

Analisis Tingkat Risiko Pencemaran Sarana Air Minum Rumah Tangga Berdasarkan Data Inspeksi Kesehatan Lingkungan Tahun 2020 di Indonesia

Rafaela Christi Widya Maharani*¹, M. Farid Dimjati Lusno²

¹Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Kedokteran, dan Ilmu Alam, Universitas Airlangga, Indonesia

²Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Indonesia
Email: ¹rafaela.christi.widya-2021@fkm.unair.ac.id, ²faridlusno@fkm.unair.ac.id

Abstrak

Penyediaan air minum yang aman masih menjadi tantangan utama di Indonesia, terutama di wilayah pedesaan yang memiliki keterbatasan infrastruktur dan rentan terhadap pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat risiko pencemaran pada berbagai jenis sarana air minum rumah tangga serta mengevaluasi kontribusi faktor lingkungan terhadap risiko tersebut. Studi ini menggunakan desain cross-sectional dengan pendekatan kuantitatif berbasis data sekunder dari Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL) tahun 2020 yang mencakup 25.000 rumah tangga di 34 provinsi. Penilaian risiko mengacu pada indikator lingkungan seperti jarak septic tank, keberadaan pelindung, serta potensi pencemaran limbah domestik, dan diklasifikasikan dalam tiga tingkat risiko: rendah, sedang, dan tinggi. Hasil menunjukkan bahwa air ledeng memiliki proporsi risiko pencemaran rendah tertinggi (96,7%), sedangkan sumur gali (11,9%) dan penampungan air hujan (9,4%) memiliki proporsi risiko tinggi yang signifikan. Wilayah pedesaan menunjukkan kerentanan lebih besar terhadap pencemaran dibandingkan perkotaan, terutama pada sumur gali (14,3% vs 8,6%). Faktor lingkungan seperti jarak septic tank <10 meter dan tidak adanya pelindung sumber air menjadi kontributor utama pencemaran. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam penguatan kebijakan berbasis bukti dan pengembangan sistem air minum aman, serta mendukung pencapaian target SDGs 6.1.1 dan implementasi program nasional seperti STBM dan PAMSIMAS.

Kata Kunci: Air Minum Aman, Faktor Lingkungan, Risiko Pencemaran, Sarana Air Minum

Abstract

The provision of safe drinking water remains a significant public health challenge in Indonesia, particularly in rural areas where infrastructure is limited and environmental contamination risks are high. This study aims to analyze the level of contamination risks in various types of household drinking water facilities and to evaluate the contribution of environmental factors to such risks. A cross-sectional study design was employed using secondary data from the 2020 Environmental Health Inspection (IKL), covering 25,000 households across 34 provinces. Risk assessment was conducted based on key environmental indicators such as distance from septic tanks, presence of protective structures, and exposure to domestic waste, and categorized into low, medium, and high risk levels. The results revealed that piped water had the highest proportion of low-risk contamination (96,7%), while dug wells (11,9%) and rainwater harvesting systems (9,4%) showed a significantly high contamination risk. Rural areas were found to be more vulnerable than urban areas, especially for dug wells (14,3% vs 8,6%). Critical environmental determinants included septic tanks located less than 10 meters from the water source and the absence of physical protection. These findings contribute to evidence-based policymaking and the development of safe drinking water systems, and are relevant to achieving the SDGs target 6.1.1 and enhancing national programs such as STBM (Community-Based Total Sanitation) and PAMSIMAS (Community-Based Drinking Water and Sanitation Program).

Keywords: Contamination Risk, Drinking Water Safety, Environmental Factors, Water Supply Facilities

1. PENDAHULUAN

Air minum yang aman merupakan kebutuhan mendasar bagi keberlangsungan makhluk hidup manusia dan juga bagi kesehatan masyarakat. Fungsi air selain untuk fisiologis tubuh, akses terhadap

air bersih juga dapat memengaruhi kualitas hidup manusia, termasuk dalam aktivitas rumah tangga dan juga sektor produktif seperti pertanian. Menurut WHO (2021), sekitar 2,2 miliar orang di dunia masih mengonsumsi air yang terkontaminasi dan dapat meningkatkan risiko penyakit infeksi seperti diare, kolera, dan hepatitis A. Untuk mengatasi hal tersebut, tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) telah menetapkan target tepatnya pada poin 6.1, yaitu menjamin akses universal terhadap air minum yang aman dan terjangkau pada tahun 2030. Air yang terkontaminasi dapat menjadi vektor utama bagi penyakit – penyakit yang berbasis dari lingkungan. Secara tidak langsung hal tersebut dapat mempengaruhi angka kesakitan dan tingkat produktivitas masyarakat, oleh karena itu, keberlanjutan sistem penyediaan air minum sangat perlu dipahami sebagai bagian integral dari upaya peningkatan derajat kesehatan masyarakat (Irianto et al., 2020).

