

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air Bersih**

Air bersih adalah air yang secara fisik terlihat jernih dan tidak berbau yang digunakan untuk keperluan sehari-hari serta dimasak untuk dijadikan air minum. Air bersih merupakan salah satu jenis sumber daya berbasis yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas mereka sehari-hari dan memenuhi persyaratan (Permenkes, 2017). Batasan-batasan sumber air yang bersih dan aman, 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 rumah tangga.
5. Memenuhi standar minimal yang ditentukan oleh WHO (World Health Organization) atau Departemen Kesehatan RI.

Sumur gali merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu system penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air maka suatu system penyediaan air bersih tidak akan berfungsi (Sutrisno, 2004). Sumur gali sering digunakan oleh masyarakat terutama masyarakat pedesaan sebagai sumber air bersih dikarenakan mudah dan murah dalam pembuatan serta dapat dilakukan oleh masyarakat dengan peralatan sederhana dan biaya yang murah.

## **B. Persyaratan Kualitas Air Bersih**

Air yang layak diminum atau dikonsumsi mempunyai standar persyaratan yaitu persyaratan fisik, kimia, bakteriologis dan radioaktif. Standar kualitas air minum yang digunakan mengacu pada Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua* dan Pemandian Umum.

1. Persyaratan Fisik adalah persyaratan air yang dapat di indera, baik dengan indera penglihatan, penciuman, maupun indera perasa, yaitu :
  - a. Air harus jernih, bersih, tidak berwarna.
  - b. Tidak berbau dan tidak mempunyai rasa apapun.
  - c. Suhu air kira-kira sama dengan suhu ruang, sehingga air bersih tidak terlalu dingin tetapi membawa rasa segar.
2. Persyaratan Kimia adalah persyaratan yang menyangkut kadar atau kandungan zat kimia dalam air. Air bersih tidak boleh mengandung zat-zat yang berbahaya bagi manusia dan tidak menimbulkan korosif pada pipa air bersih. Salah satu zat yang berbahaya bagi manusia adalah kandungan zat besi (Fe) yang kadarnya terlalu tinggi. Konsentrasi besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air bersih adalah sampai dengan 1,0 mg/liter.
3. Persyaratan Mikrobiologi adalah persyaratan yang menyangkut kadar bakteri di dalam air terutama bakteri pathogen. Untuk mengetahui apakah air tersebut terkontaminasi oleh bakteri pathogen adalah dengan cara pemeriksaan sampel air. Bila dari pemeriksaan 100 cc air terdapat kurang

dari 4 bakteri E. Coli maka air tersebut sudah memenuhi syarat kesehatan (Notoatmodjo, 2003).

4. Persyaratan Radioaktif. Air bersih tidak boleh mengandung zat-zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung zat radioaktif seperti sinar alfa, beta dan gamma.

### **C. Besi (Fe) pada Air**

Air merupakan salah satu komponen dalam kehidupan makhluk hidup yang sangat penting. Secara kualitas air harus memenuhi syarat biologi, fisika, kimia dan radioaktifitas. Kadar besi yang melebihi standar akan mengakibatkan air berwarna kecoklatan, berbau amis, dan berasa pahit. Untuk itu kadar besi (Fe) dalam air perlu diturunkan (Sanjaya dan Moerkani, 2011).

Besi atau ferrum (Fe) adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Besi di alam didapat sebagai hematit (Munfiah dkk, 2013). Air sumur gali yang mengandung kadar Fe tinggi secara fisik terlihat lumayan keruh, berbau amis, berwarna kuning dan terdapat partikel melayang-layang serta apabila air ditampung di dalam bak mandi akan terdapat endapan dan noda kuning pada dinding bak, apabila digunakan untuk mencuci akan meninggalkan noda kekuning-kuningan di pakaian putih.

Sifat kimia perairan dari besi adalah sifat redoks, pembentukan kompleks, metabolisme oleh mikroorganisme, dan pertukaran dari besi antara fasa dan fase padat pada besi karbonat, hidroksida, dan sulfide (Achmad, 2004).

Menurut (Joko, 2010), penyebab utama tingginya kadar besi dalam air diantaranya :

1. Potensial hydrogen atau pH air normal yang tidak menyebabkan masalah adalah  $\geq 7$ . Air yang mempunyai pH  $\leq 7$  dapat melarutkan logam termasuk besi.
2. Kenaikan temperatur akan menyebabkan meningkatnya derajat korosif.
3. Adanya gas-gas terlarut diantaranya adalah O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S. Beberapa gas terlarut dalam air tersebut akan bersifat korosif.
4. Tingginya kadar besi dipengaruhi oleh bakteri besi yaitu bakteri yang dalam hidupnya membutuhkan makanan dengan mengoksidasi besi sehingga larut.

#### **D. Masalah karena adanya Besi dalam Air**

Sekalipun Fe diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis yang besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini (Sanjaya dan Moerkani, 2011). Kadar besi yang masih diperbolehkan dalam air bersih yaitu sampai dengan 1,0 mg/liter (Permenkes, 2017).

Menurut (Joko, 2010) apabila kadar besi dalam air melebihi ambang batas tersebut akan menimbulkan masalah, diantaranya :

1. Gangguan kesehatan

Tubuh manusia tidak dapat mengekskresi Fe, sehingga mereka yang sering mendapat transfusi darah warna kulitnya akan berubah menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung banyak besi akan menimbulkan rasa mual dikarenakan rasa tidak enak yang timbul. Dalam

dosis tinggi Fe dalam air minum juga dapat merusak dinding usus yang akan menyebabkan kematian.

## 2. Gangguan fisik

Kadar besi yang tinggi di dalam air akan menimbulkan warna, bau dan rasa.

## 3. Gangguan teknis. Endapan Fe dapat menyebabkan efek-efek yang merugikan antara lain :

- a. Mengotori bak dari seng, wastafel dan kloset.
- b. Bersifat korosif pada pipa dan akan menimbulkan endapan.
- c. Pada baju putih akan menimbulkan noda kekuning-kuningan.

## 4. Gangguan ekonomis

Dampak yang timbul karena adanya kadar besi yang tinggi pada air adalah dikeluarkannya biaya untuk penggantian peralatan yang rusak.

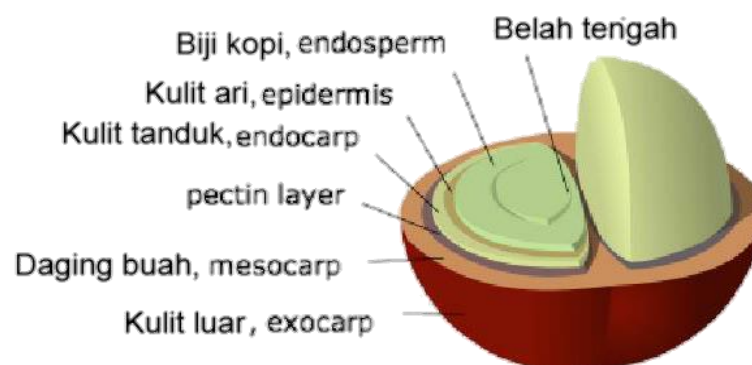
## E. Kopi

Tanaman kopi berasal dari genus *Coffea* dan family *Rubiaceae*. Genus *Coffea* memiliki lebih dari 100 anggota spesies dari jumlah tersebut hanya tiga spesies yang dibudidayakan untuk tujuan komersial, yakni *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, dan *Coffea liberica*. Umumnya tanaman kopi hanya dimanfaatkan bijinya untuk diekstrak sebagai minuman, namun di beberapa tempat ada juga yang mengkonsumsi daunnya dengan cara diseduh seperti daun teh. Pemanfaatan kayu pohon kopi sebagai bahan konstruksi dan mebel jarang dilaporkan. Sebagian besar biji kopi yang diperdagangkan secara global dihasilkan dari tanaman *Coffea*

*arabica* dan *Coffea canephora* dengan nama populer kopi arabika dan kopi robusta.

Cangkang kopi adalah kulit buah yang terbentuk karena proses pengelupasan untuk mendapatkan biji kopi tanpa kulit. Jumlah cangkang kopi sebanyak 55% dari jumlah buah kopi yang dihasilkan (Adeko, 2018). Menurut (Saisa, 2018) cangkang kopi mengandung 65,2% serat selulosa sebagai bahan pendukung penyerap logam, dengan kandungan tersebut cangkang kopi dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi kadar Fe dalam air.

