

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Dasar Teori**

##### **1. Air Bersih**

Air merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi makhluk hidup, salah satunya untuk kebutuhan air minum dan kebutuhan rumah tangga lainnya seperti mencuci, mandi, memasak, dan lain-lain. Maka penting sekali jika air yang digunakan memiliki kualitas yang baik, dalam artian baik dari segi fisik (tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa), dari segi kimia, dimana pH-nya normal, tidak tercemar oleh bahan-bahan kimia yang beracun dan logam, serta harus terbebas dari kuman penyakit.

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Kualitas air yang baik digunakan sebagai air minum yaitu adalah air yang memenuhi beberapa persyaratan, antara lain persyaratan secara fisik, biologi, kimia dan mikrobiologi. Syarat fisik air antara lain adalah tidak berwarna, temperatur normal, tidak berasa, tidak berbau, jernih, dan tidak mengandung zat padatan. Untuk syarat kimia air adalah pH netral, tidak mengandung bahan kimia beracun, tidak mengandung garam ataupun ion-ion logam, tidak mengandung bahan organik dan tentunya kesadahan rendah.

Sedangkan syarat mikrobiologinya adalah tidak mengandung bakteri patogen dan non patogen (Kusnaedi, 2010) dalam (Purwonugroho, 2013).

## 2. Sumber-sumber air bersih

Sumber air dapat dikelompokkan menjadi sumber alami dan sumber buatan. Sumber alami contohnya adalah:

- a. Air permukaan, seperti air sungai, danau, kolam, tampungan air hujan, air laut, dan lain-lain.
- b. Air tanah merupakan air yang berada di kedalaman lebih dari 50 meter, ini merupakan air yang terperangkap di batu-batuan bumi atau air hujan yang masuk kedalam bumi melalui berbagai lapis tanah, batuan dan pasir. Air tanah lebih berkualitas dari pada air permukaan, karena air permukaan lebih rentan untuk terkontaminasi.

Sumber air buatan meliputi sumur, air bor, dan air yang diproses. Air sumur merupakan air permukaan karena hanya di gali dengan kedalaman kurang lebih 15 meter. Untuk air bor sendiri merupakan air yang diperoleh dari kegiatan melakukan pengeboran, kedalamannya sekitar 15-50 meter. Sedangkan untuk air yang diproses, juga termasuk dalam air permukaan atau air tanah. Contoh dari air yang diproses adalah air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). (Santoso et al., 2011).

### 3. Air Sumur

Air tanah atau yang disebut *ground water* adalah air yang berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi, yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Hal itu membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni di banding dengan air permukaan. Air tanah dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia dengan cara membuat sumur atau pompa air. Terdapat dua macam sumur, yaitu sumur dangkal dan sumur dalam (Chandra, 2014):

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

Sebagai contoh sumur dangkal adalah sumur gali. Sumur gali sendiri merupakan bentuk dari pemanfaatan sumber air dalam kehidupan di masyarakat. Air ini bisa didapatkan pada kedalaman kurang lebih 15 m. Untuk kualitasnya tergolong baik, namun dari segi kuantitasnya kurang karena tergantung pada musim. Jika sedang dalam musim penghujan, jumlah air akan banyak. Namun jika sedang pada musim kemarau, sering kali kuantitas air turun atau sedikit.

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

Untuk kualitas sanitasi, sumur dalam lebih baik dan tidak terkontaminasi dibandingkan dengan sumur dangkal. Sumber dari sumur dalam adalah dari air hujan yang mengalami proses

penyaringan alami oleh lapisan kulit bumi menjadi air tanah (Chandra, 2014).

#### 4. Kualitas Air

Persyaratan kualitas air bersih di Indonesia diatur dalam Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Yang dimaksud parameter wajib adalah parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan perundang-undangan, sedangkan yang dimaksud parameter tambahan adalah parameter yang hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tersebut. Air untuk keperluan hygiene sanitasi meliputi untuk kegiatan keseharian perorangan, seperti mandi dan sikat gigi, cuci bahan tangan, cuci pakaian, dan lain-lain. Peraturan yang diatur dalam permenkes antara lain:

##### a. Parameter mikrobiologi

Parameter ini diukur dengan keberadaan bakteri koliform dalam air bersih dan air minum. Dikonfirmasi untuk keberadaan *E.*

*Coli* ini merupakan indikator cemaran tinja. Baku mutu yang ditetapkan sebagai mana pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku mutu parameter mikrobiologi air

Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	50
<i>E. coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0

Sumber: Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017 (air untuk higienen sanitasi)

b. Parameter fisik

Dalam Permenkes No 32/Menkes/Per/VI/2017, terdapat 6 parameter fisik yang diatur, sebagaimana pada Tabel 2.

