

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air**

##### **1. Pengertian Air**

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup terutama manusia. Hampir semua kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan air, mulai dari membersihkan diri, makan dan minum sampai dengan aktivitas-aktivitas lainnya. Tubuh manusia terdiri dari 60–70% air. Transportasi zat-zat makanan dalam tubuh semuanya dalam larutan dengan bentuk larutan dengan pelarut air (Achmad, 2004).

Air merupakan sumber daya yang mutlak diperlukan untuk kehidupan. Berdasarkan kegunaannya, diharapkan kualitas air yang digunakan masih memenuhi batas-batas toleransi kriteria kualitas air yang layak untuk digunakan (Effendi, 2013).

##### **2. Kegunaan Air**

Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit. Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu per hari berkisar antara 150-200 liter atau 35-40 galon (Chandra, 2006).

Kebutuhan air bersih masyarakat di desa kebanyakan masih bergantung pada sumber alami, salah satunya yaitu mata air. Berdasarkan kepentingannya adalah air yang bersih yang dapat dikonsumsi secara langsung maupun tidak langsung. Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum. Masalah utama yang dihadapi saat ini oleh sumber daya air meliputi kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus-menerus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun (Effendi, 2003).

### 3. Pengertian Sumur Gali

Sumur gali dibuat dengan menggali tanah sampai kedalaman tertentu, umumnya tidak terlalu dalam sehingga hanya mencapai air tanah dilapisan atas. Air yang diperoleh sering susut pada musim kemarau, sehingga secara kuantitatif sulit untuk menjamin kontinuitasnya. Cara untuk menghindari kontaminasi dari permukaan maka dibuat pengaman yang disebut bibir sumur yang kedap air diatas permukaan lantai sumur (*slab*), sampai kedalaman 10 *feet* dari permukaan tanah, dinding sumur dibuat kedap air, yang berperan sebagai penahan agar air permukaan yang mungkin meresap ke dalam sumur telah melewati lapisan tanah sedalam 10 *feet*, sehingga mikrobial yang mungkin ada didalamnya telah tersaring dengan baik. Kontaminasi akan jauh dapat ditekan lagi dari sumber pencemar seperti debu, serangga, binatang kecil, burung, air hujan dan

kontaminasi karena penamilan air dengan timba, yaitu dengan melindungi sumur dengan menutupnya dan melengkapinya dengan pompa untuk pengambilan airnya.

#### 4. Jenis Sumur Gali

Sumur merupakan sumber utama penyediaan air bersih bagi penduduk yang tinggal di daerah pedesaan maupun di perkotaan Indonesia. Secara teknis sumur dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

##### a. Sumur dangkal (*swallow well*)

Sumur semacam ini memiliki sumber air yang berasal dari resapan air hujan di atas permukaan bumi terutama di daerah dataran rendah. Jenis sumur ini banyak terdapat di Indonesia dan mudah terkontaminasi air kotor yang berasal dari kegiatan mandi cuci kakus (MCK) sehingga persyaratan sanitasi yang ada perlu sekali diperhatikan.

##### b. Sumur dalam (*deep well*)

Sumur ini memiliki sumber air yang berasal dari proses purifikasi alami air hujan oleh lapisan kulit bumi menjadi air tanah. Sumber airnya tidak terkontaminasi dan memenuhi persyaratan sanitasi.

#### 5. Persyaratan Air Minum

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Minum, air minum harus memenuhi syarat sebagai berikut :

a. Syarat fisik :

Syarat fisik adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur kadar kualitas air yang berhubungan dengan sifat fisik air. Secara fisik air untuk kebutuhan rumah tangga harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (tawar).

