

Analisis Kondisi Sanitasi Lingkungan Permukiman Bantaran Sungai Siak dan Kaitannya dengan Kejadian Penyakit Berbasis Lingkungan

Informasi Naskah

Zulmeliza Rasyid¹, Nurvi Susanti², Kemal³, Yusril⁴, Novita Lusiana⁵

Prodi S2 Ilmu Lingkungan
Program Pascasarjana
Universitas Riau, Pekanbaru,
Riau, Indonesia¹

Prodi S1 Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hang Tuah
Pekanbaru, Riau, Indonesia²

Prodi S2 Manajemen Bencana
Program Pascasarjana
Universitas Riau, Pekanbaru,
Riau, Indonesia^{3,4}

Prodi S1 Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hang Tuah
Pekanbaru, Riau, Indonesia⁵

zulmeliza.rasyid@lecturer.unri.ac.id

Abstrak

Kawasan permukiman di tepian sungai memiliki kerentanan tinggi terhadap masalah sanitasi lingkungan. Di sepanjang bantaran Sungai Siak, masih ditemukan berbagai persoalan sanitasi seperti, penggunaan sumber air yang rentan tercemar, keterbatasan akses jamban sehat, sistem pembuangan air limbah (SPAL) yang belum memenuhi syarat, pengelolaan sampah yang belum optimal, kondisi drainase yang kurang memadai, serta perilaku higiene masyarakat yang masih rendah. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan angka kejadian penyakit yang bersumber dari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah kondisi sanitasi lingkungan permukiman bantaran Sungai Siak dan kaitannya dengan kejadian penyakit berbasis lingkungan pada masyarakat setempat. Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional dengan pendekatan kuantitatif. Populasi terjangkau adalah 150 kepala keluarga yang bertempat tinggal di kawasan bantaran Sungai Siak. Teknik pengumpulan data secara proportional random sampling. Variabel yang diteliti mencakup penyediaan air bersih, kepemilikan dan kondisi jamban, SPAL, pengelolaan sampah rumah tangga, kondisi drainase, serta perilaku higiene dan sanitasi lingkungan. Pengumpulan data secara observasi, wawancara menggunakan kuesioner terstruktur, dan dokumentasi, kemudian dianalisis secara univariat dan bivariat dengan uji Chi-Square. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh variabel sanitasi lingkungan memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian penyakit berbasis lingkungan (p value = 0,001). Perilaku higiene dan sanitasi lingkungan (POR = 9,121), pengelolaan sampah (POR = 9,036), SPAL (POR = 8,429), penyediaan air bersih (POR = 8,381), kepemilikan dan kondisi jamban (POR = 7,818), kondisi drainase (POR = 7,304). Hasil ini menegaskan pentingnya peningkatan kualitas sanitasi lingkungan sebagai upaya preventif penyakit dan dasar perumusan kebijakan kesehatan lingkungan di kawasan bantaran Sungai Siak.

Kata Kunci:

Sanitasi Lingkungan, Permukiman Bantaran Sungai, Penyakit Berbasis Lingkungan, Sungai Siak.

Abstract

Settlements situated along riverbanks are highly susceptible to environmental sanitation challenges due to limited basic sanitation facilities, high population density, and intensive community interaction with water bodies. In the Siak Riverbank region, various sanitation problems remain prevalent, including the use of water sources susceptible to contamination, limited access to sanitary latrines, substandard domestic wastewater disposal systems, suboptimal waste management, inadequate drainage, and poor community hygiene behaviors. These conditions have the potential to increase the risk of environmentally-related diseases. This study seeks to examine the environmental sanitation conditions in settlements along the Siak Riverbank and their relationship to the incidence of environmentally-related diseases in the local community. This study used a cross-sectional design with a quantitative approach. The study population comprised all 150 heads of families living along the Siak Riverbank area, using proportional random sampling. Variables assessed included clean water supply, toilet ownership and condition, wastewater drainage, household waste management, drainage conditions, and environmental hygiene and sanitation practices. Data were gathered via direct observation, structured interviews using structured questionnaires, and documentation, then analyzed univariately and bivariately using the Chi-Square test. The results revealed that all sanitation variables were significantly correlated with the incidence of environmentally related diseases (p -value = 0.001). These variables included environmental hygiene and sanitation behavior (POR = 9.121), waste management (POR = 9.036), wastewater drainage (POR = 8.429), clean water supply (POR = 8.381), toilet ownership and condition (POR = 7.818), and drainage conditions (POR = 7.304). These findings underscore the importance of improving environmental sanitation quality as a disease prevention effort and a basis for formulating environmental health policies in the Siak Riverbank area.

