

Kualitas Air dan Perilaku Masyarakat terhadap Derajat Kesehatan Masyarakat

Adilla Dwi Nur Yadika¹

¹Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

Abstrak

Kualitas air merupakan faktor penting dalam menjaga derajat kesehatan masyarakat. Air yang berkualitas sangat penting untuk kehidupan masyarakat sehari-hari, mulai dari kebutuhan minum, rumah tangga, industri, dan kesehatan. Air yang tidak memiliki kualitas yang sesuai dengan standar dapat menyebabkan berbagai penyakit menular dan kronis. Artikel ini menggunakan pendekatan literatur melalui peninjauan berbagai penelitian terkait parameter kualitas air dan dampaknya terhadap kesehatan. Kualitas air dapat diukur menggunakan *Water Quality Index* (WQI). Parameter yang menentukan kualitas air antara lain fisik, kimia, dan biologi. Kualitas air yang rendah berkaitan dengan tingginya kandungan logam berat (Pb, As, Fe, Cd), senyawa kimia (nitrat dan fluorida), serta kontaminasi mikrobiologis (*Escherichia coli*). Kualitas air dapat dipengaruhi oleh faktor alami, seperti curah hujan, geografi daerah aliran sungai, atmosfer, dan geologi. Selain itu, kualitas air juga ditentukan oleh perilaku masyarakat, yang selanjutnya berpengaruh terhadap derajat kesehatan masyarakat, seperti kegiatan industri, domestik dan/atau pertanian. Perilaku masyarakat dalam pengolahan dan penyimpanan air juga berpengaruh terhadap peningkatan risiko penyakit diare, kolera, dan gangguan sistem saraf. Kualitas air dan perilaku masyarakat berperan signifikan terhadap derajat kesehatan masyarakat. Kolaborasi lintas sektoral antara pemerintah, industri, dan masyarakat diperlukan untuk menjaga kualitas air dan mencegah penyakit yang ditularkan melalui air sehingga dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat.

Kata Kunci: Derajat kesehatan masyarakat, kualitas air, perilaku masyarakat, *water quality index* (WQI)

Water Quality and Community Behavior in Relation to Public Health Outcomes

Abstract

Water quality is a crucial factor in maintaining public health. The quality of water is crucial for daily life, from drinking to household, industrial, and health needs. Water that does not meet standards can cause various infectious and chronic diseases. This article uses a literature approach through a review of various studies related to water quality parameters and their impact on health. Water quality can be measured using the *Water Quality Index* (WQI). Parameters that determine water quality include physical, chemical, and biological factors. Low water quality is associated with high levels of heavy metals (Pb, As, Fe, Cd), chemical compounds (nitrate and fluoride), and microbiological contamination (*Escherichia coli*). Water quality can be influenced by natural factors, such as rainfall, watershed geography, the atmosphere, and geology. Furthermore, water quality is also determined by community behavior, which in turn influences community health, such as industrial, domestic, and/or agricultural activities. Community behavior in water treatment and storage also influences the increased risk of diarrhea, cholera, and nervous system disorders. Water quality and community behavior play a significant role in community health. Cross-sectoral collaboration between government, industry, and the community is needed to maintain water quality and prevent waterborne diseases, thereby improving public health.

Keywords: Community behavior, public health outcomes, water quality, *water quality index* (WQI)

Korespondensi: Adilla Dwi Nur Yadika, Alamat Jl. Timbai Palapa X Raya No. 001, Bandar Lampung, HP 08117900092, e-mail nuryadikaa@gmail.com

Pendahuluan

Air merupakan sumber daya yang dapat diperbarui dan merupakan elemen penting untuk mempertahankan kehidupan di bumi. Ketersediaan air minum yang aman merupakan persyaratan mendasar untuk menjaga kesehatan manusia.¹ Pencemaran air merupakan masalah yang merugikan dan harus ditangani secara serius oleh pemerintah, sektor swasta, sektor non-swasta, dan masyarakat. Hal ini dikarenakan 70% bumi terdiri dari air, dan tubuh manusia terdiri dari lebih dari 60% air. *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa air bersih dan aman penting untuk kebutuhan minum, rumah

tangga, industri, dan kesehatan, dimana air yang tercemar dan sanitasi yang buruk dapat menyebabkan penyakit menular seperti kolera, diare, hepatitis, infeksi kulit, tifus, dan risiko kesehatan lainnya.²

Saat ini, lebih dari 1,1 miliar orang tidak memiliki akses terhadap air minum bersih.³ Diperkirakan sekitar 2,3 miliar penduduk di seluruh dunia menderita penyakit yang ditularkan melalui air. Lebih dari 2,2 juta warga meninggal setiap tahunnya di negara-negara berkembang karena sistem sanitasi yang buruk dan konsumsi air yang terkontaminasi. Sekitar 60% dari angka kematian bayi terkait dengan penyakit yang ditularkan melalui air.² Sebagian

besar penyakit diare di dunia (88%) disebabkan oleh air yang tidak aman, sanitasi yang buruk, dan praktik yang tidak higienis.⁴

