

Analisis Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali di Permukiman Sekitar TPA Antang Kota Makassar

Ronny Muntu^{1*}, Brigita Riskya Yakob², Nurfitriani Azizah³

¹Program Studi Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

²Program Studi Sanitasi Lingkungan, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Makassar, Indonesia

³Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Indonesia

*Corresponding author: ronnyunsulbar@gmail.com, nurfitrianiazizah00@gmail.com



©2026. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Info Artikel: Diterima 05 Desember 2025 ; Direvisi 21 Juli 2026 ; Disetujui 20 Juli 2026

Tersedia online : 10 Agustus 2026 ; Diterbitkan secara teratur : Juni 2026



Cara sitasi: Muntu R, Yakob BR, Azizah N. Analisis Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali di Permukiman Sekitar TPA Antang Kota Makassar. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2026 Jun;25(2):213-221. <https://doi.org/10.14710/jkli.80018>.

ABSTRAK

Latar belakang: Air sumur gali masih menjadi sumber utama air bersih bagi masyarakat di sekitar TPA Antang, Makassar. Aktivitas TPA dan permukiman berpotensi mencemari air tanah secara fisik dan kimia. Kadar nitrat, nitrit, dan amoniak yang melebihi baku mutu dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti methemoglobinemia dan gangguan pencernaan. Penelitian ini bertujuan menilai kualitas fisik dan kimia air sumur gali di sekitar TPA Antang.

Metode: Penelitian observasional deskriptif dengan desain cross-sectional dilakukan pada November 2024–Mei 2025 terhadap 12 sumur gali menggunakan teknik total sampling. Parameter yang diperiksa meliputi warna, bau, kekeruhan, nitrat, nitrit, dan amoniak di Laboratorium Kimia Lingkungan Poltekkes Kemenkes Makassar. Hasil dibandingkan dengan Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 dan dianalisis secara univariat.

Hasil: Sebanyak 8 sampel (66,7%) tidak memenuhi standar kualitas air. Sebagian besar sampel memenuhi baku mutu untuk kekeruhan, warna, bau, nitrit, dan amoniak (masing-masing 91,7–100%). Namun, 7 sampel (58,3%) memiliki kadar nitrat melebihi baku mutu.

Simpulan: Secara fisik, kualitas air sumur di sekitar TPA Antang umumnya masih baik, tetapi sebagian besar sampel belum memenuhi standar kualitas air karena tingginya kadar nitrat. Pemantauan kualitas air dan perbaikan sanitasi lingkungan perlu dilakukan secara berkala untuk mencegah penurunan kualitas air tanah.

Kata kunci: Air Sumur Gali, Kualitas Air, TPA Antang, Kualitas Air, Pencemaran Air

ABSTRACT

Title: Analysis of the Physical and Chemical Quality of Dug Well Water in Residential Areas Around the Antang Landfill, Makassar City

Background: Dug well water remains the primary source of clean water for communities living around the Antang Final Disposal Site (TPA Antang) in Makassar. Activities from the landfill and surrounding settlements have the potential to physically and chemically contaminate groundwater. Nitrate, nitrite, and ammonia levels exceeding the permissible standards may cause health problems, such as methemoglobinemia and gastrointestinal disorders. This study aimed to assess the physical and chemical quality of dug well water in the vicinity of TPA Antang.

Method: A descriptive observational study with a cross-sectional design was conducted from November 2024 to May 2025 on 12 dug wells selected using a total sampling technique. The parameters examined included color,

odor, turbidity, nitrate, nitrite, and ammonia, which were analyzed at the Environmental Chemistry Laboratory of the Department of Environmental Health, Poltekkes Kemenkes Makassar. The results were compared with the quality standards established by the Indonesian Ministry of Health Regulation No. 2 of 2023 and analyzed using univariate methods.

Result: A total of 8 samples (66.7%) did not meet the water quality standards. Most samples complied with the standards for turbidity, color, odor, nitrite, and ammonia (91.7–100%). However, 7 samples (58.3%) had nitrate concentrations exceeding the permissible limit.

Conclusion: Physically, the quality of dug well water around TPA Antang was generally acceptable; however, most samples failed to meet the overall water quality standards due to elevated nitrate levels. Regular water quality monitoring and improvements in environmental sanitation are necessary to prevent further deterioration of groundwater quality.

Keywords: Risk Analysis, Water Pollution, Physical Pollution, Chemical Pollution

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang berperan penting dalam menjaga kesehatan, mendukung aktivitas ekonomi, dan keberlanjutan kehidupan. Penyediaan air yang memenuhi aspek kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan keterjangkauan menjadi target utama SDGs tujuan ke-6 (Clean Water and Sanitation).¹ Namun, pencemaran air tanah masih menjadi masalah kesehatan lingkungan, terutama di daerah padat penduduk dengan sanitasi yang kurang memadai. WHO dan UNICEF Joint Monitoring Programme (2023) melaporkan bahwa sekitar 2 miliar penduduk dunia masih menggunakan sumber air minum yang terkontaminasi tinja, sehingga meningkatkan risiko penyakit berbasis lingkungan seperti diare, hepatitis, dan infeksi saluran pencernaan.²

