

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Pengertian Air

Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan manusia yang memiliki manfaat bagi manusia diantaranya digunakan untuk keperluan minum, masak, mandi, mencuci pakaian dan sebagainya (Hardjono, Nuraini, 2013). Air adalah sumber daya alam yang mutlak dibutuhkan untuk kehidupan. Berdasarkan kegunaan air yang digunakan diharapkan kualitas air masih memenuhi batas-batas toleransi kriteria kualitas air yang layak untuk digunakan (Efendi, 2013). Air dapat diartikan sebagai air bersih apabila memenuhi persyaratan kualitas air bersih yang sesuai dengan Permenkes 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.

2. Sumber Air

Menurut Asmadi (2011) air yang ada di bumi berasal dari beberapa sumber. Macam-macam sumber air diantaranya :

a. Air laut

Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl sebesar 3% dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum.

b. Air atmosfer

Air atmosfer adalah air yang terjadi karena proses penguapan yang kemudian terkondensasi dan akhirnya jatuh sebagai air hujan, salju, dan es. Contoh air atmosfer adalah air hujan. Cara untuk menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya jangan saat air hujan baru mulai turun, karena masih mengandung banyak kotoran. Air hujan juga mempunyai sifat agresi terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal tersebut akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan. Air hujan juga mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.

c. Air permukaan

Air permukaan berasal dari aliran langsung air hujan yang mengalir di permukaan bumi.

d. Air tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah di dalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. Air tanah terbagi atas air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal terjadi karena adanya daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Air tanah dangkal ini pada kedalaman 15 m² sebagai sumur air minum, air dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agar baik, segi kuantitas kurang dan tergantung pada musim. Air tanah dalam, terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam tidak semudah air tanah dangkal karena

harus menggunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya, sehingga dalam suatu kedalaman antara 100-300 m².

e. Mata air

Mata air yaitu air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah dengan hampir tidak terpengaruh oleh musim, sedangkan kualitas atau kuantitasnya sama dengan air dalam. Berdasarkan keluarnya (munculnya ke permukaan tanah) terbagi atas rembesan, dimana air keluar dari lereng-lereng dan umbul, dimana air keluar ke permukaan pada suatu dataran.

3. Persyaratan Kualitas Air

Berdasarkan Permenkes 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 keperluan Higiene Sanitasi meliputi pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu air untuk keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum. Kualitas air harus memenuhi persyaratan meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia.

a. Parameter fisik

Daftar parameter fisik yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi terdapat dalam Tabel 1 :

Tabel 1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Keperluan Higiene Sanitasi berdasarkan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017

Jenis Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar maksimum)
Kekeruhan	NTU	25
Warna	TCU	50
Zat padat terlarut (Total <i>Dissolved Solid</i>)	mg/l	10000
Suhu	°C	Suhu udara ± 3
Rasa		Tidak berasa
Bau		Tidak berbau

Sumber: Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017

b. Parameter biologi

Parameter biologi yang harus diperiksa dalam air bersih yaitu *Total Coliform* dan *Escherichia Coli* dengan satuan/*colony forming unit* dalam 100 ml sampel air. Berikut adalah parameter biologi air :

Tabel 2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Keperluan Higiene Sanitasi berdasarkan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Total <i>Coliform</i>	CFU/100ml	50
<i>E. coli</i>	CFU/100ml	0

Sumber: Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017

c. Parameter kimia

Parameter kimia terdiri dari parameter wajib dan parameter tambahan untuk keperluan higiene sanitasi tersaji dalam Tabel 3 :

Tabel 3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Keperluan Higiene Sanitasi berdasarkan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017

Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib		
pH	mg/l	6,5-8,5
Besi (Fe)	mg/l	1
Flourida	mg/l	1,5
Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
Mangan (Mn)	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
Tambahan		
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	0,01
Seng	mg/l	15
Sulfat	mg/l	400
Timbal	mg/l	0,05
Benzene	mg/l	0,1
Zat organik (KMNO ₄)	mg/l	10

Sumber: Permenkes No. 32/Menkes/Per/VI/2017

d. Parameter radioaktif

Tidak mengandung zat-zat yang menghasilkan bahan mengandung

radioaktif seperti sinar alfa, beta dan gamma.

4. Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air

a. Besi (Fe) dalam air

Fe adalah logam yang dapat ditemui hampir disetiap tempat di bumi, menempati berbagai lapisan bumi dan semua badan air. Fe menempati urutan sepuluh besar sebagai unsur yang terbanyak di bumi. Unsur ini ditemukan dalam air mentah yang alami pada kisaran antara 0,5 sampai 50 mg/liter. Fe juga dapat ditemukan pada air sebagai hasil penggunaan koagulan zat besi atau akibat korosi bahan dan pipa pelapis besi selama distribusi air (WHO, 2011). Di dalam air bersih Fe menimbulkan rasa, pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi, kekeruhan, dan warna (kuning) akibat oksidasi oleh oksigen terlarut yang dapat menjadi racun bagi manusia (Fajar *et al.*, 2013).

Fe dalam keadaan tidak ada oksigen bisa terlarut dalam air. Apabila dioksidasi pada kisaran pH 7 hingga 8,5 Fe hampir tidak bisa larut di dalam air dan konsentrasinya dalam air dapat dikurangi sampai kurang dari 0,4 mg/L. Konsentrasi Fe residual sesudah pengolahan tergantung pada kemampuan pemisahan endapan baik dengan cara koagulasi maupun filtrasi dikarenakan besi tidak terlarut dalam air bila dioksidasi sempurna (Budiyono dan Siswo, 2013).

Pada umumnya keberadaan Fe yang ada di dalam air bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} (ferro) atau Fe^{3+} (ferri) yang tersuspensi sebagai

butir kolodial (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. Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/L , tetapi di dalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi (Febrina & Astrid, 2014). Fe dalam air apabila bersentuhan dengan udara menjadi keruh, berwarna kuning, berbau dan tidak layak untuk dikonsumsi. Kekeruhan dan warna kuning terbentuk karena terjadi oksidasi ferro (Fe^{2+}) menjadi ferri (Fe^{3+}) dengan reaksi $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}^+$. Selain penampilannya yang kurang, air yang tinggi kandungan besinya mempunyai rasa yang tidak enak. Konsentrasi Fe yang melebihi $\pm 2 \text{ mg/L}$ akan menimbulkan noda-noda pada peralatan dan pakaian (Kacaribu, 2008).

Menurut Joko (2010) penyebab tingginya kadar Besi (Fe) dalam air diantaranya yaitu :

1). Rendahnya pH air

Potensi Hidrogen atau pH air normal yang tidak menyebabkan masalah adalah ≥ 7 . Air yang mempunyai $\text{pH} \leq 7$ dapat menyebabkan larutnya logam termasuk besi.

2). Temperatur air

Temperatur yang naik akan menyebabkan meningkatnya derajat korosif.

3). Gas-gas terlarut dalam air

Terdapat gas-gas terlarut diantaranya adalah O_2 , CO_2 , dan H_2S .

Beberapa gas terlarut dalam air tersebut akan bersifat korosif.

4). Bakteri

Secara biologi tingginya kadar besi terlarut dipengaruhi oleh bakteri besi yaitu bakteri yang dalam hidupnya membutuhkan makanan dengan mengoksidasi besi hingga larut.

b. Mangan (Mn) dalam air

Mangan (Mn) adalah metal berwarna kelabu-kemerahan. yang merupakan logam yang kandungannya paling besar dalam lapisan bumi, keberadaannya biasa bersamaan dengan besi (Fe). Zat Mangan digunakan dalam pembuatan besi dan lapisan baja, sebagai oksidan untuk proses pembersihan, pemutihan, dan desinfeksi, sebagai kalium permanganat, dan sebagai komposisi dalam berbagai produk. Bentuk oksidatif yang paling penting untuk lingkungan dan biologi adalah Mn^{2+} , Mn^{4+} dan Mn^{7+} . Terbentuknya Mangan di sumber air permukaan dan air tanah terbentuk secara alami, terutama dalam kondisi oksidasi yang rendah. Mangan berlebih pada air menimbulkan rasa, warna (coklat/ungu/hitam), atau kekeruhan. Diketahui Mangan menimbulkan efek neurologis setelah pajanan melalui inhalasi dan pajanan oral melalui air minum (WHO, 2004).

