pencucian, penggilingan, perebusan, dan penyaringan. Industri tahu proses produksinya masih menggunakan cara yang sederhana. Banyak diantara para pengrajin tahu yang belum mengerti akan kebersihan lingkungan sehingga dapat menyebabkan terkontaminasi oleh senyawa - senyawa kimia dan logam, seperti logam Fe, dalam jumlah melebihi batas yang ditetapkan dapat menyebabkan keracunan. Senyawa logam Fe ini kemungkinan berasal dari peralatan yang digunakan dalam proses produksi tahu, seperti loyang atau panci besar yang terbuat dari campuran seng, kuningan dan aluminium (Cahyani Fithry, 2008).



Gambar 2.3 proses pembuatan tahu sumber : (Dok jurnal, 2012).

2.6 Limbah Pabrik Tahu

2.6.1 Pengertian Limbah Tahu

Limbah tahu berasal dari buangan atau sisa pengolahan kedelai menjadi tahu yang terbuang karena tidak terbentuk dengan baik menjadi tahu sehingga tidak dapat dikonsumsi. Limbah tahu terdiri atas dua jenis yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair merupakan bagian terbesar dan berpotensi mencemari lingkungan. Limbah ini terjadi karena adanya sisa air tahu yang tidak menggumpal, potongan tahu yang hancur karena proses penggumpalan yang tidak sempurna serta cairan keruh kekuningan yang dapat menimbulkan bau tidak sedap bila di biarkan.

2.6.2 Limbah Padat Tahu

Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kuliat kedelai, dan benda padat lainnya) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut ampas tahu. Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). sedangkan limbah padat yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang di hasilkan (Nohong, 2010).



Gambar 2.3 Limbah padat tahu sumber : (Dok Jurnal, 2016).

2.6.3 Limbah Cair Tahu

Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan dan pengepresan atau pencetak tahu. Sebagai besar limbah cair dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air didih.



Gambar 2.4 Limbah cair tahu sumber (Dok Pribadi, 2/2019).

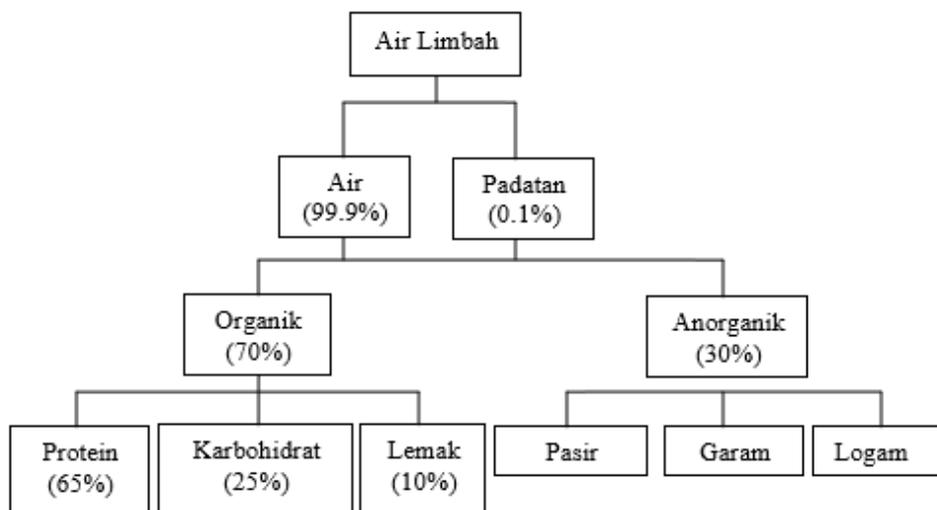
Limbah cair tahu menyerap logam berat karena tahu memiliki kandungan protein tinggi. Protein merupakan senyawa poliamida yang tersusun dari gabungan antara suatu asam amino berupa α -amino dan amino lainnya berupa gugus karboksil yang disebut ikatan peptida. Asam amino ini memiliki suatu sifat yang khas yaitu basa dan gugus karboksil yang bersifat asam dalam suatu molekul yang sama. Asam amino mengalami reaksi asam-basa internal yang membentuk ion dipolar, yang juga disebut *zwitter ion*. Sehingga tahu sebagai penyerap karena mengandung protein yang memiliki daya serap yang membentuk *zwitter ion* (bermuatan dua) (Nohong, 2010).

2.6.4 Karakteristik Limbah

Secara umum karakteristik air buangan dapat digolongkan atas sifat fisika, kimia, biologi. Air buangan industri biasanya hanya terdiri dari karakteristik fisika dan kimia.

