

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Bersih Sebagai Kebutuhan Dasar Rumah Tangga

Air adalah elemen yang sangat krusial untuk kehidupan. Tanpa air, tidak mungkin ada kehidupan di bumi ini. Air menutupi sebagian besar area di bumi. Meskipun jumlahnya sangat banyak, siklus hidrologi air tetap relatif stabil, sehingga membuat pasokannya terbatas. Hanya sebagian kecil dari keseluruhan volume air yang tersedia sebagai air tawar yang bisa dimanfaatkan. Ketersediaan air yang cukup dan berkualitas sangat penting untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia salah satunya kebutuhan dasar rumah tangga. (Juli & Guiseppina, 2024)

Berdasarkan informasi dari World Health Organization (WHO), air bersih adalah air yang dapat dipakai untuk keperluan sehari-hari tanpa menimbulkan bahaya bagi kesehatan, baik dalam waktu dekat maupun jangka panjang. Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi manusia untuk menjalani berbagai aktivitas sehari-hari seperti minum, memasak, mandi, dan juga untuk pengolahan industri serta kegiatan sanitasi. Dengan demikian, peranan air tidak hanya berkaitan dengan aspek ekonomi, tetapi juga memiliki fungsi sosial. Fungsi sosial ini berkaitan dengan adanya air yang sehat, jernih, dan bersih, sehingga pemahaman tentang hal ini sangat penting bagi semua pihak. Kedua peranan yaitu fungsi sosial dan ekonomi yang dimiliki air dalam memenuhi kebutuhan harian sangatlah krusial untuk diperhatikan. Mengingat pertambahan jumlah penduduk yang terus meningkat, kebutuhan akan air tidak dapat dipungkiri akan semakin bertambah. Oleh karena itu, ketersediaan air yang cukup baik dari segi kuantitas

maupun kualitas harus diperhatikan. Jika tidak, hal ini dapat mengakibatkan dampak yang signifikan, termasuk konflik atas perampasan dan penguasaan sumber daya air. (Di et al., 2020)

B. Air Perpipaan Sebagai Sumber Air Bersih

Kebutuhan akan air yang bersih semakin bertambah, seiring dengan meningkatnya permintaan akan air minum. Untuk air minum, selain harus bersih, ada tiga kriteria kualitas yang harus dipenuhi, yaitu kriteria fisik, kimia, dan bakteriologi. Selain kriteria kualitas air bersih, diperlukan juga sistem distribusi untuk memenuhi kebutuhan air. Sistem distribusi ini bertugas mengalirkan air dari pengolahan hingga ke rumah-rumah dengan menggunakan jaringan pipa. Sistem perpipaan berfungsi mendistribusikan air bersih ke lokasi-lokasi yang diinginkan dengan tekanan yang tepat, serta bisa juga mengeluarkan air kotor dari area tertentu tanpa meninggalkan komponen penting di dalamnya. (Mustofa & Tjahjanti, 2024)

Air perpipaan adalah sistem yang mendistribusikan air bersih dari sumber ke rumah melalui jaringan pipa. Sistem ini dirancang untuk memberikan pasokan air bersih secara terus-menerus dengan kualitas yang lebih terjamin dibandingkan sumber air pribadi, seperti sumur atau sungai. Beberapa keuntungan dari air perpipaan termasuk akses yang mudah, ketersediaan air yang stabil, dan pengelolaan yang terpusat. Namun, kualitas air bersih dalam perpipaan dapat menurun selama proses distribusi. WHO (2017) mengungkapkan bahwa banyak masalah kualitas air bersih muncul dalam jaringan distribusi, disebabkan oleh kebocoran pipa, tekanan air yang tidak memadai, serta kondisi lingkungan di sekitar

pipa. Oleh karena itu, penting untuk terus memantau kualitas air perpipaan, terutama pada aspek fisik yang bisa diamati langsung oleh masyarakat.

C. Keunggulan dan Keterbatasan Air Perpipaan

Sistem perpipaan untuk air adalah cara penyediaan air bersih yang disampaikan melalui jaringan dari sumber air ke pengguna. Umumnya, sistem ini diatur oleh lembaga resmi, yang memastikan ada proses pengolahan dan pengawasan kualitas air sebelum sampai kepada masyarakat. Berdasarkan berbagai penelitian dan referensi, air perpipaan memiliki banyak keunggulan, namun juga memiliki beberapa keterbatasan yang harus diperhatikan.

