

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air Bersih

Air bersih merupakan salah satu sumber daya air yang baik dan bisa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktifitas mereka sehari-hari termasuk diantaranya adalah sanitasi. Air untuk keperluan higiene dan sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan higiene perorangan atau rumah tangga (Kementerian Kesehatan 2023).

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang fungsinya sangat berguna bagi manusia dan juga merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan, karena kehidupan tidak dapat berlangsung tanpa ketersediaan air yang cukup. Selain air juga sebagai penunjang produksi pangan, untuk pemeliharaan lahan irigasi. Air merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi kebutuhan manusia yang mendasar dan tidak dapat digantikan, baik dalam kebutuhan domestik ataupun non domestik.

B. Sumber Air Bersih

1. Air Laut

Air laut berasal dari lautan dan samudera yang mengandung garam dengan konsentrasi rata-rata sebesar 3,5%. Ini berarti satu liter air laut mengandung sekitar 35 gram. Rasa yang asin pada air laut disebabkan oleh banyaknya kandungan garam mineral di bumi yang berasal dari bebatuan

dan tanah, seperti Natrium, Kalium dan Kalsium. Oleh karena itu, air laut tidak layak untuk dikonsumsi (Adriani,2020).

2. Air Hujan

Air hujan merupakan salah satu sumber air yang melimpah di alam dan bisa diperoleh dengan mudah. Air hujan meresap ke dalam tanah menjadi air tanah, mengalir di permukaan sebagai air permukaan, terserap oleh tumbuhan atau benda lain di tanah atau tergenang dalam cekungan karena tidak dapat meresap ke dalam tanah. Air hujan dikenal memiliki kualitas yang sangat baik dan tersedia saat musim hujan, sehingga berpotensi mengurangi penggunaan air bersih dari sumber lain (Seru et al, 2024).

3. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang berasal dari berbagai badan air seperti sungai, danau, telaga, waduk, rawa, genangan air serta sumur yang dangkal

4. Air Tanah

Air tanah merupakan air yang tersimpan di dalam lapisan tanah, baik pada bagian yang tidak jenuh maupun yang jenuh. Air di lapisan jenuh, dikenal sebagai *soil water*, berperan dalam menunjang kehidupan tumbuhan di permukaan. Sementara itu, air yang berada di dalam lapisan tanah disebut juga air fosil. Pertumbuhan jumlah penduduk global menyebabkan meningkatnya permintaan akan air, baik untuk kebutuhan

domestik, industri, maupun pertanian. Hal ini mendorong manusia terus berupaya memenuhi semua kebutuhan airnya (Hendrayana, 2018).

5. Mata Air

Mata air adalah sumber air tanah yang keluar ke permukaan melalui celah atau retakan batuan dan menjadi sumber air bersih yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Secara kimia, beberapa mata air mengandung senyawa dengan konsentrasi tinggi yang berguna untuk pengobatan, sementara sebagian lainnya memiliki kualitas air yang sangat baik sehingga sering digunakan sebagai air minum atau bahan baku air minum (Saudi, 2022).

C. Syarat-syarat Air Bersih

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 tahun 2023, air untuk hygiene sanitasi yang digunakan sehari-hari harus memenuhi syarat fisik, kimia dan biologis.

1. Syarat Fisik

a) Warna

Warna pada air biasa disebabkan karena adanya bahan organik dan bahan anorganik dalam air karena keberadaan plankton, humus ion-ion logam (misalnya besi dan mangan) serta bahan lain. Air yang berwarna juga disebabkan oleh adanya oksida besi dalam air dengan warna kemerahan. Keberadaan oksida mangan juga dapat menyebabkan air berwarna kecoklatan atau hitam. Pemeriksaan warna

menggunakan uji organoleptik dengan menggunakan indra penglihatan (Munfiah et al, 2013).

b) Bau

Bau pada air disebabkan karena air terkontaminasi oleh zat-zat kimia, biologi, atau fisik yang dapat menyebabkan bau tidak sedap, pemeriksaan bau air dilakukan dengan uji organoleptik dengan menggunakan indra penciuman (Andini,2017).

c) Rasa

Rasa pada air dapat terpengaruh oleh faktor alam seperti cuaca, suhu, dan kelembapan yang dapat menyebabkan rasa tidak sedap pada air. Pemeriksaan rasa air dilakukan dengan menggunakan indra perasa yaitu dengan cara mencicipi rasa air (Andini,2017).

d) Keruh

Keruh pada air disebabkan karena adanya partikel-partikel kecil terlarut atau tersuspensi di dalam air, kekeruhan air juga disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik bersifat anorganik maupun organik (Pramesti & Puspikawati, 2020).

2. Syarat Kimia

Air bersih tidak boleh mengandung bahan kimia dalam jumlah melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia antara lain : pH, totalsolid zat organik, CO₂ agresif, kesadahan, kalsium (CA), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn, chlorida (Cl), nitrit, florida, serta logam berat (Pahude, 2022)

3. Syarat bakteriologis

Parameter biologi meliputi ada atau tidaknya bahan organik atau mikroorganisme seperti bakteri coli, virus, bentos dan plankton (Rosita, 2014).

D. Sarana Air Bersih

Penyediaan air merupakan upaya untuk menyediakan air guna memenuhi kebutuhan masyarakat dalam rangka mewujudkan kehidupan yang sehat, bersih dan produktif. Di Indonesia, terdapat beberapa sumber air bersih yang umum dimanfaatkan masyarakat, antara lain sumur gali, sumur pompa tangan, penampungan air hujan yang terlindungi, perlindungan mata air, sistem distribusi perpipaan serta terminal air (Kementerian Kesehatan, 2023).

1. Sumur Gali (SGL)

Sumur Gali merupakan salah satu jenis sumur yang paling banyak digunakan untuk mengambil air tanah, terutama oleh masyarakat di pedesaan atau rumah tangga secara individu, dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah

2. Sumur Pompa Tangan (SPT)

Sumur pompa tangan merupakan penyediaan air minum yang dibuat dengan cara mengebor tanah hingga kedalaman tertentu untuk mendapatkan air. Air tersebut kemudian diambil dengan cara disedot atau ditekan ke permukaan menggunakan pompa tangan

3. Sumur Bor

Sumur bor adalah salah satu jenis sumur buatan yang dibuat dengan cara mengebor tanah menggunakan alat bor untuk mencapai lapisan akuifer atau sumber air tanah yang cukup dalam. Sumur ini biasanya digunakan untuk memperoleh air bersih yang bebas dari pencemaran permukaan, karena sumber airnya berasal dari lapisan tanah dalam yang terlindungi. Sumur bor dibuat untuk mencapai kedalaman tertentu agar mendapatkan kualitas dan kuantitas air tanah yang lebih baik dibandingkan sumur gali. Sumur bor biasanya memiliki diameter kecil (2-6 inci) dan kedalaman bervariasi, mulai dari 10 meter hingga lebih dari 100 meter, tergantung pada kedalaman akuifer.

Sumur bor bekerja dengan prinsip menembus lapisan tanah sehingga mencapai lapisan bawah tanah (akuifer) menggunakan pipa casing untuk mencegah longsoran dinding lubang bor dan melindungi air kontaminasi. Air diambil menggunakan pompa tangan atau pompa mekanis.

4. Sumur Artesis

Adalah metode pengambilan air tanah dari lapisan air tanah yang berada dalam kondisi tertekan. Bila tekanan air ini melebihi tekanan udara luar, maka air dapat menyembur keluar secara alami. Pada jenis artesis negatif, tekanan tidak cukup kuat untuk menyemburkan air ke permukaan, tetapi mampu mendorong air hingga mendekati permukaan tanah, sehingga tetap memerlukan pompa untuk pengambilannya.

