

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

1. Definisi air

Air adalah dasar dari semua kehidupan di Bumi dan merupakan salah satu kebutuhan hidup. Berbagai proses kehidupan tidak dapat terjadi tanpa air. Akibatnya, ketersediaan air sangat penting untuk kesehatan dan kesejahteraan manusia dan salah satu persyaratan terpenting untuk kelangsungan hidup manusia.

Pelaksana mutu air dan pengendalian pencemaran air bahwa yang dimaksud dengan air adalah berbagai macam air yang berada di atas atau di bawah permukaan tanah, mengingat untuk pengertian ini air permukaan, air tanah, air dan air laut yang berada di darat (Permen RI, 2001).

Air dapat berupa gas (uap air), padat (es), atau cair (air). Air adalah satu-satunya zat yang dapat ditemukan secara alami dalam ketiga bentuk di permukaan bumi. Air senyawa kimia memiliki satu atom oksigen dan rumus H₂O. Air kusam, hambar, dan tidak beraroma dalam keadaan standar. Padahal aset air seharusnya melimpah secara geofisika, namun hanya sebagian kecil saja yang dapat digunakan secara langsung. Pasokan air menjadi semakin penting seiring bertambahnya jumlah penduduk dan eskalasi yang terus berlanjut, sementara permintaan terus meningkat. Ketersediaan dan keberadaan sumber air harus dijaga dan dilindungi dari pencemaran karena air merupakan salah satu kebutuhan manusia yang sangat penting.

2. Sumber air

Ada banyak sumber air yang menutupi permukaan bumi. Dilihat dari luas sumbernya, air terbagi menjadi tiga, yaitu air, air permukaan dan air tanah. Sebagian besar air di dunia berasal dari air hujan. Air ini pada saat pengambilan sumpah dapat dianggap sebagai air yang paling bersih, namun bila berada di lingkungan umumnya akan terkontaminasi oleh beberapa partikel residu, mikroorganisme dan gas (misalnya Karbon Dioksida, Nitrogen dan Garam Berbau). Badan air seperti sungai, danau, kolam, waduk, rawa, dan sumur permukaan adalah contoh air permukaan. Sebagian besar air permukaan ini tercemar oleh tanah, sampah, dan zat lainnya serta berasal dari air hujan. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi, meresap ke dalam tanah, kemudian secara alami tersaring menjadi air tanah. Air tanah lebih unggul dari air permukaan sebagai hasil dari proses ini (Ruddin, n.d.).

3. Manfaat air

Setelah udara, air merupakan unsur terpenting dalam kehidupan. Air membentuk kira-kira tiga perempat dari tubuh manusia. Sebagian besar aktivitas manusia didukung oleh air. Air dapat digunakan oleh manusia untuk berbagai keperluan, antara lain untuk minum, memasak, mandi, mencuci, dan lain sebagainya. Selain manusia, tumbuhan dan hewan juga membutuhkan air untuk kelangsungan hidupnya. Manusia paling banyak menggunakan air tanah untuk memenuhi semua kebutuhan ini. Kebutuhan tersebut, masyarakat paling banyak memanfaatkan air yang berasal dari air tanah. (Putri , 2020)

4. Penggolongan air

Menurut Bab III Pasal 7 Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 1990 tentang pengendalian pencemaran air, ada empat kategori air berdasarkan peruntukannya: Air kelas A adalah air yang tidak perlu diolah sebelum dapat digunakan sebagai air minum; Air kelas B, yaitu air yang dapat dimanfaatkan sebagai air minum; Air kelas C adalah air yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan perikanan dan peternakan; Air yang cocok untuk keperluan pertanian, keperluan industri, dan pembangkit listrik tenaga air disebut sebagai air Kelas D.

5. Pencemaran air

Masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam air sebagai akibat ulah manusia disebut pencemaran air. Hal ini dapat mengakibatkan kualitas air menurun sampai titik tertentu dan air tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

Sumber pencemar dapat tersebar atau terkonsentrasi. Limbah dari daerah pertanian yang mengandung pestisida dan pupuk kandang, limbah dari lingkungan dan limbah perkotaan adalah contoh sumber racun yang tersebar. Beragam aktivitas manusia yang membutuhkan air akan terganggu ketika sumber air tersebut tercemar. Dari sekian banyak sumber air yang ada, air tanah merupakan sumber air yang harus dijaga kualitasnya, mengingat sebagian besar menggunakan air tanah yang berasal dari sumur gali atau sumur bor untuk kebutuhan sehari-hari (Gufran & Mawardi, 2019).

