

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Pengertian Air

Air merupakan unsur penting dalam kehidupan, hampir seluruh kehidupan di dunia tidak lepas dari air. Keberadaan air di setiap lokasi merupakan dampak dari adanya siklus air yang bermula dari penguapan air di permukaan bumi, kemudian titik uap menjadi awan hingga akhirnya jatuh sebagai hujan (Triatmadja, 2018). Air merupakan cairan bening, tidak berbau dan tidak berasa dengan rumus molekul H_2O , air bersifat polar sehingga merupakan pelarut yang baik (Ritonga, 2011).

Volume total air di bumi sekitar 1,4 milyar Km dengan 97% adalah air laut dan sisanya 2,7% adalah air tawar yang ada di daratan (Asmadi, Khayan dan Kasjono, 2011). Jumlah air relatif konstan namun air bersirkulasi akibat dari pengaruh cuaca sehingga terjadi siklus hidrologi. Dari siklus hidrologi dapat dilihat ada berbagai sumber air tawar yang dapat diperkirakan kualitas dan kuantitasnya secara sepiantas (Situmorang, 2017). Jumlah air tawar yang tersedia dan siap digunakan terbatas, namun kebutuhan air terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktivitas manusia (Asmadi, Khayan dan Kasjono, 2011).

2. Sumber Air

a. Air Angkasa

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di bumi. Saat presipitasi air angkasa merupakan air paling bersih, namun air tersebut cenderung tercemar oleh debu, mikroorganisme dan gas seperti karbon dioksida dan lain sebagainya ketika berada di atmosfer (Chandra, 2014).

b. Air permukaan

Air permukaan adalah air yang terdapat pada permukaan tanah, misalnya air sungai, air danau, dan rawa. Umumnya air permukaan mengalami pengotoran selama pengalirannya. Beberapa pengotoran berbeda-beda tergantung daerah pengaliran air permukaan tersebut. Udara yang mengandung gas O_2 akan membantu proses pembusukan pada air permukaan yang telah mengalami pengotoran, karena selama perjalanan O_2 akan meresap ke dalam air permukaan (Asmadi, Khayan dan Kasjono, 2011).

c. Air Tanah

Air tanah merupakan air yang berada dalam zona jenuh di bawah permukaan tanah, dimana tekanan hidrostatiknya sama dengan atau lebih besar dari tekanan atmosfer. Air tanah terbagi menjadi dua macam (Asmadi, Khayan dan Kasjono, 2011).

3. Kualitas Air

Menurut WHO (2011), kualitas air harus memenuhi beberapa aspek, antara lain: aspek desinfeksi, aspek mikroba, aspek kimiawi, aspek radiologis, dan aspek kelayakan.

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 (Kementerian Kesehatan, 2017).

Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi tersebut digunakan untuk kegiatan sehari-hari seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian (Kementerian Kesehatan, 2017).

Air sangat penting bagi kehidupan, maka perlu adanya pengawasan kualitas air yang digunakan untuk keperluan higiene sesuai dengan syarat-syarat yang tercantum dalam Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 yang meliputi:

a. Fisik

Persyaratan parameter fisik yaitu bisa dirasa oleh panca indra baik penglihatan, penciuman (pembau) maupun perasa, yang meliputi:

- 1) Kekeruhan, dengan standar baku mutu sebesar 25 NTU.

- 2) Warna, dengan standar baku mutu sebesar 50 TCU.
- 3) Zat Padat Terlarut (TDS), dengan standar baku mutu sebesar 1000 mg/l.
- 4) Suhu yang memenuhi standar baku mutu.
- 5) Rasa yang memiliki standar tidak berbau.

b. Biologi

- 1) Secara biologi tidak mengandung total *Coliform* dengan kadar maksimum 50 CFU/100mL.
- 2) Secara biologi tidak mengandung *E. coli* dengan kadar maksimum sebesar 0 CFU/100mL.

c. Kimia

Kualitas air tergolong baik apabila telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan untuk persyaratan parameter kimia. Yaitu air tidak mengandung senyawa kimia beracun. Dalam hal ini ada 10 parameter wajib dan 10 parameter tambahan. Untuk 10 parameter wajib antara lain pH, besi, fluoride, kesadahan, mangan, nitrat, nitrit, sianida, deterjen dan pestisida total. Kemudian untuk 10 parameter tambahan antara lain air raksa, arsen, cadmium, kromium (valensi 6), selenium, seng, sulfat, timbal, benzene dan zat organik.