Key Word:

Environmental Sanitation, Riverbank Settlements, Environmentally Related Diseases, Siak River.

Information Production:

© 2026 by the authors of this article. This work is licensed under an Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)



PENDAHULUAN

Kualitas sanitasi lingkungan memegang peranan penting dalam menjaga derajat kesehatan masyarakat, terutama dalam mencegah timbulnya penyakit yang berhubungan dengan faktor lingkungan. Sanitasi yang memadai tidak hanya mencakup ketersediaan air minum yang layak dan fasilitas jamban yang sehat, tetapi juga mencakup sistem pembuangan limbah domestik yang aman, penanganan sampah rumah tangga yang tepat, serta penerapan perilaku higiene yang konsisten (WHO, 2024). Berbagai studi telah menunjukkan bahwa peningkatan kualitas sanitasi memberikan kontribusi nyata terhadap penurunan prevalensi diare, infeksi kulit, penyakit cacangan, dan berbagai penyakit menular lainnya (Satriani et al., 2022).

Di tingkat global, sanitasi masih menjadi tantangan kesehatan masyarakat. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mencatat bahwa sekitar 1,4 juta kematian setiap tahun berkaitan dengan buruknya akses terhadap air minum aman, sanitasi, dan higiene, sedangkan lebih dari 564.000 kematian akibat diare setiap tahun terkait dengan kondisi sanitasi yang tidak aman (WHO, 2024). Selain itu, sekitar 69% kematian akibat diare masih dikaitkan dengan kondisi sanitasi dan higiene yang tidak memadai (WHO, 2023). Data terbaru dari WHO dan UNICEF (2025) mengungkapkan bahwa hingga tahun 2024 masih terdapat sekitar 3,4 miliar penduduk dunia yang belum memperoleh layanan sanitasi yang dikelola secara aman dan 2,1 miliar penduduk belum memiliki akses terhadap air minum yang dikelola secara aman (WHO & UNICEF, 2025).

Berbagai penelitian telah mengonfirmasi keterkaitan erat antara sanitasi lingkungan dan penyakit berbasis lingkungan. Intervensi sanitasi berbasis komunitas terbukti efektif menurunkan angka kesakitan diare melalui peningkatan akses air bersih, pengelolaan limbah domestik, dan perubahan perilaku higiene (Meki et al., 2022). Studi yang dilakukan oleh Satriani et al. (2022) juga menegaskan bahwa aspek Water, Sanitation and Hygiene (WASH) berhubungan erat dengan berbagai masalah kesehatan masyarakat di negara berkembang.

Permasalahan sanitasi menjadi semakin kompleks di kawasan bantaran sungai, di mana ketergantungan masyarakat terhadap sumber daya air sangat tinggi. Minimnya sarana sanitasi sering mendorong masyarakat untuk membuang limbah domestik langsung ke sungai sehingga meningkatkan risiko pencemaran dan penyakit berbasis lingkungan (French et al., 2021). Penelitian di kawasan permukiman informal Kota Makassar menunjukkan bahwa rendahnya kualitas sanitasi dan tingginya kontaminasi fekal meningkatkan risiko paparan patogen bagi masyarakat.

Di Indonesia, pertumbuhan permukiman di sepanjang sempadan sungai sering kali tidak diimbangi dengan penyediaan infrastruktur sanitasi yang memadai. Studi di kawasan bantaran Sungai Code mengungkapkan bahwa wilayah tersebut memiliki tingkat risiko sanitasi yang tinggi akibat keterbatasan sarana pengelolaan limbah dan rendahnya kualitas lingkungan permukiman (Musofi, 2024). Hal serupa juga dilaporkan oleh Wahyuni et al. (2021), yang menyatakan bahwa kualitas lingkungan permukiman bantaran sungai sangat dipengaruhi oleh pengelolaan sanitasi, perilaku masyarakat, dan kondisi sosial ekonomi.