6. Syarat kualitas air minum

Kualitas air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/SK/IV/2010, meliputi:

a. Parameter wajib

1) Persyaratan fisik

Kualitas air yang baik harus memenuhi syarat yaitu membosankan, tidak berbau, menjemukan (paling tinggi 15 TCU), suhu udara paling tinggi $\pm 30^{\circ}\text{C}$, dan tidak mendung (paling tinggi 5 NTU)..

2) Persyaratan mikrobiologi

Karena keberadaan bakteri *Escherichia coli* merupakan indikator kontaminasi tinja dalam air, kontak bakteri coliform, salah satunya *Escheria coli*, sangat berperan dalam menentukan persyaratan kualitas air minum. Per 100 ml sampel, konsentrasi standar *Escherichia coli* dan total bakteri *coliform* dalam air minum adalah nol.

3) Parameter tambahan

a) Persyaratan kimia

Kualitas zat terkait dengan senyawa dan partikel logam yang merugikan, seperti Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Perak (Ag), Tembaga (Cu), dan seng (Zn). Endapan dari berbagai campuran yang berbahaya adalah penumpukan pestisida yang dapat menyebabkan perubahan bau, rasa dan warna air (Pratiwi, 2007).

b) Persyaratan radioaktivitas

Karena dapat membahayakan sel, maka tingkat maksimum pencemaran radioaktivitas dalam air minum tidak boleh melebihi batas. Kerusakan dapat mengakibatkan kematian, dan perubahan genetik dapat menyebabkan kanker dan mutasi sel. Sinar alfa, beta, dan gamma adalah tiga jenis utama parameter radioaktif (Komang et al., n.d.).

7. Mekanisme penularan penyakit melalui air

Penyakit yang menyerang manusia dapat dikirim dan disebarkan secara

langsung atau tidak langsung melalui air. Bergantung pada bagaimana penyebarannya, penyakit yang berhubungan dengan air dapat dibagi menjadi beberapa kelompok. Sistem penularan infeksi sebenarnya dibagi menjadi empat, yaitu :

a. Waterborne mechanism / disease

Dalam komponen ini, mikroba patogen dalam air yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia dikirim ke manusia melalui sistem yang berhubungan dengan mulut atau lambung. Contoh penyakit yang ditularkan melalui faktor ini termasuk kolera, tipus, hepatitis virus, diare basiler, dan poliomielitis.

b. Waterwashed mechanism / disease

Mekanisme penularan semacam ini berkaitan dengan kebersihan umum dan perorangan. Pada mekanisme ini terdapat tiga cara penularan, yaitu :

- 1) Infeksi melalui alat pencernaan, seperti diare pada anak-anak.
- 2) Infeksi melalui kulit dan mata, seperti skabies dan trakhoma.
- 3) Pemularan melalui binatang pengerat seperti pada penyakit leptospirosis.

c. Water-based mechanism / disease

Penyakit yang dikirim oleh komponen ini memiliki agen penyebab yang menjalani sebagian dari siklus hidupnya di vektor atau setengahnya yang hidup di air. Contohnya termasuk schistosomiasis dan penyakit terkait *Dracunculus medinensis*.

d. Water-related insect vektor mechanism / disease

Serangga yang berkembang biak di air menularkan agen penyakit melalui gigitan. Malaria, demam kuning, demam berdarah, filariasis, dan penyakit lainnya dengan mekanisme penularan seperti ini.

B. Kondisi Fisik Sumur Gali

1. Pengertian sumur gali

Sumur gali merupakan sumber pasokan air bersih untuk jaringan pedesaan dan metropolitan. Sumur gali memberikan air yang berasal dari lapisan tanah yang umumnya berada di dekat permukaan tanah. Akibatnya, sangat mudah terkontaminasi oleh rembesan yang disebabkan oleh kotoran manusia dan hewan serta kebutuhan rumah tangga. Sumur gali sebagai sumber air bersih harus diperhatikan dari segi pengembangannya, sehingga sumur gali dengan kualitas air yang aman dilandasi pemahaman dengan pedoman yang telah ditetapkan. (E. S. Putri, 2017)

2. Tipe sumur gali

Tipe sumur gali ada dua macam, yaitu:

- a. Tipe I: Dipilih jika kondisi tanah tidak memberikan indikasi pecah atau meledak dengan mudah. Dinding bagian atas terbuat dari pasangan bata, balok, atau batu belah dan berada 80 cm di atas lantai. Dinding di bawahnya terbuat dari bahan yang sama atau pipa beton yang tingginya minimal 300 cm di bawah lantai.
- b. Tipe II: Dipilih dalam hal kondisi tanah memberikan indikasi pecah dan runtuh secara efektif, dinding bagian atas terbuat dari pengerjaan/balok/batu belah setinggi 80 cm dari permukaan lantai. Di antara permukaan lantai pipa beton kedap air dan sisa pipa beton berlubang, dinding dasar sumur dari pipa beton sedalam minimal 300 sentimeter.