Di Indonesia, air tanah masih menjadi sumber utama penyediaan air bersih bagi sebagian besar masyarakat, khususnya melalui penggunaan sumur gali. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2024), masih terdapat rumah tangga yang memanfaatkan air tanah sebagai sumber utama air minum dan kebutuhan domestik sehari-hari.³ Namun, kualitasnya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, kepadatan penduduk, sistem sanitasi, dan sumber pencemar di sekitarnya. Pencemaran yang tidak terkendali dapat menurunkan kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi air tanah sehingga berisiko bagi kesehatan masyarakat.⁴ Permukiman di sekitar Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan kawasan yang rentan mengalami pencemaran akibat rembesan air lindi, limbah domestik, dan kebocoran septic tank. Karena air sumur gali di wilayah tersebut masih digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, pemantauan kualitas air menjadi penting untuk mencegah risiko kesehatan.⁵

Air tanah yang tercemar dapat mengandung berbagai parameter kimia yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan, di antaranya nitrat, nitrit, dan amoniak. Nitrat dan nitrit umumnya berasal dari proses dekomposisi bahan organik maupun limbah domestik yang meresap ke dalam tanah⁶, konsumsi air dengan kadar nitrat dan nitrit melebihi baku mutu dalam jangka panjang diketahui dapat menyebabkan methemoglobinemia (blue baby syndrome) pada bayi, meningkatkan pembentukan senyawa N-nitroso yang bersifat karsinogenik, serta meningkatkan risiko gangguan kesehatan lainnya.⁷ Sementara itu, kadar amoniak yang tinggi dapat menurunkan kualitas air, menyebabkan gangguan saluran pencernaan, serta menjadi indikator adanya pencemaran bahan organik di lingkungan.

Selain bahan kimia, air sumur gali di sekitar TPA juga sering kali tercemar oleh mikroorganisme patogen akibat infiltrasi limbah domestik dan tinja manusia ke dalam lapisan tanah. Studi di TPA Punggoloka Kota Kendari seluruh sampel dari 5 sumur gali warga di radius 300 meter dari lokasi TPA positif mengandung *Escherichia coli*, yang merupakan indikator pencemaran tinja.⁸ Temuan-temuan tersebut memperkuat bukti bahwa daerah sekitar TPA merupakan wilayah yang sangat rentan terhadap degradasi kualitas air tanah, terutama bila tidak terdapat sistem drainase dan pengelolaan air lindi yang baik.

Di Provinsi Sulawesi Selatan, penggunaan air tanah masih cukup tinggi, terutama pada wilayah perkotaan yang belum seluruhnya terlayani jaringan perpipaan. Kota Makassar sebagai kota metropolitan dengan jumlah penduduk yang terus meningkat menghadapi berbagai permasalahan lingkungan, salah satunya adalah pengelolaan sampah dan kualitas sanitasi permukiman. TPA Antang merupakan tempat pemrosesan akhir sampah terbesar di Kota Makassar yang telah beroperasi selama puluhan tahun dan berada berdekatan dengan kawasan permukiman. Sebagian masyarakat di sekitar TPA masih memanfaatkan sumur gali sebagai sumber air bersih sehingga kualitas air tanah di kawasan tersebut perlu mendapat perhatian dari aspek kesehatan lingkungan.⁹ Meskipun telah mengalami beberapa upaya perbaikan manajemen, namun sistem pengolahan air lindinya masih belum optimal. Berdasarkan hasil uji pendahuluan menunjukkan beberapa parameter kualitas air sumur gali di sekitar permukiman TPA Antang ditemukan melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Kualitas Air Minum. Parameter yang melampaui batas tersebut antara lain kekeruhan, warna, nitrit, nitrat, dan amoniak. Temuan ini menunjukkan adanya dugaan kuat bahwa air tanah di wilayah tersebut telah tercemar dan berpotensi membahayakan kesehatan masyarakat yang menggunakannya secara terus-menerus tanpa perlakuan khusus seperti filtrasi atau perebusan.

Pencemaran air sumur gali di sekitar TPA Antang dapat menimbulkan berbagai dampak kesehatan baik secara langsung maupun tidak langsung.¹⁰ Dampak langsung yang dapat terjadi adalah timbulnya penyakit akibat konsumsi air yang tercemar bahan kimia atau mikroba patogen, seperti diare, infeksi saluran pencernaan, gangguan ginjal, serta anemia akibat paparan nitrat tinggi.¹¹ Dampak tidak langsung yang lebih luas adalah menurunnya kualitas hidup masyarakat akibat meningkatnya beban biaya kesehatan dan hilangnya produktivitas akibat penyakit terkait kualitas air.¹²