- 1) Warna dipersyaratkan dalam air minum untuk masyarakat karena pertimbangan estetika. Ada dua macam warna pada air yaitu *apparent color* dan *true color*. *Apparent color* ditimbulkan karena adanya berbagai benda atau zat tersuspensi dari bahan organik, hal ini lebih mudah diatasi atau dihilangkan dibanding dengan warna yang kedua. *True color* adalah warna yang ditimbulkan oleh zat yang bukan organik. Skala yang digunakan untuk mengukur warna adalah skala TCU (*True Color Unit*). Kadar maksimum yang diperbolehkan untuk air minum adalah 15 TCU dan air bersih tidak melebihi 50 TCU.
- 2) Kekeruhan dalam air dengan kadar maksimum 25 NTU.
- 3) Tidak berbau dan tidak berasa.
- 4) Suhu air (air bersih maupun air minum) sebaiknya sama dengan suhu udara. Tetapi masih diperkenankan berbeda  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  dibanding suhu udara saat pengukuran.

b. Syarat kimia :

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang

telah ditetapkan. Air minum tidak mengandung garam atau ion-ion logam seperti Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, D, dan Cr (Kusnaedi, 2010).

c. Syarat bakteriologis :

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali dan tidak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan *Coli* melebihi batas yang telah ditentukan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Minum, yaitu 0 *Coli*/100 ml air, tidak mengandung bakteri *Salmonella thypi*, dan *Vibrio cholera*. Air minum juga tidak mengandung bakteri non patogen seperti *Actinomyces*, *dadocera*.

d. Syarat Radiologis :

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan sinar  $\alpha$  melebihi 0,1Bq/l (*Bequerel/liter*), aktivitas  $\beta$  melebihi 1,0 Bq/l.

## **B. Besi (Fe) dalam Air**

### 1. Pengertian Besi (Fe) dan Sifat Kimianya

Besi adalah logam yang dihasilkan dari bijih besi, dan jarang dijumpai dalam 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 yaitu campuran beberapa logam dan bukan logam, terutama karbon.

Besi memiliki simbol (Fe) dan merupakan logam berwarna putih keperakan. Besi di dalam susunan unsur berkala termasuk logam golongan VIII, berat atom  $55,85 \text{ g.mol}^{-1}$ , nomor atom 26, berat jenis  $7.86 \text{ g.cm}^{-3}$  dan umumnya mempunyai valensi 2 dan 3 (selain 1,4,6) (Eaton et al, 2005 dalam penelitian Ibrahim, 2016).

Air yang tinggi kandungan besinya bila bersentuhan dengan udara menjadi keruh, berbau dan tidak menyenangkan untuk dikonsumsi. Kekeruhan dan warna kuning terbentuk karena oksidasi besi (II) menjadi besi (III) berupa endapan koloid berwarna kuning. Karena oksidasinya berlangsung perlahan terutama pada  $\text{pH} < 6$  maka pembentukan dan pengendapan  $\text{Fe(OH)}_3$  atau  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  berlangsung sangat lambat. Selain penampilannya yang tidak menyenangkan, air yang tinggi kandungan besinya mempunyai rasa yang tidak enak. Konsentrasi unsur besi yang melebihi  $\pm 2 \text{ mg/L}$  akan menimbulkan noda-noda pada peralatan dan bahan yang berwarna putih (Kacaribu, 2008).

Dilihat dari aspek biologi, logam dibagi atas 3 kelompok, yaitu logam ringan, logam transisional dan metalloid. Besi (Fe) termasuk dalam kelompok logam transisional, logam transisional adalah logam yang esensial pada konsentrasi rendah, tetapi dapat menjadi toksik pada konsentrasi tinggi, misalnya Fe, Cu, Co dan Mg (Kacaribu, 2008).

## 2. Pencemaran (Fe) terhadap Lingkungan

Air tanah dapat terkontaminasi dari beberapa sumber pencemar. Sumber utama kontaminasi air tanah adalah kebocoran

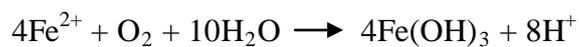
bahan kimia organik dari penyimpanan bahan kimia dalam bunker yang disimpan dalam tanah, dan penampungan limbah industri yang ditampung dalam kolam besar diatas atau di dekat sumber air.