1. Keunggulan air perpipaan

Salah satu manfaat utama dari air perpipaan adalah adanya proses pengolahan sebelum air disalurkan kepada masyarakat. Menurut World Health Organization (WHO, 2017), sistem penyediaan air perpipaan yang baik dapat memastikan kualitas air melalui langkah-langkah filtrasi, desinfeksi, dan pengendalian mutu secara teratur. Proses ini bertujuan untuk mengurangi potensi kontaminasi baik dari fisik, kimia, maupun mikrobiologis.

Di samping itu, air perpipaan juga memberikan akses yang lebih mudah bagi masyarakat. Penelitian oleh Bappenas (Bappenas, 2020) menyebutkan bahwa sistem perpipaan dapat meningkatkan akses terhadap air bersih, sebab air dapat langsung digunakan di rumah tanpa perlu mengambilnya dari sumur atau sumber permukaan. Kemudahan ini berpengaruh positif terhadap efisiensi waktu dan tenaga, terutama bagi keluarga.

Keunggulan lain ialah keberlangsungan pasokan air. Sistem distribusi air perpipaan dirancang agar dapat menyediakan air tanpa henti, sehingga kebutuhan rumah tangga selalu terpenuhi setiap harinya. Sistem perpipaan yang terawat dengan baik dapat mempertahankan stabilitas jumlah dan tekanan air sehingga distribusi menjadi lebih merata. Biasanya, air perpipaan juga mendapatkan pengawasan kualitas secara rutin dari pihak yang menyediakan layanan. Pemantauan berkala terhadap parameter kualitas air adalah salah satu elemen penting dalam menjaga keamanan air bagi pengguna. Dengan adanya sistem pengawasan ini, risiko kesehatan akibat air yang terkontaminasi dapat diminimalkan.

2. Keterbatasan air perpipaan

Walaupun memiliki berbagai kelebihan, air perpipaan juga menghadapi keterbatasan. Salah satu keterbatasan yang signifikan adalah kemungkinan menurunnya kualitas air selama proses distribusi. Menurut (WHO, 2017), sebagian besar peristiwa penurunan kualitas air minum terjadi di jaringan distribusi disebabkan oleh kebocoran pipa, tekanan air yang rendah, dan masuknya kontaminan dari lingkungan sekitar.

Penelitian oleh Rahman dan Sari (Rahman, F., & Sari, 2020) menunjukkan bahwa jaringan pipa yang tua dan terkorosi dapat menyebabkan perubahan dalam warna, rasa, dan kejernihan air. Korosi yang terjadi di pipa bisa melepaskan partikel logam ke dalam air, sehingga berdampak pada kualitas fisik air yang diterima masyarakat. Keterbatasan lain adalah risiko kontaminasi silang akibat kebocoran pipa yang berdekatan dengan sumber polutan seperti septic tank atau saluran limbah. Penelitian oleh Putri dkk (Putri, A., Rahman, A., & Sari, 2021) menyatakan

bahwa jaringan distribusi yang tidak terawat dapat menjadi jalan masuknya kontaminan saat terjadi tekanan negatif dalam sistem pipa.

Selain faktor teknis, keterbatasan air perpipaan juga bisa disebabkan oleh gangguan distribusi, seperti aliran air yang tidak stabil atau terhenti sementara. Gangguan tersebut dapat meningkatkan risiko masuknya udara dan partikel asing ke dalam pipa, yang pada gilirannya memengaruhi kualitas fisik air. Dengan demikian, meski air perpipaan memiliki keunggulan dalam hal akses, pengolahan, dan pengawasan kualitas, sistem ini tetap memerlukan pemeliharaan dan pengawasan yang terus-menerus. Keadaan jaringan distribusi dan lingkungan di sekitar pipa merupakan faktor penting yang mempengaruhi apakah kualitas air yang diterima rumah tangga masih memenuhi standar kesehatan.