4. Besi (Fe) dalam Air

Besi termasuk unsur logam golongan VII, dalam air umumnya berbentuk senyawa garam ferri atau garam ferro. Air yang mengandung

kadar besi lebih dari 0.3 mg/L dapat menimbulkan kerak pada sistem perpipaan, menyebabkan warna kekuningan pada pakaian dan alat-alat lainnya serta menimbulkan rasa tidak enak pada air minum (Chandra, 2014).

Dalam air tanah biasanya mengandung besi relatif tinggi. Jika air tanah mengalami kontak dengan udara dan mengalami oksigenasi, ion ferri pada ferri hidroksida $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ yang banyak terdapat dalam air tanah akan teroksidasi menjadi ion ferro, dan segera mengalami pengendapan serta membentuk warna kemerahan pada air atau menyebabkan air keruh (Joko, 2019).

Ditinjau dari aspek biologi, logam dibagi atas 3 kelompok, yaitu logam ringan, logam transisional dan metalloid. Besi (Fe) termasuk dalam kelompok logam transisional, logam transisional merupakan logam yang esensial pada konsentrasi rendah, tetapi memiliki potensi menjadi toksik pada konsentrasi tinggi, misalnya Fe, Cu, Co dan Mg (Ika dan Said, 2012).

5. Dampak Besi (Fe) Terhadap Kesehatan

Dalam Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, dalam air minum kadar atau konsentrasi maksimum besi yaitu 0,3 mg/L (Kementerian Kesehatan, 2010). Konsentrasi besi (Fe) terlarut dalam air melebihi batas tersebut akan menyebabkan masalah, menurut Joko (2019) diantaranya gangguan teknis, gangguan fisik dan gangguan kesehatan.

a. Gangguan Teknis

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dapat menimbulkan kerugian seperti mengotori bak dari seng, wastafel dan kloset dan bersifat korosif terhadap pipa terutama pipa galvanis dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga mengakibatkan penyumbatan.

b. Gangguan Fisik

Gangguan fisik yang terjadi adalah timbulnya warna, bau, rasa pada air. Air minum terasa tidak sedap bila konsentrasi besi terlarutnya $>1.0 \text{ mg/l}$.

c. Gangguan Kesehatan

Zat besi (Fe) dibutuhkan tubuh untuk pembentukan hemoglobin. Perkiraan minimum kebutuhan harian besi tergantung pada usia, jenis kelamin, status fisik serta metabolisme tubuh tiap individu. Namun zat besi (Fe) yang berlebih dalam tubuh dapat mengganggu kesehatan, karena tubuh manusia tidak mampu mengekskresi zat besi (Fe). Air yang dikonsumsi mengandung besi dengan kadar melebihi ambang batas dapat merusak dinding usus dan dapat menyebabkan kematian. Kandungan besi yang berlebih menyebabkan iritasi pada mata dan kulit.

d. Gangguan Ekonomis

Gangguan ekonomis disebabkan oleh kerusakan alat dan adanya gangguan kesehatan sehingga secara tidak sadar mengeluarkan biaya.

6. Metode Menurunkan Besi (Fe) dalam Air

a. Aerasi

Aerasi adalah sistem oksigenasi melalui penangkapan oksigen dari udara pada air yang akan dilakukan pengolahan. Pemasukan oksigen ini bertujuan agar O_2 di udara dapat bereaksi dengan kation dalam air olahan. Reaksi kation dan oksigen menghasilkan oksidasi logam yang tidak mudah larut dalam air sehingga dapat mengendap. Proses aerasi ini untuk menurunkan kadar besi (Fe), kation Fe^{2+} yang disebarkan ke udara akan membentuk oksida Fe_2O_3 . Proses aerasi harus diikuti dengan proses filtrasi atau pengendapan (Kusnaedi, 2010).

b. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses pengumpulan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan oleh permukaan benda penyerap di mana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dan penyerapnya. Adsorpsi terjadi pada permukaan akibat gaya-gaya atom dan molekul-molekul pada permukaan tersebut. Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel. Adsorben dapat berupa zat padat maupun zat cair. Adsorben padat diantaranya adalah silika gel, alumina, platina halus, selulosa, dan arang aktif. Proses adsorpsi ini banyak dimanfaatkan dalam bidang kimia seperti sebagai katalis, sebagai penjernih air, dan mengurangi pencemaran pada air (Hardinata dkk., 2015).

c. Filtrasi

Filtrasi merupakan proses penyaringan secara fisik, kimia, dan biologi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak dapat mengendap pada tahap sedimentasi melalui media berpori (Kusnaedi, 2010). Pada proses ini, filter juga bertujuan mendapatkan air yang jernih. Media yang digunakan untuk bahan filter memiliki syarat, yaitu ukuran pori-pori sesuai dengan ukuran padatan yang akan disaring dan media tahan lapuk. Bahan-bahan yang biasa digunakan sebagai media filter antara lain pasir, ijuk, arang, kerikil, dan batu (Pinalia, 2011).

Prinsip dasar filtrasi adalah penyaringan partikel secara fisik, kimia, biologi untuk memisahkan partikel yang tidak mengendap dalam proses sedimentasi melalui media berpori.

Menurut Asmadi, Khayan dan Kasjono (2011), proses yang terjadi pada filter adalah :

1) Penyaringan mekanis

Proses ini terjadi pada filter cepat dan lambat. Media yang digunakan dalam filtrasi adalah pasir yang memiliki pori-pori cukup kecil. Dengan demikian partikel-partikel dengan ukuran butiran lebih besar dari pori-pori media tertahan.

2) Pengendapan

Proses ini terjadi pada filter lambat. Ruang antar butir berfungsi sebagai bak pengendap kecil. Partikel-partikel dengan ukuran kecil, koloidal, dan beberapa macam bakteri akan

mengendap dalam ruang antar butir dan melekat pada butir pasir efek fisika (adsorpsi) (Kusnaedi, 2010).

3) *Biological action*

Proses ini dapat terjadi pada filter lambat. Suspensi-suspensi yang terdapat dalam air mengandung organisme seperti alga dan plankton yang merupakan bahan makanan bagi jenis mikroorganisme tertentu.

7. Metode Pemeriksaan Kadar Fe dalam Air

a. Metode Spektrofotometri

Metode untuk pemeriksaan Besi menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) yang mengacu pada SNI 6989.4:2009. Prinsip uji ini yaitu logam besi yang diukur dalam nyala udara asetilen diubah menjadi bentuk atomnya, kemudian menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar logam besi yang diukur.

Pengukuran contoh uji dengan tahapan memasukkan contoh uji ke dalam SSA-nyala lalu ukur serapannya pada panjang gelombang 248,3 nm. Jika diperlukan, lakukan pengenceran pada hasil pengukuran besi terlarut dan besi total yang ada pada luar kisaran pengukurannya. Kemudian catat hasil pengukuran (Badan Standarisasi Nasional, 2009)

b. Metode Kolorimetri

Metode untuk pemeriksaan Besi menggunakan metode Kolorimetri dengan Thiocyanat yang mengacu pada SNI 06-6854-2002. Metode kolorimetri yaitu membandingkan suatu larutan berwarna yang tidak diketahui konsentrasinya dengan satu atau lebih, larutan berwarna yang diketahui konsentrasinya. Peralatan yang digunakan dalam pengujian sampel yaitu tabung Nessler 100 mL, neraca analitik dengan ketelitian 0,1 mg, botol reagen warna gelap 250 mL, labu ukur 100 mL, pipet ukur 1 mL dan 10 mL, labu Erlenmeyer 250 mL, gelas kimia 1000 mL, pipet tetes, dan *hot plate*. Bahan yang digunakan yaitu air suling dengan hays hantar listrik $< 2 \mu\text{mhos/cm}$, ferriammonium sulfat, $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, asam sulfat (H_2SO_4) pekat, Bromida (Br_2), dan kalium thiocyanate (KCNS). Tahapan pemeriksaan sampel dengan metode ini adalah sebagai berikut (Badan Standarisasi Nasional, 2002):

1) Persiapan pengujian

- a) Membuat larutan baku Fe^{3+} (1 mL = 0,1 mg Fe).
- b) Membuat larutan H_2SO_4 {4 N}.
- c) Membuat larutan air Brom.
- d) Membuat larutan KCNS 20%.

2) Pengujian kadar Fe dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Ambil 100 ml air sampel secara duplo dan masukkan ke dalam labu Erlenmeyer.

- b) Tambahkan 2 ml H₂SO₄ 4 N dan 2-3 tetes air Brom, kemudian dipanaskan hingga warna kuning pada air Brom hilang.
 - c) Tambahkan air suling hingga volume 100 ml untuk mengganti volume air yang hilang karena pemanasan.
 - d) Dinginkan, dan tuang ke tabung Nessler 100 ml (tabung 1 dan 2).
 - e) Siapkan 5 tabung Nessler (tabung 3 sampai dengan 2)
 - f) Isi tabung Nessler seperti yang ada dalam tabel 1 di SNI 06-6854-2002.
- 3) Perhitungan kadar besi dalam air berdasarkan rumus :

$$\text{Kadar besi (mg/L)} = \frac{(A \times 0,1) \text{ mg}}{\text{mL contoh uji}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$$

Keterangan:

A = mL pembacaan standar Fe

0,1 = larutan baku Fe yang digunakan 1 mL setara dengan
0,1 mg Fe

8. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Filtrasi

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

a. Diameter Butiran Media Filter

Ukuran besar kecilnya diameter butiran media filtrasi berpengaruh pada porositas, laju filtrasi, dan juga kemampuan daya

saring, baik itu komposisinya, proporsinya, maupun bentuk susunan dari diameter butiran media. Semakin kecil diameter butiran maka, celah antar butiran akan rapat. Hal tersebut menyebabkan kecepatan penyaringan semakin pelan, sehingga kualitas penyaringan semakin baik.

b. Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan waktu yang diperlukan air untuk kontak dengan media atau lama waktu proses pengolahan air. Waktu yang digunakan mempengaruhi hasil filtrasi. Menurut Rahmawati dan Nurhayati (2016), lama kontak yang diperlukan untuk filtrasi adalah 40 menit dengan nilai efektifitas 90%.

c. Debit

Debit aliran adalah laju aliran (volume air) yang melewati suatu penampang melintang persatuan waktu. Dalam sistem satuan besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/s). Bila kecepatan aliran debit air meningkat maka efektifitas penyaringan semakin turun. Kecepatan aliran air dan debit air mempengaruhi kejenuhan.

Sedangkan menurut Widyastuti dan Sari (2011), faktor yang mempengaruhi proses filtrasi meliputi :

- 1) Kualitas air baku, semakin baik kualitas air baku yang diolah maka semakin baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.

- 2) Suhu, suhu yang baik yaitu antara 20-30⁰C, temperature mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia.

9. Gerabah

Gerabah merupakan alat-alat yang menunjang kehidupan sehari-hari yang dibuat dari tanah liat yang di bakar (Pandanwangi, 2011). Istilah ‘gerabah’ juga dikenal dengan keramik tradisional merupakan hasil kerajinan masyarakat pedesaan. Gerabah juga disebut keramik rakyat, karena memiliki ciri pemakaian tanah liat bakaran rendah dan teknik pembakaran yang sederhana (Oka, I.B., 1979 dalam Pandanwangi, 2011).

Awalnya tujuan pembuatan gerabah untuk peralatan rumah tangga, kemudian dikembangkan gerabah juga digunakan untuk bahan bangunan. Seiring berkembangnya IPTEK, kini sudah mulai dikenal fungsi baru gerabah sebagai filter untuk menjernihkan air (Hasnani, 2013).

Menurut Akbar dan Prastawa (2018) tanah liat endapan merupakan tanah yang terbentuk dari hasil proses perpindahan tempat oleh air, angin, gletser dan sebagainya, berbutir halus dan bersifat plastis serta tercampur dengan kotoran mineral (*impurities*). Secara tradisional, keramik dibuat dari mineral silikat (Rifai dan Hartono, 2016) yang akan mengalami proses pembakaran hingga melewati temperatur 600°C (Budiyanto dkk., 2008).

Gerabah yang digunakan untuk menjernihkan air merupakan gerabah yang memiliki kemampuan menyerap air, terdiri dari golongan gerabah yang lunak (baik putih maupun merah). Barang – barang yang menyerap

air dari golongan gerabah lunak, terdiri dari bahan kaolin, tanah liat, dan kwarsa (Hasnani, 2013).

Menurut (Razak, 1981 dalam Hasnani, 2013) gerabah dapat dibagi menjadi dua golongan besar yaitu:

a. Dapat Menghisap Air

Terdiri dari golongan gerabah bersifat lunak (baik putih maupun merah) dan barang-barang untuk bahan bangunan. Golongan pada jenis ini terdiri dari bahan kaolin, tanah liat dan kwarsa dengan suhu pembakaran antara 900°C – 1200°C .

b. Tidak Dapat Menghisap Air

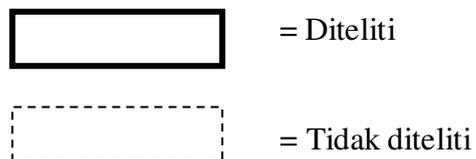
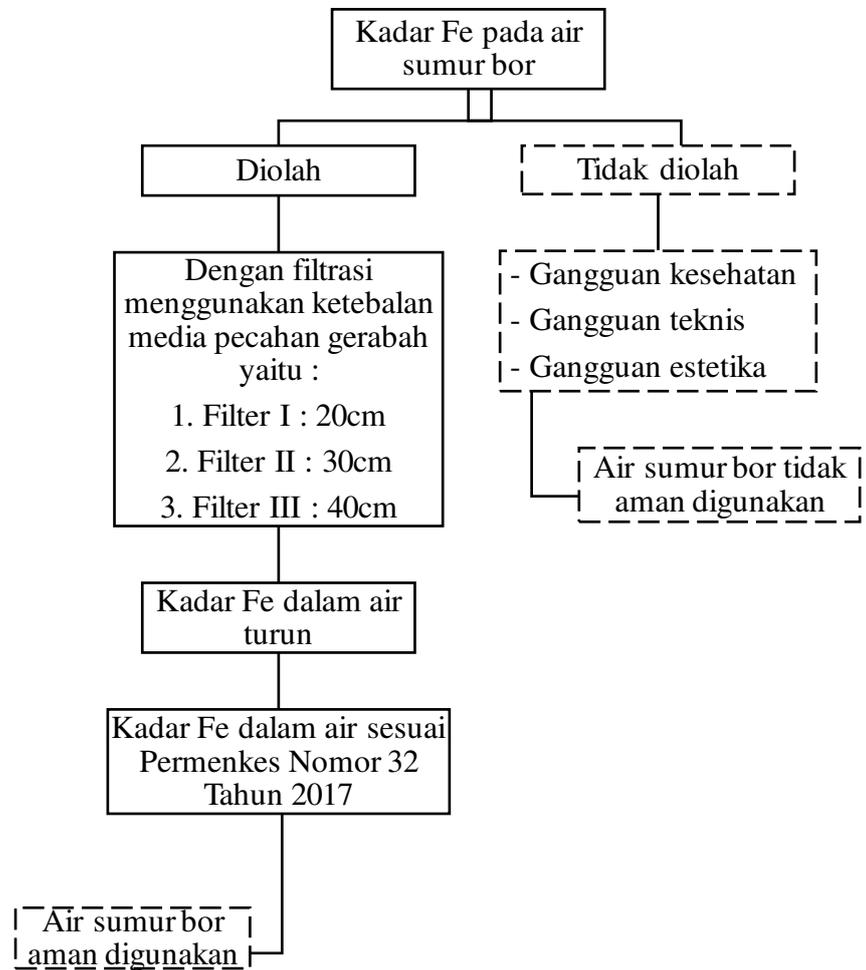
Umumnya terdiri dari golongan porselen dan golongan gerabah keras dengan bahan baku dari tanah putih (kaolin) dicampur dengan kwarsa, batu kapur (*lime stone*) dan fespat kemudian dibakar sampai suhu 1400°C .

Kemampuan pecahan gerabah dalam menyerap atau menurunkan kadar Fe dalam air telah dibuktikan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan. Dalam penelitian Saputro dan Karnaningroem (2011) media pecahan gerabah sebagai penyangga media filter pecahan marmer dapat menurunkan Fe dengan efisiensi penurunan Fe sebesar 39,64%. Dalam penelitian Hidayah, Hikmah dan Kamal (2019) media filtrasi pecahan gerabah dapat menurunkan Fe dengan rerata efisiensi penurunan 67%.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Putu Ayu Devi Ratriningrum (2018) merupakan pengolahan air dengan metode aerasi menggunakan media pecahan genteng, arang aktif, dan dakron. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil efisiensi penurunan Fe dengan lama waktu aerasi 15 menit, 30 menit, dan 45 menit secara berurutan yaitu sebesar 62%, 72%, dan 84%.

Hasil pengolahan dengan media filtrasi pecahan gerabah yang telah dilakukan oleh peneliti lain juga menunjukkan penurunan kadar Fe. Penelitian yang dilakukan oleh Hidayah, Hikmah dan Kamal (2019). Didapati hasil, dengan media filter tanpa dilakukan aktivasi yang terdiri dari media pasir bancar, media pecahan gerabah dan *manganese greensand*, dapat menurunkan kadar Fe dengan persentase secara berurutan yaitu sebesar 76%, 67%, dan 67%.

B. Kerangka Konsep



Gambar 1. Kerangka konsep

C. Hipotesis

Ada ketebalan media filtrasi pecahan gerabah yang optimum untuk menurunkan kadar Fe pada air sumur bor.