5. Dampak Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang Berlebih pada Air

a. Dampak Besi (Fe)

Fe dengan kadar kecil pada air tidak menimbulkan gangguan kesehatan dan dapat bermanfaat bagi tubuh, salah satunya untuk

pembentukan hemoglobin. Akan tetapi, apabila Fe dalam dosis yang besar maka dapat merusak dinding usus dan menjadi penyebab banyak kasus kematian akibat konsumsi Fe berlebih. Selain itu, orang yang sering mendapat transfusi darah cenderung kulitnya menjadi hitam akibat terakumulasinya Fe dalam tubuh, hal itu terjadi karena tubuh manusia tidak dapat mengekskresikan Fe (Febrina & Astrid, 2014)

Menurut Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 nilai ambang batas Fe pada air bersih adalah 1,0 mg/L. Apabila keberadaan Fe pada air bersih melebihi nilai ambang batas tersebut maka dapat timbul beberapa masalah.

Menurut Joko (2010), masalah yang dapat terjadi diantaranya adalah:

1). Gangguan Teknis

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})^3$ dapat menyebabkan efek-efek yang merugikan seperti :

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

2). Gangguan Fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, rasa. Bila konsentrasi besi terlarutnya $> 1,0 \text{ mg/L}$ dalam air minum sehingga rasa tidak enak.

3). Gangguan Kesehatan

Jika zat Fe melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengekskresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapatkan transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/L akan menyebabkan terjadinya iritasi pada kulit dan mata. Pada air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu, dalam dosis tinggi dapat merusak dinding usus yang dapat mengakibatkan kematian.

4). Gangguan Ekonomis

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

b. Dampak Mangan (Mn)

Mn mempunyai sifat-sifat yang sangat mirip dengan Fe jadi pengaruhnya juga hampir sama. Mn dalam kadar $<0,5$ mg/L pada tubuh bermanfaat dalam menjaga kesehatan otak dan tulang, berperan dalam pertumbuhan rambut dan kuku, serta menghasilkan enzim untuk metabolisme tubuh untuk mengubah karbohidrat dan protein membentuk energi yang akan digunakan. Tetapi apabila Mangan melebihi 0,5 mg/L, maka akan timbul gejala susunan syara, insomnia,

serangan jantung, gangguan pembuluh darah, lemah pada kaki dan otot muka, bahkan kanker hati (Agustiani *et al.*, 2014).

6. Metode Filtrasi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air

Sumber air yang digunakan untuk penyediaan air bersih mengandung Fe dan Mn melebihi standar baku mutu secara terus-menerus tetap digunakan atau dikonsumsi dapat menyebabkan masalah ke depannya. Maka perlu adanya pengolahan untuk menurunkan kandungan Fe dan Mn pada air sebelum digunakan hingga tidak melebihi baku mutu. Dalam menurunkan Fe dan Mn pada air ada berbagai macam cara, salah satu cara yang dapat digunakan untuk yang menurunkan Fe dan Mn adalah filtrasi.

Filtrasi merupakan proses penyaringan bagian dari pengolahan air untuk penghilangan partikel-partikel/flok-flok dalam air dengan melewati air tersebut melalui material berpori dengan diameter butiran dan ketebalan tertentu. Filtrasi digunakan untuk menurunkan kadar kontaminasi seperti bakteri, bau, warna, rasa, Fe dan Mn, sehingga mendapatkan air bersih yang memenuhi standar kualitas air (Asmadi, 2011).

Pada dasarnya prinsip filtrasi adalah penyaringan untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak terendapkan dalam proses sedimentasi melalui media berpori yang dilakukan secara fisik, kimia, biologi. Dalam penyaringan memerlukan media yang mempunyai sifat penyaringan yang baik, keras, dapat bertahan lama, bebas dari kotoran,

dan tidak larut dalam air. Menurut Suliastuti dalam (Alifianna, 2018) hal-hal yang mempengaruhi filtrasi antara lain ukuran media, bukaan pori-pori media dan luas permukaan, sifat dan karakteristik air baku.

