

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. TINJAUAN UMUM

A.1 Pengertian Air

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas mereka sehari-hari termasuk diantaranya adalah sanitasi. Menurut dokter dan para ahli kesehatan, konsumsi air yang dibutuhkan oleh tubuh adalah sebanyak 2.5 liter atau setara dengan 8 gelas setiap harinya. Manusia memerlukan atau mengkonsumsi air yang berkualitas baik setiap hari yaitu yang disebut dengan air bersih dengan standar tertentu (Simanjuntak et al., 2021).

Air untuk keperluan higiene dan sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan higiene perorangan dan/atau rumah tangga. Air untuk keperluan higiene dan sanitasi diperuntukkan bagi rumah tangga yang mengakses secara mandiri atau yang memiliki sumber air sendiri untuk keperluan sehari-hari (Kementerian Kesehatan, 2023).

Air Minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air Minum digunakan untuk keperluan untuk keperluan minum, masak, mencuci peralatan makan dan minum, mandi, mencuci bahan baku pangan yang akan dikonsumsi, peturasan, dan ibadah (Kementerian Kesehatan, 2023).

A.2 Sumber Air

Air yang berada di permukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi air angkasa (hujan), air permukaan, dan air tanah (Diandi, 2019).

a. Air Angkasa (Hujan)

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di bumi. Air cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas, misalnya karbon dioksida, nitrogen, dan ammonia.

Dengan demikian, air hujan yang sampai di permukaan bumi sudah tidak murni dan reaksi di atas dapat mengakibatkan keasaman pada air hujan sehingga akan terbentuk hujan asam (*acid rain*).

b. Air Permukaan

Air permukaan yang meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, air terjun dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah, maupun lainnya.

Air permukaan merupakan salah satu sumber penting bahan baku air bersih. Faktor-faktor yang harus diperhatikan antara lain:

1. Mutu atau kualitas baku
2. Jumlah atau kuantitas
3. Kontinuitas

Dibandingkan dengan sumber air lain, air permukaan merupakan sumber air yang paling tercemar akibat kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat-zat lain.

c. Air Tanah

Air tanah (ground water) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut dalam perjalanannya menuju ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan.

Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sumber air lain yaitu air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses penjernihan. Persediaan air tanah juga tersedia sepanjang tahun. Dibalik kelebihanannya, air tanah juga memiliki beberapa kelemahan. Air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi (magnesium, kalium, dan logam berat seperti besi).

d. Air Mata Air

Sumber air bersih selain yang disebutkan diatas, juga masih terdapat sumber air bersih yang lain, yaitu air mata air. Air mata air adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah yang melalui proses filtrasi dan adsorpsi oleh batuan dan mineral di dalam tanah.

Keuntungan menggunakan air mata air diantaranya adalah kualitas air relatif baik, tidak memerlukan pengolahan lengkap karena biasanya lokasi mata air berada pada daerah relatif tinggi maka tidak memerlukan sistem perpompaan untuk pengambilan air dan fluktuasi debit pada umumnya konstan. Sedangkan untuk kekurangan air mata air adalah lokasi mata air sukar di jangkau.

A.3 Persyaratan Kualitas Air

Syarat kualitas air meliputi parameter fisik, mikrobiologis, kimia, radioaktif, dan yang memenuhi syarat kesehatan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023.

a. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan

Air minum dan air untuk keperluan hygiene dan sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan hygiene perorangan dan/ atau rumah tangga. Penerapan SBMKL media air minum dan air untuk keperluan hygiene dan sanitasi diperuntukkan bagi rumah tangga yang mengakses secara mandiri atau yang memiliki sumber air sendiri untuk keperluan sehari-hari.

1. Parameter Fisik

Air yang memenuhi persyaratan fisik adalah air yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tidak keruh, dan dengan suhu ± 3 °C udara sedemikian rupa sehingga menimbulkan rasa nyaman, dan

jumlah zat padat terlarut (TDS) yang rendah.

Air yang bersih biasanya tidak memberi rasa/tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Air sebaiknya tidak berwarna untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat disebabkan adanya tannin dan asam humat yang terdapat secara alami di air rawa, berwarna kuning muda menyerupai urin, oleh karenanya orang tidak mau menggunakannya. Selain itu, zat organik kini bila terkena khlor dapat membentuk senyawa-senyawa kloroform yang beracun. Warnapun dapat berasal dari buangan industri.

Kekeruhan disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat organik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam. Sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan.

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran atau pipa yang dapat membahayakan kesehatan, menghambat reaksi-reaksi biokimia didalam saluran atau pipa, mikroorganisme pathogen tidak mudah berkembang biak, dan bila diminum air dapat menghilangkan dahaga.

Jumlah zat padat terlarut (TDS) biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya, efek TDS ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut.

2. Parameter Kimia

Penggunaan air yang mengandung bahan kimia beracun dan zat-zat kimia yang melebihi ambang batas berakibat tidak baik bagi kesehatan dan material yang digunakan manusia, contohnya antara lain Ph yang dianjurkan untuk air bersih adalah 6.5 – 8.5. Nitrat (sebagai NO^3) 20 mg/l, Nitrat (sebagai NO^2) 3 mg/l, Kromium valensi 6 (Cr^{6+}) 0.01 mg/l, Besi (Fe) 0.2 mg/l, Mangan (Mn) 0.1 mg/l, Sisa Khlor 0.2 – 0.5 dengan waktu kontak 30 menit mg/l, Arsen (As) 0.01 mg/l, Kadmium (Cd) 0.003 mg/l, Timbal (Pb) 0.01 mg/l, Flouride (F) 1.5 mg/l,

dan Aluminium (Al) 0.2 mg/l.

b. Persyaratan Kesehatan

Persyaratan kesehatan air minum dan air untuk keperluan higiene dan sanitasi terdiri atas:

1. Air dalam Keadaan Terlindung

Air dikatakan dalam keadaan terlindung apabila :

- a) Bebas dari kemungkinan kontaminasi mikrobiologi, fisik, kimia (bahan berbahaya dan beracun, dan atau limbah B3).
- b) Sumber sarana dan transportasi air terlindungi (akses layak) sampai dengan titik rumah tangga. Jika air bersumber dan sarana air perpipaan tidak boleh ada koneksi silang dengan pipa air limbah di bawah permukaan tanah. Sedangkan Jika air bersumber dari sarana non perpipaan, sarana terlindung dari sumber kontaminasi limbah domestik maupun industri.
- c) Lokasi sarana air minum berada di dalam rumah atau halaman rumah.
- d) Air tersedia setiap saat.

2. Pengolahan, Pewadahan dan Penyajian Harus Memenuhi Prinsip Higiene dan Sanitasi

Pengolahan, pewadahan, dan penyajian dikatakan memenuhi prinsip higiene dan sanitasi jika menggunakan wadah penampung air yang dibersihkan secara berkala; dan melakukan pengolahan air secara kimia dengan menggunakan jenis dan dosis bahan kimia yang tepat. Jika menggunakan kontainer sebagai penampung air harus dibersihkan secara berkala minimum 1 kali dalam seminggu.

A.4 Dampak Besi (Fe)

Angka kecukupan besi (Fe) setiap manusia berbeda-beda sesuai dengan kelompok umurnya dan juga dipengaruhi oleh jenis kelamin. PERMENKES No.28 tahun 2019 tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan untuk masyarakat Indonesia telah diuraikan angka kecukupan mineral khususnya besi (Menkes, 2019).