Tabel 2. Baku mutu parameter fisik air

Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum
Bau		Tidak Berbau
Warna	TCU	50
Total Zat Padat	mg/l	1000
Kekeruhan	NTU	25
Rasa		Tidak Berasa
Suhu	°C	Suhu Udara $\pm$ 3

Sumber: Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017 (air untuk higienen sanitasi)

c. Parameter Kimia

Persyaratan untuk parameter kimia terdiri dari beberapa parameter wajib dan juga parameter tambahan. Dalam Permenkes No 32/Menkes/Per/VI/2017 mempersyaratkan 20 parameter air untuk keperluan hygiene sanitasi dengan baku mutu sebagaimana pada Tabel 3.

Tabel 3. Baku mutu parameter kimia air untuk keperluan hygiene sanitasi

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang di perbolehkan
<b>Wajib</b>		
Ph	mg/l	6,5 – 8,5
Besi	mg/l	1
Flourida	mg/l	1,5
Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500
Mangan	mg/l	0,5
Nitrat, sebagai N	mg/l	10
Nitrit, sebagai N	mg/l	1
Sianida	mg/l	0,1
Detergen	mg/l	0,05
Pertisida total	mg/l	0,1
<b>Tambahan</b>		
Air raksa	mg/l	0,001
Arsen	mg/l	0,05
Kadmium	mg/l	0,005
Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
Selenium	mg/l	0,001
Seng	mg/l	15
Sulfat	mg/l	400
Timbal	mg/l	0,05
Benzene	mg/l	0,01
Zat organik (KMNO <sub>4</sub> )	mg/l	10

Sumber: Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017 (air untuk higenen sanitasi)

#### 5. Fe (Besi)

Besi (Fe) di dalam susunan unsur berkala termasuk dalam golongan VIII dengan berat atom 56 g/mol, nomor atom 26 dan bervalensi 2 dan 3. Besi merupakan logam berwarna putih keperakan dan dapat dibentuk (Anonim, 2015) dalam (Mintari, 2015).

Besi (Fe) terdapat di dalam air secara alami dalam bentuk terlarut sebagai senyawa ferro atau besi-II (Fe<sup>2+</sup>); ferri atau besi-III (Fe<sup>3+</sup>); tersuspensi sebagai butir koloid (diameter < 1 mm) atau lebih

besar, seperti Fe (OH); dan bergabung dengan zat organik atau zat padat yang anorganik seperti tanah liat dan partikel halus terdispersi. Senyawa besi-II dalam air yang sering dijumpai di alam adalah FeO, FeSO<sub>4</sub>, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, FeCO<sub>3</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>, dan FeCl<sub>2</sub>. Sedangkan senyawa besi-III yang sering dijumpai adalah FePO<sub>4</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>3</sub>, FeCl<sub>3</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>. (Lenore et al., 2005; Said, 2003) dalam (N. Rahmawati & Sugito, 2015).

Besi (Fe) adalah logam yang dapat ditemui hampir pada setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologi dan hampir pada semua badan air. Unsur ini ditemukan dalam air mentah alami pada kisaran antara 0,5 sampai 50 mg/liter. Besi (Fe) juga dapat ditemukan pada air minum sebagai hasil penggunaan koagulan zat besi atau diakibatkan dari korosi bahan dan pipa pelapis besi selama distribusi air (WHO, 2011).

