

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan Teori**

##### **1. Siklus Hidrologi**

Siklus hidrologi adalah sirkulasi air dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transmisi (Sumani dan Tadulako, 2018).

Proses siklus hidrologi air di alam dipengaruhi oleh energi sinar matahari. Adanya sinar matahari mengakibatkan semua air yang berada di permukaan seperti air laut, sungai, danau mengalami proses penguapan atau evaporasi. Proses evaporasi ini bukan berasal dari air permukaan bumi, tapi berasal dari lubang-lubung yang dikenal dengan tranporasi.

Uap air akan naik ke atmosfer sampai pada suatu titik dimana suhu sekelilingnya sama dengan suhu uap air, sehingga terjadi proses kondensasi (pengembunan). Lama kelamaan titik-titik embun ini akan bertambah besar menjadi tetesan air dan karena gaya gravitasi jatuhlah sebagai air hujan. Air hujan yang jatuh di permukaan bumi sebagian akan terjadi peresapan kedalam tanah sebagai air tanah di sebut dengan proses infiltrasi, namun sebagian air hujan akan mengalir ke daerah yang lebih rendah mengisi lekuk di permukaan tanah dan akhirnya mengalir ke laut, adapun air yang meresap kedalam permukaan tanah akan tersimpan

sebagai air tanah (*ground water*) dan akan keluar kembali sebagai mata air.

## 2. Sumber Air

Berdasarkan siklus hidrologi maka sumber air yang dapat digunakan secara langsung oleh manusia adalah air hujan, air tanah dan air permukaan.

### a. Air hujan

Air hujan adalah air yang terjadi karena proses evaporasi dari air yang berada di permukaan bumi karena energi dari sinar matahari. Kualitas air hujan dipengaruhi oleh keadaan kandungan yang berada di atmosfer seperti gas-gas maupun debu, pada umumnya kualitas air hujan relatif baik hanya kurang mengandung mineral. Adapun sifat-sifat air hujan bersifat lunak (*soft water*) karena kurang mengandung mineral-mineral sehingga rasanya kurang segar dan bersifat korosif karena banyak mengandung gas-gas. Air hujan merupakan sumber air yang berkualitas tinggi dimana akan tersedia pada musim hujan dan berpotensi untuk mengurangi kebutuhan terhadap penggunaan sumber air bersih atau *fresh water sources* (Beza *et al.*, 2016).

### b. Air Tanah

Air tanah adalah sebagai air yang berada dan berasal dari lapisan tanah, baik air yang berada pada lapisan tanah tak jenuh maupun air yang berada pada lapisan tanah jenuh (Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2018).

Pada dasarnya semua air tanah berasal dari air hujan yang mengalami proses infiltrasi ke bagian lapisan tanah yang berpori selanjutnya akan bergerak dalam tanah. Keadaan air tanah sangat dipengaruhi oleh keadaan lapisan batuan dan daerah alirannya selama dalam perjalanannya ke dalam tanah. Selama perjalanannya air berkontak dengan berbagai macam zat dalam lapisan batuan yang mengandung bahan organik maupun anorganik. Keadaan kualitas bakteriologi air tanah pada umumnya baik jika dibandingkan dengan air permukaan karena proses peresapan air ke dalam lapisan batuan terjadi proses penyerapan terhadap bakteri maupun mikroorganisme yang lain (Sutrisno, 2006).

Air tanah yang mengandung zat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) cukup tinggi apabila digunakan untuk mencuci pakaian dan peralatan yang berwarna putih akan mengalami perubahan warna kuning kecoklatan pada benda yang dicuci, selain itu juga menimbulkan endapan pada bak penampung air (Febrina dan Astrid, 2014).

c. Air Permukaan

Air permukaan ini berada di permukaan tanah yang berasal dari air hujan, air lempasan permukaan (*surface run off*) maupun air tanah yang keluar ke permukaan bumi sebagai mata air (*interflow*). Air permukaan lebih mudah diperoleh dengan kuantitas besar, tetapi pada umumnya air permukaan mudah terkontaminasi sehingga relative kotor dan banyak mengandung bakteri-bakteri maupun zat kimia.