Proses filtrasi sendiri dibedakan menjadi dua yaitu filtrasi pasir cepat (*rapid sand filter*) dan filtrasi pasir lambat (*slow sand filtration*). Dimana dalam penelitian ini akan menggunakan saringan pasir cepat sebagai media penyaringan menjadi air bersih, karena filtrasi saringan cepat biasa digunakan untuk mengurangi Fe dan Mn (Sanropie, 1984). Berdasarkan sistem alirannya, jenis aliran filtrasi dibagi menjadi tiga yaitu:

a. Filtrasi *Up flow*

Sistem aliran *up flow* adalah sistem penyaringan dalam pengolahan air melewati suatu media penyaringan dengan arah aliran dari bawah ke atas (Said, N.I., Herlambang, 2008). Dalam sistem ini biasanya diterapkan secara gravitasi maupun dengan penggunaan pompa untuk menghasilkan aliran ke atas. Kelebihan dari sistem ini adalah beban filter dalam penyaringan partikel terlarut tidak begitu besar walaupun kekeruhannya tinggi, disebabkan karena kandungan partikel terlarut tertinggal pada bagian lapisan bawah filter. Kerugian dari sistem ini adalah prosesnya kadang memerlukan pompa dan tergolong mahal dalam perawatannya.

b. Filtrasi *Down flow*

Sistem aliran *down flow* yaitu sistem penyaringan dalam pengolahan

air dengan arah aliran dari atas ke bawah secara gravitasi melewati suatu media penyaringan untuk mengurangi kandungan tersuspensi dan kandungan kimia (Asmadi, 2011). Kelebihan dari sistem ini adalah dalam proses filtrasi relatif lebih mudah dan murah, sedangkan kekurangannya jika air yang akan disaring kekeruhannya tinggi, beban filter menjadi besar. Sehingga sering terjadi kebuntuan dan selang waktu pencucian filter semakin pendek, kecepatan penyaringan juga relatif rendah sehingga memerlukan ruang yang luas.

c. Filtrasi Aliran Horizontal

Filtrasi horizontal digunakan sebagai pretreatment sebelum filtrasi pasir lambat untuk mengurangi kekeruhan dalam air baku. 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 0,4-0,02 mikron.

7. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyaringan

Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan ada empat yaitu (Widyastuti & Sari, 2011):

a. Kualitas air baku

Semakin baik kualitas air baku yang diolah maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.

b. Suhu

Suhu yang baik yaitu antara 20-30°C, temperatur akan mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia.

c. Kecepatan Penyaringan

Kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi pemisahan bahan-bahan tersuspensi dengan penyaringan. Berbagai hasil penelitian menyatakan bahwa kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi terhadap kualitas *effluent*. Kecepatan penyaringan lebih banyak terhadap masa operasi saringan.

d. Diameter butiran

Kualitas *effluent* secara umum yang dihasilkan akan lebih baik bila lapisan saringan pasir terdiri dari butiran-butiran halus. Jika diameter butiran yang di gunakan kecil maka yang terbentuk juga kecil. Hal ini akan meningkatkan efisiensi penyaringan.

8. Zeolit

Kata “zeolit” berasal dari kata Yunani “*zein*” yang berarti membuih dan “*lithos*” yang berarti batu. Nama tersebut sesuai dengan sifat zeolit yang akan membuih apabila dipanaskan pada 100°C, karna zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit bermacam-macam diantaranya adalah warna putih kehijau hijauan, putih kekuning-kuningan, putih keabu-abuan, dan lainnya. (Srihapsari, 2006).

