

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

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

Sumber daya alam yang memenuhi hajat hidup manusia dan makhluk hidup lainnya yaitu air. Air digunakan dalam kehidupan sehari-hari, kegiatan industri, dan lain-lain (Asrori, 2021). Air berada di bawah permukaan tanah, terdiri dari air permukaan dan air tanah. Air tanah serta air permukaan terbentuk melalui proses hidrologi yang kemudian meresap ke dalam pori-pori batuan dari tekanan tinggi menuju rendah. Air tanah tidak mudah terkontaminasi dibandingkan air permukaan (Wijaya dan Kusmiran, 2021). Selain air tanah dan air permukaan, terdapat juga air angkasa yang bersumber dari udara atau atmosfer yang kemudian jatuh ke permukaan bumi.

World Health Organization (WHO) mendefinisikan air bersih sebagai air yang dapat digunakan oleh manusia untuk memenuhi keperluan sehari-hari, seperti konsumsi, air minum, dan sebagainya. Adapun persyaratan air bersih menurut PERMENKES No 2 Tahun 2023 yang harus memenuhi 3 parameter, parameter mikrobiologi, parameter fisik, dan parameter kimia. Air dapat dikatakan terlindungi jika bebas dari kontaminasi parameter tersebut.

- a. Syarat Fisik: Jernih, tidak berbau dan berasa.
- b. Syarat Kimia: Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia yang melampaui batas.

- c. Syarat Mikrobiologi: air tidak mengandung kuman patogen maupun parasit yang dapat menimbulkan permasalahan kesehatan.

Data WHO menunjukkan kurangnya akses terhadap air bersih dan sanitasi yang layak, hal tersebut akan menjadi permasalahan terutama dalam gangguan kesehatan. Air yang tidak memiliki sanitasi yang baik dan tidak sesuai dengan parameter yang ada akan berkontribusi terhadap penyebaran penyakit menular, seperti diare, kolera, dan lain-lain (Lalu Galeh, dkk., 2025).

## 2. Sumur Gali

Air tanah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat salah satunya melalui sumur gali. Air sumur gali juga memiliki potensi terkontaminasi oleh limbah buangan, dan lain-lain (Syafarida, dkk., 2022). Sumur gali adalah sarana penyedia air bersih yang mengambil air dari lapisan tanah dangkal. Kedekatannya dengan permukaan tanah menyebabkan sumur jenis ini lebih rentan terhadap kontaminasi melalui rembesan (Baktiar, dkk., 2022).

Sumur gali yang baik dapat ditinjau melalui konstruksi dan kondisi fisik dari sumur gali. Konstruksi yang baik yaitu memiliki dinding, bibir, dan lantai sumur yang kedap air serta jauh dari saluran pembuangan limbah. Sedangkan untuk kondisi fisiknya, tidak adanya retakan pada dinding, bibir, atau lantai dan jauh dari sumber pencemar. Hal tersebut perlu di aplikasikan demi meminimalisir timbulnya risiko pencemaran air sumur gali (Novarianti dan Amsal, 2022).

Sumur gali menjadi sumber air yang paling banyak digunakan pada area pedesaan dan daerah terpencil. Namun, air sumur gali kerap menghadapi

permasalahan berupa perubahan warna yang dapat memengaruhi kualitas serta kelayakannya untuk dikonsumsi. Perubahan warna ini umumnya disebabkan oleh adanya zat-zat organik, seperti senyawa besi dan mangan, yang terlarut dalam air tersebut (Pramesti, dkk., 2023).

Kualitas air sumur gali dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kedalaman sumur, kondisi lingkungan sekitar, dan aktivitas manusia di sekitarnya. Beberapa parameter kimia yang sering dianalisis dalam air sumur gali meliputi (Lestari dkk., 2021):

- a. pH: Menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air. Nilai pH yang ideal untuk air minum berkisar antara 6,5 hingga 8,5.
- b. Total Dissolved Solids (TDS): Mengukur jumlah zat padat terlarut dalam air. Nilai TDS yang tinggi dapat mempengaruhi rasa dan kejernihan air.
- c. Kesadahan (Hardness): Menunjukkan konsentrasi ion kalsium dan magnesium dalam air. Air dengan kesadahan tinggi dapat menyebabkan endapan pada peralatan rumah tangga.
- d. Mangan (Mn): Kadar mangan yang tinggi dapat menyebabkan perubahan warna dan rasa pada air, serta menimbulkan endapan.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas air sumur gali antara lain (Yuliansari dkk., 2024):

- a. Kedalaman Sumur: Sumur yang terlalu dangkal lebih rentan terhadap kontaminasi dari permukaan tanah.