Persyaratan bagi masing-masing standar kualitas air masih perlu ditentukan oleh 4 (empat) aspek yaitu : persyaratan fisik, kimia, biologis, radiologis. Persyaratan fisik ditentukan oleh faktor-faktor kekeruhan, warna, bau maupun rasa. Persyaratan kimia ditentukan oleh konsentrasi bahan-bahan kimia seperti Arsen, Klor, Tembaga, Sianida, Besi dan sebagainya. Persyaratan biologis ditentukan baik oleh mikroorganisme yang patogen, maupun yang non patogen.

Air sumur merupakan salah satu sumber air yang sering digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Sumber air yang letaknya dekat dengan tempat pembuangan limbah, seperti limbah pabrik atau selokan yang mengandung banyak logam berat, bakteri, virus ataupun parasit membuat air menjadi tercemar. Besi merupakan logam yang banyak mencemari air, dan dapat menyebabkan penyakit jika kita terlalu banyak mengonsumsi air tersebut. Namun jika air tersebut memiliki kadar ion Fe tinggi ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) yaitu 5 - 7 mg/l sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dipergunakan, karena telah melebihi standar yang telah ditetapkan Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Minum, standar kualitas untuk logam besi (Fe) kadar

maksimum yang diperbolehkan adalah 0,3 mg/L. Besi terlarut dapat berbentuk senyawa tersuspensi, sebagai butir koloida seperti Fe(OH)<sub>3</sub>, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan lain-lain. Konsentrasi besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air bersih adalah sampai dengan 1 mg/l.

Dengan rumus kimia :



Hal ini yang menyebabkan air menjadi keruh. Pada pembentukan besi (III) oksidasi terhidrat yang tidak larut menyebabkan air berubah menjadi abu-abu. Besi (II) dapat menjadi jenis yang sangat stabil yang larut dalam sumber air yang kekurangan oksigen. Ion Fe(OH)<sub>2</sub> dapat terjadi dalam perairan yang bersifat basa, tetapi jika ada CO<sub>2</sub> maka terbentuk FeCO<sub>3</sub> yang tidak larut. Besi (II) dapat membentuk kompleks yang stabil dengan zat organik yang larut dalam air. Dalam perairan dengan pH rendah, kedua ion ferro dan ferri dapat ditemukan.

### 3. Masalah yang ditimbulkan karena adanya besi (Fe) dalam air

Menurut Joko (2010), konsentrasi besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air bersih adalah sampai dengan 1,0 mg/l. Apabila konsentrasi besi terlarut dalam air melebihi batas tersebut akan menyebabkan berbagai masalah, diantaranya :

#### a. Gangguan teknis

Endapan Fe(OH)<sub>3</sub> dapat menyebabkan efek-efek yang merugikan seperti:

- 1) Mengotori bak dari seng, wastafel dan kloset.
- 2) Bersifat korosif terhadap pipa terutama pipa GI dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga mengakibatkan pembuntuan.

b. Gangguan fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, rasa. Air minum akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terlarutnya  $>0,3$  mg/l.

c. Gangguan kesehatan

Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan besi sebanyak 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi jika melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh akan menimbulkan masalah kesehatan, yaitu tubuh manusia tidak dapat mensekresi Fe.

Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual bila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian seringkali disebabkan oleh rusaknya dinding usus. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan iritasi pada mata dan kulit. Selain itu, menyebabkan air berbau busuk. Warna, bau, dan rasa merupakan gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air. Pada hemokromtosis primer besi disimpan dalam jumlah yang

berlebihan. Feritin yang memiliki kadar besi tinggi berada dalam keadaan jenuh, sehingga kelebihan mineral ini akan disimpan dalam bentuk kompleks dengan mineral lain yaitu *hemosiderin*. Mengakibatkan sirosis hati dan kerusakan pankreas sehingga menimbulkan diabetes. Hemokromatis sekunder terjadi karena transfusi yang berulang-ulang. Dalam keadaan ini besi masuk ke dalam tubuh sebagai hemoglobin dari darah yang ditransfusikan dan kelebihan besi ini tidak disekresikan

d. Gangguan ekonomis

Gangguan ekonomis yang ditimbulkan adalah tidak secara langsung melainkan karena akibat yang ditimbulkan oleh kerusakan peralatan sehingga diperlukan biaya untuk penggantian.

