

BAB II

TINJAUAN TEORI

A. Air Bersih

Air bersih merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan manusia dan merupakan sumber daya alam yang memiliki peran vital. Air bersih digunakan untuk berbagai kegiatan sehari-hari, di mana kualitasnya harus memenuhi standar kesehatan agar aman bagi konsumen. Selain itu, air juga memiliki peran besar dalam meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat. Sebagai salah satu komponen pembentuk lingkungan, tersedianya air berkualitas tinggi mencerminkan adanya lingkungan yang sehat dan terjaga dengan baik, yang pada gilirannya mendukung kualitas hidup yang lebih baik bagi seluruh masyarakat. (Zulhilmi et al., 2019)

B. Sumber Air Bersih

Sumber air merupakan komponen utama yang dibutuhkan dalam sistem penyediaan air bersih. Tanpa adanya sumber air, proses penyediaan air bersih tidak dapat berjalan dengan baik. Berdasarkan siklus air, terdapat tiga jenis sumber air yang utama, yaitu air hujan, air permukaan dan air tanah. Masing-masing sumber ini memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan air bersih, baik untuk konsumsi manusia maupun keperluan lainnya. Keberadaan dan pengelolaan sumber-sumber air ini sangat menentukan ketersediaan air yang berkualitas untuk masyarakat. (Devon, 2022) seperti berikut:

1. Air angkasa atau hujan

Air hujan, yang juga dikenal sebagai air angkasa, merupakan sumber utama air di bumi. Meskipun pada saat presipitasi, air hujan cenderung sangat bersih, namun air tersebut dapat mengalami pencemaran ketika jatuh melalui atmosfer. Proses pencemaran ini terjadi karena adanya partikel debu, mikroorganisme, dan gas yang ada di udara, yang dapat tercampur dengan air hujan. Akibatnya, meskipun air hujan awalnya bersih, kualitasnya dapat terpengaruh oleh polusi yang ada di atmosfer, yang perlu diperhatikan dalam proses pemanfaatannya sebagai sumber air bersih.

2. Air permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang jatuh ke permukaan tanah melalui dua proses, yaitu mengalir di permukaan tanah membentuk genangan atau mengalir menuju danau, laut, dan sungai, serta meresap ke dalam tanah membentuk pusat resapan air tanah. Air permukaan ini merupakan salah satu sumber yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku air bersih. Dalam penyediaan air bersih, terutama untuk kebutuhan air minum, ada tiga faktor penting yang perlu diperhatikan dalam memilih sumber air baku, yaitu kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air. Ketiga faktor ini sangat berperan untuk memastikan bahwa air yang disalurkan aman, cukup, dan tersedia secara terus-menerus.

3. Air tanah

Air tanah adalah air yang tersimpan dalam tanah atau air hujan yang mencapai permukaan bumi akan menyerap kedalam tanah dan akan menjadi air tanah. Air tanah ada dua jenis yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal ini terletak antara lapisan batuan kedap air dengan permukaan tanah. Air tanah dangkal tersebut pada lapisan tanah lempung atau tanah poreus ber pasir. Air tanah dangkal dapat di ambil langsung melalui penggalian atau sumur gali (dug well). Air tanah dalam muka airnya lebih dari 10 meter, jenis sumurnya di namakan air sumur dalam. Air tanah dalam umumnya tersebar dalam lapisan aquafer. lapisan aquafer adalah susunan suatu batuan yang menyimpan / menangkap air tanah, terdiri dari aquafer bebas dan aquafer tertekan air tanah memiliki beberapa kelebihan di bandingkan sumber air lain. Air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perluh mengalami proses purifikasi atau penjernian. Persediaan air tanah cukup tersedia sepanjang tahun. Air tanah juga memiliki beberapa kerugian atau kelemahan di bandingkan sumber air lainnya. Air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi.

C. Jenis sarana air bersih

Sarana air bersih yang biasa digunakan oleh masyarakat antara lain adalah mata air, penampungan air hujan, sumur gali dan perlindungan mata air. (Djono 2011)

a. Mata air

Mata air merupakan sumber air yang mengalirkan air secara alami dari dalam tanah ke permukaan tanah. Kuantitas dan kualitas mata air ini sangat dipengaruhi oleh kondisi vegetasi di sekitar sumber air serta aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat. Pada beberapa kondisi, debit air mata air bisa sangat terbatas, terutama saat musim kemarau, dimana debit air cenderung mengecil. Oleh karena itu, diperlukan pengukuran yang akurat pada musim kemarau untuk menghindari kesalahan dalam perencanaan dan memastikan perhitungan yang tepat terhadap kebutuhan air. Hal ini sangat penting agar masyarakat tetap dapat memperoleh air yang cukup selama musim kemarau.

