

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Telaah Pustaka**

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

Air adalah bagian yang penting untuk berlangsungnya kehidupan seluruh makhluk hidup. Air juga merupakan hal yang paling penting untuk kehidupan manusia dalam segi kualitas dan kuantitas. Hampir semua kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan air mulai dari minum, mandi, memasak, mencuci pakaian, menyiram tanaman, dan menyiram kotoran yang ada disekitar rumah.

##### **2. Sumber Air**

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 (Chandra, 2012)

###### **a. Air Angkasa**

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di bumi. Dalam keadaan murni air hujan merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas, misalnya karbon dioksida, nitrogen, dan ammonia.

Air hujan merupakan air yang paling murni. Namun dalam perjalanannya turun ke bumi, air hujan akan melarutkan partikel-partikel debu dan gas yang terdapat dalam udara, misalnya gas  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{N}_2\text{O}_3$  dan gas  $\text{S}_2\text{O}_3$  sehingga terjadi reaksi kimia terjadi dalam udara. Dengan demikian, air hujan yang sampai di permukaan bumi sudah tidak murni dan reaksi di atas dapat mengakibatkan keasaman pada air hujan sehingga akan terbentuk hujan *asam (acid rain)*.

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 (*ground water*) merupakan air yang berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan kedalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara ilmiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan dalam perjalanannya menuju bawah tanah membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan dengan air permukaan.

Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sumber air lain yaitu air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak

perlu mengalami proses purifikasi atau penjernihan. Dalam persediannya, air tanah tersedia sepanjang tahun. Dibalik kelebihanannya, air tanah juga memiliki beberapa kelemahan. Air tanah juga mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi (magnesium, kalium, dan logam berat seperti besi).

### 3. Sumur Gali

Sumur adalah sumber utama persediaan air bersih baik itu untuk masyarakat pedesaan maupun perkantoran (Chandra, 2007). Sumur gali merupakan konstruksi sumur yang paling umum dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah.

Ditinjau dari segi kesehatan penggunaan sumur gali ini kurang baik bila cara pembuatannya tidak benar-benar diperhatikan. Untuk memperkecil kemungkinan terjadinya pencemaran dapat diupayakan pencegahannya.

Syarat-syarat untuk pencegahan pencemaran adalah sebagai berikut:

- a. Sumur harus diberi tembok rapat yang kedap air sedalam 3 meter dari permukaan tanah.
- b. Sekeliling sumur diberi lantai yang kedap air selebar 1-1,5 meter.
- c. Pada lantai yang berada di sekeliling diberi saluran pembuangan air.

Menurut (Chandra, 2007), sumur dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu sumur dangkal dan sumur dalam.

- a. Sumur Dangkal

Sumur dangkal adalah sumur yang sumber airnya berasal dari resapan air hujan di atas permukaan bumi terutama di daerah dataran rendah. Jenis sumur ini banyak terdapat di Indonesia. Air pada sumur ini mudah sekali terkontaminasi sehingga perlu penanganan agar memenuhi persyaratan sanitasi.

b. Sumur Dalam

Sumur dalam adalah sumur yang sumber airnya berasal dari proses purifikasi alami air hujan oleh lapisan kulit bumi menjadi air tanah.

4. Persyaratan Air Bersih

Persyaratan untuk pengawasan kualitas air tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan 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. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang terdapat parameter wajib dan tambahan.

Parameter tambahan wajib diperiksa hanya apabila kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan, sedangkan parameter wajib harus diperiksa secara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan.

Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makanan, dan pakainya. Selain itu air untuk Keperluan Higiene Sanitas dapat digunakan sebagai air baku air minum (Kementerian Kesehatan, 2017). Parameter yang terdapat pada persyaratan tersebut adalah sebagai berikut :

a. Persyaratan Fisik

Persyaratan fisik yang dimaksud merupakan persyaratan air yang dapat diketahui oleh indera, baik indera penglihatan, penciuman maupun indera perasa. Parameter fisik dalam Permenkes No 32/Menkes/Per/VI/2017 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Persyaratan Fisik Air Bersih

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Kekeruhan	NTU	25
Warna	TCU	50
Zat padat terlarut (total Dissolved Solid)	Mg/l	1000
Suhu	<sup>0</sup> C	Suhu udara ± 3
Rasa		Tidak berasa
Bau		Tidak berbau

b. Persyaratan Biologi

Parameter Biologi dalam Permenkes No 32/Menkes/Per/VI/2017 sebagai berikut.