Air permukaan adalah kumpulan air cair yang ditemukan di permukaan bumi dalam bentuk sungai, aliran air, danau, lahan basah, waduk, anak sungai, dan laut. Air permukaan merupakan sumber daya alam yang penting bagi keberlanjutan ekologi dan penghambatan berbagai bentuk kehidupan di bumi. Untuk menilai kualitas air, penting untuk memiliki pemahaman yang jelas tentang bagaimana karakteristik lingkungan didistribusikan secara spasial. Namun, pemantauan kualitas air menggunakan biaya yang besar, terutama untuk cekungan air tanah yang besar. Oleh karena itu, perangkat yang andal dan mudah beradaptasi diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut, dengan menggunakan sistem informasi geografis dan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)*.⁵ Selama beberapa dekade, berbagai faktor lingkungan (baik faktor antropogenik maupun alami) telah menyebabkan penurunan kualitas air permukaan secara signifikan. Hal ini termasuk, tetapi tidak terbatas pada, pesatnya perkembangan urbanisasi, industrialisasi, pertumbuhan pertanian, dan fenomena alam yang menyebabkan pembuangan limbah, zat anorganik, dan kontaminan secara terus-menerus ke sumber air permukaan. Ketidakeimbangan kualitas dan kuantitas air permukaan ini dapat berdampak signifikan terhadap upaya lingkungan, sosiologi, dan ekonomi di banyak bagian dunia.^{6,7,8} Oleh karena itu, diperlukan pengetahuan mengenai kualitas air dan perilaku masyarakat terhadap derajat kesehatan masyarakat.

Penelusuran literatur dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah internasional, antara lain PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar. Pencarian dilakukan menggunakan kata kunci "*water quality*", "*Water Quality Index (WQI)*", "*community behavior*", dan "*public health*", serta padanannya dalam Bahasa Indonesia, yaitu kualitas air, perilaku masyarakat, dan derajat kesehatan masyarakat. Periode publikasi yang ditinjau yaitu tahun 2021-2025 sehingga relevan dengan data terkini. Kriteria seleksi referensi meliputi jurnal yang berfokus pada hubungan antara kualitas air, perilaku masyarakat, dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat.

Isi

Air merupakan salah satu sumber daya penting bagi kelangsungan hidup manusia, pertanian, dan industri. Kemajuan sosial dan ekonomi didasarkan pada sumber daya yang sangat penting ini. Ketersediaan dan kemudahan akses terhadap air bersih dan berkualitas merupakan hak asasi manusia yang mendasar dan ketersediaan air bersih dan sanitasi untuk semua telah tercantum sebagai salah satu Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDG*) PBB yang harus dicapai pada tahun 2030. Akses terhadap air berkualitas baik, bersama dengan akses terhadap pasokan air yang memadai, diperlukan untuk mencapai SDG untuk ketahanan pangan (SDG 2), kesehatan manusia (SDG 3), dan air bersih (SDG 6) di seluruh dunia.⁵

Kuantitas yang tidak mencukupi dan kualitas air yang buruk berdampak serius pada pembangunan berkelanjutan, terutama di negara-negara berkembang. Kualitas air secara umum didefinisikan berdasarkan parameter fisik, kimia, dan biologi. Parameter ini akan menentukan kemampuannya untuk berbagai penggunaan termasuk perlindungan kesehatan manusia dan ekosistem perairan. Sebagian besar sifat ini dipengaruhi oleh unsur-unsur yang terlarut atau tersuspensi dalam air dan kualitas air dapat dipengaruhi oleh proses alamiah dan aktivitas manusia. Ketahanan air adalah kapasitas penduduk untuk menjaga akses terhadap air dalam jumlah yang cukup dan kualitas yang dapat diterima untuk menopang penghidupan manusia dan pertumbuhan sosial ekonomi, serta memastikan perlindungan terhadap polusi dan bencana yang berkaitan dengan air, dan untuk melestarikan ekosistem dalam iklim perdamaian dan keseimbangan politik.⁹

Kualitas air yang disediakan oleh pemerintah daerah harus diukur berdasarkan standar air minum nasional yang ditetapkan oleh pemerintah pusat dan badan terkait lainnya. Meskipun standar dan pedoman ini sudah tersedia, banyak laporan dari *World Health Organization (WHO)* dan *United Nations Children's Funds (UNICEF)* yang mendokumentasikan adanya kontaminasi feces pada sumber air minum, termasuk sumber air minum yang tercemar seperti air ledeng, terutama di negara-negara berpendapatan rendah. Penyakit yang berhubungan dengan air

tetap menjadi penyebab utama tingginya angka kematian anak-anak di bawah usia lima tahun di seluruh dunia. Masalah-masalah ini khususnya terlihat di daerah pedesaan di negara-negara berkembang. Selain itu, kontaminan yang muncul dan produk sampingan disinfeksi telah dikaitkan dengan masalah kesehatan kronis bagi orang-orang di negara-negara maju dan berkembang. *Water Quality Index (WQI)* adalah salah satu metode yang paling sering digunakan untuk menggambarkan kualitas air karena memiliki berbagai parameter kualitas air fisik, kimia dan biologis. WQI dari setiap sampel air dihitung dengan menggabungkan nilai-nilai dari berbagai parameter yang menghasilkan satu angka yang menyatakan status kualitas atau kontaminasi air. WQI tidak hanya dapat digunakan untuk memprediksi polutan yang ada dalam air, tetapi juga membandingkan kualitas air dari berbagai sumber dan dengan demikian memutuskan penggunaan sumber daya air yang tepat.¹⁰