4. Cara Menurunkan Besi (Fe) dalam Air

a. Aerasi

Aerasi adalah sistem oksigenasi melalui penangkapan  $O_2$  dari udara pada air olahan yang akan diproses. Pemasukan oksigen ini bertujuan agar  $O_2$  diudara dapat bereaksi dengan kation yang ada di dalam air olahan. Reaksi kation dan oksigen menghasilkan oksidasi logam yang sukar larut dalam air sehingga dapat mengendap. Proses aerasi ini untuk menurunkan kadar besi (Fe), kation  $Fe^{2+}$  bila disebarkan ke udara akan membentuk

oksida  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Proses aerasi harus diikuti dengan proses filtrasi atau pengendapan (Kusnaedi, 2010).

b. Filtrasi

Penyaringan atau filtrasi merupakan proses pemisahan padatan yang terlarut di dalam air. Pada proses ini, filter berperan memisahkan air dari partikel-partikel padatan hal ini juga bertujuan mendapatkan air yang jernih. Media yang digunakan untuk bahan filter memiliki syarat, yaitu pori-pori yang berukuran sesuai dengan ukuran padatan yang akan disaring dan tahan lapuk. Bahan-bahan yang biasa digunakan sebagai media filter antara lain pasir, ijuk, arang, kerikil, dan batu (Sujana, 2006).

Menurut Sujana (2006) tujuan dan manfaat dari filtrasi adalah berikut :

1) Tujuan Filtrasi

- a) Memanfaatkan air kotor atau limbah untuk bisa digunakan kembali.
- b) Mengurangi resiko meluapnya air kotor dan limbah.
- c) Mengurangi keterbatasan air bersih dengan membuat filtrasi air.
- d) Mengurangi penyakit yang diakibatkan oleh air kotor.
- e) Membantu pemerintah untuk menggalakan program alternatif perolehan air bersih secara alami dan ramah lingkungan.

## 2) Manfaat filtrasi

- a) Air keruh yang digunakan bisa berasal dari mana saja, misalnya sungai, rawa, telaga, sawah, sawah, dan air kotor lainnya.
- b) Dapat menghilangkan bau yang tidak sedap pada air yang keruh.
- c) Dapat mengubah warna air yang keruh menjadi lebih bening.
- d) Menghilangkan pencemar yang ada dalam air atau mengurangi kadarnya agar air dapat dilayak untuk minum.
- e) Cara ini berguna untuk desa yang masih jauh dari kota dan tempat terpencil.

Filtrasi merupakan proses pemisahan antara padatan/koloid dengan cairan. Proses penyaringan bisa merupakan proses awal (*primary treatment*) atau penyaringan dari proses sebelumnya. Penyaringan air olahan yang mengandung padatan beragam dari ukuran besar sampai kecil/halus, dilakukan dengan cara membuat saringan bertingkat, yaitu saringan kasar, saringan sedang, sampai saringan halus. Bahan untuk penyaringan kasar dapat terbuat dari batu kerikil, batu bara, karbon aktif, sedangkan penyaringan yang berbahan kain polister atau pasir (Kusnaedi, 2010). Secara garis besar kemampuan filtrasi dapat dibedakan :

### 1. Saringan pasir cepat (*Rapid Sand Filter*)

Saringan pasir cepat mempunyai kecepatan 40 kali kecepatan saringan pasir lambat, dapat dicuci dan dapat digunakan koagulan kimia, sehingga efektif untuk pengolahan air dengan kekeruhan yang tinggi. Pada saringan pasir cepat, biasanya digunakan pasir sebagai medium, tetapi prosesnya berbeda dengan pasir lambat. Hal ini disebabkan karena digunakan butiran yang lebih besar atau kasar, dengan ukuran efektif butiran berkisar 0,4-1,2 mm dan kecepatan filtrasi lebih tinggi biasanya antara 5-15  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$ .