Tabel 2. Persyaratan Biologi Air Bersih

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
-----------	------	------------------------------------

Total coliform	CFU/100ml	50
E. Coli	CFU/100ml	0

c. Persyaratan Kimia

Secara kimia kualitas air tergolong baik bila sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan 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 kimia dalam Permenkes No 32/Menkes/Per/VI/2017 dibedakan menjadi 2 yaitu parameter wajib dan tambahan sebagai berikut:

Tabel 3. Persyaratan Kimia Air Bersih

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
<b>Wajib</b>		
pH	mg/l	6,5 – 8,5
Besi	mg/l	1
Fluorida	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
Deterjen	mg/l	0,05
Pestisida total	mg/l	0,1
<b>Tambahan</b>		
Air raksa	mg/l	0,001
Arsen	mg/l	0,05
Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Kadmium	mg/l	0,005

Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
Selenium	mg/l	0,01
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

---

#### 5. Parameter Besi (Fe)

Besi adalah salah satu unsur yang penting dalam air permukaan maupun tanah yang merupakan elemen kimiawi yang sering dijumpai pada setiap tempat di bumi. Ferrum (Fe) atau disebut juga besi merupakan bantuan induk yang mengalami pelapukan yang kerap didapati pada perairan umum, garam ferri ataupun garam ferro dengan valensi 2 merupakan bentuk umum senyawa besi pada air (Asmadi, Khayan and kasjoho, 2011)

Kandungan besi dalam perairan merupakan hal yang tidak diharapkan untuk keperluan rumah tangga dikarenakan dapat mengakibatkan bekas karat atau kekuningan pada pakaian, porselin, dan alat-alat lain. Pada konsentrasi diatas kurang lebih 0,31mg/l menghasilkan rasa yang tidak diinginkan pada air minum. Besi memiliki sifat kimia perairan redoks pembentukan kompleks, metabolisme oleh mikroorganisme, dan perairan dari besi antara fasa dan fase padat yang mengandung besi karbonat, hidroksida, dan sulfide (Achmad, 2004)

#### 6. Dampak yang ditimbulkan Fe

Menurut (Joko, 2010b) kadar besi yang masih boleh terlarut dalam air bersih sebanyak 1 mg/l. Apabila sudah melebihi batas tersebut maka dapat menyebabkan berbagai masalah, diantaranya adalah:

a. Gangguan Fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan dari besi yang terlarut dalam air yaitu warna, bau, dan rasa. Bila konsentrasi besi terlarutnya  $>1,0$  mg/l dalam air minum maka air minum tidak terasa enak.

b. Gangguan teknis

Dari endapan Fe dapat menimbulkan berbagai efek merugikan seperti:

- 1) Bersifat korosif terhadap pipa terutama pipa GI dan mengendap pada saluran pipa yang bisa mengakibatkan pembuntuan pada pipa.
- 2) Menggoroti kloset, wastafel dan bak yang terbuat dari seng.

c. Gangguan kesehatan

Air minum yang mengandung besi bisa menimbulkan rasa mual bila dikonsumsi. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan iritasi pada mata dan kulit. Apabila seseorang mengkonsumsi air yang banyak mengandung besi bisa merusak dinding usus dan sering kali kematian disebabkan karena rusaknya dinding usus tersebut.



Pada hemokromtosis primer besi disimpan dalam jumlah yang berlebihan. Feritin yang memiliki kadar besi tinggi berada dalam bentuk kompleks dengan mineral lain yaitu *hemosiderin*. Mengakibatkan sirosis hati dan kerusakan pankreas sehingga menimbulkan diabetes. Hemokromatosis 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

Rusaknya peralatan yang ditimbulkan dari adanya besi dalam air sehingga memerlukan biaya untuk perbaikan maupun penggantian maka hal ini menyebabkan gangguan ekonomis.

7. Cara Menurunkan Fe

Kandungan kadar Fe yang ada dalam air dan melebihi standar baku mutu dapat menimbulkan berbagai masalah apabila secara terus-menerus tetap digunakan atau dikonsumsi. Maka perlu adanya pengolahan untuk menurunkan kandungan Fe pada air tersebut dengan berbagai cara metode untuk menghilangkan kandungan Fe. Pengolahan untuk menurunkan kandungan Fe terdapat berbagai cara, diantaranya :

a. Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses pengolahan air secara fisik untuk menghilangkan partikel padat dalam air dengan melewatkan air

tersebut melalui material berpori dengan diameter butiran dan dengan ketebalan tertentu (Rahmawati, 2009). Filtrasi dalam sistem pengolahan air bersih adalah proses pengilangan partikel-partikel atau flok-flok halus yang lolos dari sedimentasi yang dimana partikel-partikel atau flok-flok tersebut akan tertahan pada media penyaring selama air melewati media tersebut. Filtrasi sendiri di perlukan untuk menyempurnakan kadar penurunan kontaminan seperti warna, Fe, rasa, bau dan bakteri sehingga diperoleh air bersih yang memenuhi standar. Prinsip dasar dari filtrasi yaitu penyaringan partikel secara fisik, kimia, dan biologi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak terendapkan dalam media sedimentasi melalui media berpori.