Parameter yang digunakan untuk menunjukkan karakter air buangan industri tahu adalah (Nohong, 2010) :

1. Parameter fisika, seperti kekeruhan, suhu, zat padat, bau, dan lain – lain.
2. Parameter kimia, dibedakan tas kimia organik dan kimia anorganik meliputi minyak atau lemak, nitrogen, dan lain-lain. Sedangkan kimia anorganik meliputi : pH, Pb, Ca, Fe, Cu, Na, Sulfur, dan lain-lain.
3. Parameter biologi, mikroorganisme seperti bakteri, jamur, parasit, dan lain-lain.



Gambar 2.5 Bagan Air Limbah sumber : (Kusuma, Th 2012)

2.6.5 Dampak Pencemaran Limbah Tahu

Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, yang akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan karena menghasilkan zat beracun. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan

mencemari sungai dan bila masih digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, kolera, radang usus dan penyakit lainnya (Munir F, 2017).

Limbah merupakan sisa suatu usaha dan/atau kegiatan, limbah berbahaya dan beracun yang disebut dengan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) Berdasarkan Undang – Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) merupakan zat, energi, dan atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan, merusak lingkungan hidup, dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya.

Karakteristik Limbah B3 :

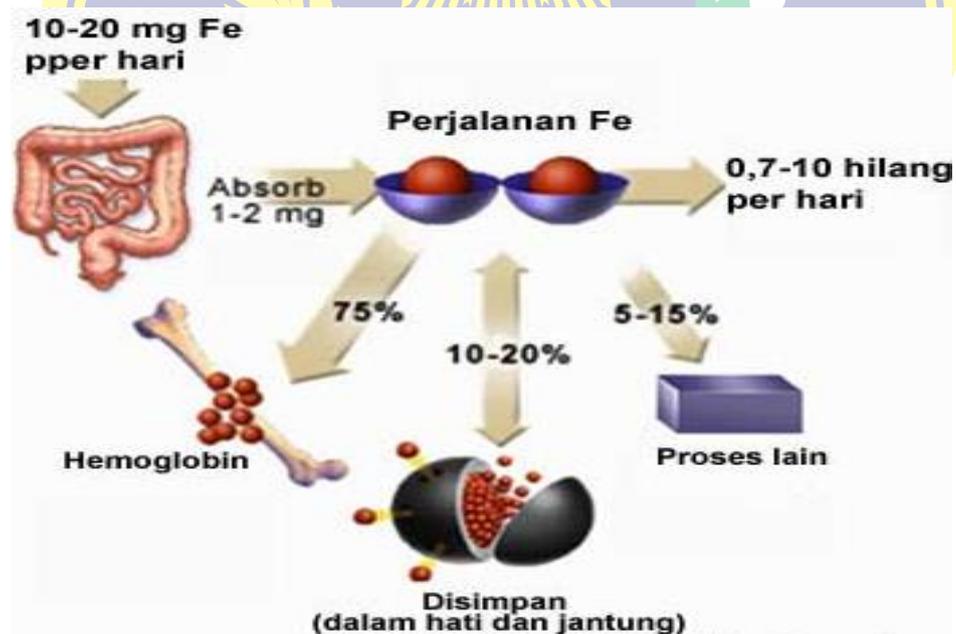
1. Mudah meledak (*Explosive*)
2. Mudah terbakar (*Flammable*)
3. Beracun
4. Menyebabkan infeksi
5. Berbahaya (*Harmful*)
6. Berbahaya bagi lingkungan (*Dangerous to enviroment*)
7. Bersifat korosif (*Corrosive*)

2.7 Tinjauan Tentang Besi (Fe)

Besi (Fe) merupakan logam transisi dan memiliki nomor atom 26. Bilangan oksidasi Fe adalah +3 dan +2. Fe memiliki berat atom 55,845 g/mol, titik leleh 1.538°C, dan titik didih 2.861 °C. Fe menempati urutan sepuluh besar sebagai unsur di bumi. Fe menyusun 5-5,6% dari kerak bumi dan menyusun 35% dari masa bumi.

Fe menempati berbagai lapisan bumi. Kandungan Fe 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. Senyawa ferro dalam air yang sering dijumpai adalah FeO; FeSO₄; FeSO₄.7H₂O; FeCO₃, Fe(OH)₂; FeCl₂ sedangkan senyawa ferri yang sering dijumpai yaitu FePO₄; Fe₂O₃; FeCl₃; Fe(OH)₃ (Dafir 2013).

Fe berada dalam tanah dan batuan sebagai ferioksida (Fe₂O₃) dan ferihidroksida (Fe(OH)₃). Dalam air, besi berbentuk ferobikarbonat (Fe(HCO₃)₂), ferohidroksida (Fe(OH)₂), ferosulfat (FeSO₄) dan besi organik kompleks. Air tanah mengandung besi terlarut berbentuk ferro (Fe²⁺). Jika air tanah dipompakan keluar dan kontak dengan udara (oksigen) maka besi (Fe²⁺) akan teroksidasi menjadi ferihidroksida (Fe(OH)₃). Ferihidroksida dapat mengendap dan berwarna kuning kecoklatan (Jusmanizah, 2011). Air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Kota Surabaya memiliki kandunganbesi (Fe) 1,86 mg/L (Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan 2006).



Gambar 2.8 Proses besi (Fe) dalam tubuh manusia sumber : (Dok Jurnal, Th 2010).

Besi (Fe) merupakan komponen utama dari hemoglobin (Hb), sehingga jika kekurangan Fe maka akan mempengaruhi pembentukan Hb, sel darah merah muda (korpuskula) mengandung Hb dan di produksi dalam sumsum tulang untuk menggantikan sel darah merah yang rusak. Diperkirakan bahwa untuk setiap pria dewasa harus memperoleh sekitar 1 mg Fe/hari untuk menggantikan Fe yang diekskresikan melalui saluran pencernaan, urine, dan kulit. Pada wanita dewasa, darah yang hilang pada waktu menstruasi perlu diganti dengan 1,2-2,2 mg Fe/hari. Pada umumnya manusia memperoleh 10% Fe dari makanan yang diabsorpsi melalui saluran pencernaan, sehingga mereka memperoleh sekitar 10-20 mg Fe/hari.

Tabel 2.1. Rekomendasi Diet Fe per hari yang dibutuhkan manusia.

Kelompok	Umur (tahun)	Fe (mg)
Bayi	0,0 – 0,5	6
	0,0 – 1,0	10
Anak	1 – 3	10
	4 – 6	10
	7 – 10	10
	11 – 14	12
Pria	15 – 18	12
	19 – 24	10
	25 – 50	10
	51 +	10
	11 – 14	15
Wanita	15 – 18	15
	19 – 24	15
	25 – 50	15
	51 +	10
	6 bln pertama	15
Wanita hamil	6 bln pertama	15
menyusui	6 bulan kedua	15

Sumber : (Darmono, 1995).

Fe sangat berperan dalam proses fisiologik dan telah banyak diketahui dalam proses biokimiawi, Fe di dalam tubuh biasanya berikatan dengan protein

yang melibatkan kelompok hemoglobin yaitu rantai asam amino dan ikatan Fe-S, menjadi residu sistein dalam protein ferodoksin.

Sebagian Fe dalam tubuh berikatan dengan protein lain yang mengangkut Fe kedalam jaringan penyimpanan sebagai bentuk ion Fe(III) yang sangat stabil dan tidak terhidroksida. Bentuk Fe yang berada dalam protein darah mempunyai dua ikatan kuat dari Fe(III) ini yang terdiri dari kelompok tirosinat dan fenolat.

Tabel 2.2 ikatan Fe-Protein dan metaloenzim dalam Tubuh Manusia dan Fungsinya.

Protein	Fungsi	Lokasi
Transferin	Transportasi Fe	Darah, susu
Feritin	Penyimpanan Fe	Beberapa lokasi
Hemosiderin Laktiferin	Penyimpanan Fe	Susu

Sumber : (Darmono, 1995).

2.7.1 Sifat – Sifat Besi

1. Sifat fisik besi

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

Tabel 2.3 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 : (Dafir, 2013)

2. Sifat kimia besi

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

Tabel 2.4 Sifat kimia besi

Seri kimia	Logam transisi
Golongan, Periode, Blok	VIIIB, 4, d
Massa atom	55,845 (2) g/mol
Konfigurasi elektron	[Ar] 3d⁶ 4s²
Jumlah elektron tiap kulit	2, 8, 14, 2
Ciri – Ciri Atom	
Bilangan Oksidasi	2, 3, 4, 6 (oksida amfoter)
Elektronegativitas	1,83 (skala Pauling)
Energi ionisasi	Pertama : 762,5 kJ/mol Ke - 2 : 1561,9 kJ/mol Ke - 3 : 2957 kJ/mol
Jari – jari atom	140 pm
Jari – jari atom (terhitung)	156 pm
Jari – jari kovalen	125 pm
Sifat magnetik	ferromagnetik

Sumber : (Dafir, 2013).

2.7.2 Sumber – sumber besi

Pemasukan logam ke dalam lingkungan perairan merupakan kegiatan manusia, air 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 di serap oleh biota perairan, pada konsentrasi tertentu logam – logam itu dapat menjadi sumber racun atau dapat menimbulkan gangguan dalam penggunaannya (Dafir, 2013).