Besi didapatkan dalam berbagai macam mineral termasuk juga pada tanah liat. Dalam keadaan tidak ada oksigen, besi terlarut dalam air. Bila dioksidasi pada kisaran pH 7 hingga 8,5, besi hampir tidak larut di dalam air dan juga konsentrasinya dalam air dapat dikurangi sampai lebih kecil dari 0,4 mg/L. Karena besi tidak larut dalam air bila dioksidasi sempurna maka konsentrasi besi residual setelah pengolahan, ini tergantung pada kemampuan pemisah endapan baik dengan cara koagulasi maupun filtrasi (Budiyono & Sumardiono, 2013).

Pada umumnya keberadaan besi yang ada di dalam air bersifat terlarut sebagai  $\text{Fe}^{2+}$  atau  $\text{Fe}^{3+}$ . Besi adalah logam yang menghambat proses desinfeksi. Dalam keadaan tereduksi ion besi di dalam air berada dalam bentuk ferro (ion besi dengan valensi II). Dan apabila terdapat bahan oksidator atau karena pengaruh oksigen dari udara, maka bentuk ini akan cepat teroksidasi menjadi ion ferri (ion besi dengan valensi III) dan dapat bereaksi lagi menjadi oksida yang tidak larut. Dalam keadaan asam, dimana pH-nya  $< 3,5$  maka ion ferri akan melarut (Joko, 2010).

Konsentrasi zat besi yang larut dalam air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. Apabila konsentrasi zat besi (Fe) dalam air telah melebihi ambang batas maka akan menimbulkan berbagai permasalahan seperti gangguan teknis, gangguan fisik, gangguan kesehatan, dan gangguan ekonomis. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 tahun 2017 tentang “Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Hygiene, Kolam Renang, *Solusi Per Aqua*, dan Pemandian Umum” bahwa parameter kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Keperluan Hygiene Sanitasi, kadar maksimum besi (Fe) yang diperbolehkan adalah sebesar 1 mg/liter.



## 6. Dampak Fe

Menurut (Joko, 2010) kandungan Fe dalam air sumur gali dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan diantaranya:

### a. Gangguan teknis

Endapan Fe (OH)<sub>3</sub> dapat menyebabkan efek-efek yang merugikan, seperti mengotori bak yang terbuat dari seng, wastafel, dan kloset. Besi juga bersifat korosif terhadap pipa, sehingga mengakibatkan pembuntuan.

### b. Gangguan fisik

Gangguan fisik yang dapat ditimbulkan dari adanya besi yang terlarut dalam air adalah timbulnya kekeruhan, warna yang kekuningan, bau amis, dan rasa.

### c. Gangguan kesehatan

Besi (Fe) dibutuhkan dalam tubuh manusia dalam pembentukan haemoglobin. Kadar besi yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menyebabkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia sendiri tidak bisa mengekskresikan Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapatkan transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena adanya akumulasi Fe. Air minum yang mengandung besi (Fe) akan cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu, jika kadar Fe dalam dosis yang besar maka akan merusak dinding usus. Untuk kadar Fe yang lebih dari 1 mg/L akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan juga kulit.

Dan apabila kelarutan besi (Fe) dalam air melebihi 10 mg/L maka akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk.

d. Gangguan ekonomis

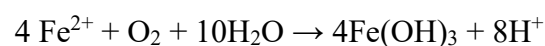
Gangguan ekonomis yang ditimbulkan akibat dari keberadaan Fe dalam air tidak secara langsung melainkan karena akibat yang ditimbulkan oleh kerusakan peralatan sehingga diperlukan biaya untuk pengantiannya.

7. Cara Menurunkan Fe Dalam Air

Kadar Fe dalam air yang melebihi ambang batas maksimum data menyebabkan masalah apabila air tersebut tetap digunakan. Maka dari itu perlu dilakukan proses pengolahan untuk menurunkan kadar Fe dalam air agar air tersebut aman digunakan. Proses pengolahan air dapat dilakukan dengan berbagai cara, tergantung pada rencana dan tujuan penggunaan air tersebut. Terdapat berbagai cara pengolahan yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar Fe dalam air yaitu:

- a. Oksidasi dengan oksigen, klor, atau potassium permanganat yang diikuti dengan sedimentasi dan filtrasi.