Tubuh dapat mentoleransi kadar Fe tertinggi sebanyak 40 hingga 45 mg per harinya. Air minum tidak boleh memiliki kadar besi (Fe) melebihi 0,3 mg/L sesuai dengan yang sudah ditetapkan karena kadar Fe yang melewati nilai ambang batas berdampak buruk terhadap kesehatan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023 tentang kesehatan lingkungan, persyaratan kualitas air minum dan air untuk keperluan higiene dan sanitasi bahwa besi (Fe) masuk ke dalam parameter wajib dalam persyaratan kualitas air minum dan air untuk keperluan higiene dan sanitasi.

Besi (Fe) diserap paling banyak dalam tubuh pada usus halus. Seseorang yang mendapatkan intake Fe yang terlalu besar dalam satu waktu dapat mengalami keracunan Fe akibat kandungan Fe yang besar pada makanan atau minuman yang menyebabkan rasa mual dan dapat merusak dinding usus (Kesumaningrum et al., 2019).

Besi yang berlebihan dalam tubuh akan menyebabkan gangguan air seni, keseimbangan metabolisme dan merusak dinding usus (Getas., 2019). Logam besi (Fe) yang berlebihan pada air minum juga dapat bersifat toksik dan membahayakan kesehatan. Kadar besi (Fe) yang berlebihan dalam waktu lama dapat menyebabkan terjadinya hemokromatosis sekunder serta karies gigi (Fadhilla et al., 2022).

Kandungan besi (Fe) dalam air sumur gali juga dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan diantaranya :

1. Gangguan teknis. Endapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dapat menyebabkan efek-efek yang merugikan, seperti mengotori bak dari seng, wastafel, dan kloset. Bersifat korosif terhadap pipa dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga mengakibatkan pembuntuan.
2. Gangguan fisik. Masalah yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah kekeruhan, warna, bau, dan rasa.
3. Gangguan ekonomis. Gangguan ekonomis yang ditimbulkan adalah tidak secara langsung melainkan karena akibat yang ditimbulkan oleh kerusakan peralatan sehingga diperlukan biaya.

A.6 Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses untuk mereduksi air yang zat tersuspensi kontaminan melalui media berpori. Penyaringan menggunakan media berpori disebabkan dengan cara menghambat partikel-partikel ke dalam ruang pori sehingga mengakibatkan pengumpulan dan penumpukan partikel tersebut pada permukaan butiran media. Dengan tumpukan partikel yang terhambat pada pori media maka akan membuat air menjadi lebih bersih.

Media filtrasi berupa kombinasi adsorben arang aktif, zeolite, pasir silika, antrasit, dan ferolit dapat menurunkan kadar logam berat (Palilingan et al., 2019). Oleh sebab itu, agar mendapatkan air yang bagus dan jernih dengan hasil yang maksimal pada pengolahan air bersih perlu didukung oleh media filter air yang tepat. Sebab ini dilakukan karena media filter yang akan menentukan kualitas air yang diharapkan.

A.7 Adsorpsi

Kadar besi (Fe) dalam air yang melebihi baku mutu dapat menyebabkan perubahan fisik pada air dan beberapa penyakit pada manusia. Salah satu metode yang dapat mengurangi kadar besi (Fe) yaitu menggunakan filtrasi dengan media adsorben (Noer Auliah., 2019).

Adsorpsi merupakan proses penyerapan bahan-bahan tertentu dengan penyerapan tersebut, air menjadi jernih karena zat-zat didalamnya dikat oleh adsorben. Adsorpsi umumnya menggunakan bahan adsorben dari media yang memiliki pori-pori yang dapat menyerap besi (Fe) seperti karbon aktif dan zeolite. Pemakaiannya, dengan cara membubuhkan ke dalam air olahan atau dengan cara menyalurkan air melalui saringan. Sistem ini efektif untuk mengurangi warna serta menghilangkan bau dan rasa. Proses kerja penyerapan (adsorpsi) yaitu penyerapan ion-ion bebas di dalam air yang dilakukan oleh adsorben. Sebagai contoh, penyerapan ion oleh karbon aktif dan zeolite.