Tabel 1. Interpretasi Nilai WQI

Nilai	Peringkat Kualitas Air	Penggunaan
0-25	Bagus Sekali	Minum, irigasi dan industri
26-50	Bagus	Domestik, irigasi dan industri
51-75	Buruk	Irigasi
76-100	Sangat Buruk	Penggunaan terbatas untuk irigasi
>100	Tidak Layak, Tidak Cocok untuk Diminum	Diperlukan perawatan yang tepat sebelum digunakan

Tabel 1 menjelaskan interpretasi nilai WQI yang dijabarkan melalui peringkat kualitas air dan penggunaannya. WQI terdiri dari sembilan variabel, yaitu oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*), *fecal coliform*, pH, suhu, kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/BOD*), total fosfat, konsentrasi nitrat, kekeruhan, dan kandungan padatan berdasarkan pembobotan aritmatika dasar yang menggunakan rata-rata aritmatika untuk menghitung peringkat setiap variabel.^{3,11} Parameter fisik dipertimbangkan dalam menentukan kualitas air. Total padatan terlarut

(*Total Dissolved Solids/TDS*) adalah garam-garam anorganik dan sejumlah kecil zat organik, yang terkandung sebagai larutan dalam air. Air memiliki kemampuan untuk melarutkan berbagai macam mineral atau garam anorganik dan beberapa mineral atau garam organik seperti kalium, kalsium, natrium, bikarbonat, klorida, magnesium, dan sulfat. Mineral-mineral ini menghasilkan rasa dan warna yang tidak diinginkan dalam air. Nilai TDS yang tinggi menunjukkan bahwa air tersebut memiliki kandungan mineral. Nilai TDS yang direkomendasikan untuk kualitas air minum adalah ≤ 1200 mg/L. Tingginya kadar TDS disebabkan oleh adanya kadar senyawa anorganik yang lebih tinggi dalam air. Dalam air minum, kadar TDS yang lebih tinggi menyebabkan kerak pada pipa distribusi air dan menimbulkan rasa yang tidak enak.¹² Kekeruhan disebabkan oleh adanya partikel tersuspensi dan terlarut dalam badan air yang menyebarkan cahaya dan membuat air tampak keruh. Hal ini juga dapat meningkatkan biaya pengolahan air untuk keperluan pengolahan makanan dan minum. Air yang sangat keruh juga berbahaya bagi kehidupan akuatik seperti ikan karena mempengaruhi fungsi insang.¹³

Natrium sangat penting bagi manusia untuk mengatur cairan tubuh dan elektrolit, dan untuk berfungsinya saraf dan otot dengan baik, namun, natrium yang berlebihan dalam tubuh dapat meningkatkan risiko terkena tekanan darah tinggi, penyakit kardiovaskular, dan kerusakan ginjal.⁴ Asupan air dengan kadar garam tinggi melalui air minum juga dapat menyebabkan hipertensi dan preeklamsia selama kehamilan.^{9,10} Kalium sangat penting untuk sintesis protein dan metabolisme karbohidrat, sehingga sangat penting untuk pertumbuhan normal dan pembentukan tubuh pada manusia, namun, kelebihan kalium dalam tubuh (*hiperkalemia*) ditandai dengan mudah tersinggung, penurunan produksi urin dan serangan jantung. Konsentrasi yang direkomendasikan untuk penggunaan air rumah tangga yaitu ≤ 300 $\mu\text{g/L}$. Pada konsentrasi tinggi, aluminium memengaruhi sistem saraf, dan dikaitkan dengan beberapa penyakit, seperti penyakit Parkinson dan Alzheimer. Zat besi (Fe) merupakan unsur penting bagi kesehatan manusia, dibutuhkan untuk produksi protein hemoglobin, yang membawa oksigen dari paru-paru ke bagian tubuh lainnya. Kadar zat besi yang tidak

mencukupi atau berlebih dapat berdampak negatif pada fungsi tubuh. Konsentrasi zat besi yang direkomendasikan dalam air minum adalah $\leq 2000 \mu\text{g/L}$. Konsentrasi Fe yang tinggi dalam air dapat menyebabkan air memiliki rasa logam dan dikaitkan dengan efek negatif pada kesehatan manusia, seperti hipertensi, penyumbatan pembuluh darah, dan peningkatan laju pernapasan.¹⁴ Timbal tidak seharusnya ada dalam air minum karena bersifat karsinogenik dan dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan pada anak-anak. Arsenik anorganik adalah zat karsinogenik yang telah terbukti dan merupakan kontaminan kimia paling signifikan dalam air minum di dunia. Meminum air yang mengandung logam seperti Pb, As, Cr dan Cd berpotensi meningkatkan risiko kanker pada manusia. Paparan jangka panjang terhadap logam beracun dalam jumlah rendah dapat mengakibatkan berbagai jenis kanker.⁴

