

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Pengertian Air

Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia di muka bumi ini, dari segi kualitas, kuantitas, dan kontinuitas harus terpenuhi secara berkelanjutan. Hampir semua kegiatan yang dilakukan manusia akan membutuhkan air, mulai dari memasak, mencuci, mandi, dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar rumah. Air juga digunakan untuk keperluan industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi, dan lain-lain (Chandra, 2007).

2. Sumber Air

Sumber air merupakan komponen paling penting dalam kehidupan sehari-hari. Air yang ada di bumi berasal dari beberapa sumber. Menurut (Sumantri, 2013) air yang berada di permukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi air angkasa (hujan), air permukaan, dan air tanah.

a. Air Hujan

Air hujan merupakan penyubliman awan atau uap air murni yang ketika turun dan melalui udara akan melarutkan benda-benda di udara seperti gas O_2 , CO_2 , N_2 , jasad renik, dan debu .

b. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang terdapat pada permukaan tanah. Pada umumnya ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang kayu, dedaunan, sampah dan lainnya. Air permukaan ada dua macam yaitu : air sungai, dan air rawa atau danau.

c. Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah pada daerah akifer. Air tanah memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sumber air lainnya. Air tanah biasanya bebas dari bakteri dan tidak perlu mengalami proses penjernihan. Persediaan air tanah juga tersedia sepanjang tahun dan pada musim kemarau. Kelemahan air tanah adalah mengandung konsentrasi zat mineral yang tinggi seperti Magnesium, Kalsium, dan Logam Berat seperti Besi (Fe) dan Mangan (Mn). Air tanah berdasarkan kedalamannya dibagi menjadi dua, yaitu :

1) Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal dihasilkan karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Air tanah dangkal terdapat pada kedalaman

15 meter, secara kualitas air tanah dangkal di kategorikan baik dan secara kuantitas kurang baik, tergantung pada musim.

2) Air Tanah Dalam

Pengambilan air tanah dalam harus menggunakan mata bor dan memasukkan pipa ke dalamnya, hingga kedalaman 100-300 meter. Jika tekanan air tanah tinggi, maka air dapat menyembur keluar, dan sumur ini disebut sumur artesis.

3. Kualitas Air

Persyaratan kualitas air bersih di Indonesia diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia 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. Parameter yang diatur dalam Permenkes tersebut antara lain :

- a. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi :

Tabel 2. Baku Mutu Fisik Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zar padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	Suhu udara \pm 3
5.	Rasa		Tidak berasa
6.	Bau		Tidak bau

- b. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

Tabel 3. Baku Mutu Biologi Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100 ml	50
2.	E. coli	CFU/ 100 ml	0

- c. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

Tabel 4. Baku Mutu Kimia Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
Wajib			
1.	pH	mg/l	6,5 – 8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Deterjen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05
9.	Benzene	mg/l	0,01
10.	Zat organik (KMNO ₄)	mg/l	10

4. Kadar Besi (Fe) pada Air

Besi merupakan salah satu unsur kimiawi yang dapat ditemukan hampir di setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Menurut (Asmadi *et al.*, 2011) secara umum, besi yang ada di dalam air bersifat :

- a. Terlarut sebagai Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri);
- b. Tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $< 1 \mu\text{m}$) atau lebih besar, seperti : Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagainya ;
- c. Tergabung dengan zat organik atau zat padat yang inorganis (seperti tanah liat).