Kualitas air permukaan di pengaruhi oleh beberapa faktor seperti daerah alirannya, tempat dan sumber pencemarannya (Sutrisno, 2006).

### 3. Kuantitas Air

Persyaratan air bersih dari segi kuantitas artinya bahwa jumlah air yang digunakan sesuai dengan kebutuhan sehari-hari untuk setiap orang. Persyaratan kebutuhan jumlah air untuk setiap orang berbeda-beda tergantung dari tingkat kehidupannya. Pertambahan penduduk yang begitu pesat baik di pedesaan maupun perkotaan membawa dampak negatif terhadap sumber daya air baik kuantitas maupun kualitasnya (Rachmawati, Joko dan Dewanti, 2016).

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2002) kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga penduduk perkotaan sebesar 120 liter/hari/kapita, sedangkan untuk penduduk pedesaan sebesar 60 liter/hari/kapita (Badan Standardisasi Nasional, 2002). Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pemakaian jumlah air dapat berbeda di karenakan dari jumlah penduduk, tingkat pemakaian, tingkat pendapatan, ada tidaknya industri, harga air, serta kualitas dan kuantitas air tersebut.

### 4. Kualitas Air

Persyaratan kualitas air terdiri dari beberapa persyaratan yaitu persyaratan fisik, kimia, bakteriologi dan radioaktif. Persyaratan fisik air bersih harus jernih, tidak berbau, tidak berasa dan tidak keruh (Menteri Kesehatan RI, 2017).

Tabel 1. Parameter fisik dalam Standar Baku Mutu Air

No	Parameter Wajib	Unit	Kadar Maksimum
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	Zat padat terlarut	Mg/L	1000
4	Suhu	°C	Suhu udara $\pm$ 3
5	Rasa		Tidak berasa
6	Bau		Tidak berbau

Sumber : Permenkes RI No. 32 Tahun 2017.

Tabel 2. Parameter biologi Standar Baku Mutu Air

No	Parameter Wajib	Unit	Kadar Maksimum
1	Total coliform	CFU/100ml	50
2	E. coli	CFU/100ml	0

Sumber : Permenkes RI No. 32 Tahun 2017.

Tabel 3. Parameter kimia dalam Standar Baku Mutu Air

No	Parameter Wajib	Unit	Kadar Maksimum
Wajib			
1	pH	mg/L	6,5-8,5
2	Besi	mg/L	1
3	Flourida	mg/L	1,5
4	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	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	Diterjen	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	mg/L	0,05
5	Selenium	mg/L	0,01
6	Seng	mg/L	15
7	Sulfur	mg/L	400

No	Parameter Wajib	Unit	Kadar Maksimum
Tambahan			
8	Timbal	mg/L	0,05
9	Benzene	mg/L	0,01
10	Zat organik (KMNO <sub>4</sub> )	mg/L	10

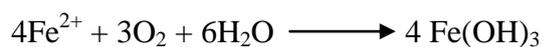
Sumber : Permenkes RI No. 32 Tahun 2017.

#### 5. Besi (Fe) Dalam Air

Adanya Besi (Fe) dalam air karena proses reduksi yang terjadi dalam keadaan anaerob pada umumnya, unsur Besi (Fe) sering dijumpai dalam air yang berasal dari air tanah karena kandungan air dalam tanah bersifat anaerob.

Kandungan Besi (Fe) dalam air mempunyai bentuk oksidasi yaitu besi dalam bentuk valensi dua (Fe<sup>2+</sup>) dan bentuk valensi tiga (Fe<sup>3+</sup>). Didalam air tanah yang jernih, unsur besi yang terkandung didalamnya pada umumnya bervalensi dua dalam bentuk karbonat Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Bentuk ini dalam air tidak menimbulkan warna karena masih larut dalam air, Apabila air tersebut kontak dengan oksigen (O<sub>2</sub>), maka besi yang bervalensi dua akan berubah menjadi besi yang bervalensi tiga dengan reaksi (Nindya, 2002).