b. Penampungan air hujan

Penampungan Air Hujan (PAH) adalah wadah yang dirancang untuk menampung air hujan sebagai sumber air baku, yang dapat digunakan secara individual maupun skala komunal. PAH biasanya dilengkapi dengan saringan untuk memastikan air yang ditampung

tetap bersih dan aman digunakan. PAH sering dipilih sebagai alternatif bangunan penangkap air, terutama ketika tidak tersedia sumber air lainnya yang dapat diandalkan. Dengan memanfaatkan air hujan, PAH menjadi solusi penting untuk memenuhi kebutuhan air, terutama di daerah yang mengalami keterbatasan sumber air.

c. Sumur gali

Sumur gali adalah bangunan pengumpul air yang berfungsi untuk menyadap dan menampung air tanah dangkal. Dinding sumur berfungsi untuk menahan tanah agar tidak longsor serta mencegah air resapan masuk ke dalam sumur. Dinding ini dapat dibuat dari pasangan bata merah, batako, batu belah, atau cincin beton (buis). Pada saat pembuatan sumur gali, penting untuk memperhatikan sambungan antar buis beton dan memastikan tidak ada kebocoran, agar air kotor atau tercemar dari permukaan tanah tidak masuk melalui celah sambungan tersebut. Penambahan tiang sumur juga diperlukan untuk menyangga katrol, yang memudahkan pengambilan air dengan menggunakan tali atau tambang yang diikatkan pada ember. Lantai sumur berfungsi sebagai tempat untuk mengambil air bersih, sementara bibir sumur, yang terletak di bagian atas dinding sumur, berfungsi untuk mencegah air kotor masuk dari permukaan tanah dan untuk meningkatkan keamanan pemakai sumur. Agar kualitas air tetap terjaga, antara lantai sumur

dan dinding sumur harus kedap air guna mencegah masuknya air kotor ke dalam sumur.

d. Perlindungan mata air (PMA)

PMA (Pembangkit Mata Air) adalah bangunan yang dirancang untuk menangkap dan melindungi mata air disekitar sumbernya, sehingga air dapat terkumpul dalam suatu wadah tertentu sebelum disalurkan melalui perpipaan menuju pemukiman. Bangunan PMA ini sering dilengkapi dengan bak penampung yang berfungsi untuk menyimpan air sekaligus menjaga kestabilan tekanan air agar aliran tetap lancar. Selain itu, PMA juga berfungsi sebagai unit produksi air bersih, terutama jika dilengkapi dengan sistem desinfeksi yang menggunakan desinfektan untuk membunuh bakteri sebelum air didistribusikan kepada masyarakat. Dengan demikian, PMA memastikan ketersediaan air bersih yang aman untuk digunakan.

D. Penyakit yang di tularkan melalui air

Air merupakan bagian penting dari lingkungan yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Namun, dalam penggunaannya, air juga dapat menjadi penyebab terjadinya penyakit. Ada empat cara utama yang dapat menjadikan air sebagai sumber penyakit, yaitu: pertama, melalui kontaminasi mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus, dan parasit yang dapat menyebabkan penyakit seperti diare dan kolera. Kedua,

air yang terkontaminasi oleh bahan kimia berbahaya, seperti logam berat dan pestisida, dapat menyebabkan keracunan atau gangguan kesehatan jangka panjang. Ketiga, pencemaran air oleh sampah dan limbah industri dapat mencemari sumber air dan meningkatkan risiko infeksi. Keempat, air yang tidak terjaga kebersihannya dapat menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit, seperti nyamuk penyebab demam berdarah dan malaria. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk menjaga kebersihan dan kualitas air agar terhindar dari berbagai penyakit. (Marlinae, 2019).

1) Air sebagai mikroba patogen (Water Borne Disease)

Penyakit dapat disebarkan secara langsung melalui air, dan penyebarannya hanya terjadi apabila mikroba penyebab penyakit masuk ke dalam sumber air yang digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari. Jenis mikroba yang sering ditemukan dalam air meliputi virus, bakteri, protozoa, dan metazoa. Mikroba patogen ini dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti kolera, tifus abdominalis, hepatitis A, poliomielitis, dan disentri. Gejala yang umum muncul akibat infeksi dari mikroba ini antara lain diare, dengan kotoran yang berair atau berlendir. Oleh karena itu, penting untuk menjaga kebersihan dan kualitas air agar terhindar dari penyebaran penyakit melalui kontaminasi air.

2) Air sebagai sarang vektor penyakit (Related Insecta Vector)

Air dapat berperan sebagai sarang bagi insekta yang berpotensi menyebarkan penyakit kepada masyarakat. Insekta-insekta ini disebut

sebagai vektor penyakit, yang dapat membawa mikroorganisme penyebab penyakit dalam tubuh mereka. Mikroorganisme penyebab penyakit ini dapat mengalami perubahan bentuk, seperti fase pertumbuhan atau perkembangbiakan, atau bahkan tidak mengalami perubahan sama sekali. Beberapa penyakit yang dapat ditularkan melalui vektor penyakit ini antara lain filariasis, demam berdarah, dan malaria. Oleh karena itu, penting untuk mengendalikan populasi vektor penyakit dengan menjaga kebersihan lingkungan, terutama di sekitar sumber air, untuk mencegah penyebaran penyakit.

3) Kurangnya penyediaan air bersih (water Washed Disease)

Kurangnya ketersediaan air bersih untuk menjaga kebersihan diri dapat menimbulkan berbagai penyakit kulit dan mata. Hal ini terjadi karena bakteri yang ada pada kulit dan mata memiliki kesempatan untuk berkembang biak, mengingat kondisi yang tidak terjaga kebersihannya. Beberapa keluhan yang dapat muncul akibat kondisi ini antara lain kulit yang menjadi merah dan gatal-gatal, serta mata yang terasa merah, gatal, dan berair. Oleh karena itu, penting untuk memastikan akses terhadap air bersih agar dapat menjaga kesehatan kulit dan mata serta mencegah infeksi akibat kuman dan bakteri.

4) Air sebagai sarang hospes sementara (Water Based Disease)

Penyakit ini memiliki host perantara yang hidup di dalam air, yang berperan penting dalam siklus hidup agen penyebab penyakit. Host perantara tersebut biasanya berupa organisme seperti cacing atau larva

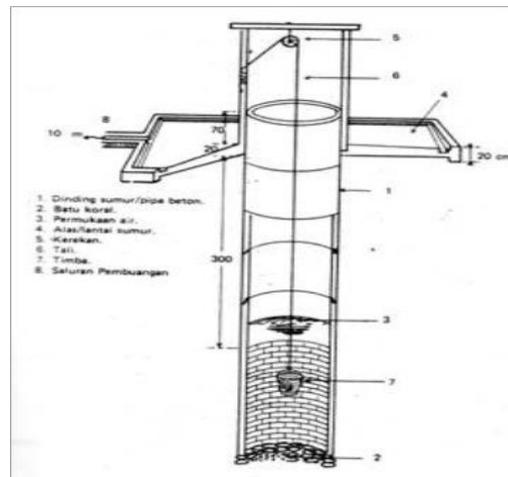
yang berkembang biak di perairan. Beberapa penyakit yang dapat muncul akibat infeksi dari host perantara ini adalah schistosomiasis dan dracontiasis. Schistosomiasis disebabkan oleh cacing schistosoma yang hidup di dalam tubuh manusia dan berkembang biak di air, sementara dracontiasis disebabkan oleh cacing guinea yang juga berhubungan erat dengan air sebagai tempat hidup larvanya. Oleh karena itu, penting untuk menjaga kebersihan dan kualitas air agar dapat mencegah penularan kedua penyakit ini.

E. Sumur Gali

Sumur gali adalah salah satu jenis konstruksi sumur yang paling umum digunakan oleh masyarakat kecil dan rumah tangga untuk memperoleh air tanah, dengan kedalaman sekitar 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dengan permukaan, sehingga mudah terkontaminasi melalui rembesan. Rembesan ini biasanya berasal dari tempat buangan kotoran manusia, seperti kakus atau jamban, hewan, serta limbah yang berasal dari sumur itu sendiri, baik karena lantainya maupun saluran air limbahnya yang tidak kedap air. Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air juga bisa menjadi sumber kontaminasi, misalnya pada sumur dengan konstruksi terbuka dan pengambilan air menggunakan timba. Sumur dianggap memiliki tingkat perlindungan sanitasi yang baik jika tidak ada kontak langsung antara manusia dengan air di dalam sumur. Oleh karena itu, keberadaan sumur harus dilindungi

dari aktivitas manusia atau faktor lain yang dapat mencemari air. Lokasi dan konstruksi sumur harus terlindung dari drainase permukaan dan banjir. Jika sumur dibangun dengan memenuhi persyaratan kesehatan, maka pencemaran air dapat dikurangi, sehingga kualitas air yang diperoleh menjadi lebih baik. (Hadidjah, 2019).