Prinsipnya, oksidasi yaitu proses penurunan kadar besi (Fe) dilakukan melalui presipitasi  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ini terbentuk akibat oksidasi terhadap ion-ion  $\text{Fe}^{2+}$  sehingga dapat diendapkan, sesuai dengan reaksi berikut:



Dilihat dari 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 (udara) relatif lambat, sehingga pada praktiknya untuk mempercepat reaksi dilakukan dengan cara menaikkan pH air yang akan diolah.

b. Filtrasi

Filtrasi merupakan proses penyaringan partikel secara fisik, kimia, dan juga biologi. Fungsi dari filtrasi adalah untuk memisahkan atau menyaring partikel melalui media yang berpori. Selama proses filtrasi ini, zat-zat pengotor yang ada dalam media penyaring akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada pori-pori media sehingga kehilangan tekanan akan meningkat. Media yang sering digunakan adalah pasir karena mudah diperoleh dan ekonomis. Selain itu, media penyaring lain yang dapat digunakan adalah karbon aktif, zeolite, antrasit, *coconut shell*, dan lain-lain (Joko, 2010).

Proses penyaringan merupakan bagian dari pengolahan air yang pada prinsipnya adalah untuk mengurangi bahan-bahan organik ataupun bahan anorganik yang terkandung dalam air. Filtrasi ini tujuannya untuk menyaring padatan yang tersisa setelah adanya pengendapan atau sedimentasi (Budiyono & Sumardiono, 2013).

Dalam arti lain, filtrasi merupakan suatu proses menghilangkan partikel-partikel atau flok-flok dengan cara pertikel-pertikel/flok-flok tersebut akan tertahan pada media penyaring yang digunakan ketika air melewati media tersebut. Dengan kejadian tersebut, maka terjadilah perbaikan kualitas air (Suprihatin & Edahwati, 2009).

Menurut Huisman (1974) terdapat 4 faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan dan menentukan hasil penyaringan dalam bentuk kualitas efluen serta operasi saringan yaitu (Abuzar & Pramono, 2014):

- 1) Ketebalan lapisan dari media filter, dimana semakin tebal lapisan media filter maka hasil dari proses filtrasi akan lebih baik karena luas permukaan penahan partikel-partikel semakin besar dan jarak yang ditempuh oleh air juga semakin panjang.
- 2) Suhu air juga akan berpengaruh terhadap kekentalan air, aktivitas biologi dan reaksi kimia yang akan mempengaruhi proses filtrasi.
- 3) Kecepatan filtrasi akan mempengaruhi proses penahanan mekanis terhadap bahan-bahan tersuspensi, dimana jika kecepatan filtrasi meningkat maka efektivitas filtrasi akan menurun.

4) Kualitas air, dimana semakin rendah kualitas air yang akan difilter, maka memerlukan pengolahan yang sempurna atau kompleks.

c. Aerasi

Aerasi adalah penambahan oksigen ke dalam air sehingga oksigen terlarut di dalam air semakin tinggi. Prinsipnya, aerasi itu mencampurkan air dengan udara atau bahan lain sehingga air yang beroksigen rendah kontak dengan oksigen atau udara. Aerasi termasuk dalam pengolahan fisika, karena lebih mengutamakan unsur mekanisasi dari pada unsur biologi.

Aerasi merupakan proses pengolahan dimana air akan dibuat mengalami kontak erat dengan udara, tujuannya untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam air tersebut. Karena dengan meningkatnya oksigen, maka zat-zat mudah menguap seperti hydrogen sulfide dan metana yang mempengaruhi rasa dan bau dapat dihilangkan, karbon dioksida dalam air juga akan berkurang. Zat besi yang terlarut dalam air akan teroksidasi membentuk endapan yang dapat dihilangkan dengan sedimentasi dan filtrasi. Fungsi utama dari aerasi sendiri yaitu melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut di dalam air, serta untuk membantu pengadukan air.

d. *Ion Exchange*

*Ion exchange* adalah proses pemisahan ion dengan menggunakan media pemisah atau media pertukaran ion. Pertukaran ion atau *ion exchange* merupakan proses dimana satu bentuk ion dalam senyawa dipertukarkan untuk beberapa bentuk, yaitu kation ditukar dengan kation dan anion ditukar dengan anion. Pertukaran ion yang berlangsung secara reversible dan dapat dilakukan regenerasi atau diisi dengan ion-ion yang diinginkan melalui pencucian dengan ion-ion yang berlebih.

e. Stabilisasi

Stabilisasi ini bertujuan untuk mengikat ion-ion besi menjadi ion-ion kompleks yang terdispersi pada air. Proses ini dilakukan pada air yang memiliki kadar besi (Fe) kurang dari 1 mg/L.