Provinsi Riau memiliki Sungai Siak yang menjadi sumber daya penting bagi masyarakat, baik sebagai sumber air, jalur transportasi, maupun penunjang aktivitas ekonomi. Namun, perkembangan permukiman di sepanjang bantaran sungai ini turut meningkatkan tekanan terhadap lingkungan akibat limbah domestik. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa permukiman di sepanjang badan sungai sering menjadi sumber pencemaran organik dan mikrobiologis yang berdampak pada kualitas air dan kesehatan masyarakat (French et al., 2021; Wahyudi et al., 2026).

Kondisi sanitasi di bantaran Sungai Siak dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ketersediaan air bersih, kepemilikan jamban sehat, sistem pembuangan air limbah, pengelolaan sampah, kondisi drainase, dan perilaku higiene masyarakat. Namun, kajian yang secara komprehensif menganalisis hubungan antara faktor-faktor tersebut dengan kejadian penyakit berbasis lingkungan masih tergolong terbatas. Untuk itu, penelitian ini dilakukan guna menganalisis kondisi sanitasi lingkungan permukiman bantaran Sungai Siak dan kaitannya dengan kejadian penyakit berbasis lingkungan pada masyarakat yang bermukim di kawasan tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rancangan observasional analitik tipe cross-sectional. Desain ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi kondisi sanitasi lingkungan dan kejadian penyakit berbasis lingkungan secara simultan serta menganalisis hubungan antara kedua variabel tersebut pada masyarakat yang tinggal di kawasan bantaran Sungai Siak.

Lokasi penelitian berada di sepanjang permukiman bantaran Sungai Siak, Provinsi Riau. Pemilihan lokasi didasarkan pada karakteristik wilayah yang memiliki tingkat interaksi tinggi antara aktivitas masyarakat dan lingkungan sungai serta masih menghadapi berbagai permasalahan sanitasi lingkungan. Populasi penelitian adalah seluruh kepala keluarga atau anggota rumah tangga yang menetap di kawasan tersebut,

dengan jumlah total 150 kepala keluarga sebagai unit analisis. Teknik pengambilan sampel dilakukan menggunakan proportional random sampling. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kejadian penyakit berbasis lingkungan yang mencakup diare, ISPA, dan penyakit kulit. Data diperoleh melalui wawancara menggunakan kuesioner terstruktur dan dikonfirmasi berdasarkan catatan kesehatan keluarga apabila tersedia. Variabel bebas terdiri dari komponen sanitasi lingkungan permukiman, yaitu: Penyediaan air bersih, Kepemilikan dan kondisi jamban keluarga, Sistem pembuangan air limbah (SPAL), Pengelolaan sampah rumah tangga, Kondisi drainase lingkungan, Perilaku higiene dan sanitasi lingkungan. Pengumpulan data primer dilakukan melalui wawancara langsung dan observasi kondisi fisik sarana sanitasi dengan menggunakan lembar checklist. Observasi dilakukan untuk menilai kondisi fisik sarana sanitasi seperti sumber air bersih, jamban keluarga, SPAL, tempat penampungan sampah, dan kondisi drainase. Data yang terkumpul kemudian melalui tahapan editing, coding, entry, dan cleaning sebelum dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik. Analisis data terdiri dari dua tahap: analisis univariat untuk mendeskripsikan karakteristik responden, kondisi sanitasi lingkungan, dan distribusi kejadian penyakit berbasis lingkungan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi, persentase, nilai rata-rata, dan standar deviasi. Serta analisis bivariat untuk menguji hubungan antara masing-masing variabel sanitasi lingkungan dengan kejadian penyakit berbasis lingkungan menggunakan uji Chi-Square pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Analisis Univariat