5. Penampungan Air Hujan (PAH)

Merupakan solusi penyediaan air bersih yang cocok bagi wilayah yang tidak memiliki atau sulit memperoleh sumber air seperti mata air dan air tanah. Penampungan ini bisa dibangun dari berbagai bahan seperti bata atau seng baja, meskipun biaya pembuatannya cukup tinggi. Sebagai alternatif, penampungan dapat dibuat menggunakan bahan ferrocement yang lebih terjangkau secara biaya.

6. Perlindungan Mata Air (PMA)

Mata air termasuk jenis air tanah yang memiliki debit serta kualitas air yang baik. Karena muncul langsung di permukaan tanah, sumber ini rentan terhadap kontaminasi dari lingkungan sekitar. Mengingat variasi kemunculan mata air di permukaan tanah, maka sistem perlindungannya perlu disesuaikan dengan kondisi lokasi munculnya air tersebut.

7. Perpipaan

Sistem distribusi air melalui jaringan perpipaan menyalurkan air langsung ke pengguna. Namun, sistem ini memiliki potensi pencemaran yang cukup tinggi. Oleh karena itu, pengawasan sanitasi terhadap jaringan ini sangat penting, meskipun sebagian besar jalurnya tidak tampak secara kasat mata

E. Kesadahan Air

1. Pengertian Kesadahan

Kesadahan atau hardness adalah salah satu sifat kimia yang dimiliki air. Kesadahan air terjadi karena adanya ion-ion kalsium (Ca^{2+}) dan

magnesium (Mg^{2+}), serta dapat juga disebabkan oleh ion-ion logam bervalensi banyak lainnya seperti aluminium (Al), besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn) dalam bentuk garam sulfat, klorida dan bikarbonat dalam jumlah kecil. Air yang memiliki lapisan tanah mengandung deposit garam mineral, kapur, dan kalsium.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Bujawati, dkk (2014), kesadahan air diklasifikasikan menjadi lima tingkatan berdasarkan kandungan kalsium.

Berikut adalah tingkat kesadahan air berdasarkan kandungan kalsium:

- a) Kesadahan Lunak : 0-50 mg/L
- b) Kesadahan medium : 50-150 mg/L
- c) Kesadahan Keras : 150-300 mg/L
- d) Kesadahan Sangat Keras : >300 mg/L

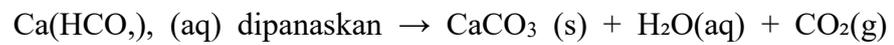
2. Jenis Kesadahan

Menurut Sustresna (2008) kesadahan air dibagi menjadi dua sifat, yaitu kesadahan sementara (temporary) dan kesadahan tetap (permenent)

a) Kesadahan Sementara (Temporary)

Air bersifat kesdahan semntara jika mengandung ion bikarbonat (HCO_2) atau mengandung senyawa $Ca(HCO_3)_2$ atau $Mg(HCO_3)_2$. air sadah ini disebut juga air sadah bikarbonat. Kesadahan sementara dapat dihilangkan dengan pemansan sehingga air tersebut terbebas

dari ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} . Garam bikarbonat ini jika dipanaskan akan terurai membentuk senyawa karbonat.

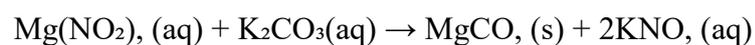
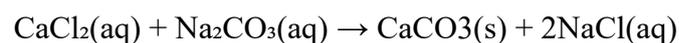


Endapan CaCO_3 ini dapat dipisahkan sehingga air bebas dari ion Ca^{2+} terlarut. Dengan demikian, air terbebas dari kesadahan atau dengan kata lain tetap berupa air lunak.

b) Kesadahan Tetap (Permanent)

Air dikategorikan sebagai air dengan kesadahan tetap apabila mengandung anion selain bikarbonat, yang berasal dari kation seperti Ca^{2+} atau Mg^{2+} . Jenis air ini juga dikenal sebagai sadah nonbikarbonat. Anion yang terikat bisa berupa CaCl_2 , MgCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, CaSO_4 atau MgSO_4 . Air yang mengandung senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah tetap karena kesadahannya tidak dapat dihilangkan hanya melalui proses pemanasan, melainkan harus menggunakan reaksi kimia.