Salah satu logam berat adalah arsenik. Arsenik dapat menyebabkan kerusakan serius terhadap ekologi dan kesehatan manusia. Ambang batas arsenik adalah $< 0,05 \text{ mg/L}$. Namun, konsentrasi arsenik meningkat setiap hari karena proses industri dan aktivitas antropogenik yang tidak terkendali.¹⁵ Sejumlah risiko kesehatan non-karsinogenik akibat minum air yang tidak layak secara teratur. Masalah kesehatan ini meliputi mual, sakit perut, diare, cedera kulit, infeksi saluran pencernaan dan pernapasan, kerusakan hati, masalah dengan hematologi, dan kardiovaskular, diabetes, masalah dengan reproduksi dan rambut rontok, serta masalah neurologis.^{16,17} Kadar logam dan anion yang tinggi dalam air permukaan untuk minum telah dilaporkan menyebabkan berbagai komplikasi kesehatan, termasuk kanker lambung, sindrom *baby blue*, perubahan potensi reproduksi, dan ulserasi mulut.¹⁴ Variabilitas alami nutrisi air (Na, Ca, Mg) di dalam air tanah bersama dengan tingkat fluorida yang tinggi merupakan faktor penting dalam peningkatan kejadian penyakit ginjal.⁵

Kontaminan kimia dapat terjadi secara alami atau bersumber dari manusia. Menurut *National Environmental Quality Standard (NEQS)*, pH air berkisar antara 6,5–8,5. Jika pH air di atas 8,5, berarti air tersebut memiliki tingkat alkalinitas yang tinggi. Tingkat alkalinitas yang tinggi dapat mempengaruhi kesehatan secara tidak langsung karena

kontaminasi air minum melalui korosi pipa yang berlebihan dan perubahan rasa dan penampilan yang dapat menyebabkan asupan cairan tidak mencukupi.¹ Salinitas yang berlebihan dapat menyebabkan iritasi mata pada manusia dan klorosis pada tanaman.¹⁴ Karena salinitas menunjukkan keberadaan garam terlarut, salinitas juga memberikan informasi tentang TDS dan konduktivitas air, karena ketiga parameter ini saling terkait.⁹

Bahan kimia yang terjadi secara alami dalam air minum umumnya berupa senyawa anorganik, terutama 76 unsur yang membentuk kerak bumi, sedangkan kontaminan kimia antropogenik dalam air dapat berupa anorganik atau organik. Beberapa bahan kimia sengaja ditambahkan ke dalam air untuk disinfeksi.¹⁸ Konsentrasi fluorida yang berlebihan menyebabkan fluorosis tulang dan juga memengaruhi ginjal dan sistem saraf serta menyebabkan fluorosis gigi, deformasi tulang, dan deformasi sendi. Keberadaannya pada kadar $< 0,5 \text{ mg/L}$ dikaitkan dengan karies gigi pada anak-anak, sedangkan kadar yang lebih tinggi melebihi $1,5 \text{ mg/L}$ dapat menyebabkan fluorosis gigi dan rangka serta penyakit non-fluorosis.¹⁴ Nitrat tidak menjadi masalah pada tingkat alami, namun kadar nitrat yang tinggi dapat menyebabkan banyak masalah kesehatan pada manusia dan ternak.^{19,20} Nitrat yang terdapat pada badan air minum disebabkan oleh meluasnya penggunaan pupuk di sektor pertanian dan juga karena pembuangan limbah kota, industri dan limbah hewan dan dapat menimbulkan risiko kanker pada manusia.¹ Dampak kesehatan lain yang terkait dengan kandungan kimia dalam air minum termasuk methemoglobinemia pada anak-anak dan kanker perut pada orang dewasa akibat paparan nitrat dan nitrit dalam konsentrasi yang sangat tinggi.⁵ Air dengan kandungan mineral yang tinggi seperti kalsium, karbonat, bikarbonat, dan CaCO_3 disebut air keras. Kesadahan air harus $< 500 \text{ mg/L}$ sesuai dengan pedoman WHO. Ion polivalen logam terlarut dari batuan sedimen, limpasan, dan rembesan dari tanah merupakan sumber alami kesadahan di badan air.¹ Konsentrasi timbal (Pb) berkisar antara $0,05$ hingga $0,07 \text{ mg/L}$ dan melampaui batas ambang apabila melebihi $0,01 \text{ mg/L}$ untuk air minum. Kadar yang ditemukan berisiko bagi kesehatan manusia dan organisme akuatik. Kadar Pb yang tinggi di

atas 0,01 mg/L telah dikaitkan dengan anemia, kehilangan memori, anoreksia, kerusakan otak, dan kematian. Keberadaan kadmium merupakan masalah utama karena dapat menyebabkan potensi risiko kesehatan bagi manusia dan organisme akuatik, termasuk kehilangan ingatan, cacat reproduksi, dan kanker, serta kerusakan pada paru-paru, ginjal, dan sistem kekebalan tubuh, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian.¹⁴

Apabila bakteri *Eschericia coli* terdapat dalam air, berarti air tersebut terkontaminasi bakteriologis. Paparan kronis terhadap air yang terkontaminasi bakteriologis dapat menginfeksi paru-paru, kulit, mata, ginjal, hati, dan sistem saraf.^{21,22} Patogen biologis yang ada dalam air biasanya bersumber dari kontaminasi oleh kotoran hewan atau manusia.¹⁸ Konsumsi air yang tidak diolah dengan baik masih menjadi beban penyakit yang besar bagi kesehatan masyarakat dan menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui air seperti kolera, tifus, dan disentri. Bakteri, cacing, protozoa, dan virus merupakan kontaminan yang berasal dari feces, dan limbah rumah tangga. Organisme indikator umumnya digunakan untuk menganalisis kualitas mikrobiologi air dan di antaranya adalah bakteri koliform dan bakteri *Eschericia coli*.²³

Teknologi seperti Sistem Informasi Geografis (GIS) atau (*Geographic Information System/GIS*) dapat membantu mengatasi berbagai masalah terkait kualitas air dengan memungkinkan analisis spasial, pemantauan kualitas air, dan membantu dalam perencanaan strategis dan proses pengambilan keputusan yang terkait dengan pengelolaan air.¹ Dalam beberapa tahun terakhir, teknik SIG muncul sebagai alat yang ampuh untuk menyimpan, menilai, memantau, dan menampilkan data spasial kualitas air permukaan dan air tanah. Alat ini juga efektif dalam mengembangkan solusi untuk masalah yang berhubungan dengan sumber daya air, memahami lingkungan alam, dan mengelola sumber daya air pada skala yang dibutuhkan. Selain itu, untuk evaluasi dan analisis informasi spasial sumber daya air, metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) bersama dengan teknik SIG telah terbukti sebagai alat yang ampuh. Untuk mengubah kumpulan data besar guna menghasilkan berbagai peta dan proyeksi distribusi spasial yang mengungkap tren, asosiasi, dan sumber kontaminan, dan

merupakan teknik yang layak secara ekonomi dan hemat waktu.¹⁰

Teknologi GIS dapat membantu dalam pemantauan, pelacakan, dan visualisasi waktu nyata dari area yang terkena dampak, populasi yang berisiko, dan sumber daya yang tersedia dalam kasus wabah penyakit yang ditularkan melalui air atau keadaan darurat. Peta dan visualisasi interaktif yang dibuat oleh SIG dapat membantu dalam meningkatkan kesadaran tentang kualitas air, sumber, dan potensi risiko serta mengomunikasikan informasi terkait air kepada masyarakat. Dengan memanfaatkan kekuatan teknologi SIG, lebih sedikit pengamatan yang diperlukan untuk mengevaluasi kualitas air minum di seluruh wilayah, sehingga mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi keseluruhan upaya pengelolaan dan pemantauan air. Indeks kualitas air dan penilaian risiko kesehatan manusia merupakan salah satu alat yang paling umum digunakan untuk mengkategorikan dan mencerminkan kondisi air dan risiko kesehatan di suatu wilayah.¹⁰

Kualitas air juga sangat ditentukan oleh perilaku masyarakat yang pada akhirnya menentukan derajat kesehatan masyarakat. Akibat industrialisasi, air permukaan dan air tanah telah terkontaminasi dengan berbagai macam polutan. Baik yang alami (curah hujan, geografi daerah aliran sungai, atmosfer, dan geologi) maupun yang antropogenik (kegiatan industri, domestik dan/atau pertanian) menentukan komposisi kimia, fisik, dan biologis air permukaan dan air tanah. Pencemaran air menyebabkan penurunan kualitas air yang mengancam kehidupan yang ada di bumi serta mengganggu kemajuan ekonomi dan keberhasilan sosial.¹⁰ Akses terhadap air yang memadai terbatas karena peningkatan penggunaan sumber daya alam yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi dunia yang cepat dan perubahan iklim yang diakibatkan oleh pemanasan global, serta perkembangan industri.²⁴ Faktor antropogenik dan alami dapat menyebabkan peningkatan tingkat pencemaran sumber air tawar. Aktivitas seperti pemukiman manusia, industrialisasi, dan pertanian (pertanian dan peternakan) telah berdampak buruk pada kualitas sebagian besar sungai, anak sungai, dan bendungan. Meskipun terdapat undang-undang untuk melindungi badan air permukaan dari polusi, seperti prinsip

pembayaran polutan, undang-undang tersebut hampir tidak ditegakkan. Hal ini mengakibatkan meningkatnya pencemaran pada badan air permukaan, yang seringkali menjadi sumber air rumah tangga, air pertanian, sumber mata pencaharian, dan sumber rekreasi bagi banyak orang yang tinggal di sepanjang aliran sungai tersebut.¹⁴