2.7.3 Manfaat besi (Fe) bagi tubuh

Di dalam tubuh manusia terdapat 25% yang tersimpan dalam hati, selebihnya terserak pada sel – sel retikuloendotel dalam sumsum tulang dalam limfa. Besi terdapat dalam semua sel tubuh dan memegang peranan penting pada beragam reaksi biokimia. Besi terdapat dalam enzim-enzim yang bertanggung jawab untuk pengangkutan electron (sitokrom), untuk pengaktifan oksigen

(oksidase dan oksigenase), dan untuk mengangkut oksigen (hemoglobin, mioglobin). Sekitar 3 mg besi terdapat dalam plasma berikatan dengan transferin, dan merupakan protein khusus pengangkut besi. Variasi besi yang banyak disimpan sebagai feritin atau hemosiderin dalam beberapa jaringan dan organ terutama hati, limfa, dan sumsum tulang. Pada laki-laki dewasa, simpanan besi berkisar sekitar 500-1000 mg; sedangkan pada wanita dewasa lebih rendah sekitar 500 mg tidak lebih.

2.7.4 Pengaruh besi (Fe) terdapat kesehatan

Pembentuk sel-sel darah merah merupakan fungsi dari senyawa besi (Fe), dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Jika zat Fe melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan, air yang mengandung Fe dapat menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kadar Fe lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan kondisi melemah, serta menyebabkan kerusakan hati, jantung, pankreas, dan serta kemungkinan terjadi pada organ lain. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk (Ekojuli, 2009)

2.8 Tinjauan Tentang Spectrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometer serapan atom (AAS) merupakan teknik analisis kuantitatif dari unsur-unsur yang pemakaiannya sangat luas di berbagai bidang karena prosedurnya selektif, spesifik, biaya analisisnya relatif murah, sensitivitasnya tinggi (ppm-ppb), dapat dengan mudah membuat matriks yang

sesuai dengan standar, waktu analisis sangat cepat dan mudah dilakukan (Aprilia dkk, 2015).

Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Metode serapan atom hanya tergantung pada perbandingan dan tidak bergantung pada temperatur. Setiap alat AAS terdiri atas tiga komponen yaitu unit teratomisasi, sumber radiasi, sistem pengukur fotometerik. Teknik AAS menjadi alat yang canggih dalam analisis. Ini disebabkan karena sebelum pengukuran tidak selalu memerlukan pemisahan unsur yang ditentukan karena kemungkinan penentuan satu unsur dengan kehadiran unsur lain dapat dilakukan, asalkan katoda berongga yang diperlukan tersedia. AAS dapat digunakan untuk mengukur logam sebanyak 61 logam (Aprilia dkk, 2015)

Sumber cahaya pada AAS adalah sumber cahaya dari lampu katoda yang berasal dari elemen yang sedang diukur kemudian dilewatkan ke dalam nyala api yang berisi sampel yang telah teratomisasi, kemudian radiasi tersebut diteruskan ke detektor melalui monokromator.

2.8.1 Hukum Dasar Spektrofotometri Serapan Atom

Hukum Lambert-Beer menyatakan bahwa besarnya serapan (A) proporsional dengan besarnya konsentrasi (c) dari zat uji. Secara matematis Hukum Lambert-Beer dinyatakan dengan persamaan (Aprilia dkk, 2015).

$$A = \epsilon bc$$

Keterangan :

ϵ = epsilon atau Absorptivitas Molar ($M^{-1}cm^{-1}$)

b = lebar celah (cm)

c = konsentrasi (M)

Hukum Lambert-Beer di atas berlaku pada larutan dengan konsentrasi kurang dari sama dengan 0.01 M untuk sebagian besar zat. Namun, pada larutan dengan konsentrasi pekat maka satu molekul terlarut dapat memengaruhi molekul terlarut lain sebagai akibat dari kedekatan masing-masing molekul pada larutan dengan konsentrasi yang pekat tersebut. Ketika satu molekul dekat dengan molekul yang lain maka nilai Absorptivitas Molar dari satu molekul itu akan berubah atau terpengaruh. Secara keseluruhan, nilai Absorbansi yang dihasilkan pun ikut terpengaruh. Maka, ketika larutan sampel yang memiliki konsentrasinya tinggi, harus mengencerkannya terlebih dahulu sebelum diukur secara spektrofotometri. Secara umum, uji kuantitatif suatu sampel harus memberikan serapan antara 0.2 – 0.8 ppm atau toleransinya 0.1 – 0.9 ppm.

Jika nilai serapan sampel kurang dari persyaratan tersebut, maka tidak bisa menggunakan metode spektrofotometri untuk mengkuantifikasinya. Atau jika nilai serapan sampel lebih dari persyaratan tersebut, maka harus mengencerkan sampel sehingga hasil pengencerannya memberikan serapan pada range nilai serapan yang dipersyaratkan (Aprilia dkk, 2015).



Gambar 2.9 Spektrofotometer serapan atom (AAS)
sumber : (Dok Pribadi, 2/2019)

5.