5. Dampak Besi (Fe)

Menurut (Joko, 2010) kandungan Fe dalam air yang melebihi batas dapat menyebabkan berbagai masalah antara lain :

a. Gangguan Teknis

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 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 menyebabkan pembuntuan.

b. Gangguan Fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya kandungan Fe terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau dan rasa. Air minum akan terasa tidak enak bila konsentrasi kadar Fe terlarut > 1 mg/l.

c. Gangguan Kesehatan

Air yang mengandung Fe dibutuhkan oleh tubuh sebagai pembentukan hemoglobin. Akan tetapi, apabila kadar Fe melebihi standar baku mutu yang ditentukan maka Fe akan dapat menjadi sumber penyakit bagi manusia. Air yang mengandung besi (Fe) > 1 mg/l dapat menyebabkan iritasi mata, kulit dan terasa mual saat di konsumsi. Selain itu, apabila air tersebut dikonsumsi dalam waktu yang lama akan menimbulkan rusaknya dinding usus hingga dapat menyebabkan kematian.

d. Gangguan Ekonomis

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

6. Metode Filtrasi

Filtrasi adalah proses pemisahan padatan yang terlarut di dalam air. Pada proses ini, filter berfungsi sebagai memisahkan atau menyaring air dari partikel padat, hal ini juga bertujuan untuk mendapatkan air yang jernih. Media yang digunakan dalam bahan filter memiliki persyaratan, yaitu ukuran

pori ditentukan oleh ukuran padatan yang akan disaring dan memiliki ketahanan terhadap cuaca. Media yang sering digunakan adalah karbon aktif, zeolite, resin, ferrolite, dan lain-lain.

Menurut (Alamsyah, 2006) tujuan dan manfaat dari filtrasi adalah :

a. Tujuan Filtrasi

- 1) Memanfaatkan air kotor atau limbah untuk bisa digunakan kembali.
- 2) Mengurangi resiko meluapnya air kotor dan limbah.
- 3) Mengurangi keterbatasan air bersih dengan membuat filtrasi air.
- 4) Mengurangi penyakit yang diakibatkan oleh air kotor.
- 5) Membantu pemerintah untuk menggalakan program alternatif untuk memperoleh air bersih secara alami dan ramah lingkungan.

b. Manfaat Filtrasi

- 1) Air keruh yang digunakan bisa berasal dari mana saja. Misalnya, sungai, rawa atau danau, telaga, dan air kotor lainnya.
- 2) Dapat menghilangkan bau yang tidak sedap pada air keruh.
- 3) Dapat mengubah warna air keruh menjadi lebih jernih.
- 4) Menghilangkan pencemar yang ada di dalam air atau mengurangi kadarnya agar air tersebut layak untuk diminum.
- 5) Cara ini berguna untuk desa yang masih jauh dari kota dan daerah terpencil.

7. Faktor-faktor yang mempengaruhi filtrasi :

Menurut (Kusnaedi, 2010), faktor yang mempengaruhi proses filtrasi antara lain :

a. Debit

Debit aliran adalah laju aliran (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang persatuan waktu. Dalam sistem satuan besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt). Bila kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektivitas filtrasi akan menurun. Kecepatan aliran air dan debit air akan mempengaruhi kejenuhan. Debit yang lebih kecil dapat menurunkan kadar Fe lebih tinggi karena waktu kontak air dalam media lebih lama.

b. Volume Media

Volume media adalah ketebalan media filter yang digunakan untuk filtrasi. Filtrasi dengan media penyaringan tunggal atau ganda. Ketebalan lapisan media filter yang efektif umumnya berkisar antara 80-120 cm. Ketebalan media sangat mempengaruhi waktu kontak dan bahan filtrasi. Semakin tebal lapisan filter maka akan semakin lama waktu kontak air dengan lapisan media filter, sehingga kualitas air hasil filtrasi semakin baik.

c. Kebersihan Media Filter

Media filter yang digunakan dalam menurunkan kadar Fe dilakukan pencucian media terlebih dahulu, sehingga hasil penurunan yang didapatkan lebih baik.

d. Lama Penyaringan

Lama penyaringan adalah air dari bak penampung dialirkan pada media hingga air yang keluar dari filter jernih. Lama penyaringan mempengaruhi hasil filtrasi, semakin lama air kontak dengan media maka akan semakin efektif hasil yang dilakukan dalam pengolahan tersebut.

