

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Pengertian Air Bersih

Menurut Permenkes No 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, air untuk keperluan higiene perorangan dan rumah tangga. Selain itu, air bersih digunakan untuk berbagai kebutuhan rumah tangga seperti, kegiatan memasak, mencuci pakaian, mencuci peralatan makan, dan menunjang aktivitas higiene dan sanitasi dalam kehidupan sehari-hari.

Kualitas air yang baik digunakan sebagai air minum yaitu memenuhi beberapa persyaratan, antara lain persyaratan secara fisik, biologi, kimia, dan bakteriologis. Air juga dapat dikatakan bersih apabila aman, sehat dan baik untuk diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dengan rasa yang segar (Purwanti, 2015)

2. Sumber Air Bersih

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 30 Tahun 2024 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air, yang merupakan peraturan pelaksanaan dari UU Nomor 17 Tahun 2019 tentang sumber Daya Air. Menjelaskan bahwa air mencakup air permukaan, air tanah, air hujan dan mata air.

a. Air Permukaan

Air Permukaan adalah semua air yang berada di permukaan tanah berasal dari air hujan, air lempasan permukaan maupun air tanah yang keluar ke permukaan bumi sebagai mata air. Air tanah memiliki kualitas yang rendah karena banyak mendapat pengotoran selama pengaliran seperti air, air rawa dan air danau, tetapi tersedia dengan kuantitas yang besar (Romdania et al., 2018)

b. Air Tanah

Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi, kemudian air ini mengalami penyerapan ke dalam tanah dan terjadi penyaringan secara alami. Proses ini menyebabkan air tanah lebih baik dibandingkan dengan air yang permukaan. Menurut kedalamannya, air tanah terbagi menjadi dua, yaitu:

1) Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena adanya proses peresapan air permukaan tanah dan memiliki kedalaman 15 meter. Dari segi kualitasnya baik tetapi dari segi kuantitasnya kurang mencukupi karena ketersediaannya tergantung pada musim.

2) Air Tanah Dalam

Air tanah dalam yaitu air tanah yang berada lapisan akuifer yang diatasnya berupa lapisan kedap air atau lapisan

impermeable, dan atau lapisan semi kedap air atau lapisan semi permeable. Untuk cara pengambilannya dilakukan cara pemboran dengan kedalaman diatas 80 m, dimana secara manual atau dug well tidak dapat mencapainya. Dengan drilled well untuk air tanah bisa mencapai 300 m, namun pada umumnya sekitar 150 m – 200 m. Air tanah dalam relatif tidak dipengaruhi oleh musim atau curah hujan, sedangkan air tanah dangkal dipengaruhi musim (Balai Air Tanah, 2025).

c. Air Hujan

Air hujan merupakan air paling murni dalam arti komposisinya hampir mendekati H₂O Sudarmaji (t.t.). Air hujan mempunyai tingkatan PH yang rendah sehingga cenderung bertabiat asam serta tekstur lunak sebab tidak memiliki garam serta zat zat mineral yang lain (PDAM).

d. Mata Air

Mata air (*spring water*) adalah keadaan alami air tanah mengalir keluar dari akuifer menuju permukaan tanah yang menjadi sumber air bersih yang berguna untuk keperluan kehidupan manusia.

3. Persyaratan Air Bersih

Menurut Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang

Kesehatan Lingkungan antara lain sebagai berikut :

a. Persyaratan Fisik

Persyaratan parameter fisik air yang bersih dapat dikenali oleh pancaindra manusia. Air yang sehat dan layak haruslah bening atau jernih, tidak berbau, tidak meninggalkan endapan. Menurut Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 terdapat 5 parameter fisik yang telah diatur sebagai berikut :

Tabel 2. Baku Mutu Parameter Fisik

Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Metode pengujian
Suhu	°C	Suhu Udara ± 3	SNI/APHA
Total <i>Dissolve Solid</i>	mg/L	<300	SNI/APHA
Kekeruhan	NTU	<3	SNI atau yang setara
Warna	TCU	10	SNI/APHA
Bau	-	Tidak berbau	APHA

