

Analisis Dampak Air Lindi Terhadap Kualitas Air Sumur Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Tibar, Kabupaten Liquiçá, Timor-Leste

Osvaldo Vong Ximenes Gama*, Winarti, Agung Dwi Sutrisno

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia

Email: 4200232010@students.itny.ac.id*

Keywords	Abstract
limbah cair, tempat pembuangan sampah, kualitas air sumur, pencemaran tanah	Air Lindi dari Akhir Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tibar berpotensi meresap ke tanah dan mencemari air sumur masyarakat. Penelitian ini bertujuan mengkaji dampak air lindi TPA terhadap kualitas air sumur masyarakat disekitar TPA Tibar, kabupaten Liquisa, Timor Leste, serta mengevaluasi korelasi antara jarak sumur dan tingkat kontaminasi. Penelitian menggunakan metode deskriptif analitik dengan pendekatan kuantitatif, melibatkan 12 titik sumur yang berdekatan dengan TPA. Kualitas air dianalisa berdasarkan parameter Fisik (pH, Kekeruhan, TDS, Konduktivitas, dan Salinitas), Kimia (Ammonia, Magnesium, Kalsium, Mangan, Nitrat dan Nitrit) Mikrobiologi (Total Coliforms dan Escherichia Coli). hasil pengujian mengindikasikan bahwa beberapa parameter melampaui Standar Kualitas Badan Laboratorium Nasional Timor Leste, termasuk Ammonia hingga 0,99 mg/L, Magnesium 102,6 mg/L, Kalsium 168 mg/L, TDS 1.384 mg/L, Konduktivitas 2.710 μ S/cm, Salinitas 1,40 ppt, dan Total Coliforms 4 MPN/100 mL. peningkatan konsentrasi terutama ditemukan pada sumur dengan jarak kurang dari 500 m dari TPA, menandakan adanya infiltrasi limbah cair ke dalam air tanah. Temuan ini menunjukkan hubungan antara kedekatan sumur dengan TPA dan tingginya Tingkat pencemaran, sehingga diperlukan pengelolaan limbah yang lebih baik, pemantuan kualitas air sumur secara rutin, serta penerapan kebijakan perlindungan sumber daya air demi menjaga Kesehatan Masyarakat.
Keywords: liquid waste, landfill, well water quality, soil pollution	Abstract <i>Leachate from the Waste Disposal Site (WDS) poses a risk of seeping into the ground and contaminating community well water. This study was conducted to examine the impact of WDS effluent on the water quality of wells in Tibar Village, Liquiçá Regency, Timor-Leste, and to evaluate the correlation between well proximity and the degree of contamination. The research employed a descriptive-analytic methodology with a quantitative approach, involving twelve well sites situated near the WDS. Water quality was assessed through analysis of physical parameters (pH, turbidity, TDS, conductivity, salinity), chemical parameters (ammonia, magnesium, nitrate, nitrite, calcium, manganese), and microbiological parameters (total coliform, Escherichia coli). The test results indicated that several parameters exceeded Timor Leste National Laboratory Agency, including ammonia up to 0.99 mg/L, magnesium at 102.6 mg/L, calcium at 168 mg/L, TDS at 1,384 mg/L, conductivity at 2,710 μS/cm, salinity at 1.40 ppt, and total coliform at 4 MPN/100 mL. Elevated concentrations were predominantly observed in wells located within 500 meters of the WDS, suggesting the infiltration of Leachate into the groundwater. These findings highlight a relationship between the proximity of wells to the WDS and the high levels of contamination, underscoring the need for enhanced waste management practices, regular water quality monitoring, and water source protection policies to safeguard public health.</i>



PENDAHULUAN

Air tanah merupakan sumber utama air bersih bagi masyarakat pedesaan, termasuk di Desa Tibar, Kabupaten Liquiçá, Timor-Leste. Namun, keberadaan limbah cair dari tempat pembuangan sampah (TPS) di desa ini menimbulkan kekhawatiran terhadap kualitas air sumur (Faisal et al., 2016; Hapsari, 2015; Mashadi et al., 2018; Ningrum, 2018; Pratiwi, 2023; Sulianto et al., 2020). Limbah cair yang meresap ke dalam tanah berpotensi mencemari air sumur dengan zat kimia berbahaya, logam berat, dan patogen. Menurut WHO (2017), air yang terkontaminasi dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti diare, kolera, dan infeksi saluran pencernaan lainnya. Studi oleh Ahmad et al. (2020) menunjukkan bahwa pencemaran air tanah di sekitar TPS meningkat seiring dengan tingginya volume limbah cair yang dihasilkan.

Penelitian oleh Borthakur et al. (2021) mengungkapkan bahwa air tanah yang terkontaminasi limbah cair memiliki dampak signifikan pada kesehatan masyarakat, termasuk peningkatan insiden penyakit yang ditularkan melalui air. Di lingkungan dengan pengelolaan sampah yang buruk, resapan dari tempat pembuangan sampah sering kali menjadi sumber utama pencemaran. Komposisi limbah cair ini bervariasi, tetapi umumnya mengandung zat organik, logam berat seperti timbal (Pb) dan merkuri (Hg), serta mikroorganisme patogen seperti *E. coli*. Desa Tibar memiliki lokasi TPS yang berada dalam jarak relatif dekat dengan sumber air sumur masyarakat. Kondisi geologi setempat yang memungkinkan infiltrasi cepat memperburuk risiko pencemaran. Studi yang dilakukan di lokasi serupa di negara berkembang menunjukkan bahwa jarak antara sumber pencemar dan sumur sangat memengaruhi tingkat kontaminasi air tanah (Rahman et al., 2020). Hal ini menunjukkan pentingnya studi kontekstual untuk memahami pengaruh spesifik di Desa Tibar.