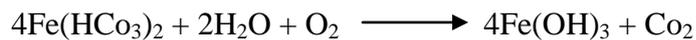
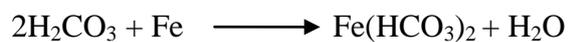
Adapun rekasinya sebagai berikut :



Besi yang bervalensi tiga dalam bentuk Fe (OH)<sub>3</sub> ini akan bersifat tidak larut dalam air akibatnya air akan berwarna merah kecoklatan. Kosentrasi kadar besi dalam air tanah yang bersifat asam atau pH nya reaksi basanya lebih tinggi bila dibandingkan dengan air tanah yang pH

asamnya tinggi. Kadar besi dalam air tanah selain disebabkan karena proses oksidasi, juga di sebabkan karena adanya bakteri besi dalam air. Bakteri besi dalam mempertahankan hidupnya memerlukan kadar besi dan oksigen seperti bakteri *Creonothinx*.

Kadar Besi (Fe) dalam air juga bisa terjadi karena terlarutnya logam (*corrosis*) seperti pada pipa-pipa saluran air dan pipa-pipa saluran lainnya. Proses terjadinya korosi pada pipa disebabkan karena keadaan pH dan proses oksidasi sehingga teroksidasi besi dalam bentuk  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  keadaan pH air yang rendah sehingga dapat menyebabkan terjadinya proses korosi.



Kadar besi yang berlebihan dalam air tanah akan menyebabkan gangguan teknis dan ekonomi yaitu :

- 1) Meninggalkan noda dalam pakaian berwarna kuning kecoklatan.
- 2) Mengotori plambing fixture (kloset, washtafel, bak mandi, dll).
- 3) Membantu perkembangbiakan bakteri.

#### 6. Mangan (Mn) Dalam Air

Logam yang kandungannya paling besar dalam kerak bumi, biasanya ada bersama dengan besi. Zat Mangan merupakan salah satu digunakan terutama dalam pembuatan besi dan lapisan baja, sebagai oksidan untuk proses pembersihan, pemutihan, dan desinfeksi, sebagai kalium permanganat, dan sebagai ingredient dalam berbagai produk.

Bentuk oksidatif yang paling penting untuk lingkungan dan biologi adalah  $Mn^{2+}$ ,  $Mn^{4+}$  dan  $Mn^{7+}$ . Mangan terbentuk secara alami di sumber air permukaan dan air tanah, terutama dalam kondisi oksidasi yang rendah (WHO, 2004).

Bila senyawa Mangan (II) dalam larutan mengalami oksidasi, presipitat, Mangan (Mn) dapat menimbulkan penyumbatan. Pada konsentrasi 0,02 mg/l, Mangan (Mn) dapat membentuk pelapis pada pipa air yang kemudian bisa terlepas sebagai endapan. Amerika Serikat dan sejumlah negara lain telah menetapkan standar sekunder 0,05 mg/l untuk Mangan (EPA, 2004).

Mangan merupakan unsur esensial bagi manusia dan hewan lain. Efek negatifnya dapat terjadi, baik akibat *defisiensi* atau paparan berlebih. *Defisiensi* Mangan jarang terjadi karena Mangan terkandung dalam berbagai jenis makanan, Mangan diketahui dapat menimbulkan efek neurologis setelah paparan melalui inhalasi dan paparan oral melalui air minum (WHO, 2004).

Unsur Mangan (Mn) mempunyai sifat-sifat yang sangat mirip dengan Besi (Fe) sehingga pengaruhnya juga hampir sama. Mangan (Mn) termasuk logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh sebagaimana zat Besi (Fe). Air yang mengandung Mangan (Mn) berlebih menimbulkan rasa, warna, dan kekeruhan yang sama dengan zat Besi (Febrina dan Astrid, 2014).