8. Filter Ferka (Ferrolite, Resin, Karbon Aktif)

Filter Ferka adalah alat filtrasi yang terdiri dari tiga media filter yaitu ferrolite, resin kation dan Karbon Aktif. Filter ini menggunakan tiga rangkaian housing, dengan tinggi housing 25 cm, total volume alat filter adalah 5,1 liter. Housing pertama berisi media filter ferrolite setebal 20 cm, housing kedua berisi resin kation setebal 20 cm, dan housing ketiga berisi karbon aktif setebal 20 cm.

Media filtrasi ferrolite dalam filter FERKA ini berfungsi untuk menghilangkan kandungan besi tingkat tinggi dan bau besi yang menyengat, serta warna kuning pada air. Dimana bentuk butiran

ferrolite yang memiliki keunggulan berpori dapat mudah menyerap besi dan mangan, serta stabil sebagai filter media baik secara fisik maupun kimia. Diharapkan dengan adanya filtrasi dengan media ferrolite terlebih dahulu, maka pada proses pertukaran ion dengan resin kation akan lebih sempurna prosesnya.

Resin kation berfungsi sebagai media pertukaran ion, dimana jika air mengandung ion Fe maka ion Fe akan diikat oleh resin menjadi R-Fe. Resin kation merupakan penukar ion positif (kationik) untuk menukar ion dengan muatan elektrolit yang sama.

Setelah melalui media filter resin kation, maka selanjutnya akan melewati media filter karbon aktif. Karbon aktif digunakan karena memiliki sifat adsorben dimana selain dapat mengeliminasi bahan-bahan organik sulit terdegradasi, namun juga dapat mengeliminasi bahan terlarut yang terkandung dalam air.

## 9. Ferrolite

Ferrolite adalah suatu jenis mineral yang tersusun. Di dalam ferrolite berisi ion-ion logam, seperti logam alkali dan alkali tanah serta molekul air. Ferrolite bisa digunakan sebagai media filtrasi untuk menghilangkan polutan dan mampu mengikat bakteri *E. coli*. Ferrolite ini juga merupakan media filter yang digunakan untuk menurunkan kadar zat besi atau mangan yang terlalu tinggi dalam air (Putra & Purnomo, 2013).

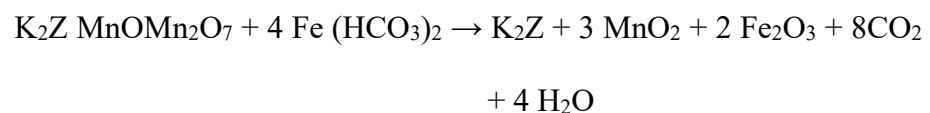
Menurut (Purwoto & Sutrisno, 2016) fungsi ferrolite adalah untuk menghilangkan kandungan besi (Fe) tingkat tinggi, bau besi yang menyengat, Mangan ( $Mn^{++}$ ), warna kuning di air tanah atau air PDAM atau air gunung. Dan untuk Pemakaian ferrolite:

- a. Kandungan besi yang bisa diatasi oleh ferrolite adalah maksimal 20 ppm atau kurang sedangkan kandungan  $KMnO_4$  (mangan) adalah 15 ppm dan pH-nya  $> 6,5$ . Jika tidak sesuai kondisi diatas, bisa dilakukan pre-treatment dengan cara oksidasi agar kadar besi di bawah 20 ppm, pengaturan pH agar diatas 6,5 dll.
- b. Bentuk butiran ferrolite memiliki keunggulan berpori sehingga mudah menyerap besi dan mangan, serta sangat stabil sebagai filter media baik secara fisik maupun kimia.
- c. Bahan dari pasir yang memiliki kandungan silika berkualitas dan mengandung silika tinggi.
- f. Kelebihan ferrolite saat beroperasi yaitu:
  - 1) Waktu aktivasi media untuk trial pertama sangat mudah dan sangat cepat
  - 2) Waktu cucunya juga sangat singkat dibanding media filter lainnya
  - 3) Kecuali kasus khusus, umumnya tidak perlu pre-treatment
  - 4) Kecepatan air bisa 10-30  $m^3/jam$  dimana ini merupakan 2x kecepatan rata-rata filter umumnya,



- 5) Koagulan tidak diperlukan dan ini membantu mengurangi biaya,
- 6) Hanya periode tertentu mesti di cuci dan tidak perlu dilakukan regenerasi dengan bahan kimia.

Ferrolite ( $K_2Z MnOMn_2O_7$ ) memiliki fungsi sebagai katalis dimana dalam waktu bersamaan besi yang terdapat dalam air akan teroksidasi menjadi ferri oksida yang tak terlarut dalam air dimana reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Filtrat  $Fe_2O_3$  yang terbentuk akibat teroksidasi yang tak larut dalam air berbentuk padatan di filtrasi melalui media berikutnya yaitu karbon aktif dan pasir silika sehingga kandungan besi akan berkurang (Said, 2005) dalam (Fatimura & Masriatini, 2019).

#### 10. Resin Penukar Ion

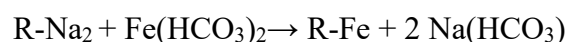
Penghilangan besi dengan cara pertukaran ion yaitu cara mengalirkan air baku yang mengandung Fe melalui suatu media pertukaran ion. Sehingga Fe bereaksi dengan media pertukaran ionnya. Salah satu media pertukaran ion adalah resin. Resin merupakan senyawa hidrokarbon yang memiliki kemampuan menukar ion, maka dari itu resin dapat digunakan untuk membersihkan ion-ion dalam pengolahan air bersih.

Penggunaan resin merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengolah air dengan cara melewatkan air ke media

resin. Pengolahan ini merupakan salah satu metode pemisahan menurut perubahan kimia dengan cara menukar ion. Prinsip dari pengolahan air dengan resin adalah mengganti atau mempertukarkan ion yang terikat pada polimer pengisi resinnya dengan ion yang dilewatkan (Kusnaedi, 2010).

Salah satu resin yang sering digunakan adalah resin kation. Resin penukar kation adalah resin yang akan menukar atau mengambil kation dari larutan (Kusnaedi, 2010). Resin ini bersifat asam sehingga dapat mengikat ion-ion positif dalam air baku. Resin kation merupakan penukar ion positif (kationik) untuk menukar ion dengan muatan elektrolit yang sama (positif) (Nuronto, 2000) dalam (Wijayanti et al., 2012). Resin kation mengandung gugus karboksilat, sulfanoat, fenolat atau gugus lain dan sejumlah kation ekuivalen (Kusnaedi, 2010).

Apabila air mengandung ion Fe maka ion Fe akan diikat resin menjadi R-Fe. Namun, ikatannya tidak permanen sehingga bila telah jenuh, resin yang digunakan dapat dicuci dengan air hangat yang diberi garam (NaCl). Selanjutnya, resin akan murni kembali dan dapat digunakan kembali (Kusnaedi, 2010). Berikut adalah reaksi pertukaran kation:



Reaksi tersebut menyatakan bahwa larutan yang mengandung Fe diolah dengan resin penukar kation NaR, dengan R menyatakan resin. Resin mempertukarkan ion  $\text{Na}^+$  larutan dan melepaskan ion  $\text{Na}^+$

yang dimilikinya ke dalam larutan. Keunggulan resin sebagai media filter penukar ion adalah memiliki kapasitas penukar ion yang tinggi.

#### 11. Karbon aktif

Karbon atau yang sering disebut arang adalah suatu bahan padat yang berpori, dihasilkan melalui proses pirolisis dari bahan-bahan yang mengandung karbon. Karbon aktif merupakan konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain serta rongga atau porinya dibersihkan dari senyawa lain atau kotoran, sehingga permukaan dan pusat aktifnya menjadi luas atau meningkatkan daya adsorpsinya terhadap cairan dan gas (Sudrajat & Soleh, 1994).