8. Media Untuk Pengolahan Air

a. Resin

Resin penukar ion adalah polimer yang berikatan dengan gugus fungsional yang mengandung ion yang dapat dipertukarkan. Pertukaran ion adalah sebuah proses fisik-kimia. Pada proses tersebut senyawa resin menerima ion positif atau negatif tertentu dari larutan dan melepaskan ion lain ke dalam larutan tersebut dalam jumlah ekuivalen yang sama. Jika ion yang dipertukarkan berupa kation, maka resin tersebut dinamakan resin penukar kation, dan jika ion yang dipertukarkan berupa anion, maka resin tersebut dinamakan resin penukar anion (Setiadi, 2007).

Resin penukar ion umumnya terbuat dari partikel *cross-linked polystyrene*. Sebagai penukar ion, resin memiliki karakteristik yang dapat digunakan untuk analisis kimia, antara lain kemampuan menggelembung, kapasitas pertukaran dan selektivitas penukaran. Ketika dikontakkan dengan resin penukar ion, maka ion terlarut dalam air akan terserap oleh resin penukar ion dan resin akan melepas ion lain dalam kesetaraan ekivalen (Paramita, 2015).

Proses pertukaran ion tidak memerlukan banyak energi yang besar karena desain dan pengoperasiannya yang sederhana. Mekanisme pertukaran ion dalam resin mirip dengan pertukaran ion kisi kristal. Pertukaran ion dalam resin terjadi di seluruh struktur gel dari resin dan tidak terbatas pada efek permukaan (Dewi, 2012).

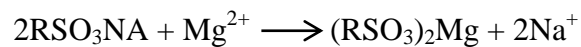
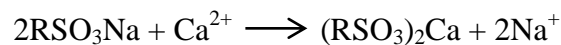
Pertukaran ion dengan menggunakan resin sintesis memiliki beberapa keunggulan diantaranya kecepatan pertukaran yang lebih cepat dibandingkan dengan bahan alam, tahan lama, tidak mudah rusak oleh tekanan serta pengaruh asam dan basa, serta memiliki kapasitas pertukaran yang tinggi (Partuti, 2014).

Resin penukar ion dibedakan menjadi 2, yaitu :

- 1) Resin Kation

Resin kation adalah resin penukar ion positif atau kation yang pada umumnya dibuat dengan cara polimerisasi stirena dan divinil benzana yang dilanjutkan dengan proses sulfonasi membentuk suatu

molekul polistirena yang saling menyilang. Resin penukar ion positif yang digunakan pada umumnya bersifat asam kuat dan lemah. Resin penukar ion kation asam kuat digunakan untuk menghilangkan semua kation yang ada dalam di air. Resin penukar ion kation asam lemah hanya dapat digunakan dalam air yang memiliki kesadahan yang berhubungan dengan karbonat. Berikut ini adalah reaksi yang terjadi pada resin kation pada saat kontak dengan air sadah :



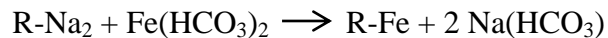
Resin kation memiliki gugus fungsi seperti sulfonat (RSO_3H), fofonat ($\text{R-PO}_3\text{H}_2$), fenolat (R-OH), atau karboksilat (RCOOH) dengan R adalah resin. Pada reaksi pertukaran ion pada resin kation, resin mengikat Ca^{2+} dan Mg^{2+} dan melepaskan Na^+ ke air.

2) Resin Anion

Resin penukar ion anion yang digunakan pada umumnya bersifat basa kuat dan lemah (Sulistyowati, 2015). Gugus fungsi pada resin anion adalah senyawa amina (primer atau R-NH_2), (sekunder atau N_2H), (tersier atau $\text{R-R}'_2\text{N}$), dan gugus kuartener ($\text{R-NR}'_3$ atau tipe I, $\text{R-R}'_3\text{N}^+\text{OH}$ atau tipe II). Dengan R' adalah radikal organis seperti CH_3 .