D. Standar Kualitas Air

Standar kualitas air adalah bentuk derajat yang diperlukan bagi pengguna, khususnya pada air perpipaan. Kualitas air merujuk pada keadaan air yang menunjukkan seberapa layak air tersebut untuk berbagai keperluan. Ketersediaan air bersih yang sesuai dengan standar kualitas sangat krusial untuk melindungi kesehatan warga dan mencegah berbagai jenis penyakit akibat air yang terkontaminasi. (Saputra et al., 2025) Berdasarkan WHO penilaian kualitas air ditentukan oleh ciri-ciri fisik, kimia, dan biologis yang saling berhubungan. Air yang berkualitas baik harus memenuhi kriteria yang telah ditentukan agar tidak membahayakan kesehatan manusia. Kualitas air bisa menurun akibat polusi dari kegiatan manusia atau faktor dari lingkungan sekitar. Penurunan ini sering ditandai dengan perubahan pada aspek fisik, seperti air yang menjadi keruh, berwarna, atau

berbau. Oleh karena itu, pengujian kualitas air, terutama aspek fisiknya, merupakan langkah awal untuk mengevaluasi kelayakan air bersih.

1. Persyaratan fisik

a. Suhu

Suhu air yang ideal sebaiknya berada dalam rentang yang sama dengan suhu udara, yaitu sekitar ± 3 derajat. Jika suhu air lebih tinggi atau lebih rendah dibandingkan suhu udara, hal ini dapat mengindikasikan adanya zat tertentu. (Rolia, 2023)

b. Bau

Tidak berbau, jika tercium dari jarak jauh atau dekat air berkualitas tinggi tidak memiliki bau. Air berbau busuk berarti mengandung bahan organik yang diuraikan oleh mikroorganisme tertentu.

c. Rasa

Air yang baik adalah air tawar (tidak berasa) dan dapat dirasakan dengan lidah. Rasa apa pun yang dimiliki air, apakah itu asam, manis, pahit, atau asin, menunjukkan kualitas air yang buruk. Air yang mengandung garam larut mungkin terasa asin, dan air yang mengandung asam organik atau asam anorganik mungkin terasa pahit.

d. Warna

Air yang digunakan baik di rumah tangga ataupun lainnya harus jernih dan tidak berwarna. Jika berwarna, ada bahan yang berbahaya bagi kesehatan.

e. TDS (Zat Padat Terlarut)

Air yang baik memiliki kadar zat padat terlarut (Total Dissolved Solids/TDS) yang rendah sehingga terasa segar dan tidak meninggalkan rasa yang

mengganggu di lidah. Nilai TDS yang normal tidak memberikan rasa tertentu pada air, sedangkan kadar TDS yang tinggi dapat menyebabkan air terasa asin, pahit, atau getir, tergantung pada jenis zat terlarut yang dikandungnya.

E. Faktor Risiko Pencemar Air Perpipaan

1. Pengertian faktor risiko pencemar air perpipaan

Faktor risiko pencemar pada sistem perpipaan air adalah situasi atau elemen yang bisa memicu masuknya kontaminan fisik, kimia, atau mikrobiologi ke dalam jaringan distribusi air bersih melalui pipa. Kualitas air dalam sistem penyediaan minum tidak hanya bergantung pada kualitas sumber dan cara pengolahan, tetapi juga pada kondisi jaringan distribusi hingga sampai ke konsumen (WHO, 2017). Berdasarkan informasi dari World Health Organization (2017), sistem distribusi air yang menggunakan pipa memiliki risiko kontaminasi karena faktor-faktor seperti kebocoran pada pipa, tekanan negatif, sambungan ilegal, serta sanitasi buruk di area sekitar jaringan. Semua faktor tersebut dapat mengakibatkan masuknya air tanah atau limbah ke dalam pipa, yang berpotensi merusak kualitas air. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dalam PMK Nomor 2 Tahun 2023 mengenai Baku Mutu Air Minum juga menekankan bahwa air minum harus memenuhi standar fisik, kimia, dan mikrobiologi hingga titik konsumsi. Dengan demikian, mengidentifikasi faktor risiko pencemar pada sistem perpipaan adalah langkah penting dalam menjaga kualitas air.