Karbon aktif memiliki beberapa karakteristik, yaitu berupa padatan yang berwarna hitam, tidak berasa, tidak berbau, bersifat higroskopis, tidak larut dalam air, asam, basa ataupun pelarut-pelarut organik. Selain itu, karbon aktif juga tidak rusak akibat pengaruh suhu maupun penambahan pH selama proses aktivasi. Karbon aktif mengandung sejumlah kecil oksigen dan hydrogen yang terikat secara kimia dalam bentuk gugus-gugus fungsi yang bervariasi, misalnya gugus karbonil (CO), karboksil (COO), fenol, lakton, dan beberapa gugus ekter. Oksigen yang ada dalam permukaan karbon aktif kadang-kadang berasal dari bahan baku atau dapat juga terjadi pada proses aktivasi dengan uap ( $H_2O$ ) atau udara. Keadaan ini bisa menyebabkan karbon aktif bersifat asam atau basa. Umumnya bahan baku untuk pembuatan karbon aktif mengandung komponen mineral, komponen

ini akan menjadi lebih pekat selama proses aktivasi. Bahan-bahan yang digunakan dalam proses aktivasi sering kali menyebabkan perubahan sifat kimia pada arang yang dihasilkan (Lempang, 2014) dalam (Yuliani, 2019).

Karbon aktif memiliki porositas yang tinggi, diameter partikel molekulnya karbon aktifnya antara 1,5 – 1,7 mm dengan luas permukaan antara 500 – 1500 m<sup>2</sup> per gram. Karbon aktif memiliki daya adsorpsi yang besar terhadap zat-zat misalnya detergen, warna organik, methane, dan zat organik lainnya dalam bentuk gas maupun cairan (Nusa, 2007) dalam (Putra & Purnomo, 2013)

Karbon aktif digunakan dalam sejumlah aplikasi industri, antara lain digunakan dalam teknologi pemisahan dan pemurnian, proses katalitik, teknis biomedis, dan penyimpanan energi. Penerapan luas dari karbon aktif disebabkan oleh relatif rendahnya biaya dibandingkan adsorben lain, tersedia secara luas, kinerja tinggi dalam proses adsorpsi, reaktivitas permukaan dan keserbagunaan yang bisa digunakan untuk memodifikasi sifat fisik dan kimianya. Metode adsorpsi pada karbon aktif paling banyak digunakan untuk pengolahan air limbah yang dianggap sebagai proses pemurnian berbiaya rendah dimana sejumlah polutan dapat secara efektif dikeluarkan dari air (Moreno-Virgen *et al.*, 2012) dalam (Yuliani, 2019).

Penghilangan bahan-bahan organik yang tidak diinginkan dapat dilakukan dengan menggunakan arang aktif sebagai media filtrasi.