Limbah industri sering mengandung berbagai zat berbahaya seperti logam berat, bahan kimia, minyak, dan polutan lainnya yang memiliki dampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Limbah tersebut dapat mencemari air dan membahayakan kesehatan manusia serta lingkungan jika dibuang langsung ke dalam tanah atau air limbah tanpa diolah dengan benar. Di sisi lain, untuk tingkat bawah tanah, pupuk dan pestisida merupakan polutan utama karena larut dalam air dan meresap ke dalam air tanah. Secara global, industri sering membuang limbahnya langsung ke badan air tanpa menjalani bentuk pengolahan atau pemurnian apa pun, yang menyebabkan pencemaran air tanah oleh logam berat dan polutan lainnya. Ada berbagai teknologi pengolahan seperti nano-remediasi, proses oksidasi tingkat lanjut, dan fitoremediasi, untuk pengolahan badan air yang efektif. Air minum yang tercemar limbah penyamakan kulit menyebabkan 82% penyakit seperti tifus, disentri, dan kolera karena penyamakan kulit dapat berdampak signifikan terhadap kualitas air minum dengan memasukkan berbagai polutan ke lingkungan. Kekhawatiran utama muncul dari pembuangan limbah yang tidak diolah atau diolah dengan buruk yang mengandung zat berbahaya seperti logam berat, senyawa organik, dan kadar garam yang tinggi ke badan air. Pembuangan limbah industri dan kota yang tidak tepat, kerusakan sistem pembuangan limbah, kebocoran limbah dan tercampurnya limbah dengan air minum, dan penerapan pupuk secara luas di sektor pertanian merupakan beberapa hal yang dapat menurunkan kualitas air.^{1,19}

Daerah aliran sungai mengalami degradasi karena polusi kimia dan bakteriologis dari limpasan domestik, pertanian, dan limbah industri. Dapat terjadi kontaminasi nitrat dan bakteri dalam air permukaan dan air tanah karena sanitasi yang buruk dan air limbah yang tidak diolah atau tidak diolah dengan baik, limbah dari kegiatan industri dan pertanian,

dan eutrofikasi di danau atau waduk. Kualitas air permukaan dipengaruhi oleh limbah industri, agrokimia, pembuangan dan pengolahan limbah dan praktik penggunaan lahan lainnya. Kualitas air tanah umumnya dikendalikan oleh geologi, interaksi air-batuan di akuifer, pertanian dan praktik penggunaan lahan lainnya, perubahan iklim memengaruhi tingkat pengisian ulang melalui variabilitas curah hujan, dan kenaikan permukaan laut.^{5,25}

Tingkat nitrat dan fosfat dapat dikaitkan dengan praktik pertanian di sekitar aliran sungai. Kadar anion yang lebih tinggi dapat ditemukan di hilir daripada di hulu sungai, yang dapat disebabkan oleh peningkatan aktivitas antropogenik di sepanjang aliran sungai. Kadar kadmium dapat berasal dari emisi melalui udara dan air dari tempat pembuangan limbah berbahaya dan pabrik. Kadar Fe yang tinggi dikaitkan dengan beberapa aktivitas antropogenik seperti mencuci pakaian dan mobil di sungai. Sumber potensial pencemaran telah dikaitkan dengan limpasan permukaan, pembuangan air limbah, buang air besar sembarangan oleh hewan liar, dan pembuangan popok di tepi sungai. Konsumsi air yang terkontaminasi tinja telah dikaitkan dengan berbagai wabah penyakit, seperti diare dan kolera. Konsumsi sayuran mentah yang diairi dengan air yang terkontaminasi tinja menyebabkan kram perut, muntah, dan diare.¹⁴

Pembuangan polutan industri atau limbah manusia di sekitar lingkungan hidup, atau aktivitas biologis adalah beberapa alasan fluktuasi nilai pH badan air. Parameter fisika-kimia air juga menunjukkan perubahan jika pH badan air berubah. Kualitas air juga menurun dengan cara meningkatkan senyawa nitrogen dan fosfor di dalamnya. Peningkatan senyawa ini dapat disebabkan oleh penggunaan pupuk yang berlebihan pada pertanian yang tercampur dengan aliran sungai akibat limpasan akibat iklim hujan. Peristiwa ini dikenal sebagai kontaminasi primer yang dapat menyebabkan eutrofikasi sehingga menimbulkan kontaminasi sekunder, sehingga mengancam keanekaragaman hayati di perairan. Penggunaan pestisida di bidang pertanian mungkin meningkatkan konsentrasi fluoride.^{9,10} Kekeruhan merupakan ukuran kualitas air yang paling mudah bagi manusia karena menunjukkan seberapa bersih atau keruhnya air tersebut. Beberapa faktor

mempengaruhi kekeruhan suatu badan air, dan hal ini disebabkan oleh partikel, seperti lempung, lanau, fitoplankton, alga, bahan organik dan organik halus, bahan anorganik, dan organisme mikroskopis lainnya, yang tersuspensi atau terlarut dalam air yang menyebarkan cahaya sehingga membuatnya tampak keruh. Adanya banyak padatan tersuspensi menunjukkan kekeruhan yang tinggi yang mengurangi kualitas estetika sumber air apa pun. Selain itu, kekeruhan juga meningkatkan biaya proses pengolahan air dari berbagai industri seperti pengolahan makanan dan farmasi. Sumber utama kekeruhan terjadi secara alami, melalui erosi dari dataran tinggi dan pergerakan saluran sungai atau aktivitas antropogenik seperti peledakan atau penggalian batu. Kekeruhan mengganggu desinfeksi selama pengolahan air dan menyediakan media untuk pertumbuhan mikroba. Hal ini menyebabkan konsekuensi serius seperti mual, kram, diare. Nitrat, nitrit, dan fosfat dalam air permukaan sebagian besar disebabkan oleh aktivitas antropogenik seperti pembuangan limbah, tempat pembuangan sampah sanitasi, penggunaan pupuk berlebihan, atau praktik pengelolaan kotoran ternak yang tidak tepat.¹⁰