Tantangan Indonesia dalam pemenuhan akses air minum aman masih cukup besar, berdasarkan data dari Riskesdas tahun 2018 sekitar 72% rumah tangga memiliki akses terhadap air minum yang layak. Namun, hanya sebagian kecil yang dapat memenuhi standar kualitas kesehatan. Tantangan utama terutama dihadapi wilayah pedesaan, di mana sarana air minum rumah tangga sering kali tidak dilengkapi perlindungan yang memadai, infrastruktur terbatas, serta rentan terhadap pencemaran lingkungan sekitar (Djana, 2023). Faktor geografis dan kondisi sanitasi yang kurang optimal turut memperparah keadaan ini. Di sisi lain pemerintah telah berkomitmen untuk meningkatkan akses air minum yang layak dan aman sebesar 93% di seluruh Indonesia, namun meski begitu realita pada lapangan masih terdapat ketimpangan antar wilayah. Ketimpangan ini menunjukkan secara jelas bahwa indikator akses secara kuantitatif masih belum mencerminkan keberlanjutan dari komitmen tersebut. Beberapa wilayah dengan cakupan yang tinggi masih menghadapi risiko pencemaran akibat rendahnya kualitas pengelolaan pada sumber air. Hal ini menegaskan perlu adanya pendekatan yang berbasis risiko dalam mengevaluasi layanan air minum (Bitty et al., 2024).

Sebagai bentuk komitmen dan tanggung jawab terkait hak asasi manusia terhadap akses dan kebutuhan air, pemerintah Indonesia mengadopsi prinsip dalam *International Covenant on Economic, Social, and Cultural Rights (ICESCR)* yang diimplementasikan dalam Undang – Undang No.17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air. Selain itu juga untuk menjaga dan mempertahankan kualitas air yang akan diterima oleh masyarakat pemerintah menerbitkan Permenkes No.2 Tahun 2023 tentang parameter kualitas air minum baik dari segi mikrobiologis, fisik, dan kimia. Realita dalam penerapan peraturan tersebut masih terdapat hambatan seperti keterbatasan infrastruktur, pengawasan, serta edukasi pada masyarakat (Rohmawati & Kustomo, 2020). Kesenjangan antar wilayah dalam penerapan regulasi ini mencerminkan lemahnya integrasi antara kebijakan dengan realita di lapangan. Selain itu juga mekanisme monitoring yang dilakukan pemerintah masih belum merata pada seluruh penjurur negeri (Jannah & Muchlisoh, 2021). Hal tersebut menjadi tantangan tersendiri dalam memastikan bahwa pemerintah memegang teguh prinsip hak atas air benar – benar dapat diwujudkan secara adil dan merata.

Beberapa studi terdahulu menyoroti adanya kontaminasi mikrobiologis pada beberapa Sarana Air Minum seperti pada sumur gali dan sumber mata air akibat berdekatan dengan septic tank, tidak adanya pelindung, serta adanya indikasi pencemaran limbah domestik. Penelitian yang dilakukan oleh (Sitorus et al., 2024) menunjukkan bahwa terdapat kontaminasi *E.coli* sebagai indikator pencemaran air sangat dipengaruhi oleh adanya faktor lingkungan dan sanitasi, khususnya pada daerah dengan berbagai jenis sarana air minum di daerah Tlogosari Wetan. Sementara itu penelitian lain yang dilakukan oleh (Bagordo et al., 2024) melalui tinjauan sistematis juga mengidentifikasi bahwa terdapat variabel lingkungan yang menjadi determinan utama dalam pencemaran air tanah, khususnya terjadi pada air sumur dan sumber mata air. Kedua studi terdahulu tersebut memberikan gambaran penting terkait faktor risiko, namun masih terbatas pada pendekatan wilayah tertentu saja. Sampai saat ini masih belum banyak penelitian yang mengkaji secara menyeluruh terkait distribusi risiko pencemaran berdasarkan jenis Sarana Air Minum (SAM) dan wilayah administratif secara nasional dengan pendekatan berbasis data sekunder seperti Inspeksi Kesehatan Lingkungan (Udin et al., 2024).

