

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

A.1 Pengertian Air

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum sehingga menjadi modal dasar dan faktor utama pembangunan. Air juga merupakan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Hal itu bisa dilihat bahwa 70% permukaan bumi tertutup air dan dua pertiga tubuh manusia terdiri dari air. Kebutuhan yang pertama bagi terselenggaranya kesehatan yang baik adalah tersedianya air yang memadai dari segi kuantitas dan kualitasnya yaitu harus memenuhi syarat kebersihan dan keamanan (Solihin *et al.*, 2020). Ketersediaan sistem penyediaan air bersih merupakan bagian yang selayaknya diprioritaskan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat baik diperkotaan maupun pedesaan. Hingga saat ini penyediaan oleh pemerintah menghadapi keterbatasan, baik sumber daya manusia maupun sumber daya lainnya. Air merupakan kebutuhan bagi kehidupan. Semua makhluk membutuhkan air dalam kehidupannya sehingga tanpa air dapat dipastikan tidak ada kehidupan. Keberadaan air di setiap lokasi diakibatkan oleh adanya siklus air dari laut, genangan, dan air permukaan di ubah menjadi uap, kemudian menjadi awan, dan akhirnya jatuh sebagai hujan. Selain manusia, makhluk hidup lainnya seperti hewan dan tanaman juga membutuhkan air untuk kehidupan. Kebutuhan air untuk tanaman, ternak, pergantian air dalam kolam tambak, dan sebagainya telah dapat diperhitungkan oleh para ahli. Secara umum air dibutuhkan oleh berbagai makhluk hidup dengan tingkat kebutuhan yang berbeda-beda (Tritmadja, 2021). Bagi kehidupan masyarakat, kebutuhan air dimanfaatkan untuk konsumsi, pertanian maupun perikanan (Abimanyu *et al.*, 2021).

Air bersih merupakan materi yang sangat penting dimana kebutuhannya selalu berkaitan dalam kehidupan manusia. Pemanfaatan air bersih tidak hanya terbatas pada kebutuhan rumah tangga saja, tetapi juga menyangkut pada fasilitas-fasilitas pelayanan ekonomi dan sosial ataupun kebutuhan dasar bagi manusia dimana kebutuhannya akan selalu meningkat. Menurut Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014, air bersih adalah air yang digunakan untuk

keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air untuk keperluan higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu dan digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan air untuk keperluan minum (Permenkes RI No. 2 Tahun 2023).

Sumber air merupakan komponen penting untuk penyediaan air bersih karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi (Tahsurur, 2023). Berikut ini adalah macam-macam sumber air minum yang dapat digunakan:

1. Air laut Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung kadar garam NaCl dalam air laut 3% sehingga tergolong tidak dapat memenuhi syarat untuk dapat dikonsumsi.
2. Air hujan Hujan adalah peristiwa datangnya air dalam bentuk cair atau padat yang dialirkan dari atmosfer ke bumi. Hal ini disebabkan karena jumlah tetesan air yang terdapat di awan semakin banyak sehingga awan tidak mampu lagi menampung tetesan air sehingga jatuh kembali ke bumi sebagai air hujan atau hujan. Air hujan memiliki beberapa sifat antara lain:
 - a. bersifat lunak karena tidak mengandung lartan garam dan zat-zat mineral.
 - b. Pada umumnya bersifat lebih bersih.
 - c. c.Dapat bersifat korosi.
3. Air permukaan Air permukaan adalah air yang terkumpul di atas tanah atau di mata air, sungai danau, lahan basah, atau laut. Air permukaan berhubungan dengan air bawah tanah atau air atmosfer. Air permukaan secara alami terisi melalui presipitasi dan secara alami berkurang melalui penguapan dan rembesan ke bawah permukaan sehingga menjadi air bawah tanah. Berikut adalah jenis-jenis air permukaan :
 - a) air waduk (berasal dari air hujan).
 - b) air sungai (berasal dari air hujan dan mata air).
 - c) air danau (berasal dari air hujan, air sungai atau mata air).
4. Air tanah Air tanah adalah air yang terdapat pada lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan bumi. Air tanah merupakan salah satu sumber daya air, selain air sungai dan air hujan, air bawah tanah mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan sumber daya air yang diperuntukkan bagi keperluan rumah tangga (domestik) dan industri. Air tanah terbagi menjadi 3 yaitu :
 - a. Air tanah dangkal

Terjadi akibat proses resapan air tanah. Air tanah dangkal dapat ditemukan pada kedalaman 15 meter.

b. Air tanah dalam

Terdapat pada lapisan rapat air pertama dan pada kedalaman 100-300meter.

c. Mata air

Mata air merupakan tempat keluarnya air tanah dari dalam tanah, air tanah muncul secara alami dan biasanya terletak di lereng gunung atau tepi sungai.

Berdasarkan munculnya ke permukaan air tanah terbagi atas 2 yaitu:

- 1) Mata air (gravity spring) yaitu air mengalir dengan gaya berat.
- 2) Mata air artesis berasal dari lapisan air yang dalam posisi tertekan.

Tabel 2. 1
Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan
Untuk Media air

No.	Jenis Parameter	Kadar Maksimum Yang di Perbolehkan	Satuan
1.	Warna	10	TCU
2.	Bau	Tidak Berbau	-
3.	Besi	0.2	Mh/L
4.	PH	6,5-8,5	-

Sumber : Permenkes No. 2 Tahun 2023

A.2 Persyaratan Air Bersih

Untuk syarat air bersih telah di atur dalam persyaratan yang tercantum Permenkes No 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksana Peraturan Pemerintah No 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan yaitu (Kementrian Kesehatan,2023).

- a. Air dalam keadaan terlindungi dari sumber pencemaran binatang pembawa penyakit dari tempat perkembangbiakan vector.
- b. Aman dari kemungkinan terkontaminasi.
- c. Pengolahan, pewadahan dan penyajian untuk air minum harus menemui prinsip higene dan sanitasi.

A.3 Sarana air

A.3.1 Sumur Bor

Sumur bor air adalah jenis sumur yang dibuat dengan menggunakan mesin bor untuk mengakses air yang terdapat di dalam lapisan bawah tanah. Sumur bor digunakan untuk memperoleh pasokan air bersih, terutama di daerah-daerah yang sulit mendapatkan air permukaan atau air tanah dangkal. pada dasarnya, air tanah tidak mempunyai potensimerusak sebagaimana pada air permukaan, namun daya rusak air tanah akan bisa muncul apabila kondisi dan lingkungan air tanah terganggu, baik akibat pengambilan air tanah yang melebihi daya dukungnya, pencemaran, maupun akibat kegiatan alam (Dwangga *et al.*, 2020).Kebutuhan utama masyarakat terhadap air yang semakin meningkat mendorong lebih kuatnya nilai ekonomi serta nilai sosial(Afdaliah dan Pristianto, 2019).

B.Besi (Fe)

Zat besi (Fe) merupakan kandungan yang sering ditemui pada air tanah. Besi biasanya dilarutkan dalam air dalam bentuk senyawa atau garam bikarbonat, hidrosikda, garam sulfat, koloid ataupun dalam kombinasi dengan senyawa organik lainnya (Wahyuni, 2019). Kandungan Fe sangat dipengaruhi oleh keadaan struktur tanah. Senyawa besi dalam jumlah kecil di tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel dalam darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air.

Tetapi zat Fe yang melebihi dosis dalam tubuh akan menyebabkan masalah kesehatan. Besi dapat terakumulasi dalam tubuh melalui absorpsi kulit dan saluran pencernaan.

Beberapa sifat besi yang terkandung dalam air antara lain :

- a. Terlarut sebagai Fe^{2+} (ferro) atau Fe^{3+} (ferri).
- b. Tersuspensi sebagai butiran koloid atau lebih besar seperti Fe_2O_3 , FeO , FeOOH , $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Ada berbagai macam cara untuk menjernihkan air kotor. Namun yang paling banyak dikenal ialah teknik penyaringan, pengendapan, dan penyerapan. Bahan yang dipakai untuk ketiga teknik tersebut juga beraneka ragam. Pasir, ijuk, arang batok, kerikil, tawas, bubuk kapur, kaporit, dan bahkan batu, bisa dimanfaatkan secara efektif untuk menjernihkan air kotor. Biasanya bahan-bahan yang dipakai secara bersamaan.

Jarang sekali orang bisa memperoleh air jernih dengan hanya memakai satu media penyaring (Sihotang, 2018).

C.Filtrasi

Filtrasi atau yang sering disebut dengan penyaringan adalah proses untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari suatu campuran. filtrasi adalah menyaring air dengan sebuah penyaring (filter). Rahmat *et al.*, (2019).

Proses pengolahan air dengan cara penyaringan dilakukan dengan memisahkan padatan atau koloid dari air dengan menggunakan media penyaring. Air yang mengandung padatan tersuspensi, dilewatkan pada media penyaring dengan ukuran pori-pori tertentu, dimana partikel dengan ukuran lebih kecil dari ukuran pori akan lolos media penyaring sedangkan partikel dengan ukuran lebih besar dari ukuran pori akan tertahan pada media penyaring. Partikel yang tertahan pada media penyaring sering disebut dengan residu. Hal-hal yang mempengaruhi efektivitas proses filtrasi adalah ukuran partikel, ukuran media filtrasi dan tebal media filtrasi (Firmansyah dan Sihombing, 2022)

Filtrasi yang digunakan dengan penggunaan media penyaring dalam penurunan kadar besi menggunakan bahan arang/karbon aktif . Arang/karbon aktif merupakan suatu padatan yang berpori yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi .

D.Arang Aktif

Arang aktif atau yang sering disebut karbon aktif adalah arang yang dihasilkan dari proses pengaktifan dengan menggunakan bahan pengaktif sehingga memperluas permukaan arang dengan membuka pori-pori arang serta mempunyai kemampuan daya jera (adsorpsi) yang baik (Sarah, 2018). Luas permukaan Arang aktif berkisar antara 300-3500 m/g dan

berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan Arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Dengan luas permukaan yang sangat besar, arang aktif memiliki kemampuan untuk menyerap zat-zat yang terdapat di dalam air dan udara. Sehingga arang aktif dapat digunakan dalam menyerap zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air dengan sangat efektif (Sahraehi *et al.*, 2019). Proses produksi arang aktif terdiri dari dua tahap yaitu tahap karbonisasi dan tahap aktivasi. Pada umumnya proses karbonisasi menggunakan metode pirolisis. Pembuatan arang aktif (activated carbon) pada dasarnya membutuhkan 3 bahan utama:

1. Bahan Baku Karbon (Prekursor)

Bisa berasal dari bahan organik yang kaya karbon, misalnya:

- a. Tempurung kelapa
- b. Kayu
- c. Biji kelor / biji asam jawa
- d. Sekam padi
- e. Tongkol jagung
- f. Fungsinya: sebagai sumber karbon yang akan dijadikan arang.

2. Bahan Pengaktif (Aktivator)

Ada dua jenis aktivasi:

- a. Aktivasi Fisik: menggunakan uap air panas, CO_2 , atau udara dengan suhu tinggi ($\pm 700\text{--}900^\circ\text{C}$).
- b. Aktivasi Kimia: menggunakan bahan kimia seperti NaCl , H_3PO_4 , ZnCl_2 , KOH , atau H_2SO_4 .
- c. Fungsinya: membuka pori-pori arang sehingga luas permukaan meningkat → kemampuan adsorpsi jadi lebih tinggi.

3. Air

- a. Dipakai untuk pencucian setelah aktivasi kimia, agar sisa bahan kimia hilang dan pH arang mendekati netral.

D.1 Biji kelor

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang mudah tumbuh dan berkembang di Indonesia. Biji kelor mudah dibudidayakan dan berumur panjang (perennial) dengan tinggi 1-12 Meter

memiliki diameter 30 cm. Tanaman kelor meliputi dari akar, biji, daun, dan batang. Biji kelor dapat digunakan sebagai koagulan alami karena kandungan protein biji kelor (poli-elektronik kationik) atau protein larut dapat menyebabkan koagulasi. Kelebihan biji kelor dibanding koagulan kimia yaitu, mudah dibudidayakan, lebih efektif dan mudah preparasinya. Serbuk biji kelor juga dapat menurunkan kadar ion Fe, Cu, Mn serta kekeruhan dari air yang tercemar sehingga memenuhi syarat baku mutu air bersih. (Atikasari, Y., Sari, D. P., Mukaromah, A. H., dan Wardoyo, F. A. (2022).

Biji kelor (*Moringa oleifera*) telah dikenal sebagai bahan alami yang efektif untuk penjernihan air. Proses ini melibatkan koagulasi dan flokulasi, yang dapat mengurangi kekeruhan dan kontaminan dalam air, menjadikannya lebih aman untuk digunakan. Biji kelor juga berperan sebagai koagulan yang efektif karena adanya zat aktif 4-alfa-4- rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate yang terkandung dalam biji kelor (Rustiah dan Andriani, 2018). Biji kelor dapat digunakan sebagai penjernih air karena biji kelor mengandung protein bermuatan positif yang dapat berperan sebagai polielektrolit kationik. Protein tersebut mengandung asam amino yang dilarutkan ke dalam air dan akan mengalami ionisasi alami atau disosiasi (Harahap, Sirait, and Yusuf Lubis 2023).



Gambar 2.1 Biji Kelor

D.2 Biji Asam Jawa

Biji asam jawa memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Protein inilah yang diharapkan dapat berperan sebagai polielektrolit kationik alami yang kegunaannya mirip dengan koagulan sintetik. Protein alami yang terlarut pada biji asam jawa mengandung gugus $-NH_3^+$ yang dapat mengikat partikel-partikel bermuatan negatif sehingga partikel-partikel tersebut terdestabilisasi.

membentuk ukuran partikel lebih besar dan terjadi pengendapan. Gugus inilah yang menjadi sisi aktif koagulan.

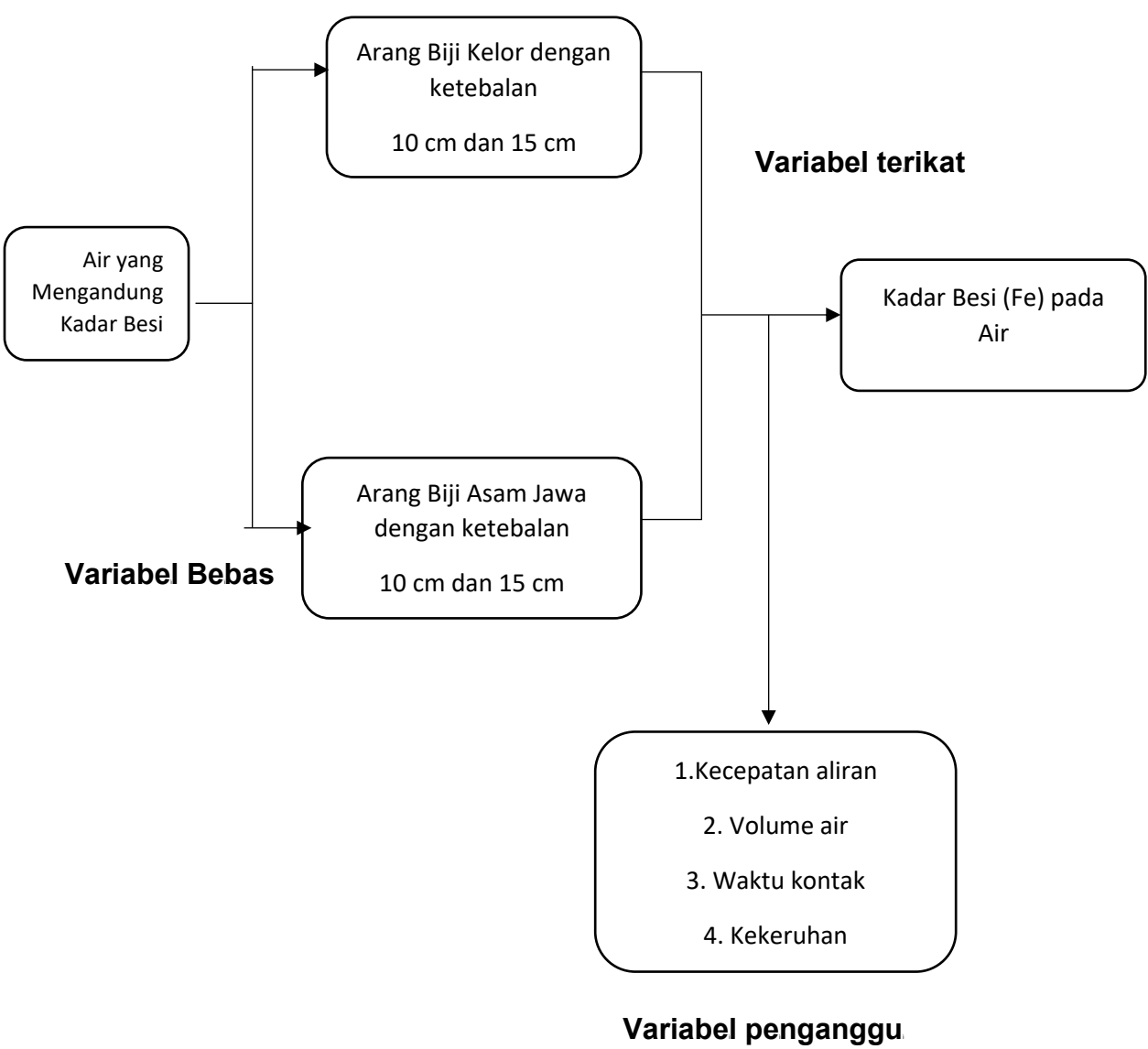
Biji asam jawa (*Tamarindus indica*) telah terbukti efektif sebagai koagulan alami dalam proses penjernihan air limbah. Penelitian menunjukkan bahwa biji ini dapat mengurangi berbagai parameter pencemar, termasuk kekeruhan, Total Suspended Solids (TSS), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Biological Oxygen Demand (BOD).