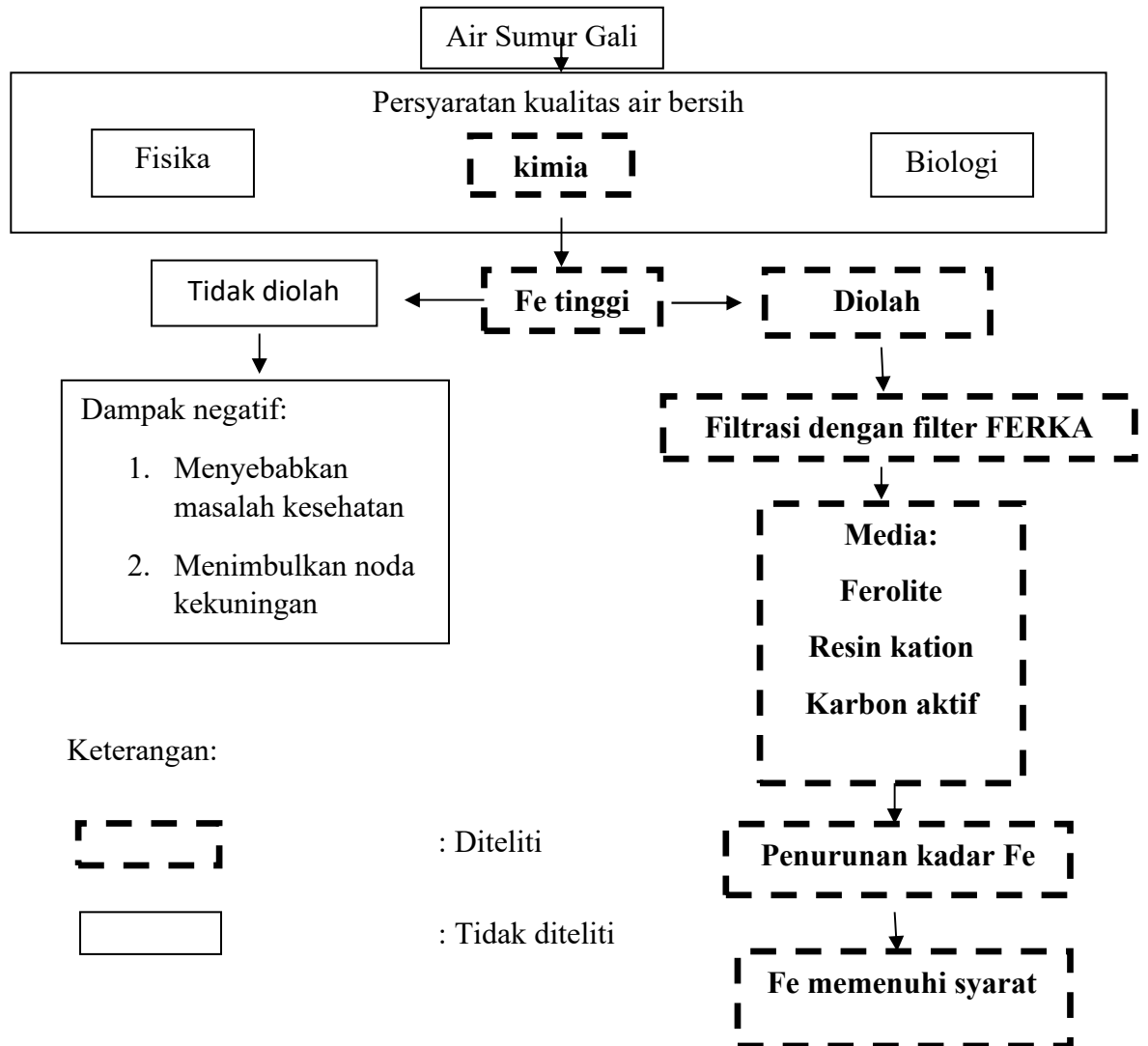
Arang aktif digunakan karena memiliki sifat sebagai adsorben dimana dapat mengeliminasi bahan-bahan organik sulit terdegrasi maupun bahan terlarut yang terkandung dalam air bersih. Bahan organik itu dapat berupa ikatan-ikatan organik alami seperti bahan penyebab bau, rasa, warna atau dapat juga berupa ikatan halogen sintesis seperti pestisida (Wulandari, 2013).

Penurunan besi terjadi karena adanya fungsi serapan (adsorpsi), proses ini merupakan suatu serapan partikel terperangkap ke dalam struktur suatu media seolah-olah menjadi bagian keseluruhan dari media tersebut. Hal ini terjadi pada karbon aktif, karena karbon aktif memiliki pori-pori yang sangat halus dan menjebakanya di sana. Dengan berjalannya waktu pori-pori ini pada akhirnya jenuh dengan partikel-partikel sangat halus tidak berfungsi lagi (Fatriani, 2009).

Arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben yang dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsopsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Nugroho & Purwoto, 2013).

Penelitian yang dilakukan Sahliah, dkk (2017), menunjukkan bahwa rata-rata persentase penurunan kadar Fe yang paling efektif adalah menggunakan *Powdeer Activated Carbon* 80 mesh dengan persentasenya sebesar 76,64%.

## B. Kerangka Konsep



**Gambar 1: Kerangka Konsep Penelitian**

### **C. Pertanyaan Penelitian**

1. Berapakah penurunan kadar Fe air setelah dilakukan penyaringan dengan filter FERKA?
2. Apakah hasil penurunan kadar Fe air menggunakan filter FERKA telah sesuai dengan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017?