Sumber : Permenkes Nomor 2 Tahun 2023

b. Persyaratan Kimia

Untuk memenuhi persyaratan kualitas air bersih secara kimia, kadar zat kimia dalam air tidak diperbolehkan melebihi ambang batas, untuk memenuhi persyaratan air bersih secara kimia. Zat yang dapat menimbulkan berbagai masalah bagi kehidupan manusia adalah kandungan besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang terlalu tinggi dalam air.

Menurut Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 terdapat 6 parameter fisik yang telah diatur sebagai berikut :

Tabel 3. Baku Mutu Parameter Kimia

Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Metode Pengujian
pH	-	6,5 – 8,5	SNI/APHA
Nitrat (sebagai NO ³)	mg/L	20	SNI/APHA
Nitrit (sebagai NO ²)	mg/L	3	SNI/APHA
Kromium valensi 6 (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,01	SNI/APHA
Besi (Fe)	mg/L	0,2	SNI/APHA
Mangan (Mn)	mg/L	0,1	SNI/APHA

Sumber : Permenkes Nomor 2 Tahun 2023

c. Persyaratan Bakteriologis

Menurut Permenkes No 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan parameter bakteriologis yang harus diperiksa dalam air bersih yaitu *Escherichia coli* dan *Total Coliform*. Adapun standar baku mutu air minum parameter bakteriologis yang telah ditetapkan sebagai berikut :

Tabel 4. Baku Mutu Parameter Bakteriologis

Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Metode Pengujian
<i>Escherichia Coli</i>	CFU/100ml	0	SNI/APHA
<i>Total Coliform</i>	CFU/100ml	0	SNI/APHA

Sumber : Permenkes No 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014

4. Kadar Besi

Besi (Fe) merupakan salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi terutama badan air. Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-

35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air (Dyna Grace Romatua Aruan, 2020). Pada umumnya, besi yang ada didalam air dapat bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (Feri); tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $< 1 \mu\text{m}$) atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagiannya.

5. Dampak Besi Dalam Air

Apabila terdapat kandungan Fe yang melebihi baku mutu akan menyebabkan berbagai masalah, diantaranya adalah :

a. Gangguan Kesehatan

- 1) Gangguan pencernaan : Menyebabkan mual, sakit perut, diare, atau sembelit dalam jangka pendek.
- 2) Resiko Penyakit Kronis : Paparan kronis dan menahun terhadap kadar zat besi berlebih dapat menyebabkan kondisi yang disebut hemokromatosis (kelebihan zat besi dalam tubuh). Hal ini menyebabkan komplikasi serius seperti kerusakan hati kronis (gagal hati), masalah jantung dan diabetes, karena zat besi menumpuk di organ-organ vital.

b. Gangguan Fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan dari besi yang terlarut dalam air yaitu menyebabkan perubahan rasa, bau, dan warna.

c. Gangguan Teknis

Endapan pada saluran pipa, bercak kuning pada pakaian, menyebabkan buntan dalam pipa, penurunan efisiensi dan

kerusakan pada mesin cuci dan peralatan masak.

d. Gangguan Ekonomis

Gangguan ekonomis yang ditimbulkan secara tidak langsung, melainkan muncul sebagai konsekuensi dari kerusakan peralatan yang menyebabkan perlu biaya pengganti.

6. Kadar Mangan

Mangan adalah salah satu logam yang sering dijumpai di kulit bumi dan sering terdapat bersamaan dengan besi. Mangan terlarut di dalam tanah dan air permukaan yang sedikit oksigen, sehingga kadar Mangan yang terdapat di dalam air mencapai nilai baku mutu lingkungan (Rahma Awliahasanah et al., 2021).

Unsur Mangan (Mn) mempunyai sifat sifat yang mirip dengan besi (Fe) sehingga pengaruhannya juga hampir sama. Mangan adalah metal berwarna putih ke abu-abuan dan keras. Mangan adalah logam reaktif, sehingga mudah membentuk senyawa dengan unsur lain.

7. Dampak Mangan dalam Air

Mangan (Mn) adalah logam yang terdapat pada sumber air permukaan maupun air tanah secara alami yang disebabkan oleh erosi batuan, terutama dalam kondisi anaerob ataupun kondisi oksidasi rendah. Air yang mengandung mangan (Mn) terlalu tinggi dapat menyebabkan noda kuning/coklat pada pakaian dan perubahan warna pada lantai.

Dampak mangan dalam air dengan jumlah 0,55 mg/L, dapat menyebabkan noda kuning/coklat pada pakaian, rasa logam pada air, bau amis dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Jika dalam jumlah yang besar dapat tertimbun di dalam hati dan ginjal.

Karakteristik mangan (Mn) hampir sama dengan karakteristik besi (Fe) sehingga memiliki pengaruh atau efek yang hampir sama. Mangan juga memiliki peran penting dalam tubuh manusia seperti halnya besi (Fe). Air yang mengandung mangan yang terlalu besar akan menimbulkan perubahan parameter fisik air, seperti warna, rasa, dan kekeruhan yang sama dengan besi (Fe).

8. Filtrasi

Filtrasi (penyaringan) merupakan pemisahan zat berdasarkan pada perbedaan ukuran masing-masing zat yang akan dipisahkan. Proses filtrasi dengan cara mengalirkan air melewati suatu media filtrasi yang disusun dari bahan-bahan butiran dengan diameter dan ketebalan tertentu. Proses ini ditunjukkan untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dan tidak terlarut dengan cara absorpsi. Di alam, filtrasi terjadi secara alami oleh tanah dan batuan yang ada di dalam lapisan tanah. Tanah dan batuan memiliki pori dengan beragam ukuran, yang mengakibatkan terbentuknya air tanah dengan tingkat kejernihan dan kandungan kimiawi yang beragam. Umumnya air tanah dalam lebih bersih karena melewati filtrasi alami lebih lama dan lebih banyak lapisan batuan atau tanah dibandingkan air tanah dangkal, yang

membuatnya terlindungi dari kontaminasi permukaan. Air tanah dangkal lebih dekat ke permukaan sehingga lebih rentan tercemar limbah, pestisida atau bakteri.

Filtrasi ini memiliki kelemahan yaitu apabila kondisi debit aliran yang terlalu besar dapat menyebabkan proses filtrasi tidak sempurna. Hal ini disebabkan karena aliran air yang terlalu cepat akan menyebabkan partikel halus akan lolos. Tetapi proses filtrasi memiliki keunggulan yakni proses filtrasi dapat diterapkan dalam skala rumah tangga dengan filter sederhana hingga sistem besar di instalasi pengolahan air.

9. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Filtrasi

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses filtrasi, yaitu :

a. Kebersihan Media filter

Seiring waktu pemakaian filter, akan menyebabkan penumpukan partikel tersaring, sehingga media dapat mengalami penyumbatan dan kejenuhan. Untuk itu diperlukan penjadwalan pencucian media filter.

b. Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran yang melewati suatu penampang melintang persatuan waktu. Apabila kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan semakin menurun. Debit yang lebih kecil mampu menurunkan Fe dan Mn

lebih tinggi karena waktu kontak air didalam media lebih lama.

c. Diameter Media Filter

Semakin kecil butiran filter maka akan celah antar butiran semakin rapat dan membuat kecepatan penyaringan semakin lambat sehingga membuat kualitas penyaringan semakin abik.

d. Ketebalan Lapisan Media Filter

Ketebalan media yan digunakan menentukan lamanya pengaliran dan daya saring. Media filter yang terlalu tebal mempunyai daya saring yang tinggi dan membutuhkan waktu pengaliran yang lama, sehingga kualitas air hasil penyaringan semakin baik. Sebaliknya, jika media filter terlalu tipis maka daya saring rendah dengan waktu pengaliran yang cukup pendek.