### 2. Saringan pasir lambat (*Slow Sand Filter*)

Saringan pasir lambat merupakan saringan air yang dibuat dengan menggunakan lapisan pasir pada bagian atas dan kerikil pada bagian bawah. Saringan pasir lambat didesain dengan kecepatan penyaringan lambat, namun dapat menyaring zat-zat pengotor hingga diameter yang lebih kecil dibandingkan dengan saringan pasir cepat. Sistem pencuciannya dengan cara scraping lapisan atas, namun memakan waktu hingga 1-2 bulan. Luas permukaan lebih besar dibandingkan dengan penyaringan pasir cepat (Joko, 2010).

Saringan pasir lambat terutama pasir lambat sesuai dengan namanya hanya mempunyai kemampuan menyaring relatif kecil yaitu  $0,1-0,3 \text{ m}^3/\text{jam}$  atau  $2-7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$  karena ukuran butiran pasirnya halus (ukuran efektif kira-kira  $0,2 \text{ mm}$  dan air bakunya mempunyai kekeruhan dibawah  $10 \text{ NTU}$  agar saringan dapat berjalan dengan baik. Media filtrasi yang biasanya digunakan adalah sebagai berikut :

a) Pasir

Pasir berfungsi untuk mengendapkan atau menyaring kotoran yang masih lolos dari proses filtrasi sebelumnya. Media pasir adalah media yang sering digunakan dalam penyaringan. Hal ini dikarenakan pasir sangat mudah didapatkan dan baik untuk dijadikan filter pada suatu instalasi pengolahan air. Pasir yang digunakan dalam proses penyaringan sebaiknya mempunyai sifat penyaringan yang baik, bahan yang keras, tahan lama, serta bebas dari kecurahan, dan tidak larut dalam air. Pasir untuk menghilangkan bahan yang tercampur, terutama pasir homogen. Diameter pasir  $0,35 - 0,55 \text{ mm}$  memberikan hasil yang baik bagi penyaringan. Kecepatan pada saringan pasir lambat antara  $1,0 \text{ m/jam}$ . Ketebalan untuk saringan pasir lambat  $1,0 - 1,5 \text{ m}$ . Selain pasir

diperlukan gravel (koral) sebagai pelengkap dari sistem penyaringan.

b) Arang Aktif

Arang aktif bentuk granular/tidak beraturan dengan ukuran 0,2 -5 mm. Arang aktif berfungsi untuk menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, bau, serta menghilangkan kandungan besi (Fe), menghilangkan sedikit mangan (Mn) dan warna kuning pada air tanah atau sumber air lainnya. Dalam proses penyaringan karbon aktif terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Apabila seluruh permukaan karbon aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka harus diganti dengan karbon aktif yang baru (Juniarto, 2013)

### C. Kulit Pisang

1. Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata balbisiana C.*)

Kulit pisang adalah bagian dari buah pisang yang fungsinya untuk melindungi daging. Kulit pisang memiliki kandungan vitamin C, B, kalsium, protein dan juga lemak yang cukup baik. Selain itu, kulit pisang menyimpan tegangan tenaga listrik. Kandungan tenaga listrik yang ada pada kulit pisang bisa dimanfaatkan untuk menggantikan tenaga batu baterai (Mashur, 2011).

Pisang kepok (*Musa acuminata balbisiana* C.) merupakan produk pisang yang cukup prospektif dalam pengembangan sumber pangan lokal karena pisang dapat tumbuh di sembarang tempat sehingga produksi buahnya selalu tersedia, kulit buah kuning kemerahan dengan bintik-bintik coklat dan ada juga yang berwarna hijau (Hawwet *et al*, 2011).