3. Jarak sumur gali dengan sumber pencemar

Jarak antara sumur dengan jamban, lubang air limbah (cesspool, lubang rembesan), dan sumber pencemaran lainnya harus diperhatikan agar tidak

mencemari air sumur. Kondisi medan dan kemiringan menentukan jarak. Lokasi sumur di daerah bebas banjir mencegah genangan air. jarak antar sumur di lokasi bebas banjir untuk mencegah genangan air. Jarak sumur lebih jauh dari sumber pencemaran minimal 15 meter.

Persyaratan sumur gali dengan sumber pencemar adalah sebagai berikut:

- a. Jika sumber pencemar lebih tinggi dari sumber air dan diharapkan air tanah mengalir ke dalam sumur, maka jarak minimum sumur ke sumber pencemar adalah 11 meter.
- b. Jika sumber pencemar sama atau lebih rendah dari sumur, jarak minimal sumur gali ke sumber pencemar adalah 10 meter. Sumber pencemaran lainnya antara lain saluran resapan, jamban, air kotor/selokan, tempat pembuangan sampah, dan saluran resapan. (Marsono, 2009).

4. Faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran sumur gali

Aspek sanitasi sumur gali dan faktor tambahan yang mempengaruhi pencemaran sumur gali merupakan dua kategori faktor yang mempengaruhi pencemaran sumur gali.

a. Jarak Jamban

Jamban adalah suatu bangunan yang digunakan untuk membuang dan mengumpulkan kotoran manusia pada suatu tempat tertentu dan tidak menimbulkan penyakit serta mengotori iklim pribadi (Syahrir et al., 2019). Semakin jauh jamban dari sumur gali jumlah bakteri akan semakin berkurang, sedangkan semakin dekat jamban maka jumlah bakteri akan semakin banyak. Ini karena tanah terdiri dari bahan yang berbeda seperti batu, pasir, dan sebagainya. yang akan bertindak sebagai penyaring bakteri yang masuk ke dalamnya. Berdasarkan eksplorasi Tattit Khomariyatika pada tahun 2011, terungkap adanya

pengaruh pemisahan WC terhadap sifat bakteriologis sumur gali. Jarak antara WC dengan area kantor sumur gali yang memenuhi syarat tidak kurang dari 11 meter sehingga dengan jarak lebih dari 10 meter air sumur gali tidak tercemar mikroba. (Marpaung et al., 2018).

b. Sumber pencemar

Sifat-sifat benda mati di udara menurut jenis sumber pencemaran. Berbeda dengan toilet dan septic tank, limbah rumah tangga memiliki karakteristik yang berbeda. Terdapat banyak bahan organik dalam limbah dari jamban dan septic tank, yang menjadi rumah bagi mikroorganisme untuk tumbuh. Limbah rumah tangga, termasuk tong sampah dan genangan air yang digunakan untuk mencuci, merupakan sumber lain dari polutan ini. Berbagai atribut limbah mempengaruhi sifat bakteriologis air sumur gali.

c. Faktor kondisi fisik sumur gali

1) Dinding sumur gali

Dari pipa beton kedap air dan pipa beton berlubang yang tersisa, ketinggian dinding sumur atau dinding bawah harus minimal 300 cm di atas permukaan lantai sumur (S. et al., 2021) Dinding sumur harus terbuat dari beton yang tidak tembus air pada kedalaman 300 sentimeter di bawah permukaan tanah untuk mencegah rembesan air permukaan yang tercemar. Kedalaman 300 cm diambil karena umumnya organisme mikroskopis tidak dapat menghuni kedalaman tersebut.

2) Bibir sumur gali

Bibir sumur/dinding atas terbuat dari batako/adobe/batu belah setinggi 80 cm dari lapisan luar lantai sumur. Dinding kedap air dengan tinggi minimal 80 sentimeter dibangun di atas tanah untuk alasan keamanan dan untuk menjaga agar

air permukaan tidak mencemari area tersebut jika terjadi banjir.