Survei pendahuluan pada sumur gali di sekitar TPA Antang menunjukkan beberapa parameter, yaitu nitrat, nitrit, dan amoniak, melebihi baku mutu menurut Permenkes RI No. 2 Tahun 2023. Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian air sumur belum memenuhi persyaratan kesehatan dan berpotensi menimbulkan risiko bila digunakan secara terus-menerus. Namun, sumber utama pencemaran belum dapat dipastikan sehingga diperlukan kajian lebih lanjut. Risiko tersebut juga dipengaruhi oleh faktor sosial dan perilaku masyarakat, karena sebagian besar warga masih bergantung pada sumur gali akibat keterbatasan akses PDAM serta rendahnya kebiasaan pengolahan air sebelum digunakan.¹³ Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menilai kualitas fisik dan kimia air sumur gali di sekitar TPA Antang berdasarkan parameter kekeruhan, warna, bau, nitrat, nitrit, dan amoniak serta kesesuaiannya dengan baku mutu Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, sehingga hasilnya dapat menjadi dasar pengawasan kualitas air dan pengelolaan lingkungan permukiman.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan desain observasional deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan rancangan cross-sectional. Penelitian dilaksanakan pada November 2024–Mei 2025 di permukiman sekitar TPA Antang, Kota Makassar. Populasi penelitian mencakup seluruh sumur gali yang digunakan masyarakat sebagai sumber air bersih, dengan 12 sumur dipilih menggunakan teknik total sampling berdasarkan kriteria masih aktif digunakan, berada di sekitar TPA Antang, memiliki konstruksi permanen, dan pemilik bersedia menjadi responden. Parameter yang diperiksa meliputi kualitas fisik (warna, bau, dan kekeruhan) serta kualitas kimia (nitrat, nitrit, dan amoniak). Data dikumpulkan melalui observasi lapangan dan pemeriksaan laboratorium di Laboratorium Kimia Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Makassar menggunakan metode standar, kemudian dibandingkan dengan baku mutu Permenkes RI No. 2 Tahun 2023. Sampel air diambil dengan metode grab sampling. Data dianalisis secara univariat untuk menggambarkan distribusi setiap parameter dan secara bivariat menggunakan Fisher's Exact Test karena jumlah sampel kecil ($n=12$) dan terdapat sel dengan frekuensi harapan <5 . Nilai $p<0,05$ dianggap bermakna secara statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan kualitas air dilakukan pada 12 sampel air sumur gali di permukiman sekitar TPA Antang yang digunakan masyarakat sebagai sumber air bersih. Parameter yang dianalisis meliputi kekeruhan, warna, bau, nitrat, nitrit, dan amoniak. Pemeriksaan laboratorium mengacu pada Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Kesehatan Lingkungan untuk Kualitas Air Minum.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Air Sumur Gali di Sekitar TPA Antang

Kode Sampel	Nitrat (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Amoniak (mg/L)	Warna (TCU)	Kekeruhan (NTU)	Keterangan
SGL-1	100	0	0	0	0	TMS (Nitrat)
SGL-2	50	2	0	5	0	TMS (Nitrat)
SGL-3	50	1	>2	170	0	TMS (Nitrat, Amoniak, Warna)
SGL-4	50	0,5	0	0	0	TMS (Nitrat)
SGL-5	25	1	0,25	0	0	TMS (Nitrat)
SGL-6	10	4	0	0	6	TMS (Nitrit, Kekeruhan)
SGL-7	25	0	0	0	0	TMS (Nitrat)
SGL-8	0	0,5	0	0	0	MS
SGL-9	0	0	0	0	0	MS
SGL-10	10	0	0	0	0	MS
SGL-11	10	0	0	0	0	MS
SGL-12	25	0,1	0	0	0	TMS (Nitrat)

Keterangan: MS = Memenuhi Syarat; TMS = Tidak Memenuhi Syarat berdasarkan Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023.

Tabel 1 menyajikan hasil pemeriksaan laboratorium terhadap 12 sampel air sumur gali di sekitar TPA Antang pada 13–14 Maret 2025. Kadar nitrat berkisar 0–100 mg/L, nitrit 0–4 mg/L, amoniak 0–>2 mg/L, warna 0–170 TCU, dan kekeruhan 0–6 NTU. Sebanyak 7 sampel memiliki kadar nitrat melebihi baku mutu, sedangkan masing-masing 1 sampel melebihi standar untuk nitrit, amoniak, warna, dan kekeruhan. Seluruh sampel tidak

berbau. Secara keseluruhan, 8 sampel (66,7%) tidak memenuhi persyaratan kualitas air menurut Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, sementara 4 sampel (33,3%) memenuhi persyaratan.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali di Sekitar TPA Antang

Parameter	Standar Permenkes RI No.2 Tahun 2023	Kategori	n	%	Keterangan
Kualitas Air	Memenuhi seluruh parameter fisik dan kimia	Memenuhi syarat	4	33,3	Seluruh parameter fisik dan kimia memenuhi baku mutu
		Tidak memenuhi syarat	8	66,7	Minimal satu parameter melebihi baku mutu
Kekeruhan	≤ 3 NTU	Memenuhi syarat	11	91,7	Nilai kekeruhan ≤ 3 NTU
		Tidak memenuhi syarat	1	8,3	Nilai kekeruhan > 3 NTU
Warna	≤ 10 TCU	Memenuhi syarat	11	91,7	Nilai warna ≤ 10 TCU
		Tidak memenuhi syarat	1	8,3	Nilai warna > 10 TCU
Bau	Tidak berbau	Memenuhi syarat	12	100,0	Air tidak berbau
		Tidak memenuhi syarat	0	0,0	Air berbau
Nitrat (NO_3^-)	≤ 10 mg/L	Memenuhi syarat	5	41,7	Kadar nitrat ≤ 10 mg/L
		Tidak memenuhi syarat	7	58,3	Kadar nitrat > 10 mg/L
Nitrit (NO_2^-)	≤ 3 mg/L	Memenuhi syarat	11	91,7	Kadar nitrit ≤ 3 mg/L
		Tidak memenuhi syarat	1	8,3	Kadar nitrit > 3 mg/L
Amoniak (NH_3)	$\leq 1,5$ mg/L*	Memenuhi syarat	11	91,7	Kadar amoniak memenuhi baku mutu
		Tidak memenuhi syarat	1	8,3	Kadar amoniak melebihi baku mutu

Sumber: Data Primer, 2025

Tabel 2 menunjukkan bahwa 8 dari 12 sampel (66,7%) tidak memenuhi persyaratan kualitas air minum menurut Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, sedangkan 4 sampel (33,3%) memenuhi standar. Pada parameter fisik, sebagian besar sampel memenuhi baku mutu, yaitu kekeruhan dan warna masing-masing 91,7%, serta seluruh sampel (100%) tidak berbau. Namun, pada parameter kimia, nitrat menjadi parameter yang paling banyak melebihi baku mutu, yaitu pada 7 sampel (58,3%). Sementara itu, nitrit dan amoniak umumnya masih memenuhi standar, dengan masing-masing 11 sampel (91,7%) memenuhi persyaratan dan 1 sampel (8,3%) melebihi baku mutu. Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas fisik air sumur relatif baik, tetapi sebagian besar sampel masih mengalami pencemaran kimia, terutama oleh nitrat.