Tabel 1 Distribusi Frekuensi Variabel dependen dan Independen

No	Variabel	Kategori	Frekuensi	Persentase
1	Penyakit Berbasis Lingkungan	Ada	85	56,7
		Tidak Ada	65	43,3
2	Pengelolaan Sampah	Kurang Baik	90	60,0
		Baik	60	40,0
3	SPAL	TMS	91	61,7
		MS	59	39,3
4	Perilaku Higiene dan Sanitasi Lingkungan	Kurang Baik	92	61,3
		Baik	58	38,7
5	Penyediaan Air Bersih	TMS	89	59,3
		MS	61	40,7
6	Kepemilikan dan Kondisi Jamban	TMS	90	60,0
		MS	60	40,0
7	Kondisi Drainase	Kurang Baik	91	60,7
		Baik	59	39,3

Berdasarkan Tabel 1, mayoritas responden mengalami penyakit berbasis lingkungan sebesar (56,7%), pengelolaan sampah yang kurang baik (60,0 %), SPAL yang tidak memenuhi syarat (61,7%), Perilaku Higiene dan Sanitasi Lingkungan yang kurang baik (61,3%), Penyediaan air bersih yang tidak memenuhi syarat (59,3%), Kepemilikan dan kondisi jamban yang tidak memenuhi syarat (60,0%) serta kondisi drainase yang kurang baik (60,7 %).

Analisis Bivariat

Tabel 2 Hubungan Pengelolaan Sampah, SPAL, Perilaku Higiene dan Sanitasi Lingkungan, Penyediaan Air Bersih, Kepemilikan dan Kondisi Jamban, Kondisi Drainase dengan Penyakit Berbasis Lingkungan

Pengelolaan Sampah	Penyakit Berbasis Lingkungan						P Value	POR 95%	CI	
	Ada				Tidak Ada					Total
	n	%	n	%	n	%				
Kurang Baik	69	76,7	21	23,3	90	100	0,001	9,036	(4,258-19,173)	
Baik	16	26,7	44	73,3	60	100				
SPAL	n	%	n	%	n	%				
TMS	69	75,8	22	24,2	91	100	0,001	8,429	(3,989-17,811)	
MS	16	27,1	43	72,9	59	100				
Perilaku Higiene dan	n	%	n	%	n	%	0,001	9,121		

Sanitasi Lingkungan								
Kurang Baik	70	76,1	22	23,9	92	100		(4,273-19,469)
Baik	15	25,9	43	74,1	58	100		
Penyediaan Air Bersih	n	%	n	%	n	%	0,001	8,381
TMS	68	76,4	21	23,6	89	100		(3,985-17,626)
MS	17	27,9	44	74,1	61	100		
Kepemilikan dan Kondisi Jamban	n	%	n	%	n	%	0,001	7,818
TMS	68	75,6	22	24,4	90	100		(3,733-16,373)
MS	17	28,3	43	71,7	60	100		
Kondisi Drainase	n	%	n	%	n	%	0,001	7,304
Kurang Baik	68	74,7	23	25,3	91	100		(3,501-15,241)
Baik	17	28,8	42	71,2	59	100		

Tabel 2 menunjukkan bahwa seluruh variabel sanitasi lingkungan memiliki hubungan yang signifikan dengan penyakit berbasis lingkungan ($p = 0,001$). Responden dengan pengelolaan sampah kurang baik memiliki peluang 9,036 kali lebih besar untuk mengalami penyakit berbasis lingkungan dibandingkan yang mengelola sampah dengan baik. Responden dengan SPAL tidak memenuhi syarat memiliki peluang 8,429 kali lebih besar mengalami penyakit berbasis lingkungan dibandingkan responden dengan SPAL yang memenuhi syarat. Responden dengan perilaku higiene dan sanitasi lingkungan yang kurang baik memiliki peluang 9,121 kali lebih besar untuk mengalami penyakit berbasis lingkungan dibandingkan responden dengan perilaku higiene dan sanitasi lingkungan yang baik. Responden yang memiliki sarana air bersih tidak memenuhi syarat berpeluang 8,381 kali lebih besar mengalami penyakit berbasis lingkungan dibandingkan responden yang memiliki sarana air bersih memenuhi syarat. Responden yang memiliki jamban tidak memenuhi syarat berpeluang 7,818 kali lebih besar dibandingkan responden yang memiliki jamban memenuhi syarat. Responden dengan drainase kurang baik berpeluang 7,304 kali lebih besar mengalami penyakit berbasis lingkungan dibandingkan responden dengan drainase baik. Secara keseluruhan, seluruh variabel sanitasi lingkungan memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian penyakit berbasis lingkungan. Berdasarkan nilai POR, faktor yang memiliki kekuatan asosiasi terbesar adalah perilaku higiene dan sanitasi lingkungan ($POR=9,121$), diikuti pengelolaan sampah ($POR=9,036$), SPAL ($POR=8,429$), penyediaan air bersih ($POR=8,381$), kepemilikan dan kondisi jamban ($POR=7,818$), serta kondisi drainase ($POR=7,304$).