## 7. Zeolit

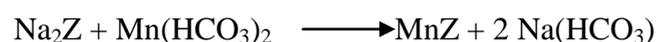
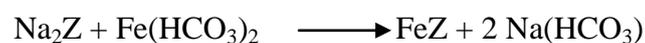
Kata “zeolit” berasal dari kata Yunani *zein* yang berarti membuih dan *lithos* yang berarti batu. Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Ukuran kristal zeolit kebanyakan tidak lebih dari 10-15 mikron (Sutarti *at al.*, 1994).

Zeolit tidak mengalami perubahan struktur yang berarti bila dipanaskan pada suhu tinggi serta tahan terhadap oksidasi dan reduksi. Pada pemanasan 6.000°C, sebagian zeolit tidak memberikan perubahan posisi ion dalam kristal, dan tidak menyebabkan perubahan struktur. Berberapa jenis zeolit tahan terhadap perlakuan kimia pada pH < 3 dan pH > 12. Ketahanan radiasi zeolit juga sangat baik, misalnya *klinoptilolit* dengan tingkat radiasi 106 - 1.010 rad tidak mengalami perubahan struktur, sedangkan resin organik radiasi dengan dosis 106 rad saja telah menyebabkan menurunnya fungsi pertukaran ion resin. Zeolit dengan struktur rangka tiga dimensi akan mempunyai luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan zeolit dapat menyerap (sorpsi) molekul gas pada posisi molekul air dalam kristal zeolit. Kemampuan sorpsi ini tidak hanya ditentukan ukuran partikel, tetapi juga oleh muatan dan lokasi kation yang berada dalam rongga zeolit. Zeolit perlu diaktivasi untuk menguapkan molekul air sebelum dipakai sebagai sorben (Las dan Zamroni, 2002).

Zeolit banyak digunakan dalam pengolahan air baik air limbah, air bersih, maupun air minum. Zeolit dapat digunakan untuk menurunkan kandungan warna,  $\text{NH}_4^+$ , ion-ion logam berat seperti Pb, Fe, Mn, Cr, dan Ni (Widianti, 2006).

Kapasitas tukar ion alami zeolit lebih rendah dari pada resin. Untuk meningkatkan kapasitas tersebut, zeolit dapat diaktivasi secara fisik atau kimia. Secara fisik, aktivasi dapat dilakukan dengan pemanasan ( $300\text{-}4.000^\circ\text{C}$ ) dengan tujuan zeolit menjadi dehidrasi, yang berakibat membuka pori-pori atau rongga utama dan memperluas medan listrik rongga, sehingga efektif bereaksi. Proses aktivasi secara kimia dapat dilakukan dengan larutan asam ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), basa ( $\text{NaOH}$ ), dan garam ( $\text{NaCl}$ ), dengan tujuan membersihkan pori-pori, membuang senyawa pengotor, mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan dan diharapkan dapat menaikkan daya tukar kationnya (Widianti, 2006).

Bila zeolit digunakan dalam pengolahan air yang mengandung Besi (Fe) dan Mangan (Mn), akan terjadi reaksi pertukaran ion sebagai berikut:



## 8. Resin

Resin penukar ion adalah polimer yang berikatan dengan gugus fungsional yang mengandung ion yang dapat dipertukarkan. Pertukaran ion adalah sebuah proses fisika-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, 2017).

Resin anion standar berbasis *kopolimer polistiren* dibuat dengan membuat reaksi amina dengan *kopolimer klorometilat*. Jenis amina yang digunakan menentukan apakah produk akhir adalah basa lemah atau basa kuat. Resin dengan basa lemah dibuat dengan mereaksikan *dimethylamine* dengan *klorometilat intermediet*. Resin tipe I yang kuat dibuat dari *trimethylamine*, tipe II dari *dimethlethanol amine*. Kelebihan amina yang tersisa setelah reaksi didistilasi dan dicuci dari resin. Resin dengan basa lemah berada dalam bentuk basis bebas, resin basa kuat dalam bentuk klorida (Miller dan Castagna, 2017).