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat risiko pencemaran Sarana Air Minum di Indonesia berdasarkan dengan jenis sumber dan wilayah (perkotaan dan pedesaan), serta mengevaluasi kontributor faktor lingkungan terhadap risiko tersebut. Temuan dari

penelitian ini diharapkan dapat memperkuat basis bukti untuk pengambilan kebijakan penyediaan air minum yang aman dan mendukung dalam pencapaian target internasional.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif dengan desain yang digunakan yakni desain *Cross-sectional* yang menggunakan data sekunder dari hasil Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL). Teknik pengambilan data dengan total cakupan 25.000 rumah tangga yang tersebar di 34 provinsi di blok sensus SUSENAS pada bulan maret 2020. Teknik pemilihan sampel yang digunakan adalah *Stratified Purposive Sampling*, dengan mempertimbangkan keberagaman jenis Sarana Air Minum (SAM) dan representasi wilayah perkotaan dan pedesaan. Pengumpulan data dilakukan dengan 3 metode utama seperti observasi langsung terhadap kondisi fisik sarana air minum, inspeksi lingkungan sekitar sumber air, serta wawancara dengan beberapa penghuni rumah tangga. Adapun beberapa variabel yang diamati dalam Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL) adalah jarak antara sumber air dan tangki septic tank, keberadaan pelindung fisik pada sumber air, tanda – tanda kontaminasi dari limbah domestik, keberadaan genangan air di sekitar sumber, dan kebersihan serta konstruksi fisik sarana air. Setiap variabel yang dinilai telah didasarkan pada indikator standar Permenkes No.2 Tahun 2023 dan WHO *Guidelines for Drinking Water Quality* Tahun 2022 yang nilai akhirnya diklasifikasikan menjadi 3 tingkat risiko pencemaran yakni risiko rendah, risiko sedang, dan risiko tinggi. Penilaian dilakukan pada 2 titik sumber air yakni pada sarana air minum dan air siap minum. Data yang digunakan mengacu pada sumber data terbuka pemerintah dan tidak melibatkan intervensi langsung terhadap responden

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan ditemukan tingkat risiko pencemaran pada Sarana Air Minum (SAM) di Indonesia berdasarkan data hasil Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL) pada tahun 2020 menunjukkan adanya variasi yang terjadi pada antar jenis Sarana Air Minum (SAM) sebagai berikut.

Tabel 1. Proporsi Rumah Tangga Berdasarkan Tingkat Risiko Pencemaran Pada Berbagai Jenis Sarana Air Minum di Indonesia (2020)

Jenis Sarana Air Minum (SAM)	Risiko Rendah (%)	Risiko Sedang (%)	Risiko Tinggi (%)
Air Ledeng/Perpipaan	96,7	3,3	0
Hydran Umum/Terminal Air	69,3	30,7	0
Sumur Bor/Pompa	79,0	17,4	3,6
Sumur Gali	54,4	30,8	11,9
Mata Air	59,1	31,0	9,9
Penampungan Air Hujan	56,7	32,8	9,4

