

Analysis of Well Water Quality in The Sumompo Manado Landfill.

Analisis Kualitas Air Sumur Di Sekitar Tpa Sumompo Manado

Tommy Bartholomeus Ogie^{1*}, Wawan Nurmawan², Hengki D. Walangitan².

¹Agrotechnology Study Program, Sam Ratulangi University Manado, Indonesia

²Department of Forestry, Sam Ratulangi University Manado, Indonesia

*Corresponding author:

ogietommy@unsrat.ac.id

Manuscript received: 23 Nov 2025.

Revision accepted: 22 Dec. 2025.

Abstract. The purpose of this study is to assess the quality of well water near the Sumompo Final Processing Site (TPA) in Manado. The method used involves in-situ measurements and laboratory analysis at the Manado Industrial Standardization and Services Center Laboratory on well water samples around the Sumompo TPA. Well water sampling was carried out at four different locations, which were classified based on distance from the TPA: sample A: 0 - <100 m, sample B: 100 - <200 m, sample C: 200 - <300 m, and Sample D: 300 - <400 m. The water quality parameters tested included physico-chemical and microbiological parameters, namely Temperature, pH, Total Dissolved Solids (TDS), Nitrate, Nitrite, Ammonia, Dissolved Lead, Dissolved Iron, and E. Coli. The quality standards used for comparison refer to the Minister of Health Regulation (Permenkes) Number 2 of 2023, Permenkes Number 32 of 2017 and Permenkes Number 492 of 2010. Laboratory test results showed that the temperature parameters of all samples were still within the quality standard range (27–33°C), with values between 29–30°C. The pH value was generally close to the lower limit, where only sample A (pH 7) met the quality standard (6.5–8.5), while samples B, C, and D (pH 6) were slightly below the standard. The TDS value showed that only sample A (846 mg/l) exceeded the threshold of <300 mg/l. For nitrate (NO_3^-) content, samples B (26 mg/l) and D (46 mg/l) exceeded the 20 mg/l quality standard, while nitrite (NO_2^-) were all still below the maximum limit of 3 mg/l. The concentrations of ammonia (NH_3), lead (Pb), and iron (Fe) in all samples were still within the safe threshold according to the applicable Ministry of Health Regulation standards. However, the results of the E. coli analysis showed significant microbiological contamination, with all samples containing E. coli far above the tolerance limit of 0 CFU/100 ml, especially in sample D (6,455 CFU/100 ml). Based on the Pollution Index (IP) calculation, all well water samples were classified as severely polluted: sample A showed an IP of 14.91, sample B reached 17.91, sample C was 12.86, and sample D (the furthest) recorded the highest IP value, namely 22.29. With a water quality status of being heavily polluted (IP > 10), the well water around the Sumompo TPA is not suitable for consumption.

Keywords: Well water quality, Sumompo landfill, water pollution, pollution index

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air sumur yang berada di sekitar Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sumompo, Manado. Metode yang digunakan melibatkan pengukuran *in-situ* dan analisis laboratorium di Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Manado terhadap sampel air sumur di sekitar TPA Sumompo. Pengambilan sampel air sumur dilakukan di empat lokasi berbeda, yang diklasifikasikan berdasarkan jarak dari TPA: sampel A: 0 - <100 m, sampel B: 100 - <200 m, sampel C: 200 - <300 m, dan Sampel D: 300 - <400 m. Parameter kualitas air yang diuji meliputi parameter fisika-kimia dan mikrobiologi, yaitu Suhu, pH, Total Padatan Terlarut (TDS), Nitrat, Nitrit, Amonia, Timbal terlarut, Besi terlarut, dan *E. Coli*. Baku mutu yang digunakan untuk perbandingan mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 2 Tahun 2023, Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 dan Permenkes Nomor 492 Tahun 2010. Hasil uji laboratorium menunjukkan parameter suhu seluruh sampel masih berada dalam kisaran baku mutu (27–33°C), dengan nilai antara 29–30°C. Nilai pH umumnya mendekati batas bawah, di mana hanya sampel A (pH 7) memenuhi baku mutu (6,5–8,5), sedangkan sampel B, C, dan D (pH 6)

berada sedikit di bawah standar. Nilai TDS menunjukkan bahwa hanya sampel A (846 mg/l) melebihi ambang batas <300 mg/l. Untuk kandungan nitrat (NO_3^-), sampel B (26 mg/l) dan D (46 mg/l) melebihi baku mutu 20 mg/l, sedangkan nitrit (NO_2^-) seluruhnya masih di bawah batas maksimum 3 mg/l. Konsentrasi amonia (NH_3), timbal (Pb), dan besi (Fe) pada seluruh sampel masih berada dalam ambang batas aman sesuai standar Permenkes yang berlaku. Namun demikian, hasil analisis terhadap E. coli menunjukkan pencemaran mikrobiologis yang signifikan, dengan seluruh sampel mengandung E. coli jauh di atas batas toleransi 0 CFU/100 ml, terutama pada sampel D (6.455 CFU/100 ml). Berdasarkan perhitungan Indeks Pencemaran (IP) seluruh sampel air sumur diklasifikasikan sebagai tercemar Berat: sampel A menunjukkan IP 14,91, sampel B mencapai 17,91, sampel C sebesar 12,86, dan sampel D (terjauh) mencatat nilai IP tertinggi, yaitu 22,29. Dengan status mutu air tercemar berat (IP > 10), air sumur di sekitar TPA Sumompo tersebut tidak layak digunakan untuk dikonsumsi.

Kata kunci : Kualitas air sumur, TPA Sumompo, pencemaran air, indeks pencemaran

PENDAHULUAN

Permasalahan pengelolaan sampah merupakan isu nasional yang terus membesar di Indonesia, di mana volume sampah yang dihasilkan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah penduduk dan perubahan gaya hidup masyarakat (Purnomo, 2021; Damanhuri & Padmi, 2019). Dalam upaya menangani volume yang masif ini, Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) berperan sebagai lokasi terakhir pemrosesan sampah (Manurung & Santoso, 2020). Namun, alih-alih menggunakan sistem *sanitary landfill* yang aman, sebagian besar TPA di Indonesia masih menerapkan metode pembuangan terbuka (*open dumping*) atau *controlled landfill* yang tidak optimal. Sistem yang sederhana dan relatif mudah diterapkan ini memiliki banyak kelemahan dan seringkali menjadi sumber pencemaran yang serius bagi lingkungan sekitarnya (Dwinanda et al., 2025; Hartini & Yulianto, 2018).

Proses dekomposisi sampah yang bercampur dengan air eksternal, seperti air hujan, menghasilkan cairan limbah yang sangat berbahaya, dikenal sebagai air lindi (*leachate*) (Laili, 2021; Rakhmawati et al., 2016). Lindi memiliki karakteristik fisik berwarna gelap, berbau menyengat, dan kandungan zat pencemar dengan konsentrasi sangat tinggi (Malahayati &

Sofiyana, 2018). Kandungan polutan ini mencakup senyawa organik, anorganik, dan logam berat yang bersifat toksik (seperti Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)) (Damanhuri & Padmi, 2019). Pemantauan kualitas lindi sangat penting untuk menilai potensi pencemaran yang dihasilkan oleh TPA terhadap lingkungan sekitar (Febriandana et al., 2025).

Masyarakat yang tinggal di sekitar TPA Sumompo masih mengandalkan air sumur untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, mencuci, dan dalam beberapa kasus, untuk konsumsi. Namun, dengan adanya potensi pencemaran dari TPA, penting untuk meneliti apakah kualitas air sumur di sekitar lokasi ini masih memenuhi standar kesehatan. Kontaminasi air sumur oleh lindi membawa dampak negatif serius bagi kesehatan masyarakat. Selain senyawa kimia seperti Nitrat yang tinggi, ancaman terbesar seringkali datang dari kontaminasi mikrobiologi (Christin et al., 2024). Keberadaan bakteri E. Coli dan *Total Coliform* yang tinggi di air sumur warga menunjukkan tingkat higiene yang sangat rendah, berpotensi memicu penyakit bawaan air seperti Kolera, Tifoid, dan Hepatitis A (Christin et al., 2024; Amaliyah, 2017). Selain itu, paparan jangka panjang terhadap logam berat, yang sering ditemukan dalam lindi, diketahui

meningkatkan risiko kelahiran prematur, gangguan perkembangan anak, dan penyakit lainnya (Dwinanda et al., 2025). Logam berat seperti Timbal (Pb) dapat mengganggu sistem saraf dan menurunkan kecerdasan.

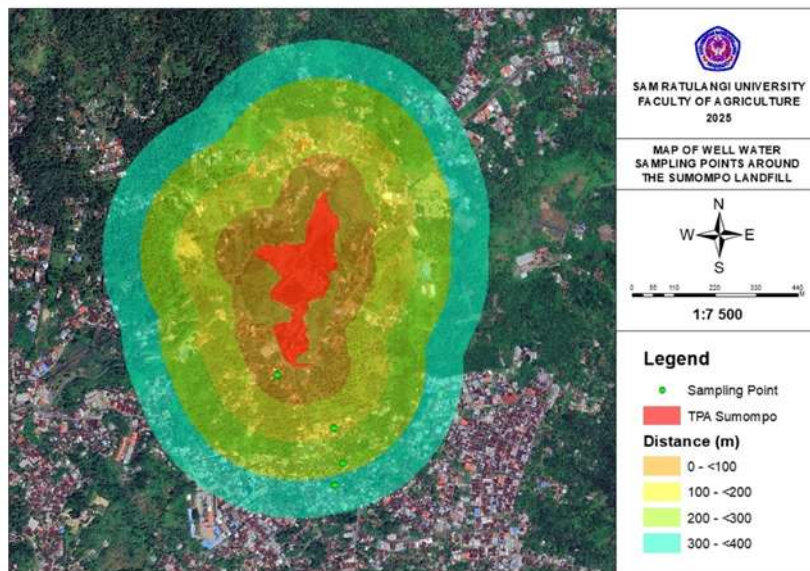
Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah: (1) Untuk mengetahui kualitas air sumur (parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi) yang digunakan oleh masyarakat di sekitar TPA Sumompo Manado dan membandingkannya dengan

baku mutu air bersih. (2) Untuk menentukan status mutu air sumur di sekitar TPA Sumompo Manado berdasarkan perhitungan Indeks Pencemaran (IP).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di sekitar TPA Sumompo Kota Manado pada bulan Agustus-September Tahun 2025. Metode yang digunakan melibatkan pengukuran *in-situ* dan analisis laboratorium di Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Manado terhadap sampel air sumur di sekitar TPA Sumompo.



Gambar 1. Peta Pengambilan sampel air sumur

Pengambilan sampel air sumur dilakukan di empat lokasi berbeda, yang diklasifikasikan berdasarkan jarak dari TPA: sampel A: 0 - <100 m, sampel B: 100 - <200 m, sampel C: 200 - <300 m, dan sampel D: 300 - <400 m. Parameter kualitas air yang diuji meliputi parameter fisika-kimia dan mikrobiologi, yaitu Suhu, pH, Total Padatan Terlarut (TDS), Nitrat, Nitrit, Amonia, Timbal terlarut, Besi terlarut, dan *E. Coli*. Baku mutu yang digunakan untuk perbandingan mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 2 Tahun 2023, Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 dan Permenkes Nomor 492 Tahun 2010. Pendekatan analitik digunakan untuk

menganalisis status mutu air sumur melalui perhitungan Indeks Pencemaran (IP). Adapun rumus perhitungan indeks pencemaran air sebagai berikut.

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{Ci}{Lij}\right)_M^2 + \left(\frac{Ci}{Lij}\right)_R^2}{2}}$$

dimana:

IP_j : Indeks pencemaran bagi peruntukan j

C_i : Konsentrasi parameter kualitas air (i)

L_{ij} : Konsentrasi parameter kualitas air (i) yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air (j)

Kriteria :

Nilai IP	Mutu air
$0 \leq IP_j \leq 1,0$	Kondisi baik
$1,0 < IP_j \leq 5,0$	Tercemar ringan
$5,0 < IP_j \leq 10$	Tercemar sedang
$IP_j > 10$	Tercemar berat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil pengukuran in-situ dan uji di Laboratorium Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Manado lihat Tabel 1.).

Tabel 1. Hasil Pengukuran dan Analisis Sampel

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian Sampel			
				A	B	C	D
1.	Suhu	°C	27-33*	30	29	30	29
2.	pH	-	6.5-8.5*	7	6	6	6
3.	TDS	mg/l	<300*	846	104	164	292
4.	Nitrat (NO ₃)	mg/l	20*	5	26	1	46
5.	Nitrit (NO ₂)	mg/l	3*	0.03	0.008	0.01	0.02
6.	Amonia	mg/l	1,5***	0.4	<0.05	0.2	0.09
7.	Timbal (Pb) terlarut	mg/l	0,05**	0.0005	0.0002	0.0005	0.0009
8.	Besi (Fe) terlarut	mg/l	0.2*	0.0371	0.0175	0.0252	0.0317
9.	<i>E. Coli</i>	CFU/100 ml	0*	110	982	78	6455

Keterangan : Pengukuran *in-situ* dan analisis Laboratorium BSPJI Manado di Air sumur sekitar TPA Sumompo.

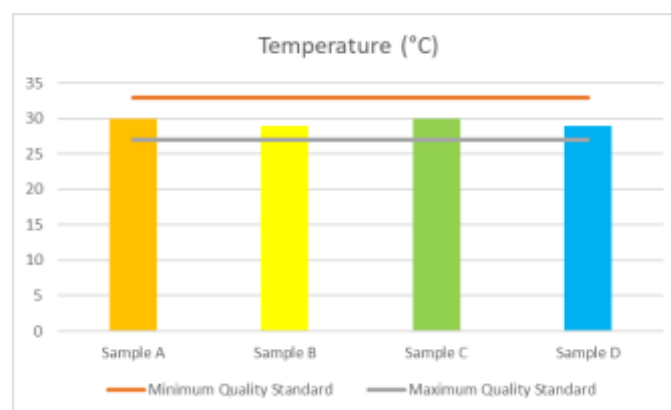
* : Permenkes 2/2023. ** : Permenkes 32/2017. ***: Permenkes 492/2010.

Pembahasan

Suhu

Suhu yang diukur pada sumur atau air permukaan di sekitar TPA dapat menjadi indikator tidak langsung adanya pengaruh air lindi, meskipun lindi biasanya memiliki suhu yang dipengaruhi oleh dekomposisi organik. Hasil pengujian suhu in-situ untuk sampel A, B, C, dan D menunjukkan nilai

yang seragam dan stabil, yaitu berkisar antara 29°C hingga 30°C. Parameter suhu ini memenuhi Baku Mutu Permenkes 2/2023, yang menetapkan batas rentang antara 27°C hingga 33°C. Dengan demikian tidak menunjukkan anomali termal yang signifikan akibat pencemaran lindi, seperti yang sering terjadi pada TPA dengan masalah kebocoran lindi yang parah (Pramesti *et al.* 2023).



Gambar 2. Perbandingan suhu pada sampel dengan baku mutu

pH

pH (potensial Hidrogen) adalah parameter krusial yang menunjukkan intensitas keasaman atau alkalinitas air.

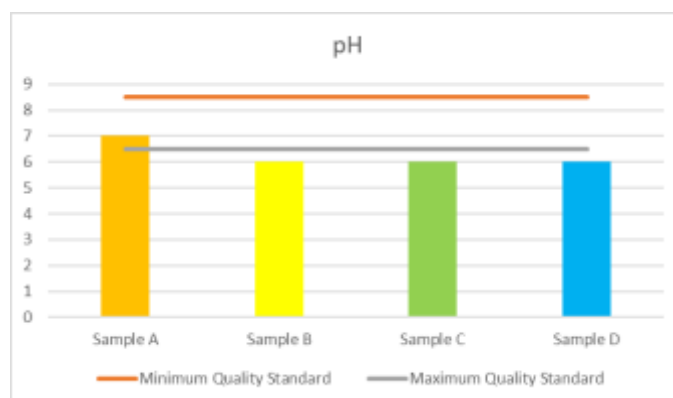
Perubahan pH air tanah dapat dipengaruhi oleh batuan (Angrianto *et al.* 2021) atau air lindi (Budi *et al.* 2016). Nilai pH air lindi itu sendiri dapat bervariasi; pada lindi muda,

pH bisa rendah (asam), sedangkan pada lindi tua, pH cenderung stabil pada rentang netral hingga sedikit basa (Laya, *et al.* 2025; Laili *et al.* 2021).

Hasil pengujian in-situ terhadap parameter pH air sumur yang disampel di sekitar TPA TPA Sumompomenunjukkan variasi antara netral (7) dan agak asam (6). Baku Mutu yang digunakan untuk menilai kualitas air ini adalah Permenkes 2/2023, yang menetapkan rentang pH air yang dipersyaratkan adalah 6.5 hingga 8.5. Nilai pH 6.0 pada sampel B, C, dan D mengindikasikan bahwa air sumur tersebut bersifat sedikit asam, meskipun tidak tergolong asam parah. Kondisi pH yang berada di luar rentang normal (di bawah 6.5) dianggap menyimpang dari pH air yang layak konsumsi.

Air lindi yang dihasilkan dari dekomposisi sampah pada fase awal

cenderung bersifat asam karena tingginya produksi asam organik. Data rujukan untuk sampel A, B, C, dan D menunjukkan bahwa pH 6.0 muncul pada jarak 100 meter hingga 400 meter dari TPA, sementara pH 7.0 ditemukan pada titik terdekat (0–<100 m). Fluktuasi ini perlu dianalisis dengan arah aliran air tanah dan jenis geologi setempat. Dalam kasus umum, air lindi yang meresap dapat bercampur dengan air tanah permukaan, menyebabkan penurunan kualitas. Keasaman (pH 6.0) mengindikasikan adanya potensi gangguan serius terhadap kualitas air tanah yang tidak lagi memenuhi syarat air bersih/air minum yang ditetapkan pemerintah (Permenkes 2/2023) dan memerlukan tindakan mitigasi untuk menghindari risiko kesehatan, terutama karena air dengan pH rendah dapat melarutkan logam berat.



Gambar 3. Perbandingan pH pada sampel dengan baku mutu

Total Dissolved Solids (TDS)

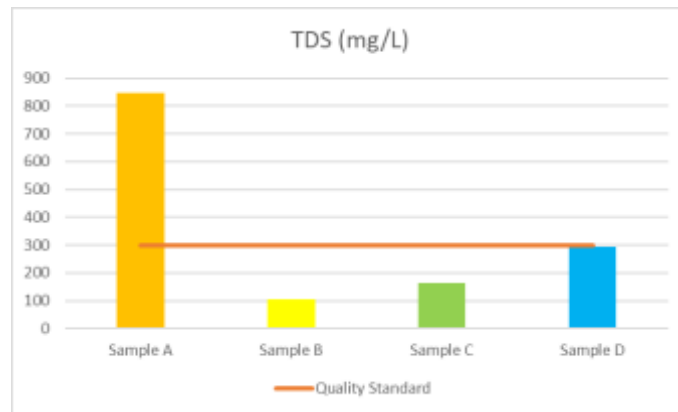
TDS adalah padatan yang terlarut dalam air, baik berupa zat organik maupun anorganik, dan merupakan indikator penting adanya polutan. TDS adalah padatan terlarut yang ukurannya lebih kecil dari padatan tersuspensi dan nilai yang tinggi mengindikasikan tingginya kandungan ion terlarut, yang berasal dari proses pelindian materi organik dan anorganik sampah bercampur air hujan (Kustiyaningsih *et al.* 2020)

Nilai TDS yang tinggi sering disebabkan oleh adanya akumulasi hasil

dekomposisi sampah yang mengandung bahan-bahan anorganik, seperti ion sodium, kalsium, magnesium, bikarbonat, sulfat, klorida, besi, hingga stronsium. Hasil pengujian *Total Dissolved Solids* (TDS) air sumur in-situ menunjukkan variasi konsentrasi yang lebar, dari 104 mg/L hingga 846 mg/L. Baku Mutu yang digunakan sebagai acuan adalah Permenkes 2/2023, yang menetapkan batas maksimum TDS untuk air bersih/minum adalah <300 mg/L. Sampel A memiliki konsentrasi TDS yang jauh melebihi baku mutu Permenkes 2/2023. Sebaliknya, Sampel B dan C

menunjukkan kualitas TDS yang baik, sementara Sampel D (292 mg/L) berada di ambang batas tetapi masih memenuhi persyaratan Permenkes 2/2023. Nilai TDS sebesar 846 mg/L pada Sampel A

mengindikasikan bahwa air tersebut telah mengalami kontaminasi yang signifikan oleh air lindi (*leachate*). Sampel A diambil pada jarak terdekat dari TPA (0 - <100 m).



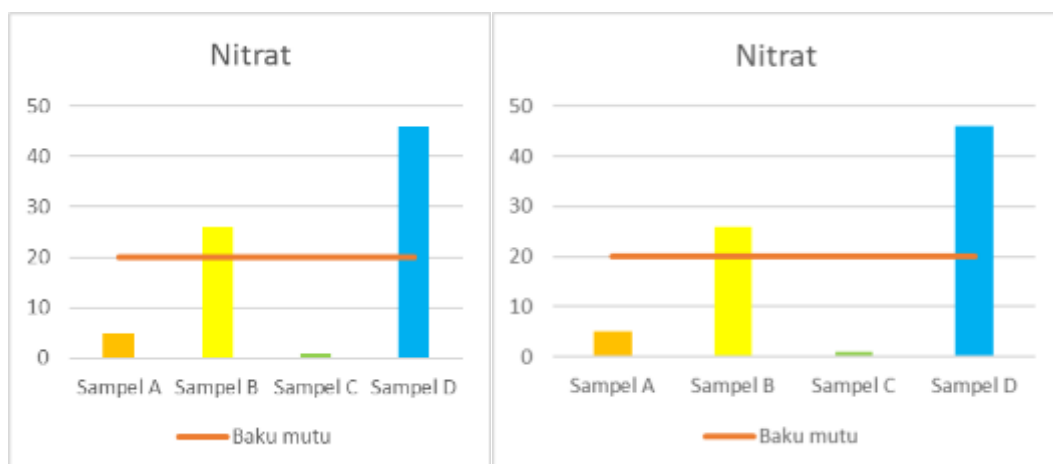
Gambar 4. Perbandingan pH pada sampel dengan baku mutu

Tingginya nilai TDS ini, yang melebihi batas 300 mg/L, dapat berdampak pada kualitas lingkungan sekitar TPA (Rahman *et al.*, 2023) dan menyebabkan air memiliki rasa yang tidak enak, sehingga tidak layak dikonsumsi sebagai air minum (Damanhuri & Padmi, 2019; Angrianto *et al.*, 2021). Konsentrasi TDS pada sampel B, C, dan D yang lebih rendah (104–292 mg/L) menunjukkan pola bahwa semakin jauh jarak sumur dari TPA, semakin menurun pula konsentrasi pencemar. Konsentrasi TDS yang menurun dari Titik A ke titik-titik yang lebih jauh disebabkan oleh proses attenuasi alami, filtrasi oleh tanah, atau

pengenceran, meskipun Sampel D (292 mg/L) menunjukkan bahwa kontaminasi masih berpotensi menyebar hingga jarak 300–400 meter. TDS yang tinggi juga menunjukkan bahwa bahan organik dalam limbah tersebut belum terdegradasi sempurna (Setiorini *et al.* 2018).

Nitrat (NO_3) dan Nitrit (NO_2)

Parameter ini merupakan indikator penting adanya kontaminasi senyawa nitrogen yang sering kali berasal dari dekomposisi sampah organik atau limbah domestik..



Gambar 5. Perbandingan nitrat dan nitrit pada sampel dengan baku mutu

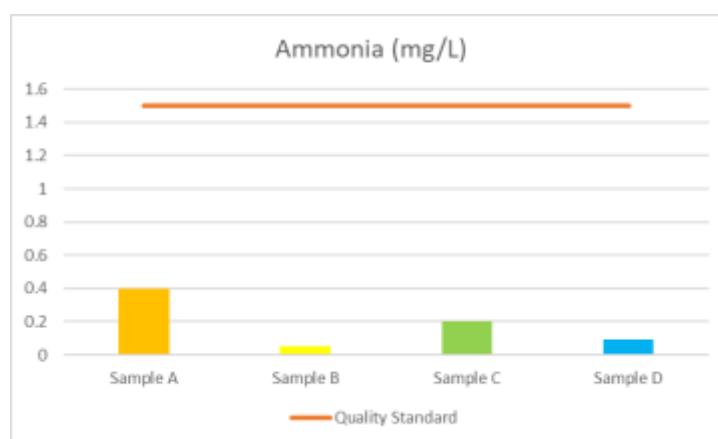
Hasil analisis laboratorium dari sampel air sumur di sekitar TPA Sumompo menunjukkan variasi signifikan pada konsentrasi Nitrat, sementara Nitrit berada dalam batas aman. dari empat sampel air sumur B (26 mg/l) dan D (46mg/l) menunjukkan konsentrasi Nitrat yang melampaui batas maksimum yang diperbolehkan dalam Permenkes 2/2023. Sementara konsentrasi nitrit pada semua sampel air sumur (A, B, C, D) memiliki konsentrasi Nitrit yang jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh Permenkes 2/2023.

Konsentrasi Nitrat yang tinggi (melebihi 20 mg/l) sering dikaitkan dengan paparan air tanah terhadap limbah organik, yang dapat berasal dari air lindi atau limbah septik/kotoran hewan. Dalam konteks TPA, nilai ekstrem 46 mg/l pada Sampel D sangat mungkin disebabkan oleh migrasi lindi yang tidak terolah ke dalam akuifer. Sementara itu sampel A (terdekat) dan C menunjukkan kadar (5 mg/l dan 1 mg/l). Pola ini menunjukkan bahwa penyebaran pencemaran air tanah tidak bersifat linier berdasarkan jarak, tetapi sangat dipengaruhi oleh arah aliran air tanah (*flownet*) dan

kondisi geologi setempat. Kontaminasi yang terlokalisir (seperti di B dan D) dapat menunjukkan bahwa sumur-sumur ini berada langsung di jalur lintasan lindi. Rendahnya kadar Nitrit ini mengindikasikan bahwa: Proses *nitrifikasi* (konversi amonia menjadi nitrat) sudah berjalan relatif sempurna di lokasi tersebut, yang sering terjadi pada air lindi yang *mature* atau tercampur dengan air tanah yang kaya oksigen (aerobik). Air lindi yang mencemari mungkin merupakan lindi yang sudah berumur (*mature leachate*), di mana sebagian besar Amonia telah teroksidasi menjadi Nitrat. Peningkatan kadar Nitrat pada air tanah di sekitar TPA merupakan masalah serius (Arum *et al.*, 2017). Jika dikonsumsi, kandungan Nitrat yang berlebihan dapat mengganggu kesehatan (Febriany *et al.* 2025).

Amonia (NH₃)

Amonia (NH₃) merupakan bentuk nitrogen yang sangat umum ditemukan pada air lindi, terutama lindi yang telah matang (*mature leachate*), ditandai dengan konsentrasi amonium (NH₄⁺) yang tinggi.



Gambar 6. Perbandingan Amonia pada sampel dengan baku mutu

Hasil analisis laboratorium menunjukkan semua konsentrasi Amonia empat sampel air sumur (A, B, C, D). Baku Mutu yang digunakan sebagai acuan adalah Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 (Permenkes 492/2010

memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Amonia adalah salah satu polutan kunci yang sering ditemukan dalam konsentrasi tinggi pada air lindi (*leachate*), cairan yang dihasilkan dari dekomposisi sampah. Konsentrasi Amonia yang rendah pada air

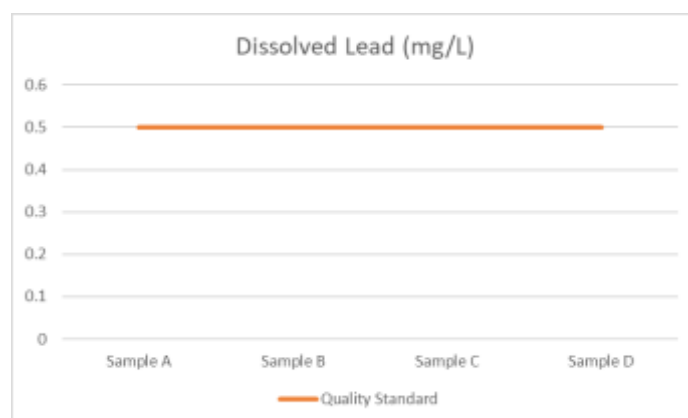
sumur masyarakat di sekitar lokasi yang berpotensi tercemar (seperti TPA Sumompo yang diindikasikan pada sumber data) dapat menunjukkan beberapa kemungkinan :Amonia (merupakan senyawa yang mudah teroksidasi menjadi Nitrit dan kemudian menjadi Nitrat melalui proses nitrifikasi dalam kondisi aerobik. Kadar Amonia yang rendah, terutama jika disertai dengan kadar Nitrat yang tinggi (seperti yang ditunjukkan pada hasil uji sebelumnya di Sampel B dan D, yaitu 26 mg/L dan 46 mg/L), dapat mengindikasikan bahwa Amonia telah mengalami proses oksidasi dan berubah menjadi Nitrat. Kadar Nitrat yang tinggi (melebihi 20 mg/L) pada sampel B dan D ini, meski Amonia rendah, tetap mengindikasikan bahwa air tanah tercemar oleh limbah domestik atau kotoran hewan, yang merupakan sumber utama Nitrogen.

Kandungan polutan, termasuk Amonia, cenderung menurun seiring dengan bertambahnya jarak dari sumber pencemar utama (TPA). Logam berat terlarut seperti Timbal (Pb) dan Besi (Fe)

juga menunjukkan konsentrasi yang sangat rendah pada sampel-sampel ini. Ini menunjukkan adanya peran filtrasi alami tanah yang efektif atau jarak yang memadai antara sumber polusi lindi dengan sumur, meskipun keberadaan *E. Coli* yang sangat tinggi pada semua sampel menunjukkan adanya kontaminasi mikrobiologi yang signifikan dan mungkin berasal dari sumber lain, seperti septic tank atau aliran permukaan yang dekat.

Timbal (Pb) Terlarut

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat non-esensial yang berbahaya. Konsentrasi logam berat biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit dalam air, yaitu kurang dari 1 mg/l (Rusnam *et al.* 2020). Timbal digunakan sebagai bahan pembuat baterai, amunisi, produk cat, dan keramik (Laili, 2021). Kelarutan Timbal di perairan umumnya rendah, sehingga kadarnya dalam air tanah relatif sedikit (Ramadhan *et al.* 2019).



Gambar 7. Perbandingan timbal pada sampel dengan baku mutu

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa konsentrasi timbal (Pb) terlarut pada keempat sampel air sumur (A, B, C, dan D) berada dalam rentang 0.0002 mg/l hingga 0.0009 mg/l. Baku Mutu yang digunakan sebagai acuan adalah Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 yang menetapkan batas maksimum timbal terlarut sebesar 0.05

mg/l. Kelarutan Timbal dalam air tanah relatif rendah, sehingga konsentrasinya dalam bentuk terlarut cenderung sedikit. Logam Timbal pada perairan dapat ditemukan dalam bentuk terlarut atau tersuspensi. rendahnya konsentrasi Pb dalam sampel ini menunjukkan bahwa Timbal terlarut tidak menjadi kontaminan utama pada air tersebut, berbeda dengan

temuan di beberapa TPA lain di Indonesia (Silaban, 2017; Imaduddin *et al.* 2022).

Besi (Fe) Terlarut

Besi (Fe) adalah salah satu logam berat yang tergolong esensial, artinya dibutuhkan oleh organisme hidup dalam jumlah tertentu, namun dapat menimbulkan efek racun jika kadarnya berlebihan Besi juga merupakan nutrisi penting bagi semua organisme hidup, tetapi dapat menyebabkan sitotoksitas apabila kadarnya berlebihan (Irhamni, 2017).

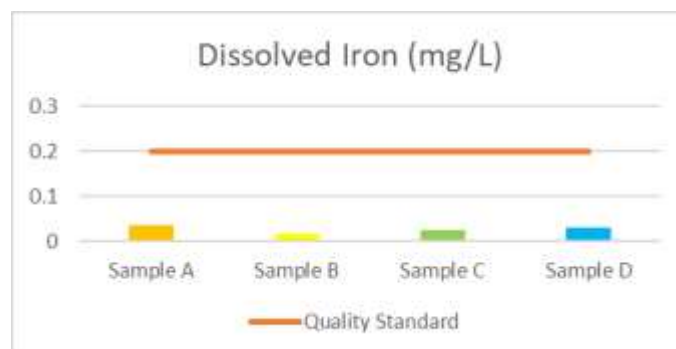
Hasil analisis laboratorium terhadap konsentrasi Besi (Fe) terlarut pada keempat sampel air sumur (A, B, C, dan D) menunjukkan nilai yang sangat rendah, berkisar antara 0.00252 mg/l hingga 0.0371 mg/l. Baku Mutu yang digunakan sebagai acuan adalah Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 (Permenkes 2/2023), yang menetapkan batas maksimum Besi

terlarut untuk air bersih/minum adalah 0.2 mg/l.

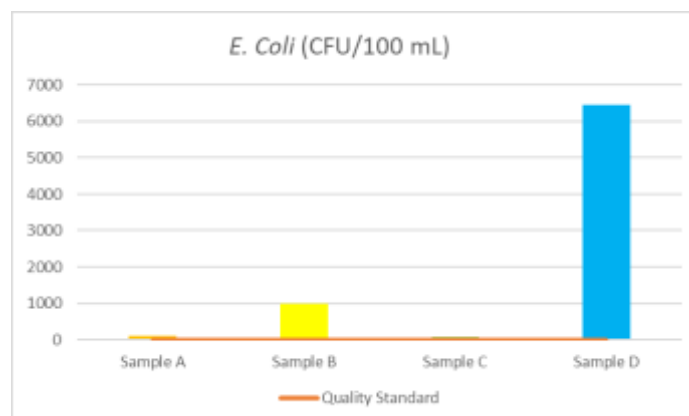
Rendahnya konsentrasi Besi (Fe) ini sangat kontras dengan tingginya zat padat terlarut (TDS) yang terukur pada sampel A (846 mg/L, melebihi baku mutu <300 mg/L). Hal ini menunjukkan bahwa, meskipun terdapat kontaminan lain (seperti TDS dan *E. Coli*) yang melebihi baku mutu, logam berat Fe terlarut tidak menjadi masalah utama pada air sampel tersebut.

E. Coli

Hasil pengujian mikrobiologi *E. Coli* pada empat sampel air sumur (A, B, C, D) menunjukkan adanya kontaminasi bakteri yang signifikan. Konsentrasi terukur berkisar antara 78 CFU/100 ml hingga 6455 CFU/100 ml yang melebihi baku mutu sebesar 0 CFU/100 ml.



Gambar 8. Perbandingan besi (Fe) pada sampel dengan baku mutu



Gambar 9. Perbandingan E. Coli pada sampel dengan baku mutu

Tingginya konsentrasi *E. Coli* berfungsi sebagai indikator kuat adanya

kontaminasi feses (kotoran manusia atau hewan berdarah panas). Keberadaan bakteri

ini menunjukkan tingkat higienitas yang sangat rendah dan potensi adanya mikroorganisme patogenik lain di dalam air. Dalam konteks TPA, nilai *E. Coli* atau *Total Coliform* yang tinggi merupakan indikasi kuat bahwa air tanah dangkal telah terkontaminasi oleh air lindi (leachate). Air lindi adalah cairan yang berasal dari dekomposisi sampah dan infiltrasi air hujan yang membawa serta berbagai zat pencemar, termasuk bakteri patogen seperti *Streptococcus*, *Escherichia*, *Pseudomonas*, dan *Proteus*. *E. Coli* juga secara spesifik dapat berkembang dengan baik pada air lindi.

Konsentrasi yang ditemukan, terutama pada Sampel D (6455 CFU/100 ml), menunjukkan tingkat kontaminasi yang ekstrem. Fenomena ini terjadi karena lindi mengandung bahan pencemar organik yang tinggi (*ditandai dengan tingginya kadar BOD*) yang menjadi media pertumbuhan bakteri Coliform yang baik.

Tingginya bakteri Koliform total/ *E. Coli* membahayakan kesehatan manusia karena dapat menyebabkan penyakit seperti Kolera, Tifus (*Typhoid*), Hepatitis A, hingga penyakit gusi akibat kandungan nikel pada lindi, jika air tersebut dikonsumsi. Hal ini diperkuat oleh temuan Yatim & Mukhlis (2013) yang menyatakan bahwa air sumur yang tercemar lindi tidak layak digunakan karena dapat berdampak pada fisiologi tubuh.

Indeks Pencemaran

Penentuan status mutu air sumur di sekitar TPA Sumompo dilakukan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2003). Nilai IP yang diperoleh untuk empat titik sampel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indeks Pencemaran

No.	Sampel	(Ci/Lij)M ²	(Ci/Lij)R ²	Indeks Pencemaran	Status
1.	A	427,678	17,107	14,913	Tercemar berat
2.	B	616,915	24,677	17,911	Tercemar berat
3.	C	317,902	12,716	12,857	Tercemar berat
4.	D	955,302	38,212	22,288	Tercemar berat

Sumber: Hasil perhitungan Indeks Pencemaran

Berdasarkan klasifikasi IP (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2003), nilai IP > 10 dikategorikan sebagai tercemar berat. Dengan demikian, seluruh air sumur masyarakat di sekitar TPA Sumompo, hingga jarak 400 meter, berada dalam kondisi tercemar berat.

Nilai IP yang mencapai 22,29 (Sampel D), bahkan pada jarak terjauh (300–<400 m), menunjukkan bahwa tingkat pencemaran air sumur di TPA Sumompo berada pada tingkat yang sangat parah. Tingginya IP ini didorong oleh kontribusi dari parameter-parameter kunci yang melampaui baku mutu secara signifikan, terutama kontaminasi masif *E. Coli*, diikuti

oleh TDS dan Nitrat, yang mengindikasikan bahwa sistem penahanan air lindi, atau setidaknya pemisahan limbah domestik dari air tanah, telah gagal total di area tersebut. Status mutu air tercemar berat berarti air sumur ini tidak memenuhi baku mutu untuk peruntukan Kelas I (air baku air minum) dan tidak layak digunakan untuk konsumsi masyarakat (Widiarti & Muryani, 2018; Meyrita et al., 2023).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai kualitas air sumur masyarakat di sekitar Tempat Pemrosesan

Akhir (TPA) Sumompo Manado, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama: 1). Status Kualitas Air Sumur: Kualitas air sumur di keempat titik pengambilan sampel (A, B, C, dan D) di sekitar TPA Sumompo tidak memenuhi baku mutu air bersih/air minum (Permenkes yang berlaku. Parameter kritis yang terdeteksi melampaui batas ambang baku mutu meliputi: a). Kontaminasi Mikrobiologