

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

A.1 Pengertian Air

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memberikan definisi air sebagai sumber daya alam yang sangat berharga. Air digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia, termasuk konsumsi, sanitasi, irigasi, dan kebutuhan industri. WHO memiliki berbagai parameter untuk menentukan kualitas air yang aman dan layak untuk digunakan oleh manusia. Dalam definisi mereka, WHO menekankan pentingnya air bersih dan memperhatikan aspek kesehatan manusia. Organ tubuh seseorang yang mengandung banyak air, antara lain otak 74,5%, tulang 22%, ginjal 82,7%, otot 75,6%, dan darah 83% (Sitanggang, 2015 dan Nababan, 2020).

A.2 Sumber-Sumber Air

A.2.1 Air Angkasa

Air hujan adalah air yang jatuh dari angkasa, karena terjadinya proses jatuhnya air ke bumi (presipitasi). Air hujan mengalami pengembunandari proses evaporasi dan turun ke daratan (Satriawan, 2018).

Sifat-sifat dari air hujan yaitu, bersifat lunak karena tidak mengandung garam dan zat-zat mineral, lebih bersih, dapat bersifat korosif yang dapat merusak logam, karena mengandung NH_3 , CO_2 agresif, ataupun SO_2 (Asmanto, 2010).

A.2.2 Air Permukaan

Air yang asal pengambilannya dari permukaan tanah. Sumber ini berasal dari permukaan tanah baik keberadaannya tersebut bersifat sementara dan mengalir ataupun stabil, dalam hal ini permukaan air tanah adalah sejajar dengan sumber air permukaan air tersebut. Pada umumnya sumber air permukaan baik yang berasal dari sungai, danau ataupun waduk adalah merupakan air yang kurang baik untuk langsung dikonsumsi oleh manusia, karena itu perlu adanya pengolahan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan (Sugiharto, 2003).

A.2.3 Air tanah

Merupakan sumber air yang utama tapi bukan satu-satunya untuk sumber air minum. Menurut Gultom (2019), lapisan tanah yang dilalui oleh air dapat mempengaruhi kualitas air tanah tersebut. Air tanah tampak jernih pada umumnya karena telah melalui proses penyaringan alami ketika terserap ke dalam tanah dan melewati setiap lapisan tanah. Daerah resapan air tanah mempengaruhi keberadaan kadar besi (Fe), mangan (Mn), dan mineral lainnya. Semakin rendah tingkat oksigen terlarut, maka akan semakin dalam lapisan air tanah.

A.3 Besi (Fe)

A.3.1 Ciri-Ciri Fisik Air Yang Mengandung Besi (Fe)

1. Warna

Air yang mengandung besi memiliki warna:

1. Kuning
2. Coklat
3. Merah kecoklatan

2. Kekeruhan

Air yang mengandung besi dapat memiliki kekeruhan yang tinggi.

3. Endapan

Air yang mengandung besi dapat memiliki endapan berwarna coklat atau merah kecoklatan.

4. Bau

Air yang mengandung besi dapat memiliki bau yang tidak sedap.

5. Rasa

Air yang mengandung besi dapat memiliki rasa yang tidak enak.

6. Suhu

Air yang mengandung besi tidak memiliki suhu yang khas, namun suhu air yang ideal untuk konsumsi manusia adalah antara 10-30°C.

7. Kepadatan

Air yang mengandung besi memiliki kepadatan yang lebih tinggi daripada air biasa.

A.3.2 Dampak Besi Terhadap Lingkungan

Sebagai logam berat keberadaan besi yang berlebihan akan membawa dampak yang buruk baik bagi manusia maupun bagi lingkungan. Berikut beberapa dampak dari pencemaran besi (Fe^{2+}):

1. Kontaminasi besi pada air irigasi dapat mengakibatkan hasil pertanian mengandung zat yang berbahaya jika dikonsumsi.
2. Besi yang berlebih yang masuk ke badan air akan mencemari air yang dapat membunuh ikan, biota air, hewan yang minum di badan air dan membuat manusia yang mengonsumsi air tersebut keracunan.

3. Besi yang masuk ke tanah dapat menurunkan kualitas tanah dan tidak layak untuk peruntukannya serta dapat mengontaminasi air tanah dan mengganggu kelangsungan makhluk hidup lainnya.