Biji asam jawa dapat diaplikasikan sebagai koagulan dalam penjernihan air karena biji tersebut mengandung protein yang cukup tinggi (Hendrawati *et al.*, 2013). Menurut (Wardani dan Agung, 2015) Kandungan protein pada biji asam jawa mampu menyatukan molekul koloid agar molekul tersebut tidak stabil kemudian memperoleh diameter yang lebih besar kemudian tersedimentasi.



Gambar 2. 2 Biji Asam Jawa

E.Kerangka konsep



Gambar 2. 3 Kerangka Konsep

F. Defenisi Operasional

Tabel 2. 2

Defenisi Opresional

No	Variabel	Defenisi	Alat Ukur	Hasil ukur	Skala ukur
1.	Biji Kelor	Arang aktif yang dibuat dari Bijikelor Dengan Ketebalan 10cm dan15 cm	Timbangan	Kg	Ratio
2.	Biji Asam Jawa	Arang aktif yang dibuat dari biji asam jawa dengan ketebalan 10cm dan15cm	Timbangan	Kg	Ratio
1.	Kadar besi (Fe) pada air sumur bor	Kandunagan zat besi pada air sumur bor	Spektrofotometer	Mg/l	Ratio

Variabel pengganggu adalah variabel yang mengganggu jalannya penelitian.Variabel pengganggu dapat dikendalikan dengan cara yaitu:

- 1. Kecepatan aliran : Kecepatan aliran keempat wadah sama karena dirancang dengan lobang yang sama
- 2. Volume air : Mengatur debit air melalui penggunaan katup atau sistem distribusi yang dapat mengontrol jumlah air yang masuk dan keluar.
- 3. Waktu kontak : Lama kontak kedua wadah sama yaitu 10 menit.
- 4. Kekeruhan :Tambahkan bahan koagulan (misalnya tawas/ $Al_2(SO_4)_3$,PAC,atau biji kelor sebagai koagulan alami).Koagulan

akan menetralkan muatan partikel koloid penyebab kekeruhan → partikel bergabung membentuk flok besar → mudah mengendap.

G. Hipotesis

1. Hipotesis Nol (H_0) : Tidak adanya penurunan kadar Fe pada air sumur bor setelah dilakukan filtrasi menggunakan arang aktif biji kelor dan biji asam jawa
2. Hipotesis Alternatif (H_a) : Adanya penurunan kadar Fe pada air sumur bor setelah dilakukan filtrasi menggunakan arang aktif biji kelor dan biji asam jawa