Kandungan senyawa aktif yang ada pada cangkang kopi yaitu tannin 1,8-8,56%, pektin 6,5%, kafein 1,3%, asam klorogenat 2,6%, asam kafeat 1,6% (Corro dan Rosas, 2013). Cangkang kopi diharapkan mampu menyerap logam berat khususnya Fe (besi). Keunggulan dari cangkang kopi sebagai bahan dasar arang aktif adalah mudah didapatkan dan akan lebih bermanfaat dengan dijadikan arang aktif daripada hanya dijadikan pupuk atau dibuang ke lingkungan.



Sumber : (Natawidjaya, 2012)

Gambar 1. Struktur Buah Kopi

## F. Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa *amorf* yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya absorpsi yang tinggi. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100 % terhadap berat karbon aktif (Darmawan, 2008). Bentuk-bentuk karbon aktif :

### 1. Karbon aktif bentuk serbuk

Karbon aktif berbentuk serbuk dengan ukuran lebih kecil dari 0,18 mm. Terutama digunakan dalam aplikasi fasa cair dan gas. Biasanya digunakan pada industri pengolahan air minum, industri farmasi, bahan tambahan makanan, penghalus gula, pemurnian glukosa dan pengolahan zat pewarna kadar tinggi.

### 2. Karbon aktif 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.

### 3. Karbon aktif bentuk pellet

Karbon aktif berbentuk pellet dengan diameter 0,8-5 mm. Kegunaan utamanya adalah untuk aplikasi fasa gas karena mempunyai tekanan rendah, kekuatan mekanik tinggi dan kadar abu rendah. Biasanya digunakan untuk pemurnian udara, control emisi, tromol otomotif, penghilang bau kotoran dan pengontrol emisi pada gas buang.

Bentuk pori karbon aktif bervariasi yaitu berupa : silinder, persegi panjang, dan bentuk lain yang tidak teratur. Gugus fungsi dapat terbentuk pada karbon aktif ketika dilakukan aktivasi, yang disebabkan terjadinya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen, yang berasal dari proses pengolahan ataupun atmosfer. Pemakaian arang aktif pada berbagai industri diantaranya adalah industri makanan, industri pengolahan air minum, industri minuman, industri obat, industri pengolahan limbah cair, industri plastik, industri gas alam cair, industri refinery, industri pengolahan emas dan mineral, mendaur ulang pelarut, industri perikanan, industri gula dan glukosa, industri minyak goreng dan industri karet.

#### **G. Adsorpsi**

Menurut Arifin dan Ramli dalam (Rahayu, 2002), adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan bahan penyerap, dan yang menjadi dasar untuk proses adsorpsi adalah daya tarik menarik Van Der Waals dan daya tarik menarik elektrositas Coulomb. Fenomena adsorpsi ini disebabkan oleh :

1. Adanya interaksi antara molekul-molekul komponen dengan permukaan bahan penyerap dimana gaya-gaya Van Der Waals bekerja.
2. Adanya gaya tarik menarik Coulomb, yang prinsip kerjanya karena adanya perbedaan muatan positif dan negatif.

Adsorpsi banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Adapun contohnya adalah pada saat proses penjernihan air, pemutihan gula,



kromatografi, dan dalam bentuk kosmetik, seperti ammonium klorida yang digunakan untuk bahan deodorant yang berfungsi mengadsorpsi protein dalam keringat sehingga menghambat produk kelenjar keringat (Underwood, 1986).

Adsorpsi diklasifikasikan menjadi dua yaitu adsorpsi fisika dan kimia. Pada adsorpsi fisika memiliki energi adsorpsi yang lebih tinggi ( $>20$  kJ/mol). Dalam adsorpsi kimia, molekul adsorbat dan adsorben membentuk system homogeny, sedangkan dalam adsorpsi fisika, adsorbat dan adsorben dapat dianggap sebagai dua system individu (Abriagni, 2011). Mekanisme yang terjadi pada proses adsorpsi yaitu :

1. Molekul-molekul adsorben berpindah dari fase bagian terbesar ke permukaan antara adsorben yaitu lapisan film yang melapisi permukaan adsorben.
2. Molekul-molekul adsorben berpindah dari permukaan antara adsorben ke permukaan luar.
3. Molekul-molekul adsorbat berpindah dari permukaan luar adsorben, dimana molekul tersebut menyebar menuju pori-pori adsorben.
4. Molekul-molekul adsorbat menempel pada permukaan pori-pori adsorben.