A.3.3 Dampak Besi Terhadap Kesehatan

Dampak Fe Terhadap Kesehatan Menurut Joko (2010) kandungan Fe dalam air dapat menyebabkan berbagai masalah diantaranya :

- 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 mengendapkan pada saluran pipa, sehingga menyebabkan pembuntuan.
- b. Gangguan Fisik Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, rasa. Air minum akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terlarut $> 1,0 \text{ mg/l}$.
- c. Gangguan Kesehatan Air yang mengandung besi dikonsumsi dengan jumlah banyak dapat merusak dinding usus. Kematian seringkali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini, kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit.
- d. Gangguan Ekonomis Gangguan ekonomis yang ditimbulkan adalah tidak secara langsung melainkan karena akibat yang ditimbulkan oleh kerusakan peralatan sehingga diperlukan biaya untuk penggantian.

A.4 Peranan Air Bagi Kehidupan

Air sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup karena segala reaksi biokimia dalam tubuh makhluk hidup dapat berjalan karena adanya air. Manusia mengonsumsi air rata-rata dua

sampai tiga liter perhari. (Mukhlizar, Hartati and Murhaban, 2019). Menurut WHO Negara berkembang seperti Indonesia memerlukan antara 30-60 liter per hari per orang. Air bersih digunakan oleh manusia seperti minum, mandi, cuci, kakus dan sebagainya. Air juga berperan penting dalam kelestarian alam misalnya dalam bidang pertanian, perikanan dan peternakan lainnya. Air bagi tubuh berfungsi seperti dibawah ini:

- 1) Sebagai transportasi mineral, vitamin, protein dan zat gizi lain ke dalam tubuh.
- 2) Membuat suhu tubuh jadi seimbang.
- 3) Meningkatkan fungsi hormon.
- 4) Mengurangi rasa lapar.
- 5) Menjaga fungsi ginjal dan organ tubuh lainnya.
- 6) Memperlancar pencernaan.

A.5 Penggolongan Air

Penggolongan Air Bersih menurut Peraturan Pemerintah No 20 Tahun 1990 adalah:

Golongan A: Air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Golongan B: Air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.

Golongan C: Air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.

Golongan D: Air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, pembangkit listrik tenaga air.

A.6 Standar Baku Mutu Air Bersih

Air memiliki ketentuan serta persyaratan yang harus memenuhi syarat kesehatan, agar dapat dinyatakan layak untuk dikonsumsi dan tidak menimbulkan efek negatif. Berdasarkan

PERMENKES No. 2 Tahun 2023 mengatur tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan sanitasi, dapat dilihat pada Tabel berikut ini:

Tabel 2. 1 Standar Baku Mutu Air

PARAMETER	SATUAN	STANDAR BAKU MUTU
Kekeruhan	Skala NTU	<3
Warna	TCU	10
Zat padat terlarut	Mg/l	<300
Suhu	Oc	Suhu udara + 3
Rasa	-	Tidak berasa
Bau	-	Tidak berbau
Total Coliform	CFU/100ml	0
E. coli	CFU/100ml	0
Mn	mg/l	0,5
Kesadahan	mg/l	-
Keasaman	mg/l	6,5-8,5
Besi	Mg/l	0,2
Flourida	Mg/l	-
Mangan	Mg/l	0,1
Nitrat, sebagai N	Mg/l	20
Nitrit, sebagai N	Mg/l	3
Sianida	Mg/l	0,1
Deterjen	Mg/l	0,05
Pestisida Total	Mg/l	0,1
Kromium valensi 6	Mg/l	0,01

Sumber: permenkes No. 2 tahun 2023

Sesuai dengan ketentuan badan dunia (WHO) ataupun badan setempat (Departemen Kesehatan) serta ketentuan maupun peraturan lain yang berlaku seperti American Public Health Association (APHA) atau Asosiasi Kesehatan Masyarakat

Amerika Serikat, sesuai tidaknya air untuk kehidupan manusia ditentukan berdasarkan persyaratan kualitas secara fisik, biologis dan kimia. Persyaratan yang telah ditetapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia *World Health Organization* (WHO) telah menentukan standar air bersih yang layak bagi kehidupan seperti, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna. Agar memperoleh air yang sesuai persyaratan dapat dilakukan langkah-langkah pengolahan meliputi proses penyimpanan, penyaringan dan klorinasi (Kencanawati, 2017).

A.7 Pengolahan Air

A.7.1 Filtrasi

Penyaringan (filter) air dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu dengan cara mekanis, biologis dan kimiawi. Penyaringan secara mekanis dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan seperti pasir, krikil, arang, ijuk dan lain-lain. Penyaringan secara biologi dilakukan dengan menggunakan organisme hidup. Sedangkan penyaringan secara kimiawi dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan kimia seperti tawas, kapur dan kaporit. Berdasarkan jenis dan jumlah media, filtrasi terbagi menjadi tiga, yaitu:

- 1) Single Media: Menggunakan satu jenis media. Penyaringan terletak pada lapisan paling atas sehingga kurang efektif karena sering dilakukan pencucian.
- 2) Dual Media: Menggunakan dua jenis media. Penyaringan dilakukan dengan dua jenis media yang berbeda.
- 3) Multi Media: Menggunakan lebih dari dua media. Semua media berperan sebagai penyaring. (Millatisilmi, 2020).