Jenis aliran filtrasi dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1) Filtrasi aliran down flow

Sistem filtrasi aliran down flow yaitu mengalirkan limbah cair dari atas menuju ke bawah melewati media saringan yang bertujuan untuk mengurangi kandungan tersuspensi dan kandungan kimia untuk kemudian diperoleh hasil dibawah media penyaring (Asmadi, Khayan and kasjoho, 2011)

2) Filtrasi aliran up flow

Sistem aliran up flow adalah sistem pengolahan air melewati suatu media penyaring dengan arah aliran dari bawah menuju ke atas, apabila saringan kotor maka pencucian akan terjadi dengan sendirinya yaitu dengan cara membuka kran pembuangan,

yang kemudian proses ini dinamakan sebagai pencucian atau back wash (Said, 2008)

### 3) Filtrasi aliran horizontal

Sistem filtrasi horizontal digunakan sebagai pretreatment sebelum filtrasi pasir lambat untuk mengurangi kekeruhan dalam air baku. Kombinasi perlakuan didasarkan pada proses pemurnian alami yang tidak tergantung pasokan bahan kimia. Sistem filtrasi aliran horizontal tidak hanya digunakan untuk meningkatkan kualitas fisik pada air agar memenuhi persyaratan tetapi juga untuk menghilangkan bakteri dan virus dalam ukuran 10-20 mikron dan 0,4-0,2 mikron.

### b. Pertukaran Ion

Pertukaran ion adalah suatu metode proses yang terdiri dari reaksi kimia antara ion dalam fase cair dengan ion dalam media padat tidak larut (Joko, 2010b)

Fungsi dari pertukaran ion adalah :

- 1) Penyisihan amoniak
- 2) Demineralisasi air
- 3) Penyisihan logam berat
- 4) Pengolahan radioaktif tingkat tinggi dan tingkat rendah.

Proses pertukaran ion terdiri dari reaksi kimia antara ion (kation/anion) dalam fase cair dengan ion dari fase padat. Ion tertentu dari larutan lebih mudah terserap (terjadi reaksi kimia) oleh padatan

penukaran ion dan sejumlah ekuivalen ion akan dilepaskan oleh padatan kembali ke fase larutan. Penghilangan besi dengan cara pertukaran ion yaitu dengan cara mengalirkan air baku yang mengandung Fe melalui suatu media penukaran ion. Sehingga Fe akan bereaksi dengan media penukaran ionnya.

#### 8. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Filtrasi

Menurut (Kusnaedi, 2010), terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi filtrasi, yaitu:

##### a. Debit

Debit aliran merupakan laju aliran (berupa volume air) yang melewati sebuah penampungan melintang persatuan waktu. Besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/dt$ ). Apabila kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan akan menurun.

##### b. Ketebalan media filtrasi

Ketebalan media yaitu ukuran ketinggian media filtrasi yang digunakan. Ketebalan media filtrasi sangat mempengaruhi waktu kontak dan bahan penyaring. Semakin tebal media filter yang digunakan maka akan semakin lama waktu kontak air dengan media filter, sehingga kualitas air yang dihasilkan dari penyaringan semakin baik.

##### c. Diameter media filtrasi

Semakin kecil diameter butiran media maka celah antar butiran akan semakin rapat sehingga kecepatan penyaringan akan semakin pelan sehingga kualitas yang dihasilkan akan semakin baik.

d. Lama pemakaian media untuk penyaringan

Semakin lama media yang digunakan maka semakin banyak filter yang tertahan dalam media filter, sehingga media tersebut semakin lama akan tersumbat atau jenuh, untuk itu perlu dilakukan pencucian pada media filter.

e. Waktu kontak

Waktu kontak adalah lama waktu yang diperlukan air untuk kontak dengan media filter. Waktu kontak yang digunakan berpengaruh terhadap hasil filtrasi. Semakin lama waktu kontak antara air dengan media filter maka kualitas air semakin baik.