2. Sumber pencemaran air perpipaan

Pencemaran air dalam sistem perpipaan dapat berasal dari berbagai faktor, yaitu:

a. Kerusakan atau kebocoran pipa

Pipa yang mengalami keretakan, korosi, atau kebocoran memungkinkan kontaminan dari luar untuk masuk. Penelitian oleh Besner dan rekan-rekannya (2011) menunjukkan bahwa gangguan pada tekanan dan kebocoran dalam jaringan distribusi berhubungan dengan peningkatan kemungkinan terjadinya kontaminasi mikrobiologis pada sistem air minum.

b. Tekanan negatif dalam jaringan distribusi

Ketidakstabilan tekanan air dapat mengakibatkan aliran balik yang memungkinkan air kotor dari luar masuk ke dalam pipa. Menurut WHO (2017), tekanan distribusi yang rendah adalah salah satu penyebab utama terjadinya intrusi mikroba.

c. Lingkungan di sekitar jaringan pipa

Terdapat septic tank, saluran limbah, genangan air, atau tempat sampah yang berada dekat jalur perpipaan dapat memperbesar risiko pencemaran jika terjadi kebocoran. Penelitian oleh LeChevallier dan tim (2003) menyatakan bahwa kondisi sanitasi yang buruk di sekitar meningkatkan kemungkinan terjadinya kontaminasi pada jaringan distribusi.

d. Bahan dan umur pipa

Pipa yang dibuat dari material tertentu atau yang sudah lama digunakan bisa mengalami korosi. Korosi ini dapat meningkatkan kadar logam terlarut seperti besi atau timbal dalam air (WHO, 2017).

e. Reservoir dan tangki penyimpanan

Tangki penyimpanan yang tidak tertutup dengan baik atau jarang dibersihkan bisa menjadi tempat masuknya debu, serangga, atau mikroorganisme.

Oleh karena itu, faktor risiko pencemar air dalam sistem perpipaan dapat didefinisikan sebagai berbagai kondisi teknis, lingkungan, ataupun perilaku yang dapat meningkatkan peluang terjadinya pencemaran pada air yang didistribusikan melalui jaringan pipa.

3. Indikator faktor risiko pencemar air perpipaan

Dalam kajian deskriptif, faktor-faktor yang menimbulkan risiko pencemaran air perpipaan dapat dikenali melalui berbagai indikator yang mencerminkan keadaan teknis dari jaringan distribusi serta sanitasi lingkungan yang ada di sekitarnya. Indikator tersebut digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan terjadinya kontaminasi air sebelum mencapai penggunaan di rumah tangga.

Salah satu indikator utama adalah keadaan fisik pipa distribusi. Pipa yang mengalami kebocoran, retakan, atau kerusakan lainnya memiliki risiko lebih besar terhadap masuknya kontaminan dari lingkungan sekitar. Selain itu, pipa yang berkarat atau sudah digunakan dalam waktu yang cukup lama, seperti lebih dari sepuluh tahun, umumnya mengalami penurunan kualitas material yang membuatnya lebih rentan bocor. Kerusakan ini dapat memicu infiltrasi dari air tanah, limbah rumah tangga, atau mikroorganisme ke dalam sistem pipa, khususnya saat terjadi gangguan tekanan air.

Indikator selanjutnya adalah tekanan distribusi air. Aliran air yang tidak konsisten, tekanan yang rendah, atau seringnya terjadi pemadaman aliran air dapat

meningkatkan peluang terjadinya intrusi kontaminan. Tekanan negatif dalam sistem distribusi dapat memungkinkan air dari luar pipa masuk melalui celah atau kebocoran yang ada. Dengan demikian, kestabilan tekanan air menjadi faktor krusial dalam menjaga keselamatan kualitas air perpipaan.

Di samping kondisi teknis, jarak antara jaringan pipa dan sumber pencemar juga merupakan indikator signifikan dalam menilai risiko kontaminasi. Keberadaan septic tank dalam jarak kurang dari sepuluh meter, serta kedekatan dengan saluran pembuangan atau genangan air, dapat meningkatkan potensi pencemaran jika pipa mengalami kebocoran. Semakin dekat pipa dengan sumber pencemar, semakin tingginya kemungkinan terjadinya kontaminasi.

Selanjutnya, kondisi sanitasi di lingkungan sekitar jaringan pipa juga berpengaruh terhadap risiko pencemaran. Adanya genangan air, saluran pembuangan yang terbuka, dan tempat sampah yang tidak tertutup bisa menciptakan lingkungan yang kurang bersih. Situasi ini berpotensi menjadi sumber mikroorganisme patogen yang dapat masuk ke dalam sistem perpipaan apabila terjadi kerusakan pada jaringan distribusi.