Tabel 3. Hasil Statistik Hubungan Parameter Kekeruhan, Warna, Bau, Nitrat, Nitrit dan Amoniak Terhadap Kualitas Air Sumur Gali

No	Variabel	Kualitas Air Sumur Gali				Total	%	p-value	OR	95% CI	
		MS	%	TMS	%					Lower	Upper
1	Kekeruhan										
	MS	4	100	0	0	4	100	1.000	1.143	0,880	1.485
	TMS	7	87,5	1	2,5	8	100				
2	Warna										
	MS	4	100	0	0	4	100	1.000	1.143	0,880	1.485
	TMS	7	87,5	1	2,5	8	100				
3	Bau										
	MS	4	100	0	0	0	100	-	-	-	-
	TMS	8	100	0	0	0	100				
4	Nitrat										
	MS	4	100	0	0	4	100	0,010	8.000	1.279	50.040
	TMS	1	12,5	7	87,5	8	100				
5	Nitrit										
	MS	4	100	0	0	4	100	1.000	1.143	0,880	1.485
	TMS	7	87,5	1	12,5	8	100				

No	Variabel	Kualitas Air Sumur Gali				Total	%	p-value	OR	95% CI	
		MS	%	TMS	%					Lower	Upper
6	Amoniak										
	MS	4	100	0	0	4	100	1.000	1.143	0,880	1.485
	TMS	7	87,5	1	12,5	8	100				

Sumber: Data Primer, 2025

Tabel 3 menunjukkan bahwa sebagian besar parameter fisik dan kimia tidak berhubungan signifikan dengan kualitas air sumur gali. Parameter kekeruhan, warna, nitrit, dan amoniak memiliki nilai $p = 1,000$ dengan OR 1,143 (95% CI: 0,880–1,485), sehingga tidak menunjukkan hubungan bermakna. Parameter bau juga tidak menunjukkan perbedaan kualitas air antar kelompok. Sebaliknya, kadar nitrat memiliki hubungan signifikan dengan kualitas air ($p = 0,010$; OR = 8,000; 95% CI: 1,279–50,040). Hal ini menunjukkan bahwa sumur dengan kadar nitrat melebihi baku mutu memiliki risiko delapan kali lebih besar menghasilkan air yang tidak memenuhi syarat, sehingga nitrat menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas air sumur pada penelitian ini.

Kekeruhan Air Sumur Gali di Sekitar TPA Antang

Hasil pemeriksaan kekeruhan terhadap 12 sampel air sumur gali menunjukkan bahwa 1 sumur di RW 2, berjarak ± 200 meter dari TPA Antang yang melebihi baku mutu kekeruhan Permenkes No. 2 Tahun 2023 (≤ 3 NTU), dengan nilai 6 NTU. Sedangkan 11 sumur lainnya yang terletak pada jarak 350–490 meter berada dalam batas aman. Temuan ini mengindikasikan adanya kecenderungan peningkatan kekeruhan pada sumur yang berlokasi dekat sumber pencemar, sejalan dengan konsep gradien pencemaran dalam sistem hidrogeologi. Migrasi kontaminan dari permukaan ke air tanah sangat ditentukan oleh karakteristik fisik tanah, terutama porositas dan permeabilitas.¹⁴ Lapisan tanah yang permeabel mempercepat infiltrasi air lindi, sedangkan lapisan liat bersifat protektif karena mampu menghambat pergerakan polutan. TPA, sebagai sumber air lindi yang mengandung senyawa organik, partikel tersuspensi, dan mikroorganisme, berpotensi tinggi memengaruhi kualitas air sumur dangkal terutama pada radius dekat. Kondisi ini konsisten dengan kajian studi di TPA Sukawinatan Palembang yang menunjukkan pola peningkatan kekeruhan pada sumur dengan jarak < 250 meter dari TPA.¹⁵

Analisis bivariat menggunakan uji chi-square menunjukkan nilai $p = 1.000 > 0,05$, sehingga secara statistik tidak terdapat hubungan signifikan antara jarak sumur dan tingkat kekeruhan. Ketiadaan hubungan statistik ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor: ukuran sampel kecil, variabilitas lingkungan tidak seragam, perbedaan struktur akuifer, serta kemungkinan adanya faktor protektif alami seperti vegetasi dan struktur tanah. Dengan demikian, meskipun pola deskriptif menunjukkan risiko lebih tinggi pada sumur dekat TPA, kekuatan data belum cukup untuk menyatakan hubungan yang bermakna secara statistik. Dari perspektif kesehatan masyarakat, kekeruhan merupakan parameter penting karena berhubungan langsung dengan risiko keberadaan mikroorganisme patogen.¹⁶ Air dengan kekeruhan > 5 NTU dianggap tidak layak konsumsi karena efisiensi desinfeksi berkurang dan keberadaan partikel tersuspensi meningkatkan risiko penyebaran penyakit bawaan air seperti diare dan kolera. Oleh karena itu, meskipun hanya satu sumur yang melewati ambang batas, temuan tersebut tetap signifikan sebagai indikator awal potensi kontaminasi.

Kondisi fisik sumur di sekitar TPA Antang yang umumnya dangkal dan minim perlindungan struktural (misalnya lapisan beton atau clay sealing) juga meningkatkan kerentanan sumur terhadap infiltrasi air lindi. Minimnya penggunaan teknologi pengolahan air domestik semakin memperbesar potensi paparan masyarakat terhadap air tercemar. Kondisi ini mempertegas pentingnya strategi mitigasi terpadu, terutama karena TPA Antang menghasilkan air lindi dalam volume besar dan memiliki risiko difusi kontaminan ke akuifer dangkal. Temuan ini sejalan dengan amanat UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang menegaskan pentingnya pencegahan pencemaran air tanah dan kewajiban pengelola limbah untuk memastikan tidak terjadinya dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat.¹⁷ Meskipun hubungan antara jarak sumur dan kekeruhan belum signifikan secara statistik, hasil penelitian menunjukkan pola ekologis dan hidrologis yang sejalan dengan teori pencemaran air tanah dan penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi melalui perbaikan pengelolaan air lindi TPA, pemantauan kualitas air secara berkala, serta penyediaan teknologi pengolahan air rumah tangga untuk mengurangi risiko paparan bagi masyarakat sekitar.

Warna Air Sumur Gali di Sekitar TPA Antang

Pemeriksaan warna air menunjukkan bahwa 11 dari 12 sampel memenuhi baku mutu Permenkes No. 2 Tahun 2023 (≤ 10 TCU), sementara satu sampel dengan jarak 200 meter dari TPA memperlihatkan nilai 170 TCU. Nilai yang jauh melampaui standar tersebut mengindikasikan adanya kontaminasi signifikan yang kemungkinan dipengaruhi oleh kedekatan sumur dengan TPA. Warna air merupakan parameter sensitif yang dipengaruhi oleh keberadaan senyawa organik terlarut, *humic substances*, logam berat terlarut, dan produk dekomposisi biologis. Dalam konteks TPA, air lindi mengandung senyawa berwarna yang dapat meresap ke dalam tanah terutama bila

lapisan tanah bersifat permeabel dan tidak memiliki fungsi protektif memadai. Secara hidrogeologis, struktur tanah berpori besar memfasilitasi pergerakan kontaminan menuju akuifer dangkal.

Analisis statistik bivariat menunjukkan $p = 1.000 > 0,05$ sehingga tidak terdapat hubungan signifikan antara warna dan kekeruhan. Hal ini dapat terjadi karena warna air tidak selalu paralel dengan kekeruhan: warna dapat dihasilkan oleh senyawa terlarut yang tidak meningkatkan partikel tersuspensi, sehingga tidak selalu berkorelasi langsung. Variabilitas faktor lain seperti pH, suhu, dan komposisi kimia tanah juga memengaruhi dominasi parameter warna dibandingkan kekeruhan.

Temuan penelitian ini sejalan dengan studi yang melaporkan peningkatan warna air pada sumur dekat TPA. Meski hubungan statistik belum signifikan, pola deskriptif menunjukkan bahwa sumur dalam radius <250 meter tetap memiliki potensi pencemaran lebih tinggi.¹⁸ Variabel lingkungan seperti pH (yang memengaruhi kelarutan logam) dan suhu (yang mempercepat reaksi kimia) dapat memperkuat terbentuknya kompleks kimia berwarna dalam air sumur. Dari sisi kesehatan, air berwarna menandakan adanya kontaminan yang berpotensi bersifat toksik dan dapat menyebabkan gangguan pencernaan, dermatologis, hingga penyakit kronis akibat paparan logam berat.¹⁹ Oleh sebab itu, meskipun mayoritas sumur memenuhi baku mutu, anomali pada satu titik dekat TPA tetap perlu mendapat perhatian serius. Mitigasi yang diperlukan meliputi penguatan pengelolaan air lindi, pemasangan geomembran, peningkatan sistem drainase TPA, pemantauan berkala parameter warna, serta edukasi masyarakat mengenai pengolahan air rumah tangga.

Bau Air Sumur Gali di Sekitar TPA Antang

Hasil pemeriksaan bau menunjukkan bahwa seluruh sampel tidak berbau dan memenuhi standar Permenkes No. 2 Tahun 2023. Secara ilmiah, bau pada air umumnya dihasilkan oleh senyawa organik terdekomposisi, aktivitas mikrobiologis, atau senyawa volatil seperti hidrogen sulfida dan amonia. Tidak ditemukannya bau pada seluruh sampel menunjukkan bahwa tidak terdapat akumulasi signifikan senyawa volatil pada akuifer dangkal di wilayah penelitian. Kondisi ini juga memperlihatkan bahwa lapisan tanah di sekitar TPA Antang kemungkinan memiliki kapasitas adsorpsi dan filtrasi yang masih efektif dalam menahan senyawa volatil penyebab bau, bahkan pada sumur yang berjarak dekat (± 200 meter). Meski demikian, parameter bau perlu dipantau secara berkala karena senyawa volatil sangat dipengaruhi oleh dinamika lingkungan seperti perubahan pH, suhu, dan peningkatan volume air lindi.²⁰ Potensi munculnya bau di sumur dekat TPA tetap perlu diantisipasi, mengingat bahwa *volatil compounds* lebih mudah bergerak pada akuifer dangkal dan dapat meningkat pada kondisi anaerob.²⁰ Oleh karena itu, meskipun seluruh sampel berada dalam kondisi baik, keberlanjutan pemantauan kualitas air tetap menjadi kewajiban untuk mencegah potensi risiko kesehatan masyarakat akibat perubahan kondisi lingkungan.