Pembahasan

Hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa seluruh komponen sanitasi lingkungan yang diteliti memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian penyakit berbasis lingkungan ($p=0,001$). Keenam variabel yang dianalisis terbukti berperan sebagai faktor risiko yang memengaruhi kesehatan masyarakat pada kawasan bantaran Sungai Siak. Penyakit berbasis lingkungan yang paling banyak ditemukan adalah ISPA, penyakit kulit, dan diare, yang secara umum berkaitan erat dengan buruknya kondisi sanitasi dan higiene.

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat krusial bagi kehidupan manusia. Namun, di kawasan bantaran sungai, akses terhadap air bersih yang aman sering kali menjadi tantangan. Air yang terkontaminasi oleh mikroorganisme patogen dapat menjadi media penularan berbagai penyakit seperti diare, penyakit kulit, dan infeksi saluran pencernaan. Temuan ini sejalan dengan laporan WHO (2024) yang menyatakan bahwa akses terhadap air minum aman merupakan salah satu intervensi paling efektif dalam menurunkan beban penyakit akibat faktor lingkungan, serta penelitian Daniel et al. (2021) yang menemukan bahwa keterbatasan akses air bersih berhubungan dengan meningkatnya risiko gangguan kesehatan pada masyarakat rentan.

Jamban sehat berfungsi sebagai sarana pembuangan tinja yang aman sehingga mencegah kontaminasi lingkungan oleh patogen fekal. Responden yang memiliki jamban tidak memenuhi syarat berpeluang hampir delapan kali lebih besar mengalami penyakit berbasis lingkungan dibandingkan responden yang memiliki jamban sehat. Jamban yang tidak layak dapat mencemari tanah dan sumber air oleh mikroorganisme patogen sehingga meningkatkan risiko penularan penyakit melalui jalur fekal-oral. Temuan ini mendukung laporan

WHO dan UNICEF (2025) yang menegaskan bahwa akses terhadap sanitasi aman berkontribusi signifikan dalam menurunkan kejadian diare dan penyakit infeksi lainnya.

Air limbah domestik yang tidak dikelola dengan baik dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan yang serius. Pembuangan limbah secara terbuka tidak hanya menurunkan kualitas air tetapi juga menciptakan kondisi yang mendukung perkembangan vektor penyakit, menurunkan kualitas air, serta menciptakan habitat yang mendukung perkembangan mikroorganisme patogen dan vektor penyakit. Hasil penelitian ini sejalan dengan French et al. (2021) yang melaporkan bahwa buruknya pengelolaan limbah domestik meningkatkan kontaminasi fekal lingkungan dan risiko paparan patogen pada masyarakat.

Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menjadi tempat berkembang biaknya lalat, kecoa, dan tikus. Pengelolaan sampah rumah tangga merupakan salah satu faktor yang memiliki asosiasi kuat terhadap kejadian penyakit berbasis lingkungan. Sampah yang tidak dikelola dengan benar dapat menjadi tempat berkembang biaknya lalat, kecoa, dan tikus yang berperan sebagai vektor penyakit. Selain itu, pembusukan sampah dapat menurunkan kualitas lingkungan dan meningkatkan risiko gangguan kesehatan masyarakat.

Drainase yang tidak berfungsi baik dapat menyebabkan genangan air yang meningkatkan kelembaban lingkungan dan menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk. Drainase yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan genangan air, meningkatkan kelembaban lingkungan, serta menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit. Kondisi ini dapat memperburuk kualitas sanitasi lingkungan dan meningkatkan risiko terjadinya penyakit berbasis lingkungan.

