

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air

Air adalah bagian penting dari kehidupan makhluk hidup. Air terdiri senyawa kimia yang terdiri dari dua atom hydrogen dan satu atom oksigen yang terikat sama dengan rumus kimia H_2O (Arya Revansyah *et al.*, 2022). Air dianggap sebagai sumber daya alam yang tak terbatas dan selalu tersedia, tetapi sebenarnya, karena mengikuti siklus hidrologi yang relatif stabil, ketersediaan air terbatas. Pada dasarnya, keberadaan air di bumi memiliki batasan tertentu sebagaimana dijelaskan oleh (Wadzi and Yanti, 2019) tidak pernah mengalami penambahan dan tidak tersebar secara merata. Penggunaan air bersih bebas kontaminasi sangat penting untuk kesehatan manusia. Air adalah kebutuhan utama setiap makhluk hidup untuk bertahan hidup. Orang membutuhkan air bersih untuk berbagai keperluan, seperti makan, mandi, mencuci, dan tugas kebersihan lainnya. Air juga digunakan untuk bersuci, seperti untuk wudhu dan mandi besar (Mujiyanto and Muhammad, 2022).

B. Sumber-sumber Air

1. Air permukaan

Air permukaan biasanya terbagi menjadi dua jenis yaitu air yang berasal dari telaga atau danau dan air sungai. Jenis air hujan ini tidak dapat meresap ke dalam tanah karena tanahnya kedap air, sehingga sebagian besar air

menggenang dan kemudian mengalir ke bawah, di mana ia disebut sungai (Marasabessy, Maelissa and Serang, 2023).

2. Air angkasa

Air angkasa terdiri dari dua bagian yaitu air hujan dan salju. Air angkasa berasal dari atmosfer dan jatuh ke bumi, yang merupakan hanya 0,001% dari seluruh air di Bumi (Marasabessy, Maelissa and Serang, 2023).

3. Air tanah

Air tanah adalah semua jenis air di bawah permukaan tanah yang menyumbang sekitar 0,6% dari jumlah air di Bumi. Ini membuatnya lebih melimpah daripada gabungan volume air sungai, danau, dan uap air di atmosfer. Dua kategori utama air tanah adalah air tanah dangkal dan air tanah dalam. Masyarakat biasanya menggunakan air tanah dangkal dalam kehidupan sehari-hari dengan membuat sumur hingga kedalaman tertentu (Marasabessy, Maelissa and Serang, 2023).

C. Standard Kebutuhan Air

Standar kebutuhan air bersih bervariasi berdasarkan lokasi dan aktivitas, namun secara umum berkisar 60-150 liter per orang per hari, dengan pedesaan sekitar 60 liter, perkotaan sedang 110 liter, hingga kota besar 130-150 liter per orang per hari, meliputi kebutuhan minum, memasak, mandi, cuci, dan sanitasi, serta ada juga standar khusus untuk bangunan komersial atau fasilitas publik, menurut Bappenas dan Ditjen Cipta Karya Kementerian PUPR.

Standar kebutuhan air bersih di Indonesia mengacu pada SNI 6728.1:2015 yaitu sebesar 60-90 liter/orang/hari. Menurut Kementerian Kesehatan kebutuhan

air bersih optimal 100+ liter/orang/hari. Kebutuhan total mencakup minum, masak, sanitasi dan keperluan lain, dengan acuan dasar 30-35 mL/kg BB/hari untuk cairan total, serta syarat mutu fisik air harus jernih, tak berbau, suhu netral dan kimia-mikrobiologi bebas bakteri *E. coli*, zat berbahaya sesuai peraturan seperti Permenkes No 32 Tahun 2017.

D. Persyaratan Baku Mutu Air

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum, air yang layak digunakan untuk keperluan higiene sanitasi adalah air yang memenuhi persyaratan fisika, kimia, dan mikrobiologi. Tabel Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi berdasarkan Permenkes No 32 Tahun 2017 terlampir pada lampiran 2. Baku mutu kesadahan menurut Permenkes No 32 Tahun 2017 adalah 500 mg/L. Sedangkan menurut WHO (2011), air dengan kadar kapur konsentrasi di bawah 60 mg/l disebut air lunak, 60–120 mg/l disebut air agak sadah, 120–180 mg/l disebut air sadah, dan lebih dari 180 mg/l dianggap air sangat sadah