Adsorben yang umum digunakan adalah karbon aktif dan zeolite karena cocok untuk pengolahan air olahan yang mengandung fenol dan bahan yang memiliki berat molekul tinggi. Aplikasi adsorpsi yaitu dengan mencampurkan adsorben dengan dengan cara menjadikannya sebagai media filtrasi. Banyaknya adsorben yang diperlukan tergantung konsentrasi larutan. Semakin tinggi konsentrasi larutan, semakin besar pula adsorben yang diperlukan untuk menjernihkan air.

A.8 Pengertian Arang Aktif

Arang aktif adalah salah satu jenis karbon berpori yang memiliki kapasitas adsorpsi yang besar dan umumnya digunakan dalam pemurnian larutan atau gas. Industri yang menggunakan produk ini antara lain industri pemurnian gas, pengolahan gas alam cair (LNG), obat, makanan, minuman ringan, minyak, penjernihan air, pengolahan pupuk dan pengolahan emas.

Arang aktif dapat dibuat dari semua jenis bahan yang mengandung banyak unsur karbon, baik yang berasal dari tumbuhan, binatang maupun barang tambang seperti kayu, tempurung kelapa, tempurung biji-bijian, tulang dan batu bara. Selain dimanfaatkan sebagai bahan bakar, arang juga dapat dijadikan sebagai adsorben (penyerap).

Pada penggunaan sebagai adsorben, daya serap arang ditentukan oleh luas permukaan pori. Selain itu, kemampuan serap arang dapat menjadi lebih tinggi jika arang diaktivasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Arang yang telah diaktivasi akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia yang biasa juga disebut dengan arang aktif.

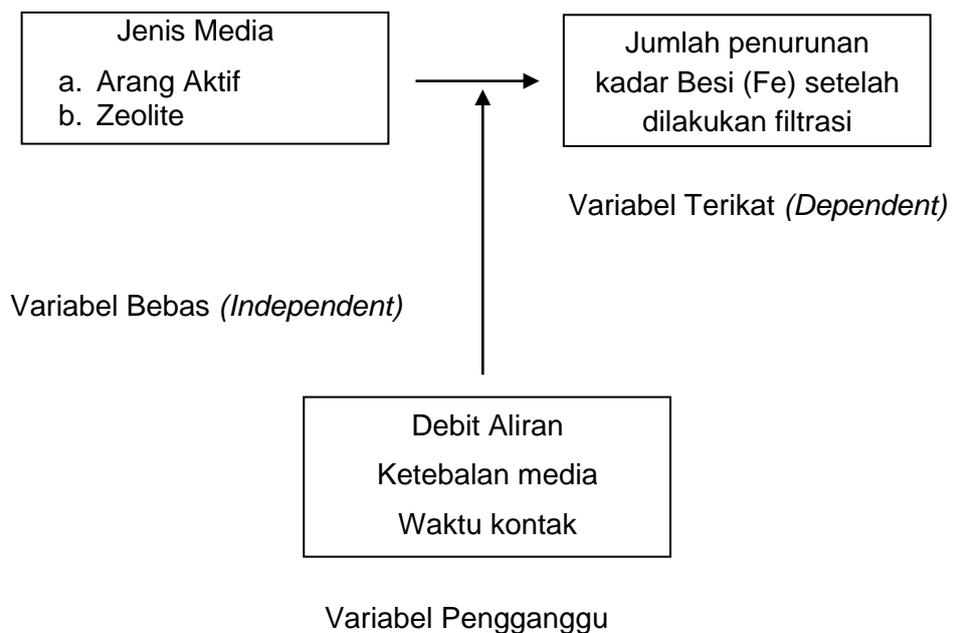
Arang aktif digunakan sebagai adsorben karena mempunyai daya adsorpsi selektif, berpori sehingga luas permukaan persatuan massa besar serta mempunyai daya ikat yang kuat terhadap zat yang hendak dipisahkan secara fisik atau kimiawi. Pori-pori ini dapat menangkap dan menjerap partikel-partikel sangat halus (molekul). Semakin banyaknya zat-zat yang diadsorpsi maka pori-pori ini pada akhirnya akan jenuh sehingga karbon aktif tidak akan berfungsi lagi. Karbon aktif yang telah jenuh dapat direaktivasi kembali, meskipun demikian tidak jarang yang disarankan

untuk sekali pakai.