Zat yang digunakan dalam proses ini adalah larutan karbonat seperti Na_2CO_3 (aq) atau K_2CO_3 (aq). Tujuan dari penambahan larutan karbonat adalah untuk memungkinkan ion Ca^{2+} berreaksi dengan ion CO_3^{2-} membentuk endapan CaCO_3 contoh reaksi kimianya adalah:



Terbentuknya endapan CaCO_3 atau MgCO_3 , menunjukkan bahwa ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} telah terikat, sehingga air tersebut tidak lagi

mengandung ion penyebab kesadahan. Dengan demikian, air itu telah bebas dari kesadahan.

3. Dampak Air Sadah bagi Kesehatan

Tingginya tingkat kesadahan ini berpotensi menimbulkan dampak teknis maupun kesehatan. Secara teknis dapat menyebabkan berkurangnya efektifitas sabun dalam pembersihan, terbentuknya kerak di dalam pipa, pemanas air dan peralatan rumah tangga lainnya. Akumulasi endapan ini dapat menghambat aliran air.

Selain berdampak secara teknis, mengonsumsi air sadah secara terus-menerus juga dapat membahayakan kesehatan. Akumulasi kadar kapur dalam tubuh, terutama di ginjal, beresiko menyebabkan terbentuknya batu ginjal. (Rois, dkk 2022)

F. Filtrasi

1. Pengertian

Filtrasi adalah proses pemisahan partikel kolois atau zat padat dari fluida dengan menggunakan media penyaring. Air yang mengandung padatan atau koloid dialirkan melalui media saring dengan pori-pori yang kecil dari ukuran partikel tersebut. Proses ini bekerja dengan memisahkan zat pada fluida menggunakan bahan berpori untuk menghilangkan sebanyak mungkin partikel halus yang tersuspensi dan kolid. Selain itu, filtrasi juga berfungsi untuk mengurangi bakteri, menghilangkan warna, bau serta mengurangi kandungan besi dan mangan pada air. (Ummah, 2019)

2. Prinsip Kerja Filtrasi

Berdasarkan Ummah (2019) proses filtrasi terdiri dari beberapa tahapan yaitu mereduksi bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau serta menyaring kandungan besi, mangan dan tingkat kesdahan.

Dalam proses filtrasi, partikel padatan yang tersuspensi dalam cairan dipisahkan menggunakan medium berpori, yang dapat menahan partikel tersebut sementara filter jernih dalam melewatinya. Medium berpori ini disebut filter media. Partikel padatan yang terpisah dapat memiliki bagian ukuran, dari sangat kecil hingga besar, serta bentuk yang beragam, bsik bult maupun tidak beraturan.

Dalam proses filtrasi ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi dari proses filtrasi. Faktor-faktor tersebut antara lain :

a. Debit filtrasi

Debit air yang terlalu besar dapat menyebabkan filter tidak berfungsi secara efisien, sehingga proses filtrasi tidak berlangsung dengan sempurna. Aliran air yang terlalu cepat saat melewati rongga di antara butiran media pasir mengurangi waktu kontak antara permukaan butiran media penyaring dengan air yang akan disaring. Akibatnya, partikel-partikel halus yang seharusnya tertahan dapat lolos melalui filter

b. Konsentrasi kekeruhan

Konsentrasi kekeruhan sangat berpengaruh terhadap efisiensi proses filtrasi. Kekeruhan air baku yang terlalu tinggi dapat menyebabkan

penyumbatan pori-pori media penyaring (clogging), sehingga mengurangi efektivitas filtrasi. Oleh karena itu, dalam proses filtrasi sering diberlakukan batasan terhadap tingkat kekeruhan air baku (konsentrasi air influen) yang dapat masuk. Jika kekeruhan terlalu tinggi, diperlukan pengolahan awal seperti koagulasi-flokulasi dan sedimentasi sebelum air masuk ke tahap filtrasi.