E. Kesadahan

Kesadahan air merupakan tingkat kekerasan air yang pada umumnya disebabkan oleh unsur Ca^{2+} dan Mg^{2+} (Waangsir *et al.*, 2024). Air tanah dengan beberapa kandungan metal terlarut Na, Mg, Ca dan Fe. Jika air tanah kemudian mengandung logam dengan jumlah tinggi maka akan menyebabkan air menjadi sadah (Surati, Supriyadi and Setiawan, 2019). Tingkat kesadahan air ditentukan

oleh konsentrasi kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}). Air sadah terdapat di daerah yang sumber airnya menggunakan air tanah atau sumur karena lapisan tanahnya mengandung endapan garam mineral, kapur dan kalsium (Waangsir *et al.*, 2024). Air dengan tingkat kesadahan tinggi dapat menimbulkan masalah bagi rumah tangga. Apabila digunakan untuk mencuci, air sadah yang tinggi akan sulit berbusa, menyebabkan detergen terbuang. Kesadahan dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Kesadahan sementara

Kesadahan sementara disebabkan oleh garam–garam karbonat (CO_3^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-) dari Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Air dengan kesadahan sementara dapat dihilangkan dengan cara dipanaskan (Waangsir dkk, 2024). Kesadahan ini dapat diturunkan dengan cara perebusan, sehingga akan timbul endapan/kerak pada dasar ketel.

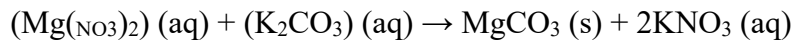
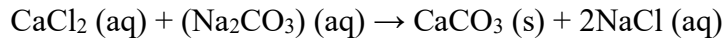
Reaksi yang terjadi:



2. Kesadahan tetap

Kesadahan tetap disebabkan oleh garam–garam klorida (Cl^-) dan sulfat (SO_4^{2-}) dari Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Karena garam–garam tersebut bersifat tetap dan sangat sukar dihilangkan maka kesadahan ini disebut kesadahan tetap. Kesadahan ini bersifat tetap, tidak akan turun dengan cara perebusan, melainkan harus ditambahkan suatu zat kimia tertentu yang dapat mengendapkan ion kalsium atau magnesium pada senyawa tersebut. Zat kimia ini adalah natrium karbonat (Na_2CO_3) (aq) dan atau kalium karbonat (K_2CO_3) (aq).

Reaksi yang terjadi:



F. Pengolahan Air Sadah

Air dengan kesadahan tinggi diperlukan pengolahan agar tidak mengganggu kesehatan bagi manusia (Waangsir *et al.*, 2024). Metode yang dapat digunakan untuk mengolah air sadah menjadi air lunak antara lain :

1. Pemanasan

Kesadahan sementara dapat dihilangkan dengan cara dilakukan pemanasan atau perebusan. Proses pemanasan ini tidak dapat untuk mengolah air dengan kesadahan tetap.

2. Pengendapan kimia

Pengendapan kimia bertujuan untuk membentuk garam-garam yang tidak larut dari garam kalsium dan garam magnesium sehingga dapat dipisahkan dari air. Untuk menghilangkan kesadahan dengan metode pengendapan dapat dilakukan dengan menggunakan proses soda kaustik.

3. Pertukaran ion

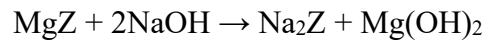
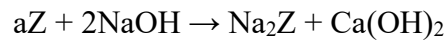
Prinsip dasar dari pertukaran ion adalah pertukaran antara ion-ion yang ada dalam air keras (misalnya, ion kalsium Ca^{2+} dan magnesium Mg^{2+}) dengan ion-ion lain yang lebih ringan, biasanya ion natrium Na^+ . Selama proses pertukaran ion ada beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain waktu kontak, ukuran partikel dan kapasitas penukaran ion. Bahan penukar ion yang dapat digunakan antara lain zeolit dan resin.

a. Zeolit

Menurut Masganti (2018) Zeolit adalah polimer kristal anorganik merupakan unit kerangka dari tetrahedral AlO_4 dan SiO_4 . Struktur kerangka zeolit memiliki saluran yang berisi kation dan molekul air (Dasna *et al.*, 2023). Kation ini aktif bergerak dan dapat melakukan ion exchange. Zeolit memiliki karakteristik serapan molekul selektif, pertukaran ion, dan area permukaan yang besar (Hartati and Prasetyo, 2023). Keberadaan atom aluminium menyebabkan zeolite memiliki muatan negatif. Oleh karena itu, zeolite dapat mengikat kation dalam air seperti Fe, Al dan Mg yang umumnya terdapat di air tanah. Jika air baku dialirkan dalam filter zeolite, kation akan diikat oleh zeolite yang memiliki muatan negatif.