Selain jaringan utama, keadaan tangki atau reservoir di rumah tangga juga menjadi indikator penting. Tangki yang tidak tertutup dengan baik atau jarang dibersihkan bisa menjadi sumber kontaminasi sekunder. Debu, serangga, dan mikroorganisme bisa masuk serta berkembang di dalam tangki, sehingga menurunkan kualitas air meskipun air yang diperoleh dari sistem distribusi sudah sesuai dengan standar.

F. Hubungan Faktor Risiko Pencemar dan Kualitas Fisik Air

Kualitas fisik air merupakan salah satu elemen utama dalam menilai apakah air bersih dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Beberapa parameter fisik yang sering diperhatikan adalah warna, bau, rasa, kekeruhan, dan suhu. Perubahan dari parameter-parameter ini bisa menjadi indikasi awal adanya masalah atau kontaminasi dalam sistem distribusi air. Dalam hal ini, kualitas fisik air tidak hanya dipengaruhi oleh metode pengolahan di instalasi, tetapi juga oleh keadaan jaringan distribusi sampai ke titik pemakaian. (Sihombing, A., Fadli, M., Panjaitan, M. A. L., Yana, R., Aisyah, S., & Yuniastuti, 2024)

Menurut World Health Organization (2017), sistem distribusi air minum yang tidak terawat dengan baik bisa menjadi sumber kontaminasi kedua. Kebocoran pada pipa, tekanan yang rendah, dan lingkungan sekitar yang kotor dapat mengakibatkan masuknya partikel yang tersuspensi atau zat terlarut ke dalam sistem distribusi. Situasi ini bisa mengakibatkan peningkatan kekeruhan, perubahan warna air, serta bau dan rasa yang tidak biasa.

Penelitian oleh LeChevallier et al. (2003) mengungkapkan bahwa masalah pada tekanan dan kerusakan pipa dapat meningkatkan kemungkinan kontaminasi masuk ke dalam sistem distribusi. Kontaminasi ini tidak hanya berpengaruh pada parameter mikrobiologis, tetapi juga dapat menyebabkan perubahan pada karakteristik fisik air, seperti kekeruhan yang meningkat akibat partikel tanah yang masuk melalui celah pada pipa. Selain itu, korosi pada pipa yang sudah tua bisa menyebabkan peningkatan kadar besi terlarut, yang mengakibatkan warna air menjadi kekuningan atau kecokelatan.

Faktor risiko lain, seperti kedekatan jaringan pipa dengan septic tank atau saluran pembuangan, juga dapat berpengaruh terhadap kualitas fisik air. Jika terjadi kebocoran, air limbah dapat meresap ke dalam pipa dan menyebabkan perubahan pada bau dan rasa. Lingkungan dengan sanitasi yang tidak memadai serta genangan air di sekitar jalur pipa dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kontaminasi. Keadaan tangki atau reservoir rumah tangga yang tidak terawat juga berpotensi memengaruhi kualitas fisik air. Tangki yang tidak tertutup dengan baik atau jarang dibersihkan dapat memungkinkan masuknya debu dan partikel lain yang dapat meningkatkan kekeruhan air. Ini menunjukkan bahwa kualitas fisik air tidak hanya dipengaruhi oleh sistem distribusi utama, tetapi juga oleh kondisi penyimpanan di rumah tangga. Menurut PMK Nomor 2 Tahun 2023 mengenai Baku Mutu Air Minum, air yang aman untuk diminum harus memenuhi persyaratan fisik tertentu, termasuk batas maksimum kekeruhan dan parameter fisik lainnya. Dengan demikian, adanya faktor risiko pencemar dalam sistem perpipaan bisa berkaitan dengan penyimpangan dari standar yang telah ditentukan.

Dalam penelitian deskriptif, hubungan antara faktor risiko pencemar dan kualitas fisik air tidak dianalisis untuk menemukan korelasi sebab-akibat secara statistik, tetapi lebih untuk menggambarkan situasi nyata di lapangan. Identifikasi faktor risiko seperti kebocoran pipa, tekanan rendah, kedekatan dengan sumber pencemar, dan kondisi sanitasi di lingkungan sekitar bisa memberikan gambaran mengenai kemungkinan terjadinya perubahan pada kualitas fisik air. Oleh karena itu, pemetaan faktor risiko menjadi hal yang penting dalam menjelaskan variasi kualitas fisik air perpipaan pada level rumah tangga.