Susunan media berdasarkan ukurannya dibedakan menjadi:

- 1) Seragam (*uniform*): ukuran butiran media filter relatif sama dalam satu bak.

- 2) Gradasi (*Stratified*): ukuran butiran media tidak sama dan tersusun bertingkat.
- 3) Tercampur (*Mixed*): ukuran butiran media tidak sama dan bercampur (Millatisilmi, 2020).

Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan yaitu kecepatan penyaringan, suhu (suhu kamar) dan diameter butiran (Islamiati, 2019).

Dalam proses filtrasi terdapat dua proses penyaringan, yaitu filter *downflow* dan *upflow*. *Downflow* yaitu air mengalir secara vertikal yang bekerja dari lapisan atas menuju lapisan bawah. Semua padatan yang terjebak dalam media berada pada lapisan atas. Sedangkan filter *upflow* bekerja secara vertikal dari lapisan bawah ke lapisan atas. Padatan akan terkumpul pada lapisan bawah.

A.7.2 Media Filtrasi

Media penyaring yang digunakan dalam pengolahan air adalah:

- 1) Arang aktif sekam padi

Arang aktif sekam padi adalah suatu bahan yang berupa arang aktif amorf yang sebagian besar terdiri dari arang aktif bebas serta mempunyai kemampuan daya serap (adsorpsi) yang baik. Arang aktif digunakan sebagai bahan pemucat (penghilang zat warna), penyerap gas, penyerap logam, dan sebagainya. Dari bahan tersebut yang paling sering digunakan sebagai bahan adsorben adalah arang aktif. Arang aktif yang dimaksud disini adalah arang aktif dari sekam padi, Pemilihan sekam padi sendiri dikarenakan Selama ini sekam padi hanya menjadi limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal, sekam padi lebih sering digunakan sebagai bahan pembakar bata merah, abu gosok atau dibuang begitu saja padahal limbah ini biasa dimanfaatkan

sebagai arang aktif yang lebih berguna bagi masyarakat ditinjau dari data kimiawi, sekam padi mengandung beberapa unsur kimiawi penting sebagai berikut : Selulosa 34,4% Hemiselulosa 29,3%, Lignin 19,2%, Abu Mineral 17,1%, SiO₂ 80%, Al₂O₃ 3,59%, Fe₂O₃ 0,41%, CaO 3,84%, MgO 0,25%, K₂O 1,26%, Na₂O 0,77% (Khairunnisa dkk. 2022).

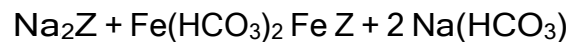


Gambar 2. 1 Sekam Padi

2) Zeolit

Zeolit merupakan salah satu adsorben alternatif yang memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi karena memiliki pori yang banyak dan mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi dan dapat diaplikasi dalam rentang suhu yang luas sehingga sangat cocok digunakan sebagai adsorben. Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium, dan barium. Beberapa sifat yang dimiliki oleh zeolit adalah dehidrasi, adsorbs, penukar ion, katalisator, dan separator. Dehidrasi pada zeolit menyebabkan struktur pada pori yang sangat terbuka, dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengasorpsi. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Zeolit telah banyak digunakan secara luas, yaitu peternakan, pertanian, kedokteran/kesehatan, bahan bangunan dan lingkungan sebagai media filtrasi pengolahan air (Anggoro, 2019). Zeolit mudah

melepaskan kation dan bertukar dengan kation lainnya, dalam hal ini zeolit melepas natrium dan mengikat Fe (besi) pada proses penurunan kadar besi air tanah (Khiyamah, 2015). Reaksi dari pertukaran dengan media zeolit dapat dituliskan sebagai berikut:



Selama proses filtrasi berlangsung kemampuan reaksi zeolit semakin berkurang dan semakin lama akan menjadi jenuh. Zeolit yang jenuh diganti atau diregenerasi. Lama penggunaan dari mediazeolit tergantung dari kualitas air baku dan jumlah air yang terfilter. Zeolit merupakan alumosilikat dengan rumus umum $(\text{Mell}, \text{Mel}2) \text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot p \text{H}_2\text{O}$. Zeolit dapat dianggap sebagai turunan silikat dimana Si sebagian tersubstitusi oleh Al. Penggunaan zeolit alam sebagai media adsorpsi dalam proses pengolahan air sudah sangat luas karenatingginyakemampuan zeolit dalam proses pertukaran kation (Wang dan Peng, 2010). Selain itu, zeolite juga banyak digunakan sebagai adsorben karena biaya yang dibutuhkan rendah serta dapat menyisihkan logam berat, ammonium, fosfor, material organik terlarut, kation serta zat radioaktif (Kotoulas dkk., 2019).



Gambar 2. 2 Zeolit

3) Pasir silika

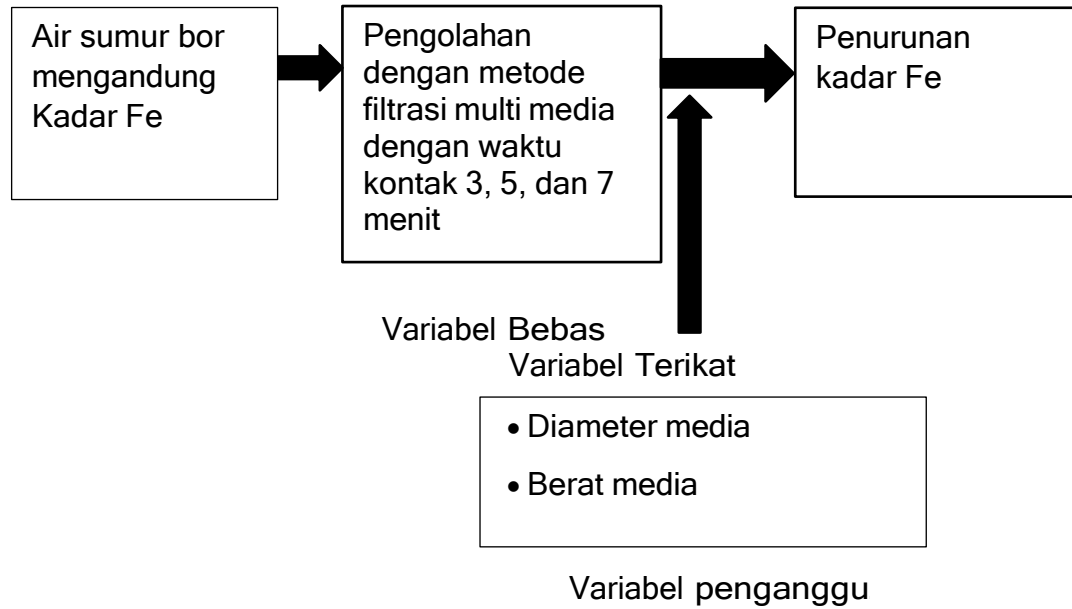
Pasir silika sering digunakan untuk pengolahan air kotor menjadi air bersih. Fungsi pasir ini baik untuk menghilangkan sifat fisik air yang tidak diinginkan seperti kekeruhan atau lumpur dan bau. Pasir silika biasanya digunakan sebagai saringan pada tahap awal (Kusnaedi, 2010). Breksi batuapung tersusun atas mineral yang dapat berfungsi sebagai bahan pengadsorpsi, seperti oksida mangan, aluminium, pewarna oksida besi, dan *silica amorf*, sehingga dengan sifat-sifat tersebut mampu menurunkan kandungan Fe dan kekeruhan di dalam air.

Pasir silika (SiO_2) atau sering disebut dengan pasir kuarsa memiliki fungsi untuk menghilangkan kandungan lumpur atau tanah dan sedimen yang berada pada sumber mata air. Pada media penyaringan ini kandungan-kandungan kotoran atau zat lain seperti mikroba akan tersaring di media ini. Perawatan media penyaringan pasir silika yang paling efektif yaitu menggunakan metode *back-wash* (Juniarto dkk., 2013).



Gambar 2. 3 Pasir Silika

B. Kerangka Konsep



Gambar 2. 4 Kerangka Konsep

C. Definisi Operasional

Tabel 2. 2 Definisi Operasional

No	Variabel	Defenisi	Alat ukur	Hasil ukur	Skala
1.	Air sumur bor mengandung kadar besi	Adalah air yang telah tercemar oleh senyawa besi (Fe)	Spektrofotometer	mg/l	Rasio
2	Pengolahan dengan metode filtrasi multi media dengan waktu kontak 3, 5, dan 7 menit	Adalah proses menghilangkan polutan dari air dengan melibatkan waktu kontak antara air dengan media filter untuk memastikan efisiensi pengolahan	Stopwatch	Menit	Rasio
3	Penurunan kadar Fe	Adalah proses pengurangan kadar besi pada air	Spektrofotometer	mg/l	Rasio
5	Berat media	Adalah banyaknya media filter yang digunakan dalam pengolahan air	Timbangan	kg	Rasio