Ahmad et al. (2020) menunjukkan bahwa meningkatnya volume air lindi di sekitar TPS berkorelasi dengan tingginya tingkat pencemaran air tanah, sehingga menimbulkan risiko bagi kesehatan masyarakat. Namun, penelitian tersebut tidak mempertimbangkan faktor spasial seperti jarak sumur dari TPS maupun kondisi hidrogeologi lokal, yang sangat memengaruhi tingkat kontaminasi. Begitu pula, Borthakur et al. (2021) melaporkan bahwa air tanah yang terkontaminasi berdampak signifikan terhadap kesehatan masyarakat, dengan logam berat dan patogen sebagai penyumbang utama, tetapi studi mereka bersifat umum dan tidak menyoroti konteks pedesaan tertentu, sehingga kurang aplikatif untuk masyarakat Desa Tibar. Keterbatasan ini menunjukkan adanya gap penelitian terkait pengaruh jarak sumur terhadap tingkat pencemaran dan identifikasi unsur pencemar dominan di konteks pedesaan.

Tujuan penelitian ini adalah menyediakan data empiris yang dapat digunakan untuk pengelolaan sumber daya air dan kebijakan pengelolaan limbah yang lebih efektif. Manfaat penelitian ini mencakup kontribusi terhadap kajian ilmiah terkait kualitas air tanah di wilayah pedesaan, memberikan informasi bagi pemerintah daerah untuk perlindungan sumber air, serta meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas air sumur.

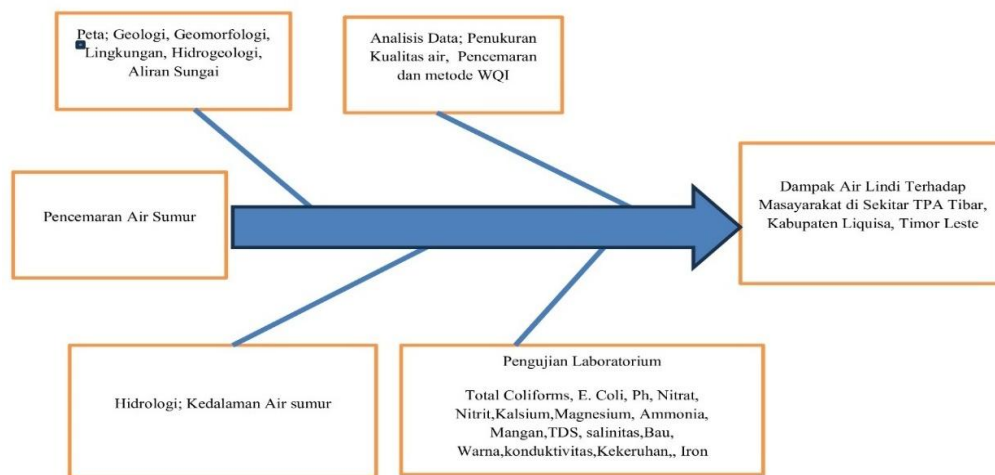
METODE PENELITIAN

Alat pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi botol yang telah disterilisasi menggunakan alkohol antibakteri sebagai wadah utama penyimpanan sampel air sumur, *cool box* sebagai media penyimpanan sementara untuk menjaga kondisi sampel, serta es batu untuk mengawetkan kualitas sampel selama proses pengangkutan. Selain itu, digunakan

GPS untuk menentukan titik lokasi pengamatan, kompas untuk memperjelas koordinat posisi, kamera untuk dokumentasi lapangan, serta alat tulis sebagai sarana pencatatan hasil pengamatan. Peneliti juga menggunakan sarung tangan yang telah disterilisasi dengan alkohol guna menjaga kebersihan dan menghindari kontaminasi. Bahan utama dalam penelitian ini adalah air sumur yang menjadi objek kajian.

Data yang diperoleh dari perangkat dan material penelitian selanjutnya dibandingkan dengan standar kualitas air yang direkomendasikan oleh Laboratorium Nasional Timor Leste. Tahap ini penting untuk memastikan apakah air sumur di Desa Tibar layak dikonsumsi masyarakat. Dengan pemilihan perangkat serta prosedur yang tepat, penelitian diharapkan menghasilkan data yang valid, reliabel, dan dapat dipertanggungjawabkan. Secara umum, metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa teknik. Pertama, observasi, yaitu peninjauan langsung ke lokasi pengambilan sampel air sumur untuk memastikan kondisi lapangan. Kedua, wawancara, yang dilakukan dengan masyarakat setempat untuk memperoleh informasi tambahan mengenai kondisi penggunaan dan persepsi terhadap kualitas air sumur. Ketiga, studi literatur, yakni pengumpulan referensi ilmiah dan data sekunder yang relevan guna memperkuat kerangka analisis penelitian. Keempat, dokumentasi, berupa pencatatan dan pengumpulan data visual maupun non-visual sebagai bukti pendukung hasil penelitian.

Observasi lapangan dilakukan pada tanggal 3 Maret 2025, sedangkan penelitian utama berlangsung pada 8 Juni 2025 hingga 10 Juli 2025, dari pukul 08.30 hingga 11.30 WIT. Setelah sampel diperoleh, pemeriksaan segera dilaksanakan di Laboratorium Nasional Kualitas Air Timor Leste guna menjamin hasil analisis tetap akurat dan tidak terkontaminasi. Seluruh tahapan penelitian dijalankan secara metodis dan terstruktur agar data yang dihasilkan bersifat sah dan dapat menjadi dasar evaluasi kualitas air sumur di Desa Tibar.



Gambar 1. Kerangka Model FishBone

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi

Daerah Tibar memiliki batuan endapan alluvial terbentuk melalui proses sedimentasi yang terjadi sepanjang saluran Sungai dan dataran banjir, seperti Sungai Comoro proses ini menghasilkan endapan yang bervariasi, mulai dari kerikil, pasir, sampai dengan lumpur halus.

Untuk Daerah Tibar, kabupaten Liquisa, Timor Leste memiliki batuan sabak (Slate), terbentuk melalui proses metamorfisme regional pada batuan asal berupa serpih, batuan slate merupakan metamorfik berbutir halus terbentuk dari slate atau mudstone melalui metamorfisme regional rendah.

Pengukuran Kualitas Air Sumur

Pengambilan air sumur di Masyarakat Sekitar TPA Tibar dilakukan dilakukan 12 titik dan ditentukan berdasarkan jarak dan representatif di daerah penelitian, parameter biologi yang diukur meliputi Total Coliforms dan E. Coli, pada pengukuran Kimia menganalisa Ph, Nitrat, Nitrit, Ammonia, Magnesium, Kalsium, Klorida dan Mangan, sedangkan untuk pengukuran pada fisik temperature/Suhu, warna, turbidity, salinitas, Kekeruhan, TDS, Air lindi adalah cairan yang dihasilkan dari proses peluluhan sampah di tempat pembuangan akhir (TPA) (Afdaliah & Pristianto, 2019; Chuzaini & Dzulkiflih, 2022; Karismawan et al., 2021; Lestari et al., 2020; Setyawan et al., 2021). Di TPA Tibar, Kabupaten Liquisa, air lindi memiliki karakteristik yang beragam, tergantung pada jenis dan komposisi sampah yang dibuang. Menurut penelitian yang dilakukan lindi di TPA Tibar mengandung berbagai zat pencemar seperti logam berat, bahan organik, dan mikroorganisme yang berpotensi membahayakan kualitas air. Menurut undang – undang kementerian Kesehatan dan analisis Timor Leste yang berlaku no. 31/2020/ pada tanggal 26 agustus menetapkan Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste memiliki hak penuh terhadap pengukuran kualitas air bersih di Timor Leste.

Hasil penelitian pada titik LP.1 menunjukkan bahwa kadar microbiological, total Coliforms dalam air sumur mencapai 3 mg/L dan E. Coli memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih sedangkan standar baku mutu kualitas air bersih hasilnya 0 mg/L, kadar kimia Ph, Ammonia, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, dan Kalsium memiliki tingkat konsentrat standar kualitas air bersih, sedangkan Magnesium memiliki Tingkat konsentrat tidak memenuhi standar kualitas air bersih, data di lapangan menunjukkan pada kadar magnesium nilai konsentrat 58,32 mg/L, sedangkan untuk standar baku mutu kualitas air bersih menurut Badan Laboratorium Nasional Timor Leste 50 mg/L. pada kadar fisik suhu, warna, kekeruhan, Bau, TDS, Konduktivitas, salinitas memenuhi standar baku mutu yang berlaku

Pengambilan sampel air sumur di LP.2

Data pengukuran Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP.2 menunjukkan bahwa kadar microbiological pada total Coliforms dalam air sumur mencapai 2 mg/L pada, sedangkan standar baku mutu kualitas air bersih hasilnya 0 mg/L, kadar kimia Ph, Ammonia, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, memiliki tingkat konsentrat standar kualitas air bersih, sedangkan Magnesium memiliki Tingkat konsentrat tidak memenuhi standar kualitas air bersih, data di lapangan menunjukkan pada kadar magnesium nilai konsentrat 65,124 mg/L dan Kalsium 107,2 mg/L, sedangkan untuk standar baku mutu kualitas air bersih menurut Badan Laboratorium Nasional Timor Leste untuk magnesium 50 mg/L dan Kalsium 100 mg/L. pada kadar fisik suhu, warna, kekeruhan, Bau, TDS, Konduktivitas, salinitas memenuhi standar baku mutu yang berlaku

Pengambilan sampel air sumur di LP.3

Data pengukuran Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP.3 menunjukkan bahwa semua kadar memiliki standar yang berlaku. kadar microbiological pada total Coliforms dan E. Coli dalam air sumur mencapai 0 mg/L, dan kadar kimia Ph, Ammonia, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, Magnesium dan Kalsium memiliki tingkat konsentrasi standar kualitas air bersih, sedangkan pada kadar fisik suhu, warna, kekeruhan, Bau, TDS, Konduktivitas, salinitas memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih yang berlaku

Pengambilan Sampel Air Sumur di LP. 4

Data pengukuran Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP.4 menunjukkan bahwa semua kadar memiliki standar yang berlaku. kadar microbiological pada total Coliforms dan E. Coli dalam air sumur mencapai 0 mg/L dan kadar kimia Ph, Ammonia, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, Magnesium dan Kalsium memiliki tingkat konsentrasi standar kualitas air bersih, sedangkan pada kadar fisik suhu warna, kekeruhan, Bau, TDS, Konduktivitas, salinitas memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih yang berlaku

Pengambilan Sampel Air Sumur di LP. 5

Pengukuran berikutnya di Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP.5 menunjukkan tidak memenuhi standar yang berlaku, bahwa kadar microbiological pada total Coliforms dalam air sumur mencapai 4 mg/L sedangkan standar baku mutu kualitas air bersih hasilnya 0 mg/L, Pada E Coli memenuhi standar yang berlaku, kadar kimia Ph, Ammonia, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, Magnesium dan kalsium memiliki tingkat konsentrasi standar baku mutu kualitas air bersih, pada kadar fisik suhu, warna, kekeruhan, Bau, TDS, Konduktivitas, salinitas memenuhi standar baku mutu yang berlaku

Pengambilan Sampel Air Sumur di LP. 6

Data pengukuran Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP.6 menunjukkan bahwa semua kadar memiliki standar yang berlaku. kadar microbiological pada total Coliforms dan E. Coli dalam air sumur mencapai 0 mg/L dan kadar kimia Ph, Ammonia, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, Magnesium dan Kalsium memiliki tingkat konsentrasi standar kualitas air bersih, sedangkan pada kadar fisik suhu warna, kekeruhan, Bau, TDS, Konduktivitas, salinitas memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih yang berlaku

Pengambilan Sampel Air Sumur di LP. 7

Pengukuran berikutnya di Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP.7 menunjukkan tidak memenuhi standar yang berlaku pada kadar Kimia dan fisik, sedangkan standar yang berlaku microbiological pada total Coliforms dan E Coli kadar kimia Ph, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, memenuhi standar yang berlaku sedangkan pada Ammonia, Magnesium dan kalsium tidak memenuhi standar yang berlaku karena Tingkat konsentrasi melebihi standar yang ada, kadar kimia pada Ammonia memiliki tingkat konsentrasi 0,99 mg/L dan yang standar baku mutu kualitas air bersih pada Ammonia 0,5 mg/L, standar baku mutu kualitas air bersih pada Magnesium (Mg) = 50 mg/L, sedangkan hasil pengukuran, di lapangan menunjukkan 99, 144 mg/L, dengan demikian magnesium termasuk kategori tidak memenuhi standar baku mutu yang berlaku, dan kadar kalsium hasil di lapangan menunjukkan

tidak memenuhi standar yang ada, hasil di lapangan kalsium memiliki kadar konsentrat 163,2 sedangkan standar yang berlaku di badan laboratoriu Nasional Timor Leste 100 mg/L. Pada kadar fisik suhu, warna, kekeruhan, Bau, Konduktivitas, dari hasil pengukuran menunjukkan memenuhi standar baku mutu kualitas air, kadar pada TDS dan salinitas tidak memenuhi standar baku mutu yang berlaku, standar baku kualitas air bersih yang berlaku pada TDS 1000 mg/L, sedangkan hasil ada di pengukuran menunjukkan 1,384 mg/L, dan pada salinitas standar baku mutu kualitas air bersih yang ada 0 ‰ / mg/L, hasil pengukuran yang didapat = 1,40 ‰ / mg/L.

Pengambilan Sampel Air Sumur di LP.8

Pengukuran berikutnya di Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP. 8 menunjukkan tidak memenuhi standar yang berlaku pada kadar Kimia dan fisik, sedangkan standar yang berlaku microbiological pada total Coliforms dan E Coli kadar kimia Ph, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, memenuhi standar yang berlaku sedangkan pada Ammonia, Magnesium dan kalsium tidak memenuhi standar yang berlaku karena Tingkat konsentrat melebihi standar yang ada, kadar kimia pada Ammonia memiliki tingkat konsentrat 0,66 mg/L dan yang standar baku mutu kualitas air bersih pada Ammonia 0,5 mg/L, standar baku mutu kualitas air bersih pada Magnesium (Mg) = 50 mg/L, sedangkan hasil pengukuran, di lapangan menunjukan 102,6 mg/L, dengan demikian magnesium termasuk kategori tidak memenuhi standar baku mutu yang berlaku, dan kadar kalsium hasil di lapangan menunjukkan tidak memenuhi standar yang ada, hasil di lapangan kalsium memiliki kadar konsentrat 168 sedangkan standar yang berlaku di badan laboratoriu Nasional Timor Leste 100 mg/L. Pada kadar fisik suhu, warna, kekeruhan, Bau, Konduktivitas, dari hasil pengukuran menunjukkan memenuhi standar baku mutu kualitas air, kadar pada TDS dan salinitas tidak memenuhi standar baku mutu yang berlaku, standar baku kualitas air bersih yang berlaku pada TDS 1000 mg/L, sedangkan hasil ada di pengukuran menunjukkan 1041 mg/L, dan pada salinitas standar baku mutu kualitas air bersih yang ada 0 ‰ / mg/L, hasil pengukuran yang didapat = 1,05 ‰ / mg/L.

Pengambilan sampel Air Sumur di LP. 9

Data pengukuran Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP. 9 menunjukkan bahwa semua kadar memiliki standar yang berlaku. kadar microbiological pada total Coliforms dan E. Coli dalam air sumur mencapai 0 mg/L dan kadar kimia Ph, Ammonia, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, Magnesium dan Kalsium memiliki tingkat konsentrat standar kualitas air bersih, sedangkan pada kadar fisik suhu warna, kekeruhan, Bau, TDS, Konduktivitas, salinitas memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih yang berlaku

Pengambilan Sampel Air Sumur di LP. 10

Data pengukuran Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP. 10 menunjukkan bahwa semua kadar memiliki standar yang berlaku kecuali pada kadar Magnesium. kadar microbiological pada total Coliforms dan E. Coli dalam air sumur mencapai 0 mg/L dan kadar kimia Ph, Ammonia, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, Kalsium memiliki tingkat konsentrat standar baku mutu kualitas air bersih, sedangkan pada kadar magnesium hasil yang didapat di pengukuran 58,32 mg/L dan Magnesium standar baku mutu kualitas air bersih

menurut Badan Laboratorium Nasional Timor Leste 50 mg/L kadar fisik suhu warna, kekeruhan, Bau,TDS, Konduktivitas, salinitas memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih yang berlaku

Pengambilan Sampel Air Sumur di LP. 11

Data pengukuran Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP. 11 menunjukkan bahwa semua kadar memiliki standar yang berlaku. kadar microbiological pada total Coliforms dan E. Coli dalam air sumur mencapai 0 mg/L dan kadar kimia Ph , Ammonia, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, Magnesium dan Kalsium memiliki tingkat konsentrat standar kualitas air bersih, sedangkan pada kadar fisik suhu warna, kekeruhan, Bau,TDS, Konduktivitas, salinitas memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih yang berlaku

Pengambilan Sampel Air Sumur di LP. 12

Data pengukuran Badan laboratorium Nasoinal Timor Leste pada titik LP. 12 menunjukkan bahwa semua kadar memiliki standar yang berlaku. kadar microbiological pada total Coliforms dan E. Coli dalam air sumur mencapai 0 mg/L dan kadar kimia Ph , Ammonia, Nitrat, Nitrit, klorida, mangan, Magnesium dan Kalsium memiliki tingkat konsentrat standar kualitas air bersih, sedangkan pada kadar fisik suhu warna, kekeruhan, Bau,TDS, Konduktivitas, salinitas memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih yang berlaku

Pengujian Sampel Air Sumur

Hasil Uji Sampel Air Sumur Parameter Biologi

Dari hasil pengamatan di area penelitian air sumur di daerah sekitar TPA Tibar menunjukkan bahwa kualitas air adanya kontaminasi, dengan demikian perlu adanya pengujian melalui laboratorium untuk mengetahui kadar dalam air sumur tersebut. Hasil pengujian Laboratorium.

Tabel 1. Hasil uji sampel Air sumur

Parameter	Total Coliforms	E. Coli
Air Sumur LP.1	3	0
Air Sumur LP.2	2	0
Air Sumur LP.3	0	0
Air Sumur LP.4	0	0
Air Sumur LP.5	4	0
Air Sumur LP.6	0	0
Air Sumur LP.7	0	0
Air Sumur LP.8	2	0
Air Sumur LP.9	0	0
Air Sumur LP.10	0	0
Air Sumur LP.11	0	0
Air Sumur LP.12	0	0
Standar Kualitas Air	0	0

Sumber: Water Laboratory Analysis, 2025

Sumber; Water Laboratory Analysis 2025

Pengujian yang dilakukan menunjukkan ada beberapa titik sampel air sumur yang terkontaminasi bahan organik atau bakteri ; Air sumur LP.1 dengan nilai kadar Total Colifirms 3 mg/L, Air Sumur LP.2 dengan nilai kadar Total Total Coliforms 2 mg/L, Air sumur LP.5

dengan nilai kadar Total Total Coliforms 4 mg/L, Air Sumur LP. 8. dengan nilai kadar Total Total Coliforms 2 mg/L Hasil penelitian pada titik pada titik tersebut menunjukkan bahwa kadar microbiological , total Coliforms tidak memenuhi standar baku mutu kualiatas air bersih sedangkan standar baku mutu kualitas air bersih nilai kadar 0 mg/L, dengan demikian Masyarakat disekitar TPA Tibar masih memiliki masalah terkait air bersih yang perlu di tangani serius oleh pemerintah setempat.

Hasil Uji Sampel Air Sumur Parameter Fisik

Dilapangan menunjukkan kualitas Air Sumur fisik signifikan baik, tetapi perlu adanya pengujian dilapangan untuk memastikan kadar air sumur pada setiap titik untuk menguji kebenarannya.

Tabel 2. Hasil Uji Sampel Air Sumur

Parameter	pH	Warna	Kekeruhan	TDS	Konduktivitas	Salinitas
Air Sumur LP.1	6,93	0	0,24	606	1227	0,61
Air Sumur LP.2	6,84	0	0,29	725	1454	0,74
Air Sumur LP.3	6,69	0	0,68	305	629	0,30
Air Sumur LP.4	6,72	0	0,34	281	579	0,28
Air Sumur LP.5	6,64	0	1,34	349	717	0,35
Air Sumur LP.6	6,78	0	0,49	199,8	415	0,20
Air Sumur LP.7	6,81	0	0,60	1384	2710	1,40
Air Sumur LP.8	6,84	0	0,50	1041	2062	1,05
Air Sumur LP.9	6,88	0	0,19	438	893	0,44
Air Sumur LP.10	7,11	0	0,26	574	1162	0,58
Air Sumur LP.11	6,61	0	0,65	370	759	0,37
Air Sumur LP.12	6,79	0	1,32	457	930	0,46
Standar Kualitas Air	6,5–8,5	20	5	1000	2500	0–0,5

Sumber; Water Laboratory Analysis 2025

Dilihat dari keseluruhan pada sampel air sumur pada warna fisik jernih, menandakan tidak ada partikel tersuspensi yang signifikan dalam air sumur sehingga tidak terlihat masalah, sehingga menandakan filtrasi didalam tanah berjalan dengan baik. Pada Ph hasil air sumur menunjukkan dari hasil antara 6,71 -7,11 dilihat dari angka tersebut masih dalam kategori normal/Aman dalam penggunaan hidup sehari – hari. Dimana Ph normal air bersih antara 6,5 – 8,5, pada kekeruhan nilai dari hasil pengujian menunjukkan 0,19 – 1,34 masih dalam kondisi yang aman untuk kualitas air bersih, sedangkan pada hasil nilai air sumur dari TDS, konduktivitas, dan salinitas ada beberapa titik yang masuk dalam kategori tidak layak untuk di konsumsi, yaitu pada titik LP. 7 dan titik LP. 8, karena terkontamina melebihi batas standar yang berlaku menurut Undang – Undang Mankes 31/2020 Timor Leste. Pada LP.7, TDS menunjukkan hasil laboratorium nilai kadar 1384 mg/L menandakan adanya pencemaran dari limbah domestik, air lindi yang berlebihan, atau intrusi dari air laut. sedangkan batas normal kualitas air bersih untuk TDS 1000 mg/L, dan konduktivitas hasil pengujian menunjukkan nilai 2710 μ S/cm, sedangkan untuk nilai standar kualitas air bersih pada konduktivitas 2500 μ S/cm, menandakan adanya ion terlarut seperti intrusi air laut sehingga menghasilkan garam, dan adanya senyawa logam. Pada hasil pengujian air sumur salinitas tidak memenuhi standar karena hasil standar kualitas air bersih antara 0 – 0,5 ‰, sedangkan hasil pengujian laboratorium pada salinitas 1,40‰ ini menandakan banyaknya oin garam yang terlarut dalam air sumur.

Hasil Uji Sampel Air Sumur Parameter Kimia

Pada parameter ini, hasil pengujian menandakan adanya beberapa titik yang belum memenuhi standar kualitas air bersih, seperti pada LP.2, LP.7, LP.8, dan LP. 10.

Tabel 3. Hasil Uji Sampel Air Sumur

Parameter	Ammonia	Magnesium	Nitrat	Nitrit	Kalsium	Mangan
Air Sumur LP.1	0,0	58,32	8,82	0,0	96	0,01
Air Sumur LP.2	0,0	65,124	8,12	0,0	107,2	0,0
Air Sumur LP.3	0,0	43,74	1,73	0,0	72	0,0
Air Sumur LP.4	0,0	43,254	1,03	0,0	71,2	0,03
Air Sumur LP.5	0,0	44,226	0,42	0,0	72,8	0,0
Air Sumur LP.6	0,0	33,534	1,77	0,0	55,2	0,0
Air Sumur LP.7	0,99	99,144	0,24	0,0	163,2	0,24
Air Sumur LP.8	0,66	102,6	0,19	0,0	168	0,0
Air Sumur LP.9	0,0	49,086	2,17	0,0	80,8	0,0
Air Sumur LP.10	0,0	58,32	3,58	0,0	96	0,0
Air Sumur LP.11	0,0	48,6	1,06	0,0	80	0,03
Air Sumur LP.12	0,34	49,572	0,24	0,0	81,6	0,02
Standar Kualitas Air (Badan Laboratorium Nasional Timor Leste)	0,5	50	11	0,15	100	0,05

Sumber; Water Laboratory Analysis 2025

Pada LP. 2 magnesium dan kalsium dari hasil uji laboratorium menandakan adanya kontaminasi terhadap air sumur, kadar konsetrat yang dihasilkan magnesium 65,124 mg/L, dan kalsium 107,2 mg/L, sedangkan untuk standar berlaku menurut badan laboratorium nasional Timor Leste, pada magnesium 50 mg/L, dan kalsium 100 mg/L. pada LP. 7 dapat dilihat Air Sumur terkontaminasi oleh Ammonia, Magnesium dan Kalsium dengan Tingkat konsetrat pada ammonia 0,99 mg/L, Magnesium 99,144 mg/L, dan Kalsium 163,2 mg/L, sedangkan standar yang berlaku untuk ammonia 0,5 mg/L, Magnesium 50 mg/L, Kalsium 100 mg/L, dari hasil pengujian air sumur kadar ammonia menandakan adanya proses air lindi atau limbah padat terdekomposisi dan adanya limbah domestik sehingga meningkatkan kadar ammonia. Sedangkan untuk magnesium dan kalsium dari hasil uji air sumur menandakan adanya mineral, seperti batuan dolomit, batuan kapur, yang terdekomposisi oleh air hujan atau air tanah dan dapat juga dari sumber limbah dari sisa bahan organik (limbah Dapur) yang dapat meningkatkan kadar dari magnesium dan kalsium.