Dari segi kesehatan, penggunaan sumur gali dapat menjadi kurang baik jika cara pembuatannya tidak diperhatikan dengan benar. Namun, untuk memperkecil kemungkinan terjadinya pencemaran, pencegahan dapat dilakukan dengan memperhatikan beberapa syarat fisik dari sumur tersebut. Syarat-syarat ini didasarkan pada kesimpulan para pakar di bidang ini. Di antaranya, lokasi sumur harus berada minimal 10 meter dari sumber pencemar, lantai sumur harus memiliki diameter minimal 1 meter dan kedap air, serta saluran pembuangan air limbah harus terletak minimal 10 meter dari sumur dan bersifat permanen. Selain itu, tinggi bibir sumur sebaiknya mencapai 0,8 meter, cincin (dinding) sumur minimal 3 meter, dan sumur harus dilengkapi dengan tutup yang kuat dan rapat untuk mencegah kontaminasi. Dengan memenuhi syarat-syarat ini, kualitas air sumur dapat lebih terjaga dan pencemaran dapat (Hadidjah, 2019)



Gambar 1. Sumur Gali

F. Kaporit

Kaporisasi merupakan desinfektan yang umum digunakan dalam berbagai bentuk, baik dalam bentuk kering (kristal) maupun basah (larutan). Dalam bentuk kering, kaporit biasanya berupa serbuk atau butiran, tablet, atau pil. Kaporit banyak digunakan untuk membunuh mikroorganisme patogen dalam air, sehingga air menjadi lebih aman untuk digunakan. Penggunaan kaporit dalam berbagai bentuk ini memungkinkan fleksibilitas dalam aplikasinya, tergantung pada kebutuhan dan cara penggunaan yang sesuai dengan kondisi lingkungan atau sumber air yang akan didesinfeksi.

$\text{Ca}(\text{OCl})_2$ atau kaporisasi merupakan senyawa yang sering digunakan dalam pengolahan air karena kemampuannya yang efektif dalam membunuh bakteri dan mikroorganisme yang terdapat dalam air. Proses klorinasi yang terkandung dalam $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ dapat menghambat aktivitas bakteri atau mikroorganisme dengan cara merusak struktur sel

mereka. Dengan demikian, kaporit membantu memastikan air yang diproses menjadi lebih aman untuk dikonsumsi, mengurangi risiko penyebaran penyakit yang disebabkan oleh kontaminasi mikroba dalam air. Penggunaan kaporit dalam pengolahan air sangat penting untuk menjaga kualitas air dan kesehatan masyarakat. (Utami, 2021).

klorinasi adalah proses pemberian klorin ke dalam air yang telah menjalani proses filtrasi, dan merupakan langkah penting dalam purifikasi air. Bahan yang digunakan dalam proses klorinasi pada air sumur gali adalah kaporit ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$). Dalam proses desinfeksi ini, kaporit efektif untuk membunuh mikroorganisme yang terdapat dalam air sumur gali, sehingga air menjadi lebih aman untuk digunakan. Selain itu, kaporit juga berfungsi untuk mengurangi kadar amoniak (NH_4^+) dalam air, yang dapat mengurangi potensi kontaminasi dan meningkatkan kualitas air secara keseluruhan. Proses ini sangat penting dalam menjaga kebersihan dan kesehatan air yang digunakan untuk konsumsi manusia.

Kaporit memiliki banyak manfaat sebagai disinfektan air, seperti membunuh bakteri, virus, dan mikroorganisme lain yang terdapat dalam air minum, kolam renang, serta berbagai sumber air lainnya. Selain itu, kaporit juga digunakan dalam industri untuk pemutihan kain dan penghilangan bau pada air, serta dalam pengawetan air untuk menjaga kualitasnya dalam tangki atau wadah penyimpanan. Meskipun memiliki berbagai manfaat, penggunaan kaporit juga memiliki kelemahan yang perlu diperhatikan. Penggunaan kaporit dalam konsentrasi tinggi dapat

menyebabkan iritasi pada kulit, mata, dan saluran pernapasan. Paparan klorin berlebih dalam air dapat menghasilkan senyawa berbahaya, seperti trihalometana (THM), yang bersifat karsinogenik. Kaporit juga bersifat korosif pada logam, sehingga memerlukan penanganan yang hati-hati agar tidak merusak peralatan. Selain itu, penggunaan dosis kaporit yang terlalu tinggi dapat menyebabkan bau dan rasa tidak enak pada air, yang tentunya mengurangi kenyamanan dalam mengonsumsinya. Oleh karena itu, penggunaan kaporit harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai dosis yang tepat untuk menghindari efek samping yang merugikan.