3) Lantai sumur gali

Kedalaman lantai sumur gali minimal 100 sentimeter dari dinding luar sumur yang memiliki kemiringan ke luar. Lantai sumur harus kedap air, tidak retak atau bocor, mudah dibersihkan, dan agak miring ke luar agar air limbah dapat mengalir keluar.

4) Lokasi sumur gali

Biasanya, jarak dari sumber pencemar menentukan lokasi sumur. Agar sumur tidak terkontaminasi, Anda harus memperhatikan jarak antara sumur dan toilet serta sumber kontaminasi lainnya. Sumur galian tersebut minimal berjarak 11 meter mendatar di hulu aliran air tanah dari sumber pencemaran seperti septic tank, lubang galian sampah, keramba, dan sebagainya. Sumur harus dijauhkan minimal 15 meter dari sumber pencemar jika letaknya lebih rendah dari sumber pencemar.

5) Kedalaman sumur gali

Sumur gali adalah salah satu konstruksi yang paling umum digunakan untuk menyediakan lahan bagi masyarakat berpenghasilan rendah dan menengah dalam bentuk air minum. Kedalaman sumur harus ≥ 15 meter dari permukaan tanah.

C. Bakteriologis

1. Pengertian bakteri *coliform*

Sekelompok bakteri usus yang menghuni saluran pencernaan manusia disebut bakteri coliform. Mikroorganisme *Coliform* adalah penanda organisme mikroskopis untuk keberadaan mikroba patogen lainnya. Lebih khusus lagi,

bakteri fecal *coliform* merupakan indikator kontaminasi bakteri patogen. Karena jumlah koloni berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen, penentuan *coliform* fecal merupakan indikator kontaminasi. Selain itu, mendeteksi coliform jauh lebih murah, lebih cepat, dan lebih mudah daripada mendeteksi bakteri patogen lainnya. *Escherichia coli* dan *Enterobacter aerogenes* adalah contoh bakteri coliform. Dengan cara ini, *coliform* adalah tanda kualitas air. Semakin sedikit kandungan coliform maka semakin baik kualitas airnya.

2. Teknik pemeriksaan MPN *coliform* pada air bersih

Berdasarkan pengamatan pada pemeriksaan sampel di laboratorium untuk pemeriksaan MPN (*Most Probable Number*) *coliform* dalam sampel, MPN terdiri dari tiga tahap, yaitu uji pendugaan (*Presumptive test*), uji konfirmasi (*Confirmed test*), dan uji kelengkapan (*Completed test*).

- a. Pada uji pendugaan (*Presumptive test*) dilakukan pengeraman/inkubasi pada incubator dengan suhu 37°C selama 48 jam. Apabila hasilnya positif yang ditunjukkan dengan adanya gelembung pada tabung durham, dilanjutkan ke Uji penegas (*Confirmed test*). Tabung yang disiapkan disesuaikan dengan jumlah tabung yang positif pada uji pendugaan.
- b. Uji penegas (*Confirmed test*) : Disiapkan tabung reaksi sesuai jumlah tabung yang positif pada uji penduga. Setiap tabung diisi 10 ml media BGLB lalu masukkan 1 ose dari tabung positif uji penduga, masukkan tabung durham ke semua tabung dan masukkan ke dalam inkubator pada suhu 37°C selama 48 jam. Setelah 48 jam apabila ada yang positif maka hasilnya dibaca dengan menggunakan tabel MPN Formula Thomas sesuai ragam tabung yang digunakan, misalnya ragam 555, Ragam 333, atau ragam 511.

Untuk pemeriksaan sampel air bersih menggunakan system tabung ganda

dengan ragam 511 yaitu sampel air pada uji pendugaan dimasukkan ke dalam tabung ganda sebanyak 5 tabung diisi dengan sampel sebanyak 10 ml, 1 tabung diisi sampel 1 ml, dan 1 tabung lagi diisi sampel 0,1 ml. Media tanam yang digunakan adalah larutan *Lactose Broth* yang dimasukkan sebanyak 10 ml pada setiap tabung ganda. Hasil positif pada uji pendugaan ditunjukkan dengan adanya gelembung pada tabung Durham yang selanjutnya dilakukan uji penegas (*Confirmed test*). Hasil positif pada uji penegas selanjutnya dibaca menggunakan tabel Formula Thomas, misalnya 511 berarti positif pada pada seluruh tabung berarti nilai MPN/100 ml adalah 240 atau 101 berarti nilai MPN/100 ml adalah 4,4.