Gambar 1. Buah Pisang Kepok

Berikut adalah klasifikasi dari buah pisang kepok (*Musa acuminata balbisiana* C.) :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Filum	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Zingiberales</i>
Famili	: <i>Zingiberraceae</i>
Genus	: <i>Musa</i>
Spesies	: <i>Musa acuminata balbisiana</i> C

Tabel 1. Komposisi Kimia Kulit Pisang Kepok

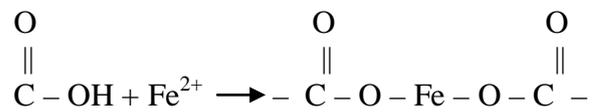
Unsur	Komposisi (%)
Kadar air	11,09
Kadar debu	4,82
Kadar lemak	16,47
Kadar protein	5,99
Kadar serat kasar	20,96
Kadar karbohidrat	40,74
Kadar pektin	22,4
Kadar selulosa	17,04
Kadar lignin	15,36

Sumber : Hernawati dan Aryani (2007)

Penyusun utama zat pektin biasanya adalah polimer asam D-galakturonat, yang terikat dengan  $\alpha$ -1,4 glikosidik, Asam D-galakturonat merupakan gugus karboksil yang saling berikatan dengan ion  $Mg^{2+}$  atau  $Ca^{2+}$ . Asam D-galakturonat mengandung muatan negatif, sehingga dapat mengikat semua muatan positif logam pada air, logam akan terikat dengan baik pada kulit pisang dan menyebabkan air menjadi jernih (Ningsih, dkk. 2013).

Kemampuan mengikat ion logam dapat terjadi khelat antar dua gugus karboksilat dan gugus fenol, sebagai khelat antar dua gugus karboksilat atau sebagai kompleks dengan gugus karboksilat. Struktur kimia asam karboksilat mempunyai gugus karboksil, dan gugus karboksil ini langsung terikat pada gugusan alkil, dengan rumus  $-COOH$  (Sumarjono, 2009). Reaksi pembentukan gugus  $-COOH$  atau  $-COOM$  ( $M = \text{logam}$ ), jadi apabila asam karboksilat mengikat ion logam besi (Fe) maka terjadi ikatan kimia seperti berikut :  $COO - Fe$ .

Dengan rumus sederhana ikatan antara karboksilat dengan ion logam sebagai berikut :



Pisang memiliki kandungan zat turunan karbohidrat yaitu pektin. Pektin dapat menyerap logam karena mengandung gugus karboksil. Gugus karboksil ini dapat bereaksi dengan ion logam berat untuk membentuk senyawa kompleks yang tidak larut dalam air (Hariyati, 2006).

Menurut Hawwet *et al* (2011), menyebutkan bahwa kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) didalamnya mengandung beberapa komponen biokimia, antara lain selulosa, hemiselulosa, pigmen klorofil dan zat pektin yang mengandung asam galacturonic, arabinosa, galaktosa dan rhamnosa. Asam *galacturonic* kuat untuk mengikat ion logam yang merupakan gugus fungsi gula karboksil. Kulit pisang juga terdiri dari atom nitrogen, sulfur dan bahan-bahan organik seperti asam *carboxylic*. Zat tersebut dapat berfungsi mengikat molekul pencemar dalam air. Didasarkan hasil penelitian, selulosa juga memungkinkan pengikatan logam berat (Endra, 2013).

Menurut sebuah penelitian di jurnal Industrial dan Engineering Chemistry Research (2011) yang dilakukan Gustavo Castro peneliti dari Biosciences Institute di Botucatu Brazil, kulit pisang bisa menyaring logam berat terutama timbal (Pb) dan tembaga (Cu). Dalam penelitian

tersebut, kulit pisang yang digunakan tidak dimodifikasi melainkan hanya dicincang kecil-kecil lalu dimasukkan ke dalam air yang tercemar. Cincangan kulit pisang bisa digunakan hingga 11 kali tanpa kehilangan kemampuannya untuk menyerap logam berat.

## 2. Limbah Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca* var. *Raja*)

Pisang raja (*Musa paradisiaca* var. *Raja*) memiliki daging buah legit, rasa yang manis dan terasa agak kasar. Di Pulau Jawa, pisang raja memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi yaitu sebesar Rp. 6,5 triliun dalam waktu setahun (Kementerian Pertanian, 2014).



Gambar 2. Buah Pisang Raja.