c. Ketebalan media, ukuran, dan material

Ketebalan media filtrasi berperan penting dalam menentukan lamanya proses pengaliran dan daya saring. Media yang terlalu tebal umumnya memiliki daya saring tinggi, tetapi membutuhkan waktu pengaliran yang lebih lama. Sebaliknya, media yang terlalu tipis memiliki waktu pengaliran yang lebih singkat, namun daya saringnya cenderung lebih rendah

Selain itu, ukuran butiran media filtrasi juga berpengaruh terhadap porositas maupun susunan diameternya. Kasar atau halus media akan diciptakan variasi dalam ukuran rongga antar butiran. Ukuran pori menentukan tingkat porositas dan efektivitas dalam penyaring partikel halus dari air baku

Pori yang terlalu besar dapat meningkatkan laju filtrasi tetapi memungkinkan partikel halus lolos. Sebaliknya, pori yang terlalu kecil meningkatkan kemampuan penyaringan partikel, namun dapat menyebabkan penyumbatan (clogging) lebih cepat. Oleh karena itu, pemilihan ketebalan dan ukuran butiran media filtrasi harus

disesuaikan untuk mencapai keseimbangan antara efisiensi penyaringan dan laju filtrasi yang optimal

3. Jenis filtrasi

Menurut Indrawati (2016) berdasarkan kecepatan penyaringan, filtrasi dibagi menjadi jenis yaitu :

a. Rapid sand Filter (saringan pasir cepat)

Proses filtrasi ini merupakan jenis unit filtrasi yang mampu menghasilkan debit air yang lebih banyak, namun kurang efektif dalam mengatasi bau dan rasa pada air yang disaring. Debit air yang cepat menyebabkan lapisan bakteri yang berguna untuk menghilangkan patogen tidak berkembang secara optimal, sehingga diperlukan proses desinfeksi yang lebih intensif.

Pada proses ini, arah aliran bergerak dari bawah ke atas. Selain itu, sistem ini umumnya melakukan backwash atau pencucian saringan tanpa perlu membongkar seluruh saringan. Media yang digunakan dalam proses rapid sand filter terdiri dari pasir silika alami, antrasit atau pasir granit yang memiliki variasi ukuran, bentuk dan komposisi kimia

b. Slow sand filter (saringan pasir lambat)

Filter dengan metode ini merupakan penyaringan yang tidak didahului oleh pengolahan kimiawi seperti koagulasi. Kecepatan aliran dalam media pasir ini rendah karena ukuran media pasir yang

lebih kecil. Saringan pasir lambat bekerja dengan prinsip yang menyerupai proses penyaringan air secara alami.

Slow sand filter memiliki kecepatan filtrasi yang jauh lebih lambat dibandingkan dengan saringan pasir cepat, yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4/jam, atau 20-50 kali lebih lambat. Kecepatan filtrasi yang rendah ini disebabkan oleh ukuran media pasir yang lebih kecil, dengan effective size berkisar 0,15-0,35mm. Filter pasir lambat digunakan untuk menghilangkan kandungan organik serta organisme patogen dalam air baku.

Metode ini efektif digunakan pada air dengan kekeruhan relatif rendah, yaitu di bawah 50 NTU, tergantung pada distribusi ukuran partikel pasir, rasio luas permukaan filter terhadap kedalaman, serta kecepatan filtrasi.

Proses utama dalam slow sand filter adalah membentuk lapisan gelatif atau biofilm yang disebut lapisan hypogea atau schmutzdecke. Lapisan ini mengandung berbagai mikroorganisme seperti bakteri, fungi, protozoa, rotifer dan larva serangga air, yang berperan sebagai penyaring alami dalam pengolahan air minum.

Di dalam schmutzdecke, partikel tersuspensi akan terperangkap, senyawa organik yang terlarut akan teradsorpsi, diserap dan dicerna oleh bakteri, fungi dan protozoa. Proses utama yang terjadi dalam schmutzdecke adalah mechanical straining, yaitu penyaringan partikel dalam lapisan tipis berpori sangat kecil.