Tabel 1 diatas, menunjukkan bahwa air ledeng atau perpipaan merupakan jenis sarana air minum (SAM) dengan proporsi risiko pencemaran paling rendah yaitu 96,7%. Hal ini mencerminkan bahwa sistem perpipaan di Indonesia yang dikelola secara terpusat oleh pemerintah Indonesia telah memiliki perlindungan fisik yang baik dari proses pengolahan air yang sesuai dengan standar hingga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kontaminasi silang dari lingkungan sekitar. Tingkat keamanan tersebut menunjukkan air pipa telah memenuhi standar dan indikator kesehatan lingkungan yang diatur dalam Permenkes No.2 Tahun 2023 dan juga WHO *Guidelines for Drinking Water Quality tahun (2022)*. Sebaliknya, pada sumur gali menunjukkan proporsi risiko pencemaran tinggi yang tertinggi sebesar 11,9% diikuti dengan penampungan air hujan 9,4%, dan mata air 9,9%. Ketiga jenis SAM tersebut tidak memiliki sistem pengolahan air, seperti ditemukannya tempat SAM berdekatan dengan septic tank, tidak adanya pelindung fisik, serta adanya potensi pencemaran dari adanya limbah domestik yang dihasilkan. Temuan pada tabel 1 menunjukkan masih diperlukan peran pemerintah untuk mempertegas pentingnya prioritas terhadap pengelolaan risiko pada jenis Sarana Air Minum (SAM) yang tidak terlindungi ataupun belum memenuhi standar teknis yang telah ditetapkan.

Tabel 2. Perbandingan Tingkat Risiko Pencemaran Sarana Air Minum Berdasarkan Wilayah Perkotaan dan Pedesaan di Indonesia (2020)

Jenis Sarana Air Minum (SAM)	Wilayah	Risiko Rendah (%)	Risiko Sedang (%)	Risiko Tinggi (%)
Air Ledeng/Perpipaan	Perkotaan	97,5	2,5	0
	Pedesaan	95,3	4,7	0
Hydran Umum/Terminal Air	Perkotaan	96,0	4,0	0
	Pedesaan	56,6	43,4	0
Sumur Bor/Pompa	Perkotaan	83,2	13,6	3,2
	Pedesaan	74,3	21,7	4,1
Sumur Gali	Perkotaan	61,8	26,7	8,6
	Pedesaan	48,9	33,8	14,3
Mata Air	Perkotaan	66,9	23,3	9,9
	Pedesaan	57,6	32,5	9,9
Penampungan Air Hujan	Perkotaan	53,4	40,3	6,3
	Pedesaan	57,9	30,0	10,5

Tabel 2 menunjukkan adanya ketimpangan yang cukup mencolok dalam tingkat risiko pencemaran Sarana Air Minum (SAM) antara wilayah perkotaan dengan wilayah pedesaan yang ada di Indonesia. Secara umum, wilayah perkotaan telah memiliki proporsi risiko rendah yang lebih tinggi pada hampir semua jenis Sarana Air Minum (SAM). Contohnya, pada air ledeng/perpipaan, risiko rendah mencapai angka 97,5% untuk daerah perkotaan dibandingkan dengan 95,3% di wilayah pedesaan. Perbedaan yang relatif kecil tersebut tetap mengindikasikan adanya keterbatasan kualitas infrastruktur di wilayah pedesaan yang berdampak juga pada peningkatan risiko sedang (4,7%) dibandingkan dengan wilayah perkotaan (2,5%). Kesenjangan yang lebih tajam dapat dilihat pada penggunaan hidran umum dimana hanya 56,6% rumah tangga di pedesaan yang memiliki risiko rendah, hal tersebut sangat jauh di bawah angka 96% di wilayah perkotaan. Bahkan ditemukannya risiko sedang pada sarana ini mencapai 43,4% di wilayah pedesaan menunjukkan adanya perbedaan kualitas dan fasilitas publik terhadap air minum yang dipengaruhi oleh lokasi geografis serta kapasitas pengelolaan daerah yang cukup rendah.

Temuan lain seperti pada sumber air yang tidak terlindungi (sumur gali) terdapat perbedaan yang signifikan dalam risiko tinggi antara pedesaan dan perkotaan yakni 14,3% vs 8,6%. tingginya tingkat risiko pada jenis sarana air minum tersebut dapat dikatakan adanya keterkaitan dengan sumber pencemar seperti septic tank, keterbatasan sanitasi, dan kurangnya pelindung fisik yang secara umum lebih sulit dikendalikan di wilayah rural. Adanya temuan pada tabel 2 menunjukkan bahwa wilayah pedesaan cenderung lebih rentan terhadap kontaminasi air minum. Tidak hanya terkait permasalahan kondisi geografisnya, namun juga akibat keterbatasan sistemik dan penyediaan dan pengawasan terhadap fasilitas air (Subekti et al., 2022)

Tabel 3. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Risiko Pencemaran Sarana Air Minum (SAM) di Indonesia (2020)