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Filum	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Ordo	: <i>Musales</i>
Famili	: <i>Musaceae</i>
Genus	: <i>Musa</i>
Spesies	: <i>Musa paradisiaca</i> var. <i>Raja</i>

Tabel 2. Komposisi Karbohidrat pada Kulit Pisang Raja

Sumber Karbon	Konsentrasi
Glukosa (nmol/L)	2,4
Fruktosa (nmol/L)	6,2
Sukrosa (nmol/L)	2,6
Maltosa (nmol/L)	0
Pati (nmol/L)	1,2
Selulosa (nmol/L)	8,4
Gula total (nmol/L)	29
Lignin (%)	6 – 12
Pektin (%)	15
Hemiselulosa (%)	6,4 – 9,4

Sumber: Jamal dkk. dalam Ongelina (2013).

Dalam penelitian Suhartini (2013) telah membuktikan bahwa kulit pisang dapat dijadikan sebagai adsorben. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Castro (2011) dalam penelitian Susilawaty (2015), membuktikan bahwa kulit pisang memiliki gugus fungsi yang berperan dalam pengikatan ion logam berat. Gugus fungsional tersebut yaitu gugus hidroksil, asam karboksilat, dan gugus amina.

Hasil analisis dengan perendaman selama 2 hari menunjukkan bahwa terjadi peningkatan adsorben terhadap kandungan logam didalam air sumur bor dengan lama perendaman selama 2 hari. Hal ini membuktikan bahwa serbuk limbah kulit buah pisang raja (*Musa paradisiaca* var. *Raja*) mampu menjadi adsorbat dalam menyerap kandungan logam di dalam air sumur bor.

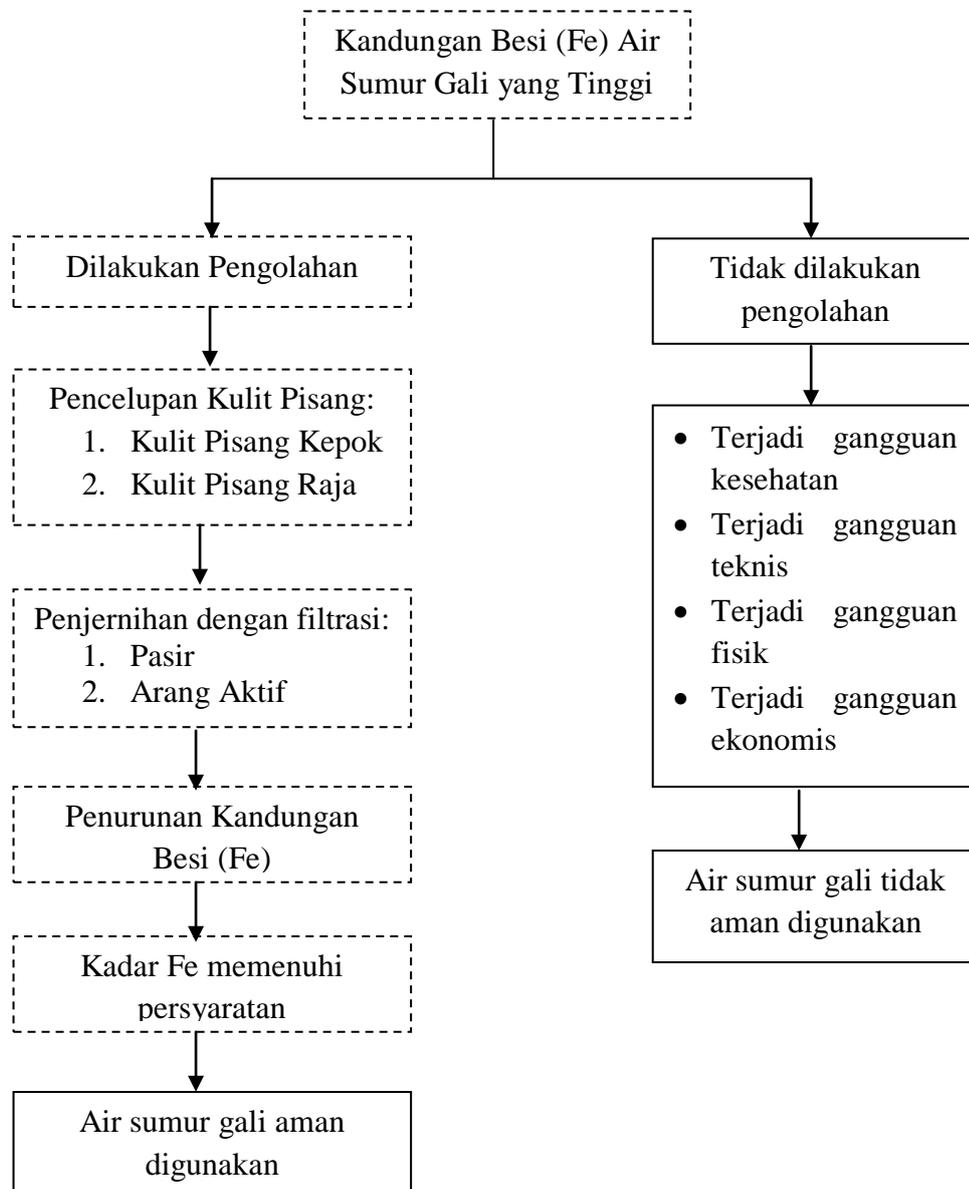
Menurut Castro, (2011) dalam penelitian Susilawaty, (2015) kulit pisang terdiri dari sejumlah nitrogen, sulfur dan komponen organik seperti asam karboksilat, selulosa, hemiselulosa, pigmen klorofil dan zat pektin yang mengandung asam *galacturonic*, arabinose, galaktosa dan rhamnosa. Asam *galacturonic* dapat mengikat kuat ion logam yang merupakan gugus fungsi

gula karboksil. Didasarkan hasil penelitian, selulosa juga memungkinkan pengikatan logam berat. Hal ini dikarenakan selulosa merupakan gugus polimer yang bersifat selektif terhadap senyawa polar. Air adalah senyawa polar sehingga air dapat lewat namun senyawa polutan tertahan.

Pemanfaatan kulit pisang sebagai adsorben logam tidak banyak diketahui oleh masyarakat. Selama ini kita ketahui bahwa pisang memiliki banyak manfaat mulai dari bonggol pisang hingga batang pisang. Namun untuk kulit pisang yang telah lepas dari buahnya akan langsung dibuang begitu saja dan menjadi limbah. Berdasarkan fakta tersebut maka banyak penelitian yang didasarkan pada gagasan untuk mengolah limbah kulit pisang menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi masyarakat luas, salah satunya adalah pemanfaatan kulit pisang dalam menurunkan kadar logam pada air sebagai upaya meningkatkan kualitas air.

Buah pisang termasuk salah satu buah yang mudah dijumpai dan harganya yang murah. Indonesia termasuk negara tropis dan buah pisang adalah salah satu komoditas tanaman yang tumbuh subur di daerah tropis. Kulit pisang merupakan bahan buangan yang banyak ditemukan dan sebagian besar masih belum dimanfaatkan.

#### D. Kerangka Konsep



#### Keterangan :

= diteliti

= tidak diteliti

Gambar 3. Kerangka Konsep

## **E. Hipotesis**

### 1. Hipotesis Mayor

Ada kemampuan pencelupan sachet kulit pisang untuk menurunkan kandungan besi (Fe) air sumur gali.

### 2. Hipotesis Minor

a. Pencelupan sachet kulit pisang kepok mampu menurunkan kandungan besi (Fe) air sumur gali.

b. Pencelupan sachet kulit pisang kepok dan filtrasi menggunakan media pasir dan arang aktif mampu menurunkan kandungan besi (Fe) air sumur gali.

c. Pencelupan sachet kulit pisang raja mampu menurunkan kandungan besi (Fe) air sumur gali.

d. Pencelupan sachet kulit pisang raja dan filtrasi menggunakan media pasir dan arang aktif untuk menurunkan kandungan besi (Fe) air sumur gali.

e. Ada jenis kulit pisang yang paling baik untuk menurunkan kandungan besi (Fe) air sumur gali.