Pada LP. 8 dapat dilihat Air Sumur terkontaminasi tidak beda dengan LP.7 yang terkontaminasi, tetapi dengan hasil konsetrat yang berbeda, Tingkat konsetrat pada ammonia 0,66 mg/L, Magnesium 102,6 mg/L, dan Kalsium 168 mg/L, sedangkan standar yang berlaku untuk ammonia 0,5 mg/L, Magnesium 50 mg/L, Kalsium 100 mg/L, sehingga dari hasil dapat diuraikana di LP. 8 kadar ammonia menandakan adanya proses air lindi atau limbah padat terdekomposisi dan adanya limbah domestik sehingga meningkatkan kadar ammonia. Sedangkan untuk magnesium dan kalsium dari hasil uji air sumur menandakan adanya mineral, seperti batuan dolomit, batuan kapur, yang terdekomposisi oleh air hujan atau air tanah dan dapat juga dari sumber limbah dari sisa bahan organik (limbah Dapur) yang dapat meningkatkan kadar dari magnesium dan kalsium seperti pada LP.7, sedangkan LP.1, LP. 3, LP. 4, LP.5, LP.6, LP.9, LP.11, LP.12 hasil uji air sumur menunjukkan tidak ada kontaminasi terhadap air sumur yang signifikan.

Dari hasil pengujian air sumur Masyarakat disekitar TPA Tibar melalui badan laboratorium nasioanl Timor Leste, dengan menggunakan 3 parameter, parameter Biologi, Fisik dan kimia meyimpulkan bahwa ada beberapa titik LP yang terkontaminasi yaitu ; LP. 1, LP.2, LP. 5, LP.7, LP.8, dan LP.10.

Hasil Pengukuran Permukaan Muka Air Sumur

Dari hasil penelitian air sumur dan air tanah Masyarakat di sekitar TPA Tibar menyimpulkan pengolahan data.

Tabel 4. Pengukuran permukaan Muka Air sumur

Titik Koordinat X (E)	Titik Koordinat Y (S)	Elevasi	Kedalaman Air Sumur	Titik Penelitian
8°34'30.4"	125°28'49.3"	14 m	18 m	LP.1
8°34'58.0"	125°29'18.2"	13 m	18 m	LP.2
8°34'20.7"	125°29'17.7"	13 m	16 m	LP.3
8°34'35.4"	125°30'00.9"	13 m	18 m	LP.4
8°34'35.3"	125°29'47.9"	13 m	18 m	LP.5
8°34'39.5"	125°29'47.8"	19 m	16 m	LP.6
8°34'37.3"	125°29'39.5"	14 m	18 m	LP.7
8°34'31.9"	125°29'30.8"	19 m	16 m	LP.8
8°34'39.4"	125°29'23.4"	19 m	18 m	LP.9
8°34'58.0"	125°29'18.2"	23 m	18 m	LP.10
8°34'33.3"	125°29'02.0"	15 m	21 m	LP.11
8°34'40.9"	125°29'02.8"	15 m	18 m	LP.12

Sumber; Water Laboratory Analysis 2025

Tabel diatas Menunjukkan 12 titik penelitian, LP. 1 – LP.12, yang tersebar di Lokasi sekitar penelitian berupa koordinat X/East dan Y/South dengan elevasi permukaan tanah serta kedalaman air sumur, dari tabel ini memberikan Gambaran kondisi topografi dan karakteristik air tanah didaerah penelitian. Dilihat dari kordinat menunjukkan X dan Y titik penelitian dalam wilayah zona yang berdekatan (desa Tibar), penyebaran koordinat mengindisikan titik sumur penelitian mencakup area hilir dan hingga hulu TPA Tibar sehingga dapat digunakan untuk menilai pola aliran tanah dan penyebaran kontaminasi. Pada elevasi titik penelitian bervariasi antara 13 m sampai 23 m di atas permukaan laut, elevasi tertinggi terdapat pada LP.10 dengan 23 m, sedangkan elavasi terendah pada LP.2 , LP.3, LP.4, dan LP. 5 dengan ketinggian 13 m. variasi elevasi ini menunjukkan adanya perbedaan topografi ringan sampai sedang yang berpotensi mempengaruhi arah aliran air tanah, Dimana air cenderung bergerak dari daerah yang lebih tinggi menuju daerah yang lebih rendah. Sedangkan untuk kedalaman muka air sumur berkisar antara 16 m sampai 21 m. kedalaman air sumur paling dalam 21 m LP.11, sedangkan paling dangkal di LP.3, LP.6, LP.8 dengan 16 m, dari perbedaan ini menunjukkan adanya permeabilitas lapisan tanah, jarak dari sumber air permukaan dan posisi topografi, dari hasil koordinat dan air sumur ini penting untuk memetakan arah pergerakan air lindi dari TPA, titik dengan elavasi rendah dan kedalaman air dangkal pada LP.1 sampai LP. 4 berpotensi lebih cepat menerima kontaminasi karena air tanah di daerah lebih rendah, sedangkan titik elevasi tinggi pada LP.10 menjadi indikator sumur hulu untuk menentukan kualitas air tanah awal sebelum terpengaruh TPA. Dari data koordinar,elevasi dan kedalaman air sumur menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki topogafi landai dengan variasi ketinggian 10 m yang menunjukkan aliran air tanah dari timur ke barat, atau utara ke Selatan tergantung

kemiringan setempat. Sumur dengan elevasi rendah dan kedalaman dangkal perlu perhatian khusus karena lebih rentan menerima pencemaran air lindi dari TPA.