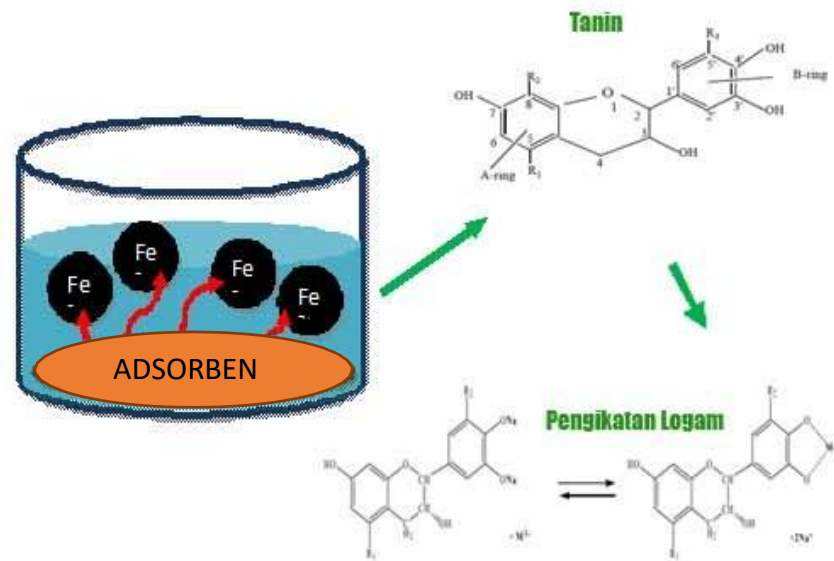
Adsorben adalah zat dengan dengan luas permukaan dalam yang sangat besar. Adsorben dapat berupa zat padat maupun zat cair. Adsorben padat diantaranya adalah silika gel, alumina, platina halus, selulosa, dan arang aktif. Adsorbat dapat berupa zat padat, zat cair, dan gas. Zat pengadsorpsi (adsorbent) adalah material yang sangat berpori. Lokasi proses adsorpsi terjadi pada dinding-dinding pori- pori atau letak-letak tertentu dalam partikel

adsorben. Karena pori-pori itu biasanya sangat kecil, luas permukaan dalam menjadi beberapa orde lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan berat molekul atau karena perbedaan polaritas menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan itu lebih erat daripada molekul-molekul lainnya.

#### **H. Adsorben**

Adsorben adalah bahan padat dengan luas permukaan dalam yang sangat besar. Permukaan yang luas ini terbentuk karena banyaknya pori-pori yang halus pada padatan tersebut. Disamping luas spesifik dan berdiameter pori, distribusi ukuran partikel maupun kekerasannya merupakan data karakteristik yang penting dari suatu adsorben (Asip, 2008).

Keberhasilan adsorben arang aktif cangkang kopi dalam menurunkan kadar besi dalam air salah satunya karena terdapatnya tannin yang terkandung cukup besar di dalam cangkang kopi yaitu 1,8-8,56%. Senyawa tannin merupakan kandungan kimia pada cangkang kopi yang dapat menyerap ion logam berat, merupakan substansi yang tersebar luas dalam tanaman, seperti daun, buah, batang dan kulit kayu. Mekanisme tersebut dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut :

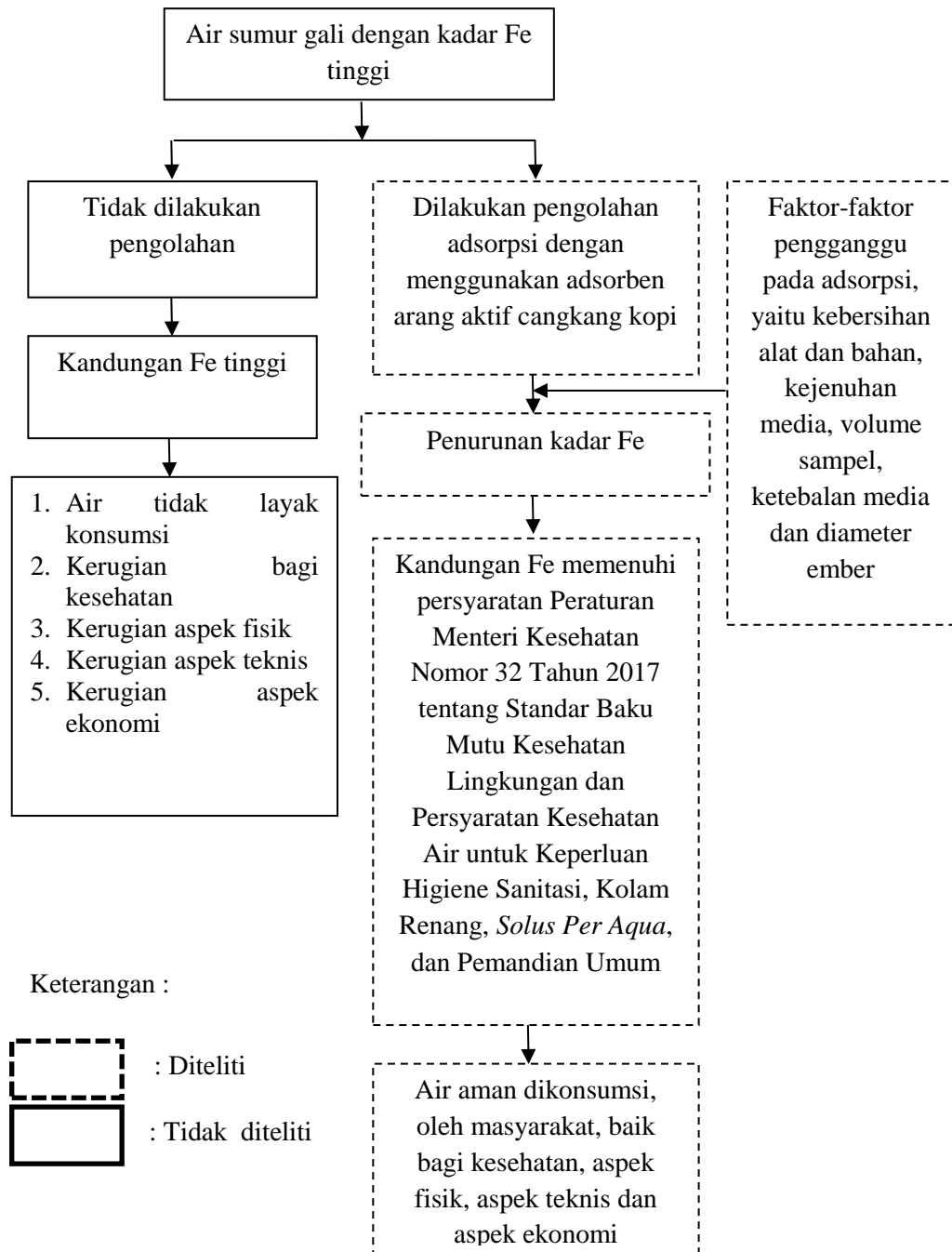


Sumber : (Permana, 2014)

Gambar 2. Mekanisme Penurunan Kadar Fe oleh Tanin

Terjadinya pertukaran ion antara logam besi yang ada di dalam air dengan gugus yang ada pada tannin sehingga logam berat terikat pada arang aktif cangkang kopi dan membentuk kompleks Fe-tannin (Permana, 2014).

## I. Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep

## **J. Hipotesis**

### 1. Hipotesis Mayor

Ada kualitas air bersih yang memenuhi persyaratan setelah perlakuan adsorpsi menggunakan arang aktif cangkang kopi.

### 2. Hipotesis Minor

a. Ada penurunan kadar Fe dalam air sumur gali setelah perlakuan adsorpsi menggunakan arang aktif cangkang kopi.

b. Adanya lama waktu adsorben cangkang kopi yang dibutuhkan untuk menurunkan Fe pada air sumur gali agar memenuhi syarat.