Bila resin digunakan dalam pengolahan air yang mengandung Besi (Fe) dan Mangan (Mn), akan terjadi reaksi pertukaran ion sebagai berikut:



Dilihat dari persamaan reaksinya maka proses penghilangan Mangan dengan pertukaran ion sangat mudah operasinya, tetapi jika air bakunya mempunyai kekeruhan, kandungan zat organik serta kadar  $\text{Mn}^{2+}$  penukar ionnya oleh kotoran tersebut sehingga daya penukar ionnya menjadi cepat jenuh. Hal ini mengakibatkan regenerasi harus lebih sering dilakukan (Said dan Wahjono, 1999).

## 9. Karbon Aktif/Arang Aktif

Karbon atau arang adalah suatu bahan padat berpori yang dihasilkan melalui proses pirolisis dari bahan-bahan yang mengandung karbon. Arang aktif atau karbon aktif adalah arang yang 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 adsorpsi terhadap cairan dan gas (Sudrajat dan Soleh, 1994).

Arang aktif mempunyai beberapa karakteristik, antara lain berupa padatan yang berwarna hitam, tidak berasa, tidak berbau, bersifat higroskopis, tidak larut dalam air, asam, basa ataupun pelarut-pelarut organik. Di samping itu, arang aktif juga tidak rusak akibat pengaruh suhu maupun penambahan pH selama proses aktivasi. Arang aktif tidak hanya mengandung atom karbon saja, tetapi juga mengandung sejumlah kecil oksigen dan hidrogen yang terikat secara kimia dalam bentuk gugus-gugus fungsi yang bervariasi, misalnya gugus karbonil (CO), karboksil (COO), fenol, lakton, dan beberapa gugus eter. Oksigen pada permukaan arang aktif, kadang-kadang berasal dari bahan baku atau dapat juga terjadi pada proses aktivasi dengan uap ( $H_2O$ ) atau udara. Keadaan ini biasanya dapat menyebabkan arang bersifat asam atau basa. Pada umumnya bahan baku arang aktif mengandung komponen mineral. Komponen ini menjadi lebih pekat selama proses aktivasi arang. Di samping itu, bahan-bahan kimia

yang digunakan pada proses aktivasi sering kali menyebabkan perubahan sifat kimia arang yang dihasilkan (Lempang, 2014).

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

#### 10. Ferrolite

Fungsi ferrolite adalah untuk menghilangkan kandungan Besi (Fe) tingkat tinggi, bau besi yang menyengat, mangan ( $M^{2+}$ ), warna kuning di air tanah, PDAM atau air gunung (Fatimura *et al.*, 2019).

Kandungan Besi (Fe) yang bisa diatasi oleh ferrolite adalah maksimal 20 ppm atau kurang, sedang kandungan Mangan (Mn) adalah 15 ppm dan  $pH > 6,5$ . Jika tidak sesuai dengan kondisi tersebut, bisa dilakukan *pre treatment* dengan cara oksidasi agar kadar besi di bawah 20 ppm, dengan pengaturan  $pH > 6,5$  (Fatimura *et al.*, 2019).

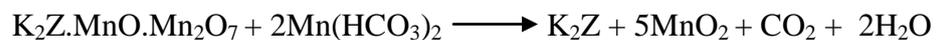
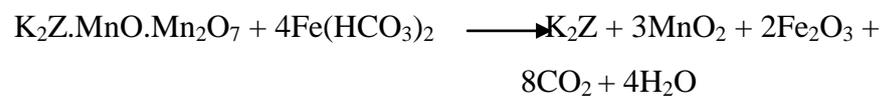
Bentuk butiran ferrolite mempunyai keunggulan berpori sehingga mudah menyerap Besi (Fe) dan Mangan (Mn), sehingga sangat stabil sebagai filter media baik secara fisik maupun secara kimia.

Adapun kelebihan ferrolite saat beroperasi sebagai berikut :

- 1) Waktu aktivasi media untuk percobaan pertama sangat mudah dan sangat cepat.
- 2) Waktu cucinya sangat singkat dibandingkan media filter lainnya.
- 3) Umumnya tidak perlu dilakukan *pre treatment*, kecuali kasus khusus.