Salah satu resin yang sering digunakan adalah resin kation. Resin kation adalah resin yang akan menukar atau mengambil kation dari larutan. Resin kation ini memiliki gugus ion yang dapat melepaskan ion-ion positif pada suatu larutan. Resin kation mengandung gugus karboksilat, sulfonat, fenolat atau gugus lain dan sejumlah kation ekuivalen (Kusnaedi, 2010).

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



Reaksi ini menyatakan bahwa larutan yang mengandung Fe diolah dengan resin penukar kation NaR, dimana R menyatakan resin. Resin menukar ion Na^+ dalam larutan dan melepaskan ion Na^+ dalam larutan. Keunggulan resin sebagai media filter penukar ion adalah memiliki kapasitas penukar ion yang tinggi. Sebagai media penukar ion, maka resin penukar ion harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1) Kapasitas total yang tinggi

Resin memiliki kapasitas pertukaran ion yang tinggi dibandingkan dengan media penukar ion lainnya.

2) Kelarutan yang rendah

Resin memiliki kelarutan yang rendah sehingga dapat digunakan berulang-ulang. Resin akan bekerja dalam cairan yang mempunyai sifat melarutkan, karena itu resin harus tahan terhadap air.

3) Kestabilan kimia yang tinggi

Resin diharapkan memiliki kestabilan kimia yang tinggi untuk dapat bekerja pada range pH yang luas serta tahan terhadap asam dan basa.

4) Kestabilan fisik yang tinggi

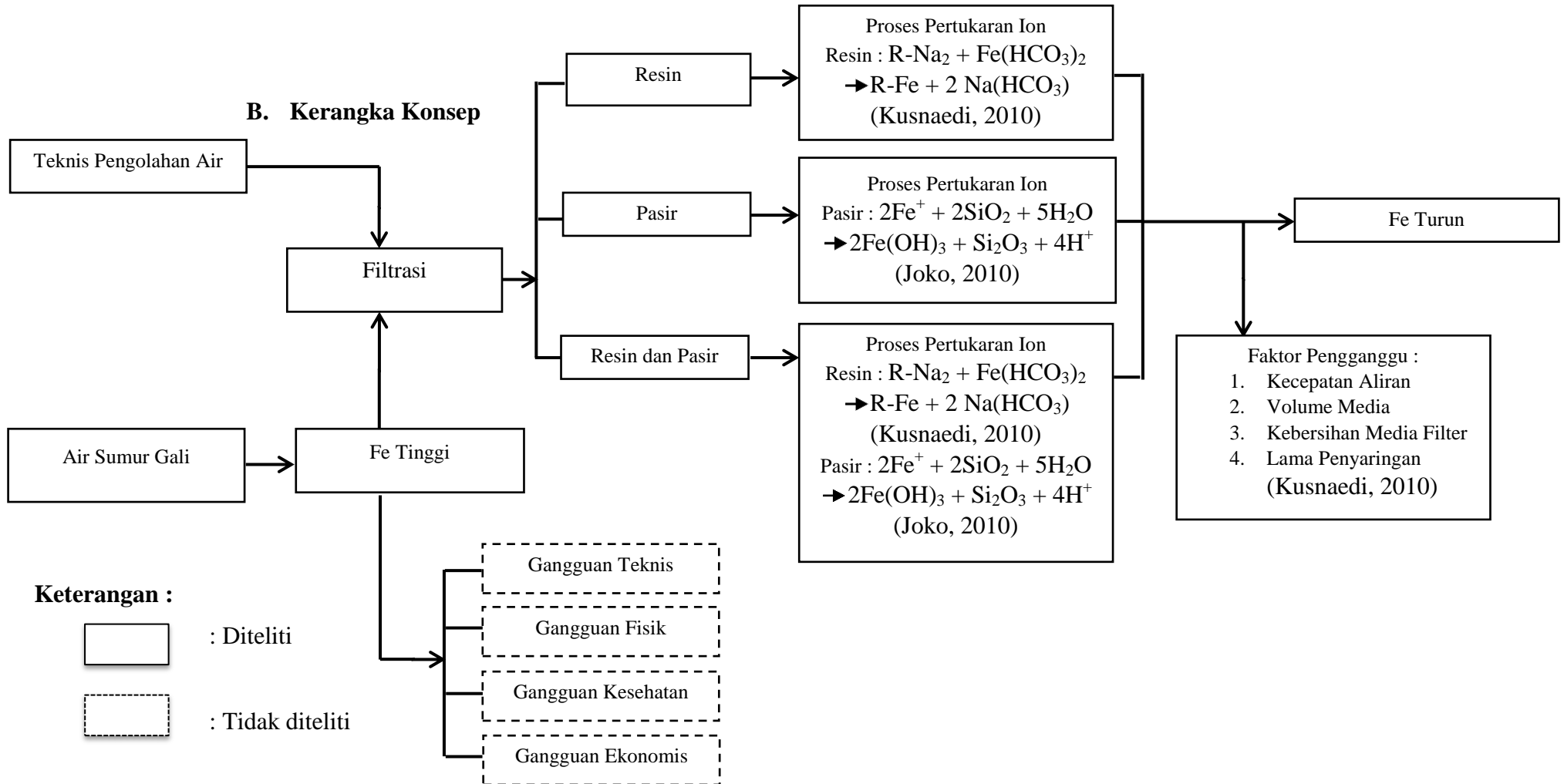
Resin diharapkan memiliki kestabilan fisik yang tinggi agar tahan terhadap tekanan mekanis, tekanan hidrostatik cair, dan tekanan osmosis.