Zeolit ada 2 jenis yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit alam awal mula jadi berasal dari muntahan gunung berapi yang membeku menjadi batuan beku (vulkanik), batuan sedimen, dan batuan metamorf, dan selanjutnya melalui pelapukan karena pengaruh panas dan dingin yang terjadi dalam lubang-lubang dari batuan lava basal (*traps rock*) dan butiran halus dari batuan sediment piroklastik (*tuff*). Pada setiap daerah, *tuff* atau tufa memiliki warna berbeda beda, karna keadaan geologi. Zeolit alam biasanya ditambang langsung dari alam, sehingga harga lebih murah dari pada zeolit sintetis (Lestari, 2010). Zeolit mengandung Silikon Dioksida (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi (III) Oksida (Fe_2O_3), Kalsium Oksida (CaO), Magnesium Oksida (MgO), Natrium Oksida (Na_2O), Kalium Oksida (K_2O), Titanium dioksida (TiO_2), Fosfor Pentoksida (P_2O_5) (Kudarto, 2008). Komposisi unsur kimia yang hampir sama dengan berbagai jenis zeolit yang ada. Analisis kimia zeolit mempunyai ciri khusus yaitu jumlah kandungan unsur SiO_2 dan Al_2O_3 , jumlah unsur berkisar antara 75%-80%, sedangkan kalau lebih dari jumlah tersebut berarti bukan zeolit. Rasio Si/Al pada zeolit alam bervariasi, akan tetapi relatif rendah. Zeolit alam ditemukan dalam bentuk mineral yang memiliki komposisi Si/Al berbeda.

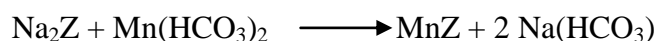
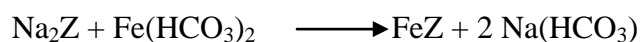
Zeolit merupakan material yang memiliki banyak kegunaannya, yang banyak diaplikasikan sebagai adsorben, penukar ion, penyaring atau pemisah, dan sebagai katalis. Dengan mengalirkan air yang mengandung Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada filter zeolit, kation akan diikat oleh zeolit

yang memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit dapat mengikat kation-kation pada air, Fe, Al, Ca dan Mg yang umumnya terdapat pada air tanah. Selain itu zeolit juga mudah melepaskan kation dan digantikan dengan kation lainnya, misalnya zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat besi atau mangan. Dengan demikian, zeolit berfungsi sebagai *ion exchanger* dan adsorben dalam pengolahan air (Kusnaedi, 2010). Zeolit merupakan senyawa dengan kation alkali atau alkali tanah yang bergerak dan umumnya bertindak atau berkarakter sebagai penukar ion. Keberadaan kation pada rongga bisa ditukar atau melepas kation dalam zeolit dengan kation lain. Struktur rangka tiga dimensinya zeolit akan mempunyai luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan zeolit dapat menyerap (sorpsi) molekul gas pada posisi molekul air dalam kristal zeolit. Kemampuan zeolit sorpsi tidak hanya ditentukan ukuran partikel, tetapi juga oleh muatan dan lokasi kation yang berada dalam rongga zeolit. Selama proses tersebut zeolit perlu diaktivasi sebelum dipakai sebagai sorben (Las, T., & Husen, 2002).

Sebelum digunakan zeolit diaktivasi terlebih dahulu, untuk meningkatkan kapasitas tukar ion secara fisik atau kimia. Secara fisik, aktivasi dapat dilakukan dengan pemanasan (300-400°C) dengan tujuan membuka pori-pori atau rongga utama dan memperluas medan listrik rongga, sehingga efektif bereaksi. Secara kimia proses aktivasi dapat dilakukan dengan larutan asam (H₂SO₄), basa (NaOH), dan garam (NaCl), bertujuan untuk membersihkan pori-pori, membuang senyawa pengotor, mengatur kembali

letak atom yang dapat dipertukarkan dan menaikkan daya tukar kationnya. Salah satu indikator yang umum dipakai untuk mengetahui mutu zeolit hasil aktivasi adalah seberapa nilai KTK (Kapasitas Tukar Kation) yaitu jumlah meq ion logam yang dapat diserap maksimum oleh 1 g zeolit dalam kondisi kesetimbangan. Untuk zeolit KTK bervariasi dari 1.5 sampai 6 meq/g (Las, T., & Husen, 2002). Dalam penukaran ion atau kation semakin besar nilai KTK maka semakin besar pula kemampuan zeolit untuk menyerap ion logam yang ada pada air. Nilai KTK pada setiap zeolit berbeda beda, akan tetapi nilai KTK dapat ditingkatkan dengan aktivasi agar pemanfaatan zeolit dalam pengolahan air bisa optimal. Zeolit banyak digunakan dalam pengolahan air baik air limbah, air bersih, maupun air minum. Zeolit dapat digunakan untuk menurunkan kandungan warna, NH_4^+ , ion-ion logam berat seperti Pb, Fe, Mn, Cr, dan Ni (Widianti, 2006).