- 4) Kecepatan air bisa 10-30 m<sup>3</sup>/jam dimana ini merupakan 2 kali 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.

Bila ferrolite digunakan dalam pengolahan air yang mengandung Besi (Fe) dan Mangan (Mn), akan terjadi reaksi pertukaran ion sebagai berikut:



#### 11. Metode Filtrasi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air

Baik Besi (Fe) maupun Mangan (Mn), dalam air biasanya terlarut dalam bentuk senyawa atau garam bikarbonat, garam sulfat, hidroksida dan juga dalam bentuk koloid atau dalam keadaan bergabung dengan senyawa organik. Oleh karena itu cara pengolahannya pun harus disesuaikan dengan bentuk senyawa Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam air yang akan diolah.

Digunakannya media filter atau saringan karena merupakan alat filtrasi atau penyaringan, memisahkan campuran solida dengan media porous atau material porous lainnya guna memisahkan sebanyak mungkin padatan tersuspensi yang paling halus. Dan penyaringan ini merupakan

proses pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan, dimana prosesnya bisa dijadikan sebagai proses awal (*primary treatment*).

Filtrasi adalah proses pemisahan solid liquid dengan cara melewatkan liquid melalui media berpori atau bahan-bahan berpori untuk menyisihkan atau menghilangkan sebanyak-banyaknya butiran-butiran halus zat padat tersuspensi dari liquida (Widyastuti dan Sari, 2011).

## 12. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efektivitas Penyaringan

### a. Temperatur

Efisiensi penyaringan juga dipengaruhi oleh temperatur, karena temperatur yang sangat tinggi dapat mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia serta metabolisme bakteri dan mikroorganisme lainnya selama penyaringan. Temperatur yang baik apabila aktivitas bakteri tinggi ( $10^{\circ}\text{C}$ - $15^{\circ}\text{C}$ ), dengan tingginya aktivitas maka terbentuklah lapisan lendir pada media filter sehingga partikel-partikel yang lebih kecil dari porositas media penyaring dapat bertahan lama.

### b. Potensial Hidrogen (pH)

Kondisi pH lebih kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2 maka akan menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air yang terbuat dari logam dan dapat mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan manusia.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Munfiah, dkk (2013) menunjukkan derajat pH 6,05-6,81. Derajat pH sumur bor 6,69-7,13. Baku mutu pH air bersih adalah 6,5-9,0 dan air minum adalah 6,5-8,5. Sebanyak 12 sumur gali (60%) dengan nilai pH yang tidak memenuhi syarat sebagai sumber air bersih dan air minum yaitu pada kondisi asam. Sedangkan pada sumur bor semuanya memiliki nilai pH yang memenuhi syarat air bersih dan air minum (Munfiah dan Setiani, 2013). Semakin asam atau basa nilai potensi Hidrogen (pH) suatu larutan maka larutan tersebut bersifat korosif (Khadijah dan Muantulloh, 2017).