Faktor Lingkungan	Air Ledeng/Perpipaan (%)	Sumur Bor (%)	Sumur Gali (%)	Mata Air (%)	Penampungan Air hujan (%)
Jarak ke septic tank < 10 meter	5,4	24,3	46,7	38,2	15,8
Tidak ada Pelindung pada sumber air	1,2	17,6	52,1	47,3	33,6
Pencemaran dari limbah domestik pada sekitar sumber	3,5	19,8	43,5	39,7	22,4
Kontaminasi oleh sampah	2,1	13,7	41,3	35,2	18,5
Genangan air di sekitar sumber	4,3	22,6	48,9	42,5	29,1

Tabel 3 menunjukkan bahwa adanya berbagai faktor lingkungan yang berperan cukup besar dalam menentukan tingkat risiko pencemaran pada masing – masing jenis Sarana Air Minum (SAM) di Indonesia. Tingkat risiko tertinggi ditemukan secara konsisten pada jenis sarana sumur gali dan mata air, dimana kedua sarana air tersebut menunjukkan adanya paparan yang signifikan terhadap semua indikator lingkungan yang negatif. Beberapa faktor seperti jarak septic tank <10 meter yang merupakan determinan yang paling kritis, dengan proporsi tertinggi pada sumur gali sebesar 46,7% dan mata air sebesar 38,2%. hal tersebut mengindikasikan kurangnya penerapan prinsip jarak aman antara sumber air dan sumber pencemar yang dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi mikrobiologis seperti bakteri *E.coli* atau patogen yang ada di tinja lainnya (Zora et al., 2022). Berbanding terbalik dengan sarana air ledeng yang menunjukkan angka yang lebih rendah (5,4%) ini memperkuat terkait keunggulan sistem perpipaan yang terstandar dengan meminimalkan paparan risiko dari lingkungan. Tidak adanya pelindung pada sumber air turut menjadi kontribusi utama perihal pencemaran. 52,1% pada sumur gali dan 47,3% pada sarana sumber mata air tidak mempunyai pelindung fisik. Hal ini mencerminkan bahwa konstruksi sumber air pada banak wilayah masih belum memenuhi standar teknis minimum untuk pencegahan kontaminasi, terutama pada limpasan permukaan dan hewan.

Secara keseluruhan temuan pada tabel 3 menunjukkan bahwa diperlukan penguatan aspek fisik dan sanitasi lingkungan pada sumber air non-perpipaan perlu menjadi fokus utama pemerintah dalam merumuskan kebijakan terkait air minum aman di seluruh penjuru negeri, terutama pada wilayah yang masih terdapat sumur gali, sumber mata air, ataupun penampungan air hujan perlu mendapat perhatian lebih.

Berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023, yang mengatur bahwa air minum harus bebas dari kontaminasi mikrobiologis, kimia, dan fisik, air ledeng/perpipaan memiliki proporsi risiko yang sangat rendah, jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa air ledeng/perpipaan lebih sesuai dengan standar air minum aman yang telah ditetapkan dalam regulasi pemerintah. Namun, pada jenis sarana air minum seperti sumur gali dan penampungan air hujan, yang memiliki proporsi risiko cukup tinggi, menunjukkan bahwa sumber air ini sangat rentan terhadap kontaminasi mikrobiologis dan kimia dari lingkungan sekitarnya. Faktor-faktor lingkungan, seperti jarak septic tank yang kurang dari 10 meter pada sumur gali dan penampungan air hujan, menjadi salah satu penyebab utama risiko pencemaran oleh patogen bakteri, seperti *Escherichia coli* (Unggul et al., 2023).

Hasil penelitian ini sejalan dengan riset yang dilakukan oleh (Kemenkes, 2023) menunjukkan bahwa sumur gali dan mata air di wilayah pedesaan memiliki risiko kontaminasi tinggi akibat kurangnya pengelolaan lingkungan sekitar sumber air. Penelitian lain yang dilakukan (Suryani et al., 2022) menunjukkan bahwa sumur gali di wilayah pedesaan memiliki proporsi kontaminasi mikrobiologis yang mencapai 40% di wilayah dengan sanitasi yang buruk. Hasil pada penelitian ini memiliki implikasi yang sangat penting untuk perbaikan Sarana Air Minum (SAM) di Indonesia, khususnya dalam mencapai target SDGs 6.1.1. Pada tabel 3 diatas, menunjukkan bahwa pentingnya peningkatan infrastruktur sarana air minum, terutama pada jenis sarana sumur gali, mata air dan penampungan air hujan yang memiliki paparan tinggi terhadap faktor risiko lingkungan, sangat penting. Oleh karena itu, pemasangan filter pada penampungan air hujan dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi risiko pencemaran (Ibal & Abubakar, 2023).