Kualitas air, terutama yang berkaitan dengan kandungan mikrobiologi, dapat terganggu selama pengumpulan, pengangkutan, dan penyimpanan di rumah. Sumber-sumber yang mungkin mencemari air minum adalah buang air besar di lapangan terbuka, kotoran hewan, kegiatan ekonomi (pertanian, industri, dan bisnis), limbah dari daerah pemukiman, serta banjir. Oleh karena itu, akses terhadap sumber air yang aman saja tidak menjamin kualitas air yang dikonsumsi, dan sumber air yang baik saja tidak serta merta memberikan manfaat kesehatan secara menyeluruh jika tidak ada perbaikan dalam penyimpanan air dan sanitasi. Di negara-negara berkembang, telah diamati bahwa air minum sering terkontaminasi kembali setelah dikumpulkan dan selama penyimpanan di rumah. Di negara-negara berkembang telah teridentifikasi adanya kontaminasi progresif pada sampel air minum dengan bakteri *E. coli* dan *total coliform* dari sumber ke titik penggunaan di rumah tangga, terutama akibat penggunaan wadah kotor untuk proses pengumpulan dan penyimpanan. Selain itu, jenis metode pengolahan air yang digunakan di

tingkat rumah tangga, jenis wadah yang digunakan untuk menyimpan air minum, jumlah hari penyimpanan air, pengetahuan yang tidak memadai, dan kurangnya kebersihan pribadi dan rumah tangga semuanya telah dikaitkan dengan tingkat pencemaran air di rumah tangga. Air dapat terkontaminasi dalam proses pengangkutannya dari sumber ke tempat penggunaan. Sebagian besar masyarakat menggunakan cangkir untuk menampung air dari wadah penyimpanan. Risiko kontaminasi bahkan meningkat saat cangkir tanpa pegangan digunakan, dimana ada kemungkinan lebih tinggi bahwa penampung air akan menyentuh air dalam wadah dengan jari. Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit (*Centers for Disease Control and Prevention/CDC*) merekomendasikan agar wadah untuk air minum harus dilengkapi dengan lubang kecil dengan penutup atau keran, yang melaluinya air dapat ditampung saat wadah tetap tertutup, tanpa mencelupkan benda yang berpotensi terkontaminasi ke dalam wadah. Selain itu, masyarakat harus selalu mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir setelah menggunakan toilet, praktik mencuci tangan secara terus-menerus setelah menggunakan toilet dikaitkan dengan berkurangnya risiko kontaminasi air dengan bakteri *E. coli*.⁴

Ringkasan

Kajian literatur ini menunjukkan bahwa kualitas air merupakan determinan penting bagi kesehatan masyarakat, dipengaruhi oleh parameter fisik, kimia, dan biologi. Kontaminasi logam berat seperti Pb, As, Fe, dan Cd; senyawa kimia seperti nitrat dan fluorida; serta mikroorganisme seperti *Escherichia coli* terbukti berkontribusi terhadap meningkatnya kejadian penyakit menular maupun kronis, seperti diare, kolera, hipertensi, dan gangguan saraf. Selain faktor lingkungan, perilaku masyarakat berperan besar terhadap kualitas air, terutama pada tahap pengambilan, penyimpanan, dan pengolahan di rumah tangga. Kurangnya kesadaran terhadap praktik sanitasi dan pengelolaan air bersih menjadi salah satu penyebab utama terjadinya kontaminasi sekunder. Berbagai studi membahas pentingnya pendekatan lintas sektor, penerapan sistem pemantauan berbasis teknologi seperti *Geographic Information System (GIS)*, serta penggunaan

Water Quality Index (WQI) dalam upaya penilaian dan pengendalian kualitas air secara efisien.

Simpulan

Kualitas air dan perilaku masyarakat terbukti memiliki hubungan yang erat dengan derajat kesehatan masyarakat. Kajian literatur periode 2021–2025 memperlihatkan bahwa penurunan kualitas air tidak hanya disebabkan oleh faktor alami, tetapi juga oleh aktivitas antropogenik dan perilaku tidak higienis. Upaya peningkatan kesehatan masyarakat harus difokuskan pada dua aspek utama, yaitu pengendalian sumber pencemar melalui kebijakan lingkungan yang tegas dan peningkatan perilaku hidup bersih dan sehat melalui edukasi serta partisipasi aktif masyarakat. Kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, akademisi, industri, dan masyarakat menjadi kunci untuk menjaga keberlanjutan sumber air bersih dan menurunkan risiko penyakit yang ditularkan melalui air.