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



Keuntungan menggunakan zeolit:

- a) Mempunyai sistem kompak yang mudah dioperasikan.
- b) Dapat dibuat kontinyu.
- c) Harganya relatif murah dan mudah didapat.

9. Zeolit Putih



Gambar 1. Zeolit Putih

Sumber : *gambar.pro*

Zeolit putih ini merupakan zeolit alam dengan ciri-ciri warna putih sampai putih kusam, putih kekuningan. Zeolit putih merupakan batuan tufa berwarna putih sampai putih kusam, berbutir halus sampai kasar yang tersebar di beberapa daerah mengikuti jalur gunung api. Zeolit Putih tersebut diketahui terdapat di daerah Ciamis, Tasikmalaya, Wangon Jawa Tengah, Wadaslintang Wonosobo, Bayat Klaten, Kulon Progo, Trenggalek, Tulungagung, Sulawesi Selatan, dan daerah lainnya. Dari yang sering ditemukan di Indonesia umumnya termasuk jenis klinoptilolit dan atau mordenit (Las, T. 2006). Zeolit Putih ini merupakan jenis mordenit atau mineral penyusun utamanya adalah mordenit, yang memiliki rasio Si/Al bernilai kurang dari 5,00 atau sekitarnya dan bersifat pemilik pori kecil (Komariah, 2017). Nilai KTK (Kapasitas Tukar Kation) pada zeolit mordenit ini adalah antara 2,29-2,79 meq/g, nilai tersebut tergantung pada jumlah atom Al dalam struktur zeolit (Las & Husen, 2002).