A.9 Pengertian Zeolite

Zeolite 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. Zeolite 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 tau sesuai dengan ukuran rongganya. Zeolite telah banyak digunakan secara luas, yaitu peternakan, pertanian, kedokteran/kesehatan, bahan bangunan dan lingkungan sebagai media filtrasi pengolahan air (Anggoro, 2019).

B. KERANGKA KONSEP



Gambar 1. Kerangka Konsep

C. DEFINISI OPERASIONAL

Tabel 1. Definisi Operasional

No.	Variable	Definisi Operasional	Alat Pengukuran	Cara Pengukuran	Hasil Ukur	Skala
1.	Kadar besi (Fe) air sumur bor	Senyawa kimia yang termasuk kedalam kelompok logam berat yang terkandung didalam air sumur bor, sehingga air tersebut keruh berwarna kekuningan.	Thermo Scientific Indctively Coupled Plasma (iCAP PRO Series-ICP OES)	Laboratorium	mg/l	Rasio
2.	Arang aktif	Arang aktif merupakan arang yang telah mengalami pemanasan tinggi atau direaksikan secara kimia, sehingga pori-pori yang dimiliki arang menjadi terbuka dan menjadi adsorben yang mampu menghilangkan bau dan menyerap logam berat	-	-	-	Rasio
3.	Zeolite	Zeolite merupakan batuan material berstruktur hidrat aluminium silikat dengan luas permukaan spesifik yang	-	-	-	Rasio

No.	Variable	Definisi Operasional	Alat Pengukuran	Cara Pengukuran	Hasil Ukur	Skala
		tinggi sehingga memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai bahan media adsorben yang mampu menyerap logam berat				
4.	Debit Aliran	Aliran <i>batch</i> (tidak kontinyu) merupakan suatu proses dimana selama proses berlangsung tidak ada air yang masuk maupun keluar pada tabung filtrasi.	-	-	-	Resio
5.	Ketebalan media	Arang aktif 50 cm Zeolite 50 cm	Meteran	-	cm	Rasio
6.	Waktu kontak	Waktu yang diperlukan mulai dari dialirkan air sumur bor ke dalam filtrasi selama 15 menit	Stopwatch	-	-	Rasio

C.1 Variabel Pengganggu

Variable pengganggu adalah variabel yang mengganggu jalannya penelitian dan dapat mempengaruhi naik atau turunnya kadar logam Besi (Fe) air sumur pada saat dilakukan proses filtrasi. Variabel pengganggu harus dapat dikendalikan.

Penggunaan media filtrasi zeolite dan arang aktif dengan sistem *upflow* menggunakan ketebalan media 25 cm dan waktu kontak 8 menit dapat menurunkan kadar zat besi (Fe). Diketahui rata-rata kadar zat besi (Fe) dalam air sumur bor sebelum di filtrasi sebesar 1.435 mg/L dan setelah di filtrasi rata-rata mengalami penurunan sebesar 0.053 mg/L atau

3.7% (Saema, 2022).

Dengan penurunan kadar besi (Fe) dengan penggunaan ketebalan media tersebut, maka dalam penelitian ini ketebalan yang digunakan masing-masing media setinggi 50 cm dan waktu kontak 10 menit dengan aliran batch (tidak kontinyu).

D. HIPOTESIS PENELITIAN

Berdasarkan uraian diatas, maka hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada perbedaan kemampuan antara arang aktif dan zeolite dalam menurunkan kadar besi (Fe) air sumur bor

H_a : Ada perbedaan kemampuan antara arang aktif dan zeolite dalam menurunkan kadar besi (Fe) air sumur bor