b. Pasir

Pasir merupakan media penyaring yang baik dan sering digunakan dalam proses penjernihan air karena partikel bebas yang berpori, berdegradasi dan *uniformity*. Butiran pasir memiliki pori-pori dan celah yang dapat menyerap dan menahan partikel di dalam air. Selain itu, media pasir sangat mudah didapatkan. Pasir berfungsi untuk menyaring kotoran dari air, pemisahan sisa-sisa flok serta pemisahan

partikel besi yang terbentuk setelah kontak dengan udara. Selama penyaringan, koloid atau suspensi di dalam air akan tetap berada dalam media berpori tersebut, sehingga kualitas air akan meningkat. Pasir yang digunakan harus berkualitas baik, karena bahan penyaring akan mempengaruhi daya adsorpsi terhadap air, semakin kecil ukuran pasir struktur agregat atau kelompok mineral akan semakin rapat, sehingga hasil saring akan semakin baik sampai pada batas tertentu (Fatmawati, 2009).

B. Kerangka Konsep



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

Narasi :

Terkait pengolahan air menggunakan media filter Resin, Pasir, dan kombinasi Resin dan Pasir yang diintervensikan pada air sumur gali Fe tinggi, akan terjadi proses pertukaran ion. Dampak positif adalah air sumur gali tersebut aman untuk dikonsumsi dan tidak terjadi gangguan teknis, kesehatan, dan ekonomis.

C. Hipotesis

1. Hipotesis Mayor

Filtrasi kombinasi antara (resin dan pasir) lebih efektif dibandingkan filtrasi menggunakan media resin dan media pasir dalam menurunkan kadar Fe air sumur gali.

2. Hipotesis Minor

- a. Ada penurunan kadar Fe air sumur gali sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi dengan kombinasi media resin dan pasir.
- b. Ada penurunan kadar Fe air sumur gali sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi dengan media resin.
- c. Ada penurunan kadar Fe air sumur gali sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi dengan media pasir.
- d. Filter resin yang paling efektif untuk menurunkan kadar Fe pada air sumur gali.