9. Media Pengolahan Air

a. Arang Aktif

Arang aktif adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, berwarna hitam, berbentuk granula, bulat, pellet, atau bubuk dan dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Arang aktif berbentuk kristal mikro karbon grafit yang pori-porinya telah mengalami proses pengembangan kemampuan untuk menyerap gas dan uap dari zat-zat

yang tidak larut atau terdispersi dalam cairan (Kusnaedi, 2010). Arang aktif mempunyai kemampuan menyerap karena material arang aktif berpori. Arang aktif mempunyai kemampuan adsorpsi (menyerap) sehingga arang aktif mampu menurunkan kandungan Fe dalam air. Banyaknya senyawa yang dapat diserap tergantung kemampuan adsorben, luas permukaan, luas pori, dan ukuran pori. Arang aktif ada tiga macam bentuk yaitu arang aktif serbuk, arang aktif granular dan arang aktif bentuk pelet (Kusnaedi, 2010)

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 (Lempang, 2014)

Penghilangan bahan-bahan organik yang tidak diinginkan dapat dilakukan dengan menggunakan filtrasi arang aktif. Arang aktif digunakan sebagai bahan penghilang warna keruh, bau tidak sedap menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, deterjen, senyawa phenol serta untuk menyerap logam berat dan lain-lain (Widayat, 2018) Arang aktif sebelum digunakan sebagai media filtrasi penyaring harus direndam dan dicuci bersih sampai air bekas cuciannya bening (Kusnaedi, 2010).

b. Resin

Resin merupakan sebuah senyawa hidrokarbon yang terpolimerisasi hingga tingkat tinggi yang mengandung ikatan-ikatan hubungan silang (cross-linking) serta gugusan yang mengandung ion-ion yang dapat dipertukarkan (Lestari & Utomo, 2007). Proses pertukaran ion berlangsung melalui cara difusi fluida yang keluar masuk resin, sehingga ion-ion yang lebih besar dari ukuran tertentu tidak dapat bereaksi karena seleksi tertentu dari derajat ikatan silang resin. Gugus fungsi berupa asam atau basa yang diikat oleh polimer pembentukan resin dan menentukan sifat dasar dari resin yang dibentuk (Nugroho and Purwanto, 2013)

Pengolahan air dengan resin adalah salah satu opsi metode pemisahan air menggunakan resin ialah mengganti ataupun menukar ion yang terikat pada polimer pengisi resinnya dengan ion yang dilewatkan (Kusnaedi, 2010).

Berdasarkan fungsi gugusnya, resin penukar dapat dibagi menjadi dua yaitu:

- 1) Resin Penukar Kation (Ion Positif)

Resin penukaran kation adalah resin yang akan menukar atau mengambil larutan (Kusnaedi, 2010). Resin memiliki sifat asam sehingga mampu mengikat ion-ion positif pada air baku. Resin kation merupakan penukaran ion positif (kationik) untuk menukar ion dengan muatan elektronik yang sama (positif) (Nuranto, 2012). Resin kation mengandung gugus karboksilat,

sulfanoat, fenolat atau gugus lain dan jumlah kation ekuivalen (Kusnaedi, 2010)