- b. Jarak dari Sumber Pencemar: Sumur yang berdekatan dengan septic tank, tempat pembuangan sampah, atau kandang ternak memiliki risiko kontaminasi yang lebih tinggi.
- c. Kondisi Lingkungan: Curah hujan, jenis tanah, dan aktivitas pertanian di sekitar sumur dapat mempengaruhi kualitas air.
- d. Konstruksi dan Pemeliharaan sumur: Sumur yang dibangun dengan baik dan dirawat secara rutin cenderung memiliki kualitas air yang lebih baik.

### 3. Parameter Kimia

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 indikator air bersih salah satunya parameter kimia. Parameter kimia air merujuk pada unsur-unsur kimia yang terdapat di dalam air dan berperan penting dalam menentukan mutu serta kelayakan air untuk berbagai kebutuhan, khususnya untuk dikonsumsi manusia. Unsur-unsur tersebut mencakup nilai keasaman (pH), kandungan logam seperti besi (Fe) dan mangan (Mn), serta senyawa anorganik seperti sulfat, nitrat, dan nitrit. Selain itu, parameter lain seperti total padatan terlarut (TDS), tingkat kesadahan, dan keberadaan logam berat seperti timbal (Pb) turut dianalisis untuk mengevaluasi potensi pencemaran serta tingkat keamanan air terhadap kesehatan manusia (Arbiatun, dkk., 2024).

Parameter kimia dalam air timbul melalui berbagai sumber; Pelarutan mineral dan batuan di sekitar akuifer merupakan proses geokimia alami yang memainkan peran penting dalam menentukan karakteristik kimia air tanah. Ketika air hujan meresap ke dalam tanah dan bergerak melalui lapisan-lapisan

geologis, air tersebut berinteraksi dengan berbagai jenis batuan dan mineral yang menyusunnya. Interaksi ini memicu proses pelarutan, di mana unsur-unsur kimia dari batuan larut ke dalam air dan menghasilkan ion-ion terlarut (Arbiatun, dkk., 2024). Selain itu, sektor industri juga menjadi sumber kontaminan yang signifikan. Pembuangan limbah industri ke lingkungan tanpa pengolahan yang sesuai berpotensi menambahkan berbagai unsur berbahaya ke dalam air tanah, termasuk logam berat seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), kadmium (Cd), dan arsen (As). Proses biokimia dalam tanah dan air yang mempengaruhi perubahan kimia air, misalnya oksidasi besi dan mangan sehingga menyebabkan perubahan warna dan rasa air (Munfiah, dkk., 2013).

#### 4. Kadar Besi (Fe) di dalam Air

Besi (Fe) merupakan unsur logam yang sering dijumpai dalam air tanah maupun air sumur, umumnya dalam bentuk ion terlarut. Keberadaan besi ini terutama berasal dari proses pelapukan batuan dan tanah yang mengandung mineral besi di sekitar akuifer. Konsentrasi besi dalam air sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain karakteristik geologi setempat, tingkat keasaman (pH), serta kondisi redoks atau tingkat oksidasi lingkungan perairan tersebut. Selain sumber alami, kandungan besi dalam air juga dapat meningkat akibat pengaruh aktivitas antropogenik, seperti pembuangan limbah domestik maupun industri yang tidak terkelola dengan baik (Arrizal, dkk., 2021). Besi dalam air sumur biasanya muncul sebagai  $\text{Fe}^{2+}$  (ferro) dalam kondisi anaerobik dan berubah menjadi  $\text{Fe}^{3+}$  (ferri) dalam kondisi aerobik.

$\text{Fe}^{3+}$  membentuk endapan besi(III) hidroksida yang berwarna karat (merah kecoklatan). Menurut WHO (2003), konsentrasi Fe pada air tanah anaerobik berkisar antara 0,5–10 mg/L dan dapat mencapai 50 mg/L dalam kondisi ekstrem. Di berbagai daerah, kandungan Fe dalam air tanah sering melebihi batas terutama akibat pelarutan alami batuan atau korosi pipa. Kadar dan dampak estetika dari kadar besi (Fe) didalam air adalah sebagai berikut (World Health Organization, 2003):

- a. Kadar  $< 0,3$  mg/liter umumnya tidak terdeteksi oleh rasa atau warna
- b. Kadar  $0,3 - 3$  mg/liter umumnya dapat diterima secara estetika dalam air sumur anaerob
- c. Kadar  $> 0,3$  mg/liter umumnya dapat menyebabkan noda pada pakaian, keramik, dan alat sanitasi.
- d. Kadar  $> 0,05 - 0,1$  mg/liter umumnya dalam sistem perpipaan dapat menyebabkan turbiditas (keruh) dan perubahan warna.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 menyatakan kadar maksimum yang diperbolehkan dalam air bersih parameter kimia terkhusus kadar besi (Fe) adalah 0,2 mg/l. Kadar besi yang melebihi batas dapat menyebabkan perubahan warna air yang menjadi kemerahan atau kuning, menimbulkan rasa logam, dan berbau. Konsumsi air dengan kadar besi yang melampaui batas maksimum secara terus menerus dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti, iritasi pada saluran pencernaan, diare, anemia, dan gangguan pernapasan. Selain itu, kadar besi (Fe) yang

tinggi dapat membuat korosi pada instalasi pipa dan peralatan rumah tangga (Sappewali, dkk., 2024).

## 5. Filtrasi

Filtrasi yaitu proses penyaringan dengan tujuan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi, partikel halus, serta beberapa zat terlarut didalam air dengan melewatkan air melalui media yang berpori. Umumnya filtrasi sederhana memanfaatkan pasir, kerikil, dan arang aktif (Fadillah, dkk., 2025). Dalam berbagai penelitian terdahulu berhasil menunjukkan bahwa kombinasi media filtrasi meningkatkan efisiensi dalam pengolahan air. Secara garis besar filtrasi mampu menghilangkan bakteri, warna, kekeruhan, dan logam berat seperti besi dan mangan (Yasin, dkk., 2024). Suatu filtrasi menegaskan bahwa faktor penunjang keberhasilan filtrasi dipengaruhi oleh ukuran partikel, jenis media, dan ketebalan media filtrasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses filtrasi terdapat beberapa aspek yang berperan penting dalam menentukan efektivitas proses filtrasi, antara lain:

### a. Debit Aliran

Debit merupakan jumlah volume air yang mengalir melalui suatu penampang dalam satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam  $\text{m}^3/\text{detik}$ . Jika kecepatan aliran air meningkat, efektivitas filtrasi cenderung menurun karena waktu kontak antara air dan media menjadi lebih singkat. Debit yang rendah justru lebih menguntungkan dalam proses penurunan kadar besi (Fe), karena memperpanjang waktu kontak

air dengan media penyaring, sehingga proses adsorpsi berjalan lebih optimal.

b. Volume

Volume media merujuk pada ketebalan lapisan media yang digunakan dalam proses filtrasi, baik itu media tunggal maupun ganda. Ketebalan ini sangat menentukan lamanya waktu kontak air dengan media. Semakin tebal lapisannya, maka semakin besar kemungkinan terjadinya proses penyaringan yang efektif dan menghasilkan kualitas air yang lebih baik.

c. Kebersihan Media Filter

Kondisi media penyaring sangat mempengaruhi efektivitasnya. Media yang bersih yakni yang telah dicuci atau dibersihkan terlebih dahulu akan bekerja lebih optimal dalam menyerap kandungan besi (Fe) dari air, dibandingkan media yang kotor atau telah digunakan berulang kali tanpa perawatan.

d. Durasi Penyaringan

Waktu penyaringan adalah lamanya proses air dialirkan melalui media sampai air yang keluar jernih. Semakin lama durasi air bersentuhan dengan media, semakin efektif proses filtrasi yang terjadi. Hal ini akan berdampak langsung pada kualitas air hasil akhir dari sistem penyaringan.

Menurut Pratiwi (2023), filtrasi memiliki beberapa tujuan dan manfaat yaitu:

a. Tujuan Filtrasi

- 1) Pemanfaatan limbah cair atau air kotor agar dapat digunakan kembali
- 2) Mengurangi permasalahan gangguan kesehatan yang disebabkan oleh air kotor
- 3) Mengatasi keterbatasan ketersediaan air bersih

b. Manfaat Filtrasi

- 1) Dapat menghilangkan bau yang tidak sedap pada air
- 2) Dapat menghilangkan warna pada air
- 3) Dapat menghilangkan rasa pada air
- 4) Menghilangkan sumber pencemar dan mengurangi kadarnya

Berdasarkan pernyataan oleh (EPA (Ireland), 2020) filtrasi dalam pengolahan air memiliki beberapa jenis proses filtrasi sebagai berikut:

- a. *Slow Sand Filtration* : Filtrasi lambat menggunakan media pasir halus dan proses biologis.
- b. *Rapid Gravity & Pressure Filtration* : Filtrasi cepat dengan pasir kuarsa, baik secara gravitasi maupun bertekanan.
- c. *Granular Activated Carbon (GAC)* : Filtrasi dengan media arang aktif granular untuk menghilangkan organik dan bau.
- d. *Cartridge & Bag Filters* : Filter mekanis skala kecil.
- e. *Membrane Filtration* : Teknologi penyaringan molekul kecil seperti reverse osmosis dan ultrafiltrasi.

#### 6. Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* × *balbisiana* var. *C*)

Nilai produksi pisang kepok kini lebih tinggi di Indonesia. Pemanfaatan kulit pisang kepok dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk mengurangi limbah organik (Ardiana dan Miranti, 2024). Tanaman Pisang Kepok (*Musa acuminata* × *balbisiana* var. *C*) memiliki morfologi batang berbentuk bulat silindris dan berlapis. Akar pada tanaman ini memiliki warna kecokelatan dan memiliki warna putih. Daun pisang kepok memiliki keunikan tersendiri, karena memiliki ukuran yang agak besar, lebar, dan memanjang. Satu sisir tanaman ini hanya berkisar antara 10 sampai dengan 20 buah (Sinta dan Hasibuan, 2023). Pisang kepok memiliki dua jenis yakni, kepok putih dan kuning. Perbedaan ini terlihat dari warna dagingnya. Kandungan yang dimiliki pisang kepok ini pun cukup baik bagi kesehatan, yaitu karbohidrat, serat, vitamin, protein, dan mineral (Anggrianto, 2019). Limbah kulit pisang dapat digunakan sebagai sarana penjernihan air dengan memanfaatkannya menjadi arang aktif sebagai media filtrasi air. Kandungan dalam limbah kulit pisang sebelum aktivasi terdiri dari 8,42% air, 11,15% abu, 24,65% volatile matter, dan 55,78% fixed carbon (Safitri, dkk., 2020).



Gambar 1. Pisang Kepok (*Musa acuminata x balbisiana var. C*)

Sumber: <https://www.socfindoconservation.co.id>

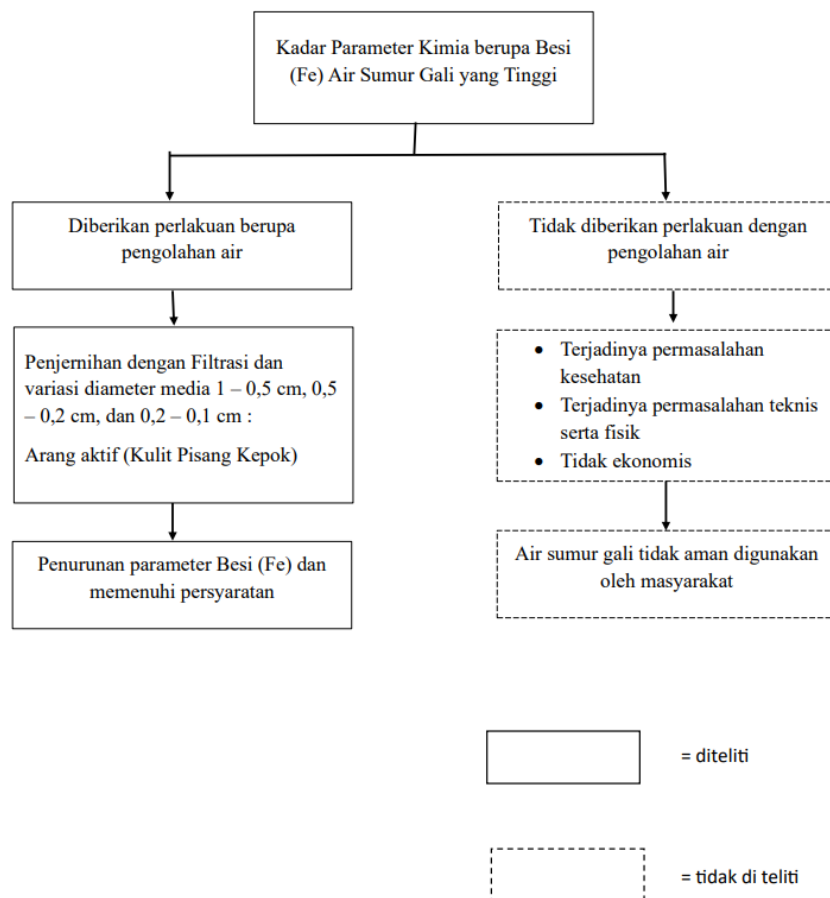
Berikut merupakan klasifikasi dari buah pisang kepok (*Musa acuminata × balbisiana var. C*) :

Kingdom : *Plantae*  
 Filum : *Magnoliophyta*  
 Kelas : *Magnoliopsida*  
 Ordo : *Zingiberales*  
 Famili : *Zingiberraceae*  
 Genus : *Musa*  
 Spesies : *Musa acuminata balbisiana C*

Kulit pisang memiliki kandungan selulosa hingga 14,4% dan senyawa organik yang dapat menghasilkan kalor yang baik. Dalam penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kulit pisang kepok jika dijadikan arang aktif dan digunakan sebagai media filtrasi mampu memiliki efisiensi penurunan hingga 95,23% dengan waktu kontak 20 menit (Widyaningsih, 2022).

Berdasarkan penelitian terdahulu kulit pisang kepok mempunyai kandungan vitamin C, vitamin B, Kalsium, protein, selulosa, hemiselulosa, pigmen klorofil, lemak, arabinosa, galaktosa, rhamnosa, dan asam galacturonic yang dapat mengikat logam di dalam air. Sehingga kulit pisang kepok dapat dijadikan media dalam menurunkan kadar kekeruhan dan ion logam berat pada air yang telah terkontaminasi. Melalui strukturnya yang mengandung selulosa dan lignin secara alami akan membentuk pori-pori dan dapat mengadsorpsi ion logam berat (Yulis, dkk., 2021).

## B. Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

### C. Hipotesis Penelitian

#### 1. Hipotesis Mayor

Ada pengaruh filtrasi menggunakan variasi diameter arang aktif dari kulit pisang kepok untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali di Dusun Morangan, Ngemplak, Sleman.

#### 2. Hipotesis Minor

- a. Ada perbedaan sebelum dan sesudah menggunakan media arang aktif kulit pisang kepok dengan ukuran diameter 1 – 0,5 cm (A).
- b. Ada perbedaan sebelum dan sesudah menggunakan media arang aktif kulit pisang kepok dengan ukuran diameter 0,5 – 0,2 cm (B).
- c. Ada perbedaan sebelum dan sesudah menggunakan media arang aktif kulit pisang kepok dengan ukuran diameter 0,2 – 0,1 cm (C).
- d. Filter A, B, dan C menunjukkan efektivitas dalam menurunkan kadar besi (Fe) hingga memenuhi standar baku mutu kualitas air sebagaimana tercantum dalam Permenkes Nomor 2 Tahun 2023.