Namun demikian, hasil penelitian ini masih belum sepenuhnya mengelaborasi hubungan struktural antara faktor lingkungan dengan arah kebijakan penyediaan air minum di Indonesia. Berbagai faktor yang ditemukan seperti jarak septic tank yang kurang dari 10 meter, ketiadaan pelindung fisik pada sumber air, serta adanya kontaminasi limbah domestik, terbukti memiliki kontribusi signifikan terhadap peningkatan risiko pencemaran, terutama pada sarana non-perpipaan seperti sumur gali dan mata air. Meskipun pemerintah telah menerbitkan Permenkes No.2 Tahun 2023 yang menetapkan parameter kualitas air minum dari aspek mikrobiologis, fisik, dan kimia penerapannya masih ada kendala yang sering ditemukan. Khususnya dalam segi pengawasan dan edukasi kepada masyarakat di wilayah pedesaan. Oleh karena itu, penting adanya penguatan regulasi disertai pendekatan yang berbasis risiko dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan lokal guna menjembatani kesenjangan antara kebijakan dengan realita operasional dilapangan.

Adapun urgensi dalam temuan ini semakin penting dalam konteks untuk mencapai Sustainable Development Goals (SDGs) 6.1.1 yaitu, memastikan akses universal dan merata terhadap air minum yang aman dan terjangkau tahun 2030. perlu adanya integrasi antara sistem pemerintahan terkait pemantauan risiko pencemaran air minum dengan program pemerintah seperti Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) dan PAMSIMAS menjadi sangat amat krusial. Dengan penjelasan studi pendahuluan yang dilakukan oleh (Satriani et al., 2022) menegaskan bahwa pendekatan berbasis bukti dan kolaborasi lintas sektor sangat diperlukan dalam penguatan sistem pengelolaan air di Indonesia, mengingat saat ini sistem WASH nasional kita masih bersifat berkelanjutan. Oleh karena itu hasil pada penelitian ini memberikan dasar empiris terkait pentingnya perumusan kebijakan air minum yang lebih adaptif terhadap tantangan lingkungan, serta mendukung implementasi prinsip hak atas air secara adil dan merata.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa tingkat risiko pencemaran sarana air minum rumah tangga di Indonesia sangat bervariasi berdasarkan jenis sumber air dan wilayah. Air ledeng/perpipaan menunjukkan keamanan tertinggi dengan proporsi risiko rendah sebesar 96,7%, sementara sumur gali dan penampungan air hujan cenderung memiliki proporsi risiko tinggi, terutama di wilayah pedesaan. Ketimpangan antar wilayah juga tampak terlihat nyata, di mana pedesaan menghadapi risiko pencemaran yang lebih besar akibat dari keterbatasan sanitasi, jarak septic tank yang tidak memenuhi standar, dan minimnya pelindung fisik pada sumber air. Temuan ini memiliki implikasi yang penting terhadap kebijakan pengelolaan air minum nasional. Diperlukan intervensi berbasis risiko yang mempertimbangkan faktor lingkungan lokal dalam merancang kebijakan air minum aman, serta penguatan integrasi program seperti STBM dan PAMSIMAS serta pengembangan sistem perpipaan pada daerah yang rawan pencemaran. Selain mendukung upaya pencapaian target SDGs 6.1.1 hasil pada penelitian ini dapat dijadikan landasan ilmiah bagi perbaikan tata kelola sanitasi dan infrastruktur air minum yang berkelanjutan dan inklusif.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagordo, F., Brigida, S., Grassi, T., Caputo, M. C., Apollonio, F., De Carlo, L., Savino, A. F., Triggiano, F., Turturro, A. C., De Donno, A., Montagna, M. T., & De Giglio, O. (2024). Factors Influencing Microbial Contamination of Groundwater: A Systematic Review of Field-Scale Studies. *Microorganisms*, 12(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12050913>
- Bitty, S. E., Hendratta, L. A., Thambas, A. H., & Malingkas, G. (2024). Manajemen risiko pada sistem penyediaan air minum (SPAM) perpipaan dengan metode failure mode and effect analysis dan fault tree analysis di Kabupaten Minahasa Utara. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 13(2), 138–147. <https://doi.org/https://doi.org/10.22225/pd.13.2.10108.138-147>
- Djana, M. (2023). Analisis Kualitas Air Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Natar Hajimena Lampung Selatan. *Jurnal Redoks*, 8(1), 81–87. <https://doi.org/10.31851/redoks.v8i1.11853>
- Ibal, L., & Abubakar, E. (2023). Partisipasi Masyarakat dalam Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) Tahun 2022 di Desa Batu Putih Kabupaten Konawe Selatan. *AJAD: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 31–38. <https://doi.org/10.59431/ajad.v3i1.150>
- Irianto, J., Zahra, Hananto, Anwar, A., & Yuniyanto, A. (2020). Studi Kualitas Air Minum Rumah Tangga. In *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*. [https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/4936/1/Laporan SKAM-RT Balitbangkes.pdf](https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/4936/1/Laporan_SKAM-RT_Balitbangkes.pdf)
- Jannah, U., & Muchlisoh, S. (2021). Pembentukan Indeks Ketahanan Air Rumah Tangga Di Indonesia Menurut Lima Aspek Ketahanan Air Un-Water Tahun 2018. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2020(1), 1081–1093. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.596>