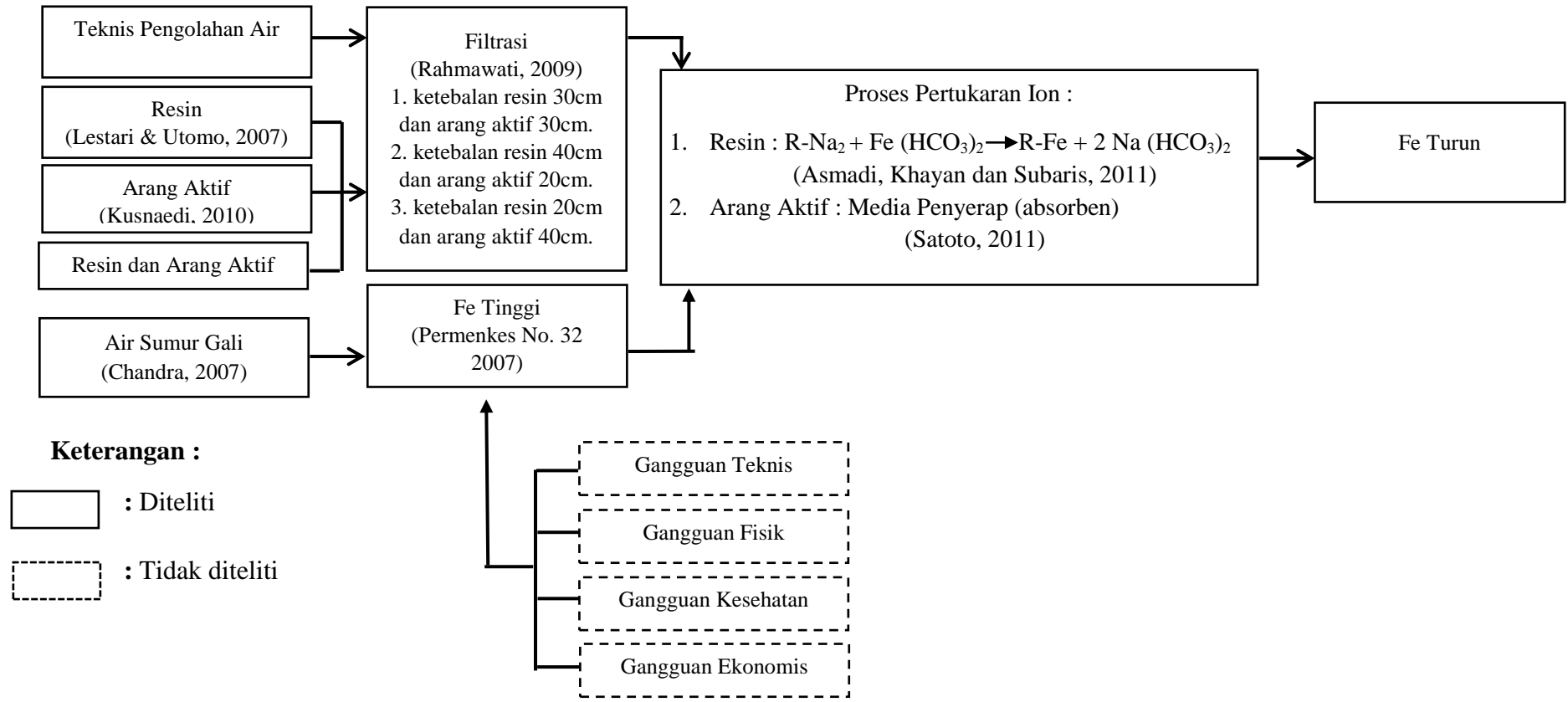
Air yang mengandung ion Fe (besi) akan diikat resin menjadi R-Fe. Tetapi, ikatan tersebut merupakan ikatan tidak permanen sehingga apabila telah jenuh, resin yang digunakan dapat dicuci dengan air hangat yang diberi garam (NaCl). Selanjutnya resin murni akan murni lagi dan dapat digunakan kembali (Kusnaedi, 2010)

## 2) Resin Penukar Anion (Ion Negatif)

Resin penukar anion mengandung anion yang dapat dipertukarkan. Resin penukar anion digunakan melalui suatu cara pemisah berdasarkan muatan yang dimiliki oleh molekul zat terlarut (Kusnaedi, 2010). Resin ini bersifat basa sehingga dapat mengikat ion negatif dalam air baku. Resin anion merupakan penukaran ion negatif (anionik) untuk menukar ion dengan muatan elektrolit yang sama (negatif) (Wijayanti, 2012). Resin anion dapat diregenerasi dengan larutan HCl.



**B. Kerangka Konsep**



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

**Narasi :**

Terkait pengolahan air menggunakan Filter Resin dan Arang Aktif yang di intervensikan pada air sumur gali Fe tinggi, akan terjadi proses pertukaran ion dan proses penyerapan. Dampak positif adalah air sumur gali tersebut aman untuk di konsumsi dan tidak terjadi gangguan teknis, fisik, kesehatan, dan ekonomis.

### **C. Hipotesis**

1. Hipotesis Mayor

Ada pengaruh ketebalan resin dan arang aktif yang efektif menurunkan kadar Fe pada air sumur gali.

2. Hipotesis Minor

- a. Terjadi penurunan kadar Fe air sumur gali sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi dengan ketebalan media resin 20cm dan arang aktif 40cm.
- b. Terjadi penurunan kadar Fe air sumur gali sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi dengan ketebalan media resin 30cm dan arang aktif 30cm.
- c. Terjadi penurunan kadar Fe air sumur gali sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi dengan ketebalan media resin 40cm dan arang aktif 20cm.
- d. Media filtrasi paling efektif adalah kombinasi media resin 40cm dan arang aktif 20cm terhadap penurunan kadar Fe air sumur gali.