e. Diameter Butiran Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan lamanya interaksi antara air dengan media filter selama proses filtrasi berlangsung. Lama waktu kontak menjadi salah satu faktor yang memengaruhi efektivitas penyisihan kontaminan dalam air. Semakin lama air bersentuhan dengan media filter, maka proses adsorpsi dan penyaringan akan berlangsung lebih optimal sehingga kualitas air hasil filtrasi cenderung semakin baik.

10. Media Filter

a. *Manganese Greensand*



Gambar 1 *Manganese Greensand*

Manganese greensand merupakan media filtrasi berupa pasir khusus yang dilapisi dengan oksida mangan sehingga berperan sebagai bahan katalis dalam proses pengolahan air. Media ini efektif digunakan untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) yang terkandung dalam air. Mekanisme kerjanya terjadi melalui proses oksidasi, yaitu ion besi (Fe^{2+}) dan ion mangan (Mn^{2+}) bereaksi dengan lapisan oksida mangan pada permukaan media sehingga membentuk senyawa ferri oksida (Fe_2O_3) dan mangan oksida (MnO_2) yang bersifat tidak larut dalam air. Senyawa hasil oksidasi tersebut kemudian dapat dipisahkan melalui proses pengendapan dan penyaringan. *Manganese greensand* memiliki kelebihan karena bekerja sebagai katalis oksidasi, media membantu mempercepat perubahan Fe^{2+} dan Mn^{2+} menjadi bentuk padat sehingga lebih mudah disaring. Media ini

tidak hanya menurunkan kadar zat besi, tetapi juga mangan yang kerap menimbulkan bau tidak sedap menyerupai telur busuk (amis). Namun demikian *manganese greensand* juga memiliki kekurangan, yaitu rentan mengalami fouling atau penyumbatan apabila kandungan besi terlalu tinggi atau terdapat bakteri besi, kondisi tersebut menyebabkan media cepat kotor dan perlu backwash rutin. Dalam penelitian ini *manganese greensand* dimasukan dalam catridge diameter 7 cm dengan ketinggian 45,5 cm dan media filtrasi perbandingan 1 : 1 (Rossy Rosfianto & Setyo Purwoto, 2019).

b. Karbon Aktif



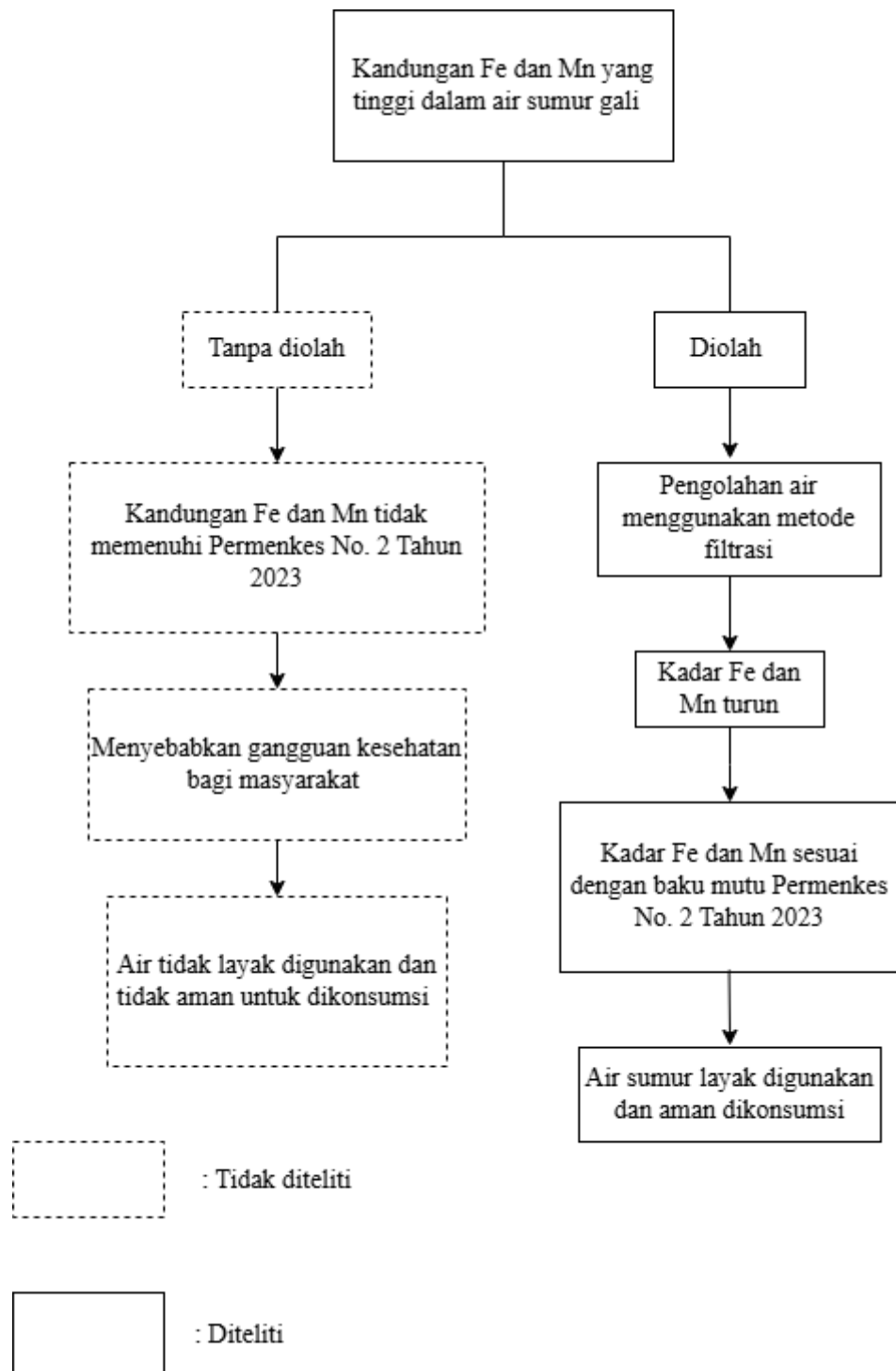
Gambar 2 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan material berpori dengan jumlah pori yang sangat banyak sehingga memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi terhadap berbagai zat yang melewatinya. Material ini juga mempunyai luas permukaan yang sangat besar, yaitu sekitar 500 m² hanya dalam 1 gram karbon aktif. Luas permukaan yang tinggi tersebut menyebabkan karbon aktif efektif digunakan

sebagai media penyerap berbagai kontaminan dalam air.

Karbon aktif berfungsi untuk menghilangkan bau, menjernihkan air dan rasa pada air yang berfungsi baik untuk kekeruhan air. Selain itu karbon aktif juga berfungsi menyerap kaporit atau *chlorine* pada air. Karbon aktif juga mempunyai kekurangan yaitu mudah jenuh ketika pori-pori terisi penuh oleh zat yang diadsorpsi. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan adsorpsi menurun sehingga media perlu diganti atau direaktivasi secara berkala. Selain itu, efektivitas karbon aktif sangat dipengaruhi oleh debit aliran dan waktu kontak. Air yang mengalir ke media filter terlalu cepat menyebabkan adsorpsi kurang optimal.

B. Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep

C. Pertanyaan Penelitian

1. Berapa kadar Fe sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi menggunakan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif?
2. Berapa penurunan kadar Mn sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi menggunakan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif?
3. Apakah kadar Fe dan Mn sesudah dilakukan filtrasi menggunakan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif telah sesuai dengan standar baku mutu Permenkes No 2 Tahun 2023?