10. Zeolit Hijau

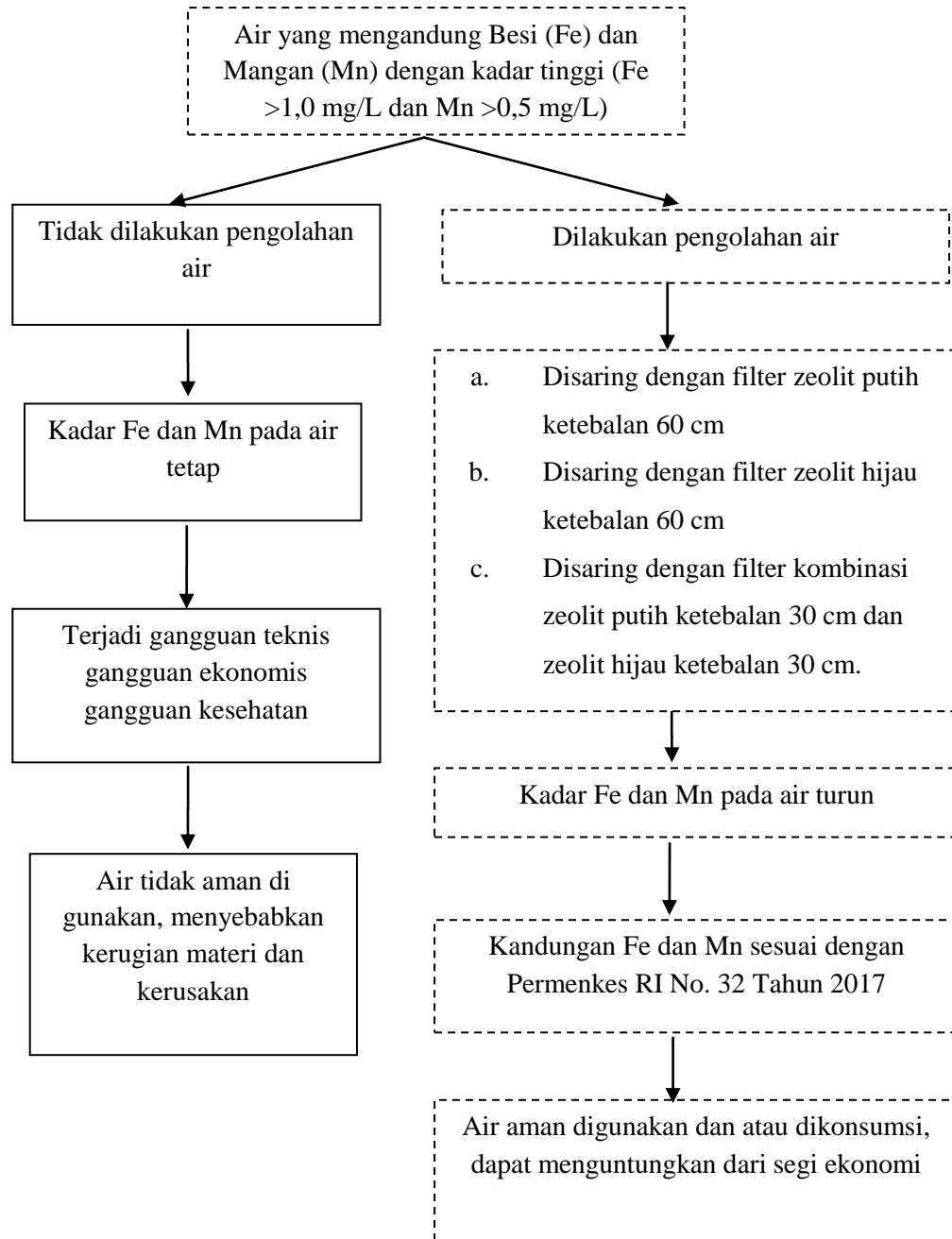


Gambar 2. Zeolit Hijau

Sumber : *gambar.pro*

Zeolit hijau merupakan zeolit alam dengan ciri-ciri berwarna abu-abu kehijauan atau hijau kebiruan. Zeolit hijau merupakan batuan tufa berwarna putih kehijauan atau abu abu kehijauan, berbutir halus sampai kasar yang tersebar di beberapa daerah mengikuti jalur gunung api. Zeolit Hijau ini terdapat di daerah Kabupaten Tanggamus Lampung, Banten, Bogor, Sukabumi, Gunung Kidul, Ponorogo, NTT, Sulawesi Barat, dan daerah lainnya. Dari yang sering ditemukan di Indonesia umumnya termasuk jenis klinoptilolit dan atau mordenit (Las, T. 2006). Zeolit Hijau tersebut merupakan jenis klinoptilolit atau mineral penyusun utamanya adalah klinoptilolit, yang sering ditemui di alam yang memiliki kandungan silika tinggi dari jenis mordenit dengan perbandingan Si/Al antara 7-18 (Komariah, 2017). Nilai KTK (Kapasitas Tukar Kation) pada zeolit klinoptilolit ini umumnya antara 1,5-2,0 meq/g (Kismolo, *et al* 2012).

B. Kerangka Konsep



Keterangan :

⋯ : Diteliti

□ : Tidak Diteliti

Gambar 3. Kerangka konsep

C. Hipotesis

1. Hipotesis Mayor

Ada filter yang efektif setelah perlakuan media zeolit putih, media zeolit hijau, dan media kombinasi antara zeolit putih dan zeolit hijau dalam menurunkan kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada air sumur bor.

2. Hipotesis Minor

- a. Ada penurunan kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) setelah dilakukan proses filtrasi menggunakan media filter zeolit putih ketebalan 60 cm.
- b. Ada penurunan kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) setelah dilakukan proses filtrasi menggunakan media filter zeolit hijau ketebalan 60 cm.
- c. Ada penurunan kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) setelah dilakukan proses filtrasi menggunakan media filter zeolit putih ketebalan 30 cm dan zeolit hijau ketebalan 30 cm.
- d. Ada perlakuan media filtrasi yang paling efektif dalam menurunkan kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada air sumur bor.