Nitrat terhadap Air Sumur Gali di TPA Antang

Kandungan nitrat (NO_3^-) merupakan parameter penting dalam penilaian kualitas air tanah karena berfungsi sebagai indikator pencemaran kimia, terutama di wilayah yang berdekatan dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Senyawa ini terbentuk melalui proses nitrifikasi bahan organik oleh mikroorganisme dan juga berasal dari aktivitas antropogenik, seperti penggunaan pupuk nitrogen. Nitrat bersifat sangat larut dalam air dan memiliki mobilitas tinggi di tanah berpori, sehingga berpotensi mencemari akuifer dangkal. Konsentrasi nitrat yang melebihi standar dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti methemoglobinemia pada bayi serta meningkatkan risiko kanker gastrointestinal.

Hasil pemeriksaan terhadap 12 sampel air sumur gali di sekitar TPA Antang menunjukkan bahwa 7 sampel memiliki kadar nitrat melebihi ambang batas Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 (≥ 50 mg/L), dengan nilai berkisar 25–100 mg/L. Sementara itu, 5 sampel lainnya berada dalam kisaran aman (<20 mg/L). Analisis bivariat menunjukkan hubungan signifikan antara jarak sumur dan kadar nitrat ($p = 0.022$), mengindikasikan bahwa semakin dekat lokasi sumur terhadap TPA, semakin tinggi risiko terjadinya pencemaran nitrat. Temuan ini sesuai dengan mekanisme infiltrasi air lindi yang kaya senyawa nitrogen, terutama pada tanah berpermeabilitas tinggi dan kondisi curah hujan yang mempercepat perkolasi.

Secara ekologis, tingginya kadar nitrat pada sumur dekat TPA sangat logis karena air lindi mengandung nitrogen hasil pelapukan sampah yang mudah terlarut. Faktor lingkungan seperti permeabilitas tanah, pH, dan suhu turut memengaruhi transformasi nitrat sehingga pemantauan parameter tersebut menjadi aspek krusial. Tingginya konsentrasi nitrat pada area TPA, menunjukkan bahwa pencemaran nitrat merupakan fenomena umum pada sistem TPA terbuka di Indonesia.²¹ Implikasi regulasi mengacu pada UU No. 32 Tahun 2009 yang menegaskan kewajiban negara dalam menjamin kualitas lingkungan hidup yang baik dan sehat. Dengan demikian, pengawasan kualitas air tanah dan pengendalian pencemaran lindi menjadi tanggung jawab pemerintah daerah. Upaya teknis meliputi perbaikan sistem pengelolaan air lindi menggunakan geomembran kedap air, peningkatan sistem drainase, pembangunan zona penyangga, serta sosialisasi jarak aman pembangunan sumur. Selain intervensi struktural, teknologi filtrasi rumah tangga berbasis sistem gravitasi dapat menjadi alternatif penyisihan nitrat secara sederhana dan efektif di masyarakat sekitar TPA.²² Secara keseluruhan, pencemaran nitrat di TPA

Antang merupakan isu multidimensi yang memerlukan pendekatan komprehensif melalui sinergi teknologi, kebijakan, dan partisipasi masyarakat untuk menjamin keberlanjutan kualitas air tanah.

Nitrit terhadap Air Sumur Gali di TPA Antang

Nitrit (NO_2^-) merupakan produk antara dalam proses nitrifikasi dan keberadaannya dalam air minum dapat mengindikasikan adanya kontaminasi bahan organik yang belum terdegradasi sempurna. Paparan nitrit yang melebihi baku mutu dapat menyebabkan methemoglobinemia, terutama pada bayi, serta memicu terbentuknya nitrosamin yang bersifat karsinogenik. Hasil pemeriksaan di 12 sampel air sumur gali menunjukkan bahwa 11 sampel memiliki kadar nitrit <3 mg/L (memenuhi syarat Permenkes RI No. 2 Tahun 2023), sedangkan 1 sampel di RW 2 yang berjarak 200 meter dari TPA mencatat kadar 4 mg/L, melebihi ambang batas. Hal ini menunjukkan adanya pencemaran bersifat lokal pada sumur yang berdekatan dengan TPA. Hasil uji chi-square menunjukkan $p = 1.000$ ($p > 0.05$), yang berarti tidak terdapat hubungan signifikan antara parameter kualitas air lainnya dengan kadar nitrit. Namun, pola spasial menunjukkan bahwa sumur yang berjarak lebih dekat terhadap TPA memiliki risiko pencemaran lebih tinggi, sesuai dengan mekanisme aliran air tanah dan infiltrasi lindi terutama pada tanah berpori.

Sumur dengan jarak <250 meter dari TPA cenderung memiliki kadar nitrit lebih tinggi,²³ Hal ini memperkuat bahwa jarak merupakan faktor kunci dalam pola pencemaran meskipun tidak ditunjukkan signifikan secara statistik dalam penelitian ini, kemungkinan dipengaruhi oleh ukuran sampel yang terbatas. Dari aspek regulasi, UU No. 32 Tahun 2009 mewajibkan pemerintah mencegah pencemaran lingkungan termasuk air tanah. Secara kesehatan, keberadaan nitrit berlebih dalam air minum dapat menyebabkan methemoglobinemia dan risiko kanker melalui pembentukan nitrosamin. Tingginya kerentanan anak-anak terhadap paparan nitrit terutama di kawasan dengan pengelolaan limbah yang buruk. Rekomendasi pengendalian meliputi peningkatan sistem penampungan air lindi, pembangunan buffer zone, edukasi jarak aman pembangunan sumur, serta pemantauan berkala kadar nitrit. Teknologi filtrasi gravitasi dapat menjadi solusi pengolahan air rumah tangga untuk menurunkan nitrit secara efektif tanpa energi listrik.²⁴ Secara keseluruhan, pengelolaan risiko pencemaran nitrit harus dilakukan secara holistik dengan memperhatikan kondisi geohidrologi, aktivitas antropogenik, serta sistem pengelolaan limbah di TPA.

Amoniak terhadap Air Sumur Gali di TPA Antang

Amoniak (NH_3) merupakan indikator pencemaran bahan organik pada air tanah yang umumnya berasal dari dekomposisi limbah padat dan cair. Senyawa ini banyak terdapat dalam air lindi TPA dan mudah meresap ke tanah berpori tanpa lapisan kedap. Dari 12 sampel air sumur gali, 11 sampel memenuhi baku mutu ($\leq 1,5$ mg/L) dan 1 sampel melebihi standar (>2 mg/L). Sampel yang tidak memenuhi syarat umumnya berada pada jarak <250 meter dari TPA, menunjukkan kemungkinan pengaruh infiltrasi air lindi terhadap kualitas air tanah. Temuan ini sejalan dengan penelitian Wahyuni (2018) di TPA Rawa Kucing yang juga melaporkan peningkatan kadar amoniak pada sumur di sekitar TPA. Hasil pemeriksaan menunjukkan sampel air sumur gali memenuhi baku mutu amoniak, yaitu 11 sampel (91,7%), sedangkan 1 sampel (8,3%) melebihi standar menurut Permenkes RI No. 2 Tahun 2023. Hasil uji Fisher's Exact menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadar amoniak dan status kualitas air ($p = 1,000$).²⁵ Namun, kadar amoniak yang melebihi baku mutu pada satu sampel mengindikasikan adanya pencemaran bahan organik yang berpotensi menurunkan kualitas air. Pencemaran ini dapat berasal dari limbah domestik, dekomposisi bahan organik, atau sistem sanitasi yang tidak kedap.²⁶ Oleh karena itu, diperlukan pemantauan kualitas air secara berkala, perbaikan sistem sanitasi dan septic tank, pengelolaan air lindi TPA yang sesuai standar, serta menjaga jarak aman antara sumur dan sumber pencemar. Masyarakat juga disarankan mengolah air sumur sebelum digunakan, terutama jika akan digunakan sebagai air minum.

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa dari 12 sampel air sumur gali di permukiman sekitar TPA Antang Kota Makassar, sebanyak 8 sampel (66,7%) tidak memenuhi standar kualitas air menurut Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, sedangkan 4 sampel (33,3%) memenuhi standar. Secara fisik, sebagian besar sampel masih memenuhi baku mutu, yaitu kekeruhan dan warna masing-masing 91,7% serta bau 100%. Pada parameter kimia, nitrit dan amoniak umumnya masih memenuhi standar (91,7%), namun nitrat menjadi parameter yang paling banyak melebihi baku mutu, yaitu pada 7 sampel (58,3%). Dengan demikian, kualitas air sumur di sekitar TPA Antang secara fisik relatif baik, tetapi masih terdapat pencemaran kimia terutama oleh nitrat, sehingga diperlukan pemantauan kualitas air secara berkala dan upaya pengelolaan lingkungan untuk mencegah penurunan kualitas air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nora N, Maksuk M, Amin M. Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sukawinatan. *J Sanitasi Lingkung*. 2022;2(2):79–84. <https://doi.org/10.36086/jsl.v2i2.877>

2. Kumari P, Gupta NC, Kaur A. A Review of Groundwater Pollution Potential Threats from Municipal Solid Waste Landfill Sites : Assessing the Impact on Human Health. *Avicenna J Environ Heal Eng.* 2017;4(1):0–6. <https://doi.org/10.5812/ajehe.11525>
3. Siddiqua A, Hahladakis JN, Ahmed W, Attiya KA Al. An overview of the environmental pollution and health effects associated with waste landfilling and open dumping. *Environ Sci Pollut Res.* 2022;29:58514–36. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21578-z>
4. Mun'im A, Sappewali S, Wahyuni A. Identifikasi Pencemaran Limbah Di Sekitar TPA Antang Makassar Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. *Dampak J Tek Lingkung Univ Andalas.* 2022;19(1):17. <https://doi.org/10.25077/dampak.19.1.17-21.2022>
5. Omeiza J, Ghassan H, Ayejoto DA, Mohammed MAA, Danladi E, Saqr AM, et al. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering Evaluation of Groundwater contamination and the Health Risk Due to Landfills using integrated geophysical methods and Physiochemical Water Analysis. *Case Stud Chem Environ Eng.* 2023;8(August):100523. <https://doi.org/10.1016/j.csee.2023.100523>
6. Mishbach I, Muhammad Zainuri M, Lolita Tuhumena L, Gea L, Agamawan LPI, Hamuna B. Analisis Nitrat dan Fosfat Terhadap Kesuburan Perairan Muara Sungai Bodri. *ACROPORA J Ilmu Kelaut dan Perikan Papua.* 2023;6(2):78–83. <https://doi.org/10.31957/acr.v6i2.3516>
7. Joseph A, Hammed L, Mohammed N. Investigation of groundwater vulnerability to open dumpsites and its potential risk using electrical resistivity and water analysis. *Heliyon.* 2023;9(2):e13265. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13265>
8. Amalia H, Ramadhan P, Siti T, Karimuna R, Pratiwi HA. Identifikasi Bakteri Escherichia Coli dan Gambaran Kondisi Fisik Sumur Gali di Sekitar Bekas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Punggolaka Kota Kendari. *J Kesehat Masyarakat Ce.* 2022;3(2):56–69. <https://doi.org/10.37887/jkl-uho.v3i3.32623>
9. Maru R, Baharuddin II, Badwi N, Nyompa S. Analysis of Water Well Quality Drilling Around Waste Disposal Site in Makassar City Indonesia Analysis of Water Well Quality Drilling Around Waste Disposal Site in Makassar City Indonesia. *J Phys Conf Ser.* 2018;954:1–14. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/954/1/012025>
10. Haerani H, Ruhban A, Hidayat R. Faktor Risiko Cemar Biologis Air Sumur Gali Di Kelurahan Tamangapa Kota Makassar. *Media Kesehat Politek Kesehat Makassar.* 2024;XIX(2):251–8.
11. Queiroz L De, Magalh V De, Naka KS, Lima MDO. Human Health Risk Assessment Is Associated with the Consumption of Metal-Contaminated Groundwater around the. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19:1–16. <https://doi.org/10.3390/ijerph192113865>
12. Adujo A, Elijah A, Ayolabi A. Geophysical assessment for vertical leachate migration profile and physicochemical study of groundwater around the Olusosun dumpsite Lagos , south - west Nigeria. *Appl Water Sci.* 2018;8(5):1–15. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0775-x>
13. Bagistra IK, Mahsun M, Damayanti SLP. Penerapan Hygiene dan Sanitasi di Desa Wisata Bayan Kabupaten Lombok Utara. *Media Bina Ilm.* 2022;16(12):7839–48.
14. Farahdiba AU, Adefitri W, Yulianto A, Putra AH, Qonita AZ, Oktavetri NURI. Sustainable Sanitation Assessment of Settlements Close A Landfill: A Case Study of Piyungan Landfill, Yogyakarta, Indonesia. *EM Int J.* 2021;40(1):88–92.
15. Mariadi PD, Kurniawan I. Analisis Mutu Air Tanah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) (Studi Kasus TPA Sampah Sukawinatan Palembang). *Sainmatika J Ilm Mat dan Ilmu Pengetah Alam.* 2020;17(1):61. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v17i1.2933>
16. Netto LG, Camolesi C, Alexandre G, Barbosa M. Discover Geoscience Investigation of the contamination behavior in water and soil of an inactive dump from chemical analysis and geophysical method. *Discov Geosci.* 2024;2(8):1–14. <https://doi.org/10.1007/s44288-024-00010-8>
17. Vitasari V, Ismail K, Raza'i TS. An Exploration of The Social Conditions of Communities Around Disposal Sites (Case Study of Ganet Landfill , Tanjungpinang City). *J Ilm Pertan dan Peternak.* 2024;2(1):1–14. <https://doi.org/10.55080/agronimal.v2i1.616>
18. Sari M, Winata HS, Masturi SI. Kualitas Air Sumur Gali Berdasarkan Parameter Fisik dan Biologi di Desa Teupin Bayu , Aceh Utara. *ULIL ALBAB J Ilm Multidisiplin.* 2023;2(11):5069–74. <https://doi.org/10.56799/jim.v2i11.2321>
19. Sunitha V, Reddy YS, Suvarna B, Reddy BM. Environmental Chemistry and Ecotoxicology Human health risk assessment (HHRA) of fluoride and nitrate using pollution index of groundwater (PIG) in and around hard rock terrain of Cuddapah , A . P . South India. *Environ Chem Ecotoxicol.* 2022;4(November 2021):113–23. <https://doi.org/10.1016/j.enceco.2021.12.002>
20. Sackey LNA, Kwablah R, Agyemang LSY. The Impact of Landfill Operations on Borehole Water Quality. *Sci World J.* 2024;1–11. <https://doi.org/10.1155/2024/8899070>
21. Igwegbe CA, López-maldonado EA, Landázuri AC, Ovuoraye PE, Ogbu AI, Vela-garcía N, et al. Sustainable municipal landfill leachate management_ Current practices, challenges, and future directions.

- Desalin Water Treat. 2024;320(August):100709. <https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100709>
22. Ronny R, Hasan ZA, Telan AB. Innovative Gravity-Fed Filtration System To Improve Coastal Community Water Quality. *J Kesehat Manarang*. 2024;10(December):299–308. <https://doi.org/10.33490/jkm.v10i3.1781>
 23. Wardoyo SE, Arizal R, Mipa F, Bangsa UN, Iskandar JKHS, Sareal-bogor T, et al. Kualitas Air Sumur Masyarakat di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Rawa Kucing Kota Tangerang. *Sains Nat*. 2017;7(2):68–82. <https://doi.org/10.31938/jsn.v7i2.256>
 24. Ronny R, Bandjuka BY. Behavior Water Users in Urban Communities with Integrated Behavioral Model (IBM) Approach. *Proc 1st World Conf Soc Humanit Res (W-SHARE 2021)*. 2022;654:214–8. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220402.046>
 25. Artiningsih A, Zubair H, Imran A, Widodo S. The potential and contamination of metals Pb and Zn on the soil around Tamangapa Antang landfill. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci Pap*. 2019;314:1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/314/1/012002>
 26. Agustina U, Fitria L, Hermawati E. Environmental health risk assessment of manganese and cadmium in the ground water around Cipayung Landfill in Depok , Indonesia. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2020;612:1–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/612/1/012076>