- Kemenkes. (2023). *Laporan Tahunan : Pengamanan Kualitas Air Minum Tahun 2022*.
- Rohmawati, Y., & Kustomo, K. (2020). Analisis Kualitas Air pada Reservoir PDAM Kota Semarang Menggunakan Uji Parameter Fisika, Kimia, dan Mikrobiologi, serta Dikombinasikan dengan Analisis Kemometri. *Walisongo Journal of Chemistry*, 3(2), 100. <https://doi.org/10.21580/wjc.v3i2.6603>
- Satriani, S., Ilma, I. S., & Daniel, D. (2022). Trends of Water, Sanitation, and Hygiene (WASH) Research in Indonesia: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph19031617>
- Sitorus, P. N. K., Azzahra, A., Lubis, D. R., Gulo, K. Z., Adila, P., & Siregar, T. A. (2024). Keberadaan Esherichia Coli Pada Berbagai Jenis Air. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(5), 29–32.
- Subekti, S., Prasdiatika, R., Purwaningrum, S. D., Agustin, N. C., & Nizar, F. (2022). Identifikasi Penyediaan Sarana dan Prasarana Kebutuhan Air Minum Kabupaten Jepara. *Merdeka Indonesia Journal International (MIJI)*, 2(1), 1–9.
- Suryani, F., Gustina, E., & Ulfah, M. (2022). Analisis Kualitas Fisik dan Risiko Kontaminasi Terhadap Kandungan Bakteriologis Pada Sumur Gali di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan OKU 2021. *Jurnal Kesehatan Saelmakers PERDANA*, 5(1), 85–96. <https://doi.org/10.32524/jksp.v5i1.393>
- Udin, M., Latief, R., & Nasution, M. A. (2024). Optimalisasi Sistem Distribusi Air Bersih Perpipaian Di Kecamatan Watang Sawitto, Kabupaten Pinrang. *Urban and Regional Studies Journal*, 6(2), 174–180. <https://doi.org/10.35965/ursj.v6i2.4496>
- Unggul, D. B., Ainy, K. N., & Jannah, R. (2023). Profiling the Inequality of School Water, Sanitation, and Hygiene Facilities Among Indonesian Regions Using Cluster Analysis. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(1), 27–36. <https://doi.org/10.20473/jkl.v15i1.2023.27-36>
- Zora, M., Gustina, E., & Ulfah, M. (2022). Analisis Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Akses Air Minum Aman di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan Kabupaten OKU Tahun 2021. *Jurnal Kesehatan Saelmakers PERDANA*, 5(1), 73–84. <https://doi.org/10.32524/jksp.v5i1.392>

Halaman Ini Dikosongkan