Daftar Pustaka

- Nawaz R, Nasim I, Irfan A, Islam A, Naeem A, Ghani N. Water quality index and human health risk assessment of drinking water in selected urban areas of a mega city. *Toxics*. 2023; 11: 577. <https://doi.org/10.3390/toxics11070577>.
- Zainurin SN, Ismail W, Mahamud SNI, Ismail, I. Advancements in monitoring water quality based on various sensing methods: A systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022; 19: 14080. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114080>.
- Chidiac S, Najjar PE, Ouaini N, Rayess YE. A comprehensive review of water quality indices (WQIs): History, models, attempts and perspectives. *Rev Environ Sci Biotechnol*. 2023; 22: 349–395. <https://doi.org/10.1007/s11157-023-09650-7>.
- Luvhimbi N, Tshitangano TG, Mabunda JT. Water quality assessment and evaluation of human health risk of drinking water from source to point of use at Thulamela municipality, Limpopo Province. *Sci Rep*. 2022; 12: 6059. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10092-4>.
- Shamsudduha M, Lee J, Joseph G. Assessing the water quality hazard and challenges to achieving the freshwater goal in Sri Lanka. *Sci Rep*. 2025; 15: 10187. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-93845-1>.
- Uddin MG, Nash S, Olbert AI. A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecol. Indic*. 2021; 122: 107218. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107218> (2021).
- Suresh K, Tag T, Vliet M, Bierkens MF. Recent advancement in water quality indicators for eutrophication in global freshwater lakes. *Environ. Res. Lett*. 2023; 18: 63004.
- Karim MR, Syeed MMM, Rahman A. A comprehensive dataset of surface water quality spanning 1940–2023 for empirical and ML adopted research. *Sci Data*. 2025; 12: 391. <https://doi.org/10.1038/s41597-025-04715-4>.
- Ram A, Tiwari SK, Panday HK. Ground water quality assessment using water quality index (WQI) under GIS framework. *Appl. Water Sci*. 2021; 11(2): 46.
- Gaur N, Sarkar A, Dutta D. Evaluation of water quality index and geochemical characteristics of surfacewater from Tawang India. *Sci Rep*. 2022; 12: 11698. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14760-3>.
- Razman NA, Ismail W, Razak MHA, Ismail I, Jamaludin J. Design and analysis of water quality monitoring and filtration system for different types of water in Malaysia. *Int. J. Environ. Sci. Technol*. 2022; 2018: 1–12.
- Mortula MM, Atabay S, Ismail H, Aljafari N. Assessment of factors affecting bromate formation in drinking water bottles. *Int. J. Hydrol. Sci. Technol*. 2021; 11: 166–181.
- Moreira VR, Lebron YAR, de Paula EC, de Souza Santo LV, Amaral MCS. Recycled reverse osmosis membrane combined with pre-oxidation for improved arsenic removal from high turbidity waters and retrofit of conventional drinking water treatment process. *J. Clean. Prod*. 2021; 312: 127859.
- Madilonga RT, Edokpayi JN, Volenzo ET, Durowoju OS, Odiyo JO. Water quality

- assessment and evaluation of human health risk in Mutangwi River, Limpopo Province, South Africa. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021; 18: 6765. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136765>.
15. Adeloju SB, Khan S, Patti AF. Arsenic contamination of groundwater and its implications for drinking water quality and human health in under-developed countries and remote communities: A Review. *Appl. Sci*. 2021; 11: 1926.
 16. Ghaffari HR, Kamari Z, Ranaei V, Pilevar Z, Akbari M, Moridi M, Khaneghah AM. The concentration of potentially hazardous elements (PHEs) in drinking water and non-carcinogenic risk assessment: A case study in Bandar Abbas, Iran. *Environ. Res*. 2021; 201: 111567.
 17. Maleki A, Jari H. Evaluation of drinking water quality and non-carcinogenic and carcinogenic risk assessment of heavy metals in rural areas of Kurdistan, Iran. *Environ. Technol. Innov*. 2021; 23: 101668.
 18. Mitchell EJ, Frisbie SH. A comprehensive survey and analysis of international drinking water regulations for inorganic chemicals with comparisons to the World Health Organization's drinking-water guidelines. *PLoS ONE*. 2023; 18(11): 287937. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287937>.
 19. Grout L, Chambers T, Hales S, Prickett M, Baker MG, Wilson N. The potential human health hazard of nitrates in drinking water: A media discourse analysis in a high-income country. *Environ. Health*. 2023; 22: 9.
 20. Su H, Kang W, Li Y, Li Z. Fluoride and nitrate contamination of groundwater in the Loess Plateau, China: Sources and related human health risks. *Environ. Pollut*. 2021; 286: 117287.
 21. Nowicki S, de Laurent ZR, de Villiers EP, Githinji G. The utility of *Escherichia coli* as a contamination indicator for rural drinking water: Evidence from whole genome sequencing. *PLoS ONE*. 2021; 16: 245910.
 22. Rahman MM, Kunwar SB, Bohara AK. The interconnection between water quality level and health status: An analysis of *Escherichia Coli* contamination and drinking water from Nepal. *Water Resour. Econ*. 2021; 34: 100179.
 23. Edokpayi JN, Odiyo JO, Popoola OE, Msagati TA. Evaluation of contaminants removal by waste stabilization ponds: A case study of Siloam WSPs in Vhembe District, South Africa. *Heliyon*. 2021; 7: 6207.
 24. Kaynar PM, Demli F, Orhan G, Ilter H. Chemical and microbiological assessment of drinking water quality. *Afri Health Sci*. 2022; 22(4): 648-652. <https://dx.doi.org/10.4314/ahs.v22i4.70>.
 25. Premanath L. Sri Lanka water quality study. Washington DC: The World Bank; 2021.