Menurut Trisunaryati (2018) Zeolit dapat diaktivasi menggunakan 2 cara yaitu secara fisika dan kimia. Secara fisika dilakukan dengan kalsinasi yang bertujuan untuk menguapkan air pada pori-pori sehingga luas permukaannya bertambah dan lebih teratur. Aktivasi secara kimia bertujuan untuk membersihkan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dipertukarkan. Aktivasi kimia ini dilakukan dengan penambahan asam seperti H_2SO_4 , HF, HNO_3 dan HCl dan basa seperti NaOH. Aktivasi zeolit ini dengan cara mencampurkan 1 kg zeolite dengan larutan NaOH 1 N dan direndam selama dua hari. Kemudian, dicuci hingga bersih dan direndam dengan aquades hingga derajat keasaman menjadi netral. Zeolite kemudian dikeringkan di bawah cahaya matahari dan dapat digunakan.

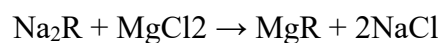
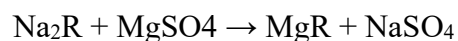
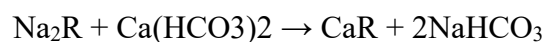
Reaksi kimia yang dihasilkan adalah



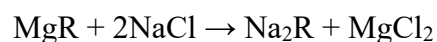
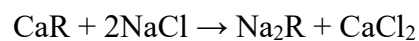
b. Resin

Resin penukar ion adalah senyawa hidrokarbon terpolimerisasi tinggi mengandung ikatan hubung silang dan gugus yang mengandung ion yang dapat ditukar (Waangsir *et al.*, 2024). Resin terdiri dari dua jenis: resin penukar ion positif (*cation exchange resin*) dan resin penukar ion negative (*anion exchange resin*). Dalam proses penyaringan, ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} ditukar dengan ion Na^+ atau H^+ dari ion resin atau yang biasa disebut Resin Kation. Regenerasi Resin Kation dapat dilakukan dengan menggunakan larutan asam kuat seperti HCl atau H_2SO_4 untuk menukar kembali kation pengotor dengan ion H^+ , atau larutan garam (NaCl) untuk pelunakan. Larutan garam yang diperlukan adalah 80gr dalam 1L air.

Reaksi pelunakan air sadah dengan resin penukar ion positif:



Reaksi regenerasi resin penukar ion positif:



Menurut Waangsir *et al.*, (2024) proses pertukaran ion dipengaruhi oleh beberapa faktor anatar lain :

a. Waktu kontak

Waktu kontak adalah lamanya media terkena air sadah. Semakin lama waktu kontakannya maka akan semakin besar pula penurunan kesadahan. Sehingga penurunan kesadahan berbanding lurus dengan lama waktu kontak.

b. Ukuran partikel

Ukuran partikel yang semakin kecil akan menjadikan luas permukaan semakin lebar. Hal ini berpengaruh pada lebih besarnya daerah yang terkontak dengan air sadah.

c. Kapasitas penukar ion

Kapasitas penukaran ion ditentukan oleh jumlah gugus fungsi per satuan massa. Ion kation adalah ion yang dapat menukar ion positif. Sedangkan ion anion adalah ion yang dapat menukar ion negatif.

Proses pertukaran ion salah satunya dapat dilakukan dengan cara filtrasi menggunakan media penukar ion seperti zeolite dan resin. Filtrasi adalah proses untuk menyaring suspensi pada air (Waangsir *et al.*, 2024). Efisiensi proses filtrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

a. Debit filtrasi

Debit air yang terlalu besar dapat menyebabkan filter tidak berfungsi dengan baik dan mengganggu proses filtrasi. Jika air mengalir terlalu cepat melalui rongga di antara butiran media pasir, waktu kontak antara permukaan butiran media penyaring dengan air yang akan disaring

berkurang. Oleh karena itu, partikel-partikel halus yang seharusnya tertahan dapat melarikan diri melalui filter.

b. Konsentrasi kekeruhan

Efektivitas proses filtrasi sangat dipengaruhi oleh konsentrasi kekeruhan. Kekeruhan air baku yang tinggi dapat menyebabkan penyumbatan pori-pori media penyaring, yang mengurangi kinerja filtrasi. Oleh karena itu, tingkat kekeruhan air baku, atau konsentrasi air influen, yang dapat masuk sering diatur selama proses filtrasi.

c. Ketebalan media, ukuran, dan material

Seberapa tebal media filtrasi menentukan lamanya proses pengaliran dan daya saringnya. Media yang terlalu tebal biasanya memiliki daya saring yang tinggi, tetapi waktu pengaliran yang lebih lama. Sebaliknya, media yang terlalu tipis memiliki waktu pengaliran yang lebih singkat, tetapi daya saringnya cenderung lebih rendah.