c. Kualitas Air

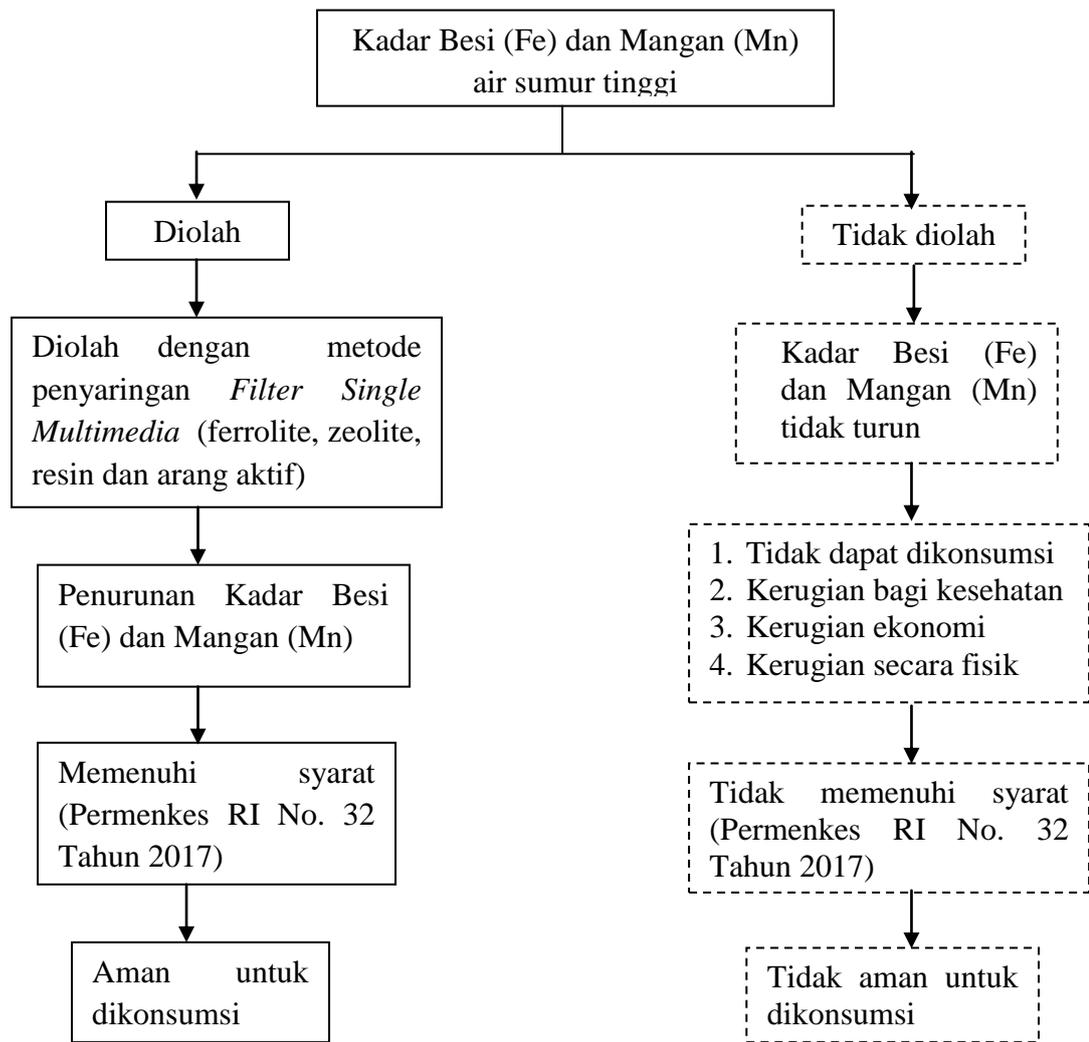
Kualitas air yang diolah semakin baik, maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh, Jika kadar pencemar air tinggi maka masa operasi filter akan pendek.

d. Diameter Media

Menurut Huisman (Sularso, 1998) semakin halus butiran yang digunakan sebagai media penyaring, semakin baik air yang dihasilkan. Jika diameter butiran kecil, akan meningkatkan penyaringan. Hasil pengolahan yang paling efektif menurunkan kadar Besi (Fe) air pada susunan pasir-zeolit, mampu menurunkan sebesar 93,52 %. Dari alat pengolahan air tanpa media hanya mampu menurunkan dengan hasil masih di atas standar, sedangkan

dengan media dapat menurunkan kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dibawah standar yang ditetapkan.

## B. Kerangka Konsep



Keterangan :

———— = Diteliti

----- = Tidak diteliti

Gambar 1. Kerangka Konsep

### C. Hipotesis

#### 1. Hipotesis Mayor

Ada perbedaan kadar Besi (Fe) dan Mangan air sumur sebelum dan sesudah penyaringan menggunakan *Filter Single Multimedia*.

#### 2. Hipotesis Minor

a. Ada perbedaan kadar Besi (Fe) air sumur sebelum dan sesudah penyaringan menggunakan *Filter Single Multimedia*.

b. Ada perbedaan kadar Mangan (Mn) air sumur sebelum dan sesudah penyaringan menggunakan *Filter Single Multimedia*.