G. Bahan lokal yang digunakan sebagai media penyaringan

1. Pasir takari

Adsorpsi merupakan metode ramah lingkungan yang banyak digunakan untuk menghilangkan timbal dari lingkungan. Metode ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain penggunaan reagen yang tinggi, serta biaya yang relatif murah.

Silika digunakan sebagai adsorben karena memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya gugus aktif SI-O-SI (siloksan) dari SI-OH (silanol) pada permukaannya, serta keberadaan empat atom oksigen yang bersifat cukup ionik. Struktur ini memungkinkan silika berfungsi sebagai situs aktif yang efektif dalam mengikat ion logam.

Penggunaan silika sebagai adsorben selama ini masih banyak menggunakan silika hasil sintesis sedangkan penggunaan silika yang bersumber dari alam khususnya pasir seperti pasir takari. Pasir takari adalah salah satu pasir yang ada di Kota Kupang. (Naat 2022)

2. Karang Jahe

Terumbu karang adalah ekosistem bawah laut yang terdiri dari sekelompok binatang karang yang membentuk struktur kalsium karbonat, semacam batu kapur. Terumbu karang umumnya berupa batu kapur sehingga agregat yang berasal dari batuan ini memiliki kandungan kimia berupa CaCO_3 yang paling besar sehingga masuk dalam kelompok batuan kapur. Namun, banyaknya kerusakan pada terumbu karang di Indonesia menjadi salah satu penyebab pencemaran pada pantai. Pecahan terumbu

karang yang rusak biasa terdampar di pinggir pantai dan dapat melukai penghuni pantai (Wijaya, 2021)

3. Arang Batang Kesambi (*Schleichera oleosa*)

Tanaman pohon Kesambi tersebar luas di wilayah Provinsi Nusa Tenggara Timur , terutama di daerah dataran rendah yang memiliki iklim kering hingga ketinggian 600 m diatas permukaan laut. Tanaman ini tumbuh optimal pada curah hujan tahunan antara 750–2500 mm. Kesambi dapat bertahan hidup pada suhu maksimum antara 35–47,5° C dan suhu minimum hingga 2,5° C. Kayu Kesambi dikenal sangat keras, padat dan memiliki struktur yang rapat dan kusut, sedangkan kayu yang sudah tua berwarna kelabu tanpa urat. Di pedesaan, kayu kesambi kerap digunakan sebagai sumber kayu bakar yang potensial. Meski kurang tahan lama jika dijadikan bahan bangunan, kayu ini sangat baik digunakan sebagai kayu bakar maupun bahan baku arang. Arang dari kayu kesambi dinilai lebih unggul dibandingkan arang dari kayu jati dan kayu asam untuk proses pembakaran. Namun pemanfaatan kayu kesambi masih terbatas, terutama dalam penggunaannya sebagai media filtrasi untuk menurunkan kesadahan. Saat ini, kayu kesambi hanya digunakan sebagai bahan bakar dan arangnya dimanfaatkan untuk memanggang makanan, padahal, jika diolah menjadi arang aktif, kayu kesambi berpotensi besar sebagai bahan adsorben untuk pengolahan air, yang sekaligus dapat meningkatkan nilai ekonomisnya (Sarifudin 2022).

Kayu Kesambi yang sudah kering dan tua diproses menjadi arang melalui proses pirolisis. Sebanyak 10 kg kayu kering berukuran 2-3 cm dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis dan dipanaskan hingga mencapai suhu 500°C selama 4 jam, kemudian didinginkan. Arang yang dihasilkan kemudian dihancurkan dan disaring menggunakan ayakan berukuran 75 mesh. Serbuk arang yang diperoleh dicuci berulang kali menggunakan air bebas ion sampai air terlihat jernih. Setelah arang dicuci kemudian dijemur di bawah sinar matahari, di atas arang ditutupi kain untuk mencegah zat pengotor masuk ke dalam arang. Penjemuran ini dilakukan untuk mengurangi kadar air berlebih dalam arang aktif. Sebagai tahap akhir, arang dipanaskan dalam oven pada suhu 120 oC selama 2 jam sampai arang benar-benar kering.