Pembahasan

Hasil menunjukkan adanya perbedaan pada parameter Biologi, Fisik, dan Kimia, pengujian parameter Biologi bertujuan untuk menilai kualitas mikrobiologis air sumur yang berhubungan dengan langsung dengan potensi kontaminasi oleh limbah domestik maupun air lindi dari TPA, dua parameter yang di uji yaitu Total Coliforms dan Escherichia Coli (E.Coli), dari hasil pengujian di Badan Laboratorium Nasional Timor Leste ditemukan adanya kontaminasi di empat titik penelitian, di LP.1 = 3 mg/L, LP2 = 2 mg/L, LP.5 = 4 mg/L, dan di LP.8 = 2 mg/, sedangkan untuk titik lain menunjukkan 0 mg/L menunjukkan standar kualitas air bersih, adanya total coliforms mengindikasikan adanya kontaminasi mikroorganisme, baik dari tanah, air permukaan, maupun aktivitas manusia. Penyebaran yang tidak merata menunjukkan aliran tanah yang membawa mikroba hanya ke beberapa titik. Hasil uji pada Escherichia Coli (E. Coli) seluruh titik menunjukkan angka 0 mg/, tidak ditemukannya E.coli berarti tidak terdapat kontaminasi pada air sumur, adanya Total Coliforms dapat berkaitan dengan infiltrasi air permukaan ke dalam akuifer dangkal akibat kondisi Geologi, peresapan air lindi TPA yang membawa mikroorganisme atau bisa juga sanitasi yang kurang baik, sumur dengan elevasi rendah lebih rentan karena aliran air tanah cenderung mengarah ke daerah topografi rendah.

Hasil Pengujian di Badan Laboratorium Nasional Timor Leste pada parameter Fisik, antara lain, pH, Warna, Kekeruhan, TDS, konduktivitas dan Salinitas, parameter fisik bertujuan untuk menilai kadar karakteristik Visual dan kandungan zat terlarut, pada pH hasil uji pada air sumur berkisar antara 6,61 sampai 7,71, sedangkan untuk standar baku mutu kualitas air antara 6,5 sampai 8,5 (Badan Laboratorium Nasional Timor Leste), seluruh titik memenuhi standar dan tergolong netral hingga sedikit asam, kondisi yang umumnya aman untuk dikonsumsi, pH terendah di LP. 11/ 6.61 dan pH tertinggi di LP 10/ 7,71. Warna dari hasil pengujian seluruh titik menunjukkan 0 pt-co standar untuk baku mutu kualitas air, air jernih secara visual dan tidak mengandung zat pewarna yang signifikan. Pada Kekeruhan hasil uji laboratorium menunjukkan nilai berkisar antara 0,19 sampai 1,34 NTU masih standar baku mutu kualitas air bersih (standar yang berlaku 5 NTU). Semua sampel air sumur pada parameter fisik memenuhi standar dan tergolong sangat jernih menandakan sedikit partikel tersuspensi, nilai tertinggi pada LP.5 /1,34 NTU dan LP.12 /1,32. Dari hasil pengujian pada Total Dissolved Solid (TDS) Sebagian besar berada di bawah standar 1000 mg/L terkecuali pada LP 7. Dan LP.8, pada LP.7 nilai = 1384 mg/L dan pada LP.8 = 1041 melebihi standar yang berlaku, TDS menunjukkan jumlah padatan yang terlarut garam, mineral dan Logam, nilai yang tinggi pada LP.7 dan LP.8 mengindikasikan adanya intrusi air laut dan rembesan air lindi dari TPA atau konsentrasi mineral besar di akuifer. Pada konduktivitas dari hasil uji nilai berkisar antara 415 sampai 2710 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sedangkan untuk yang berlaku 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dari keseluruhan titik memenuhi standar kecuali pada LP.7 yang melebihi batas standar, nilai konduktivitas tinggi sejalan dengan TDS Tinggi menandakan konsentrasi ion-ion terlarut yang lebih besar (Klorida dan Sulfat) hasil uji pada salinitas umumnya menunjukkan 0,20 – 0,74 ppt namun pada LP.7 nilai 1,40 ppt dan LP.8 nilai 1,05 yang melebihi standar yang berlaku, salinitas yang berlebih menandakan adanya pengaruh air asin, hal ini bisa disebabkan oleh intrusi air laut dan kontaminasi air lindi TPA. Titik LP.7 dan LP.8 secara konsisten

menunjukkan nilai TDS, konduktivitas, dan Salinitas dengan indikasi pencemaran fisik paling kuat. Kedua titik berada didekat lintasan air tanah yang membawa garam dan mineral terlarut. Secara umum kualitas air fisik menandakan masih dalam keadaan baik, namun pada LP.7 dan LP.8 menunjukkan indikasi pencemaran fisik yang signifikan melalui peningkatan TDS, konduktivitas dan salinitas.

Hasil pengujian yang dilakukan di Badan Laboratorium Nasional Timor Leste pada ammonia nilai berkisar antara 0,0 – 0,99 mg/L, sedangkan untuk standar yang berlaku 0,5 mg/L, pada LP. 7 nilai = 0,99 mg/L dan LP 8 nilai = 0,66, yang melebihi standar kualitas air bersih, kadar ammonia yang tinggi menandakan kontaminasi dari air lindi atau limbah organik. Pada magnesium hasil pengujian menunjukkan pada nilai berkisar antara 33,53 – 102,6 mg/L, standar yang berlaku 50 mg/L hampir seluruh air sumur tidak melebihi standar yang berlaku kecuali pada titik LP.6 LP.3 dan LP.4 hampir berada di atas ambang batas standar yang berlaku, titik terkontaminasi paling parah pada LP.7 dengan nilai = 99,14 mg/L dan pada LP.8 nilai = 102,6 mg/L. Kadar magnesium tinggi dapat meningkatkan kesadahan yang berpengaruh pada rasa air. Pada nitrat hasil pengujian menunjukkan nilai kisaran antara 0,19 – 8,82 mg/L, standar yang berlaku 11 mg/L, pada pengujian ini semua titik aman, nilai nitrat tertinggi pada LP. 1/ 8,82 mg/L dan LP.8/8,12 mg/L adanya resapan limbah organik tetapi masih dalam standar yang berlaku.