Kelemahan dari proses klorinasi adalah semakin tinggi konsentrasi kaporit yang digunakan, semakin besar pula kemungkinan terbentuknya senyawa trihalometan (THM), yang bersifat karsinogenik dan mutagenik. Oleh karena itu, untuk mengeliminasi terbentuknya THM, sangat penting untuk menentukan titik break point chlorination (BPC) sebelum pengaplikasian kaporit di lapangan. Dengan mencapai BPC, senyawa amonium dapat teroksidasi secara sempurna, yang tidak hanya mematikan bakteri patogen secara efektif, tetapi juga mencegah pertumbuhan lumut pada sumur gali. Hal ini memastikan bahwa proses klorinasi berjalan dengan baik, menjaga kualitas air yang aman dikonsumsi, dan mengurangi potensi bahaya yang dapat ditimbulkan oleh pembentukan senyawa berbahaya seperti THM. (Utami, 2021)

Dalam proses desinfeksi air, klorin memiliki berbagai manfaat yang sangat penting untuk meningkatkan kualitas air. Klorin membantu proses

koagulasi, yaitu mengikat partikel-partikel kecil yang ada dalam air agar dapat lebih mudah dihilangkan. Selain itu, klorin juga efektif menghilangkan bau pada air, mengontrol pertumbuhan alga, dan mengoksidasi zat besi, mangan, serta hidrogen sulfat yang terkandung dalam air. Klorin memiliki sifat bakterisidal, yang mampu membunuh bakteri patogen, serta germisidal, yang dapat membasmi jamur dan mikroorganisme lainnya. Dengan demikian, klorin memainkan peran penting dalam memastikan air yang aman dan bersih untuk digunakan. (Utami, 2021)

Konsentrasi sisa klor dalam air adalah salah satu parameter penting dalam pengelolaan kualitas air, terutama pada sistem penyediaan air bersih. Untuk memastikan air yang disalurkan tetap aman dan sehat untuk dikonsumsi, sisa klor harus dijaga pada konsentrasi yang tepat, yaitu antara 0,02 mg/l hingga 0,05 mg/l. klor berfungsi sebagai disinfektan yang efektif dalam membunuh mikroorganisme berbahaya yang dapat menyebabkan penyakit. Namun, jika konsentrasi klor terlalu tinggi, dapat menimbulkan efek samping seperti iritasi pada kulit, mata, dan saluran pernapasan. Sebaliknya, jika konsentrasi klor terlalu rendah, efektivitasnya dalam membunuh kuman dan bakteri berkurang, yang dapat meningkatkan risiko kontaminasi. Oleh karena itu, pengendalian sisa klor dalam air harus dilakukan dengan hati-hati agar tetap berada dalam rentang yang aman dan efektif, guna menjaga kualitas air dan kesehatan masyarakat. Konsentrasi sisa klor dalam rentang 0,02 mg/l hingga 0,05 mg/l telah terbukti efektif

dalam mempertahankan kualitas air yang aman tanpa menimbulkan efek negatif. Selain itu, pengaturan sisa klor juga berfungsi untuk mencegah pertumbuhan kembali mikroorganisme setelah proses disinfeksi. (suparmin 2011)

Penting bagi pihak yang bertanggung jawab dalam pengelolaan air bersih untuk memantau kadar sisa klor secara rutin. Sebagai contoh, jika 1 gram kaporit ditambahkan ke dalam 100 liter air, konsentrasi klor yang dihasilkan hanya akan mencapai 0,01 mg/l. Dosis ini tergolong sangat rendah dan tidak cukup untuk memberikan efek disinfeksi yang optimal, karena untuk membunuh mikroorganisme berbahaya, konsentrasi klor yang diperlukan umumnya berkisar antara 1-5 mg/l. Oleh karena itu, dosis kaporit perlu disesuaikan dengan kualitas air yang diolah, dan penting untuk memastikan bahwa konsentrasi klor yang tersisa setelah proses disinfeksi tetap berada dalam kisaran yang aman, yaitu sekitar 0,02-0,5 mg/l. (suparmin 2011)



Gambar 2. tabung kaporit



Gambar 3. kaporit