Perilaku higiene merupakan faktor yang memiliki kekuatan asosiasi terbesar dalam penelitian ini (POR = 9,121). Responden dengan perilaku higiene yang kurang baik memiliki peluang lebih dari sembilan kali mengalami penyakit berbasis lingkungan dibandingkan responden yang memiliki perilaku higiene baik. Praktik sederhana seperti mencuci tangan dengan sabun, mengolah air minum dengan aman, penggunaan jamban, dan kebersihan lingkungan merupakan faktor penting dalam memutus rantai penularan penyakit. Temuan ini sejalan dengan WHO (2024) dan Satriani et al. (2022) yang menyatakan bahwa praktik higiene yang baik merupakan komponen utama program Water, Sanitation and Hygiene (WASH) dalam menurunkan risiko penyakit menular. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa penyakit berbasis lingkungan di bantaran Sungai Siak merupakan hasil interaksi multifaktorial dari berbagai komponen sanitasi. Perilaku higiene dan sanitasi lingkungan, pengelolaan sampah, SPAL, penyediaan air bersih, kepemilikan jamban, dan kondisi drainase terbukti berperan sebagai faktor risiko yang kuat. Oleh karena itu, upaya pengendalian penyakit tidak dapat dilakukan secara parsial, melainkan harus terintegrasi melalui peningkatan akses sanitasi dasar, perbaikan infrastruktur lingkungan, penguatan program edukasi kesehatan, serta pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sanitasi lingkungan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kondisi sanitasi lingkungan di permukiman bantaran Sungai Siak yang meliputi penyediaan air bersih, kepemilikan jamban, SPAL, pengelolaan sampah, drainase, dan perilaku higiene terbukti memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian penyakit berbasis lingkungan. Temuan ini memberikan implikasi strategis bagi pemerintah daerah untuk segera mengintegrasikan kebijakan penataan kawasan kumuh dengan pembangunan infrastruktur sanitasi komunal, serta mendorong masyarakat untuk mengadopsi budaya hidup bersih melalui kelompok swadaya. Sebagai langkah adaptif ke depan, direkomendasikan pelaksanaan edukasi PHBS yang masif, uji laboratorium kuantitatif terhadap kontaminasi bakteriologis air, serta penelitian lanjutan berbasis analisis spasial (GIS) untuk memetakan titik rawan penyakit di sepanjang aliran sungai.

REFERENSI

- Daniel, D., Djohan, D., Machairas, I., Hadi, S., & Spillmann, M. (2021). Financial, institutional, environmental, technical, and social (FIETS) aspects of water, sanitation, and hygiene conditions in indigenous-rural Indonesia. *BMC Public Health*, 21, Article 1723. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11800-x>
- Ferronato, N., & Torretta, V. (2022). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), Article 1214. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031214>
- French, M. A., Barker, S. F., Taruc, R. R., Simpson, J. A., Sukarma, R., & Leder, K. (2021). A planetary health model for reducing exposure to faecal contamination in urban informal settlements: Baseline findings from Makassar, Indonesia. *Environment International*, 155, Article 106679. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106679>

- Musofi, S. A. (2024). Kajian risiko sanitasi lingkungan permukiman di sempadan Sungai Code Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Paradigma*, 5(1), 12–25.
- 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), Article 1617. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031617>
- Wahyuni, I. A. M., Weni, I. M., Hariyanto, T., & Sedyowati, L. (2021). Community enhancement of the environmental quality of riverbank settlements: A case study of Tridi Kampong, Indonesia. *Journal of Water and Land Development*, 49, 204–212. <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.137114>
- Wolf, J., Johnston, R., Ambelu, A., Arnold, B. F., Brauer, M., Cairncross, S., Cumming, O., Fletcher, L., Freeman, M. C., Ghosh, S., Hunter, P. R., Jeandron, A., Kathua, S., Mapulanga, S., Nygren, B., Overbo, A., Prüss-Ustün, A., Rayner, J., Risi, L., ... Boisson, S. (2023). Burden of disease attributable to unsafe drinking water, sanitation and hygiene. *The Lancet Global Health*, 11(11), e1694–e1702. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(23\)00414-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(23)00414-7)
- World Health Organization. (2024). *Sanitation fact sheet*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- World Health Organization, & UNICEF. (2025). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2024*. World Health Organization & UNICEF.