Pada nitrit hasil Uji semua titik = 0 mg/L, standar yang berlaku = 0,15 mg/L tidak terdeteksinya nitrit menunjukkan tidak adanya kontaminasi terhadap air sumur secara aktif. Pada kalsium hasil pengujian antara 55,2 – 168 mg/L, standar yang berlaku 100 mg/L, pada titik LP.2 = 107,2 mg/L, titik LP.7 = 163,2 mg/L dan LP.8 = 168 mg/L yang melebihi standar yang berlaku atau terkontaminasi pada air sumur Masyarakat, kalsium yang tinggi dapat meningkatkan kesadahan air dan nilai titik tertinggi pada LP.7 dan LP.8 menunjukkan adanya mineral karbonat dan kontribusi air lindi kaya kalsium, pada mangan hasil pengujian menunjukkan nilai antara 0 – 0,24 mg/L, standar yang berlaku 0,05 mg/L, pada titik LP.7 melebihi standar yang berlaku. Mangan yang berlebih dapat menimbulkan air sumur menjadi rasa logam dan dikonsumsi dalam waktu Panjang dapat menimbulkan efek pada Kesehatan. Pada titik LP.7 dan LP.8 secara konsisten memiliki kadar ammonia, magnesium, kalsium dan mangan yang tinggi dan melebihi standar yang berlaku, kondisi ini mengindikasikan Lokasi yang dekat dengan TPA Tibar, pada LP.7 dan LP.8 prioritas Pemantauan dan mitigasi karena menunjukkan indikasi pencemaran kimia berat yang dapat mempengaruhi Kesehatan Masyarakat.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air sumur masyarakat di sekitar TPA Tibar mengalami perbedaan signifikan pada parameter biologis, fisik, dan kimia. Total Coliforms ditemukan pada beberapa sumur (LP.1, LP.2, LP.5, LP.8), menandakan potensi kontaminasi dari limpasan permukaan, rembasan limbah rumah tangga, atau air hujan, meskipun E. coli tidak terdeteksi. Secara fisik, pH, warna, dan kekeruhan masih memenuhi standar, namun TDS, konduktivitas, dan salinitas pada sumur LP.7 dan LP.8 melebihi batas aman, menunjukkan kandungan ion terlarut tinggi akibat pencampuran air tanah dan air laut serta rembasan air lindi dari TPA. Analisis kimia menunjukkan tingginya kadar magnesium, kalsium, dan ammonia di beberapa titik, yang melebihi batas aman dan menandakan air sadah

serta indikasi kontaminasi dari limbah organik. Temuan ini menegaskan bahwa meskipun air terlihat jernih, terdapat risiko biologis dan kimia yang signifikan yang dipengaruhi aktivitas manusia, khususnya keberadaan TPA Tibar, yang berpotensi menurunkan kualitas air sumur dan berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat jika tidak ditangani secara komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Yusof, N., & Hassan, M. A. (2020). Dampak lindi TPA terhadap kualitas air tanah: Studi kasus. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(4), 3856–3865. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07058-1>
- Afdaliah, N., & Pristianto, H. (2019). Pemetaan kualitas air sumur bor warga Kota Sorong. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 5(1). <https://doi.org/10.33506/rb.v5i1.739>
- Borthakur, A., Singh, P., & Nath, P. (2021). Kontaminasi air tanah akibat pembuangan limbah padat kota yang tidak ilmiah: Implikasi kesehatan masyarakat. *Journal of Environmental Management*, 279, 111658. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111658>
- Chuzaini, F., & Dzulkifli. (2022). IoT monitoring kualitas air dengan menggunakan sensor suhu, pH, dan total dissolved solids (TDS). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 11(3).
- Faisal, M., Harmadi, & Puryanti, D. (2016). Kekeruhan air secara realtime menggunakan sensor TSD-10. *Ilmu Fisika*, 8(1).
- Hapsari, D. (2015). Kajian kualitas air sumur gali dan perilaku masyarakat di sekitar pabrik semen Kelurahan Karangtalun Kecamatan Cilacap Utara Kabupaten Cilacap. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1), 18–28.
- Karismawan, A., Sahdarani, D. N., Prahastomi, M., & Prayogi, T. E. (2021). Studi kualitas air tanah berdasarkan sifat fisik dan kimia menggunakan analisis hidrogeologi dan hidrokimia di Jakarta Barat. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Sains*, 2(2). <https://doi.org/10.51673/jips.v2i2.698>
- Lestari, L., Uca, U., & Amal, A. (2020). Kualitas air tanah untuk kebutuhan air bersih di Kelurahan Bulurokeng Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar. *Jurnal Environmental Science*, 3(1). <https://doi.org/10.35580/jes.v3i1.15364>
- Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., & Amin, M. (2018). Peningkatan kualitas pH, Fe dan kekeruhan dari air sumur gali dengan metode filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2). <https://doi.org/10.20961/jrrs.v1i2.20660>
- Ningrum, S. O. (2018). Analisis kualitas badan air dan kualitas air sumur di sekitar pabrik gula Rejo Agung Baru Kota Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(1).
- Pratiwi, D. M. (2023). Perbedaan kualitas air sumur dengan metode filtrasi sederhana di Desa Kamolan Kabupaten Blora. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 9(2). <https://doi.org/10.33197/jitter.vol9.iss2.2023.1028>
- Rahman, M. A., Islam, M. S., & Sultana, N. (2020). Penilaian risiko pencemaran air tanah dari tempat pembuangan sampah kota di negara berkembang. *Groundwater for Sustainable Development*, 10, 100345. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100345>
- Setyawan, A. R., Purnama, S., & Sudarmadji, S. (2021). Analisis kesesuaian air sumber untuk budidaya udang di Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 23(1). <https://doi.org/10.22146/jfs.57412>
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Rahmawati, C. T. (2020). Sebaran kualitas air sumur di sekitar TPA Randegan Kota Mojokerto berbasis sistem informasi geografis. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(1). <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2020.007.01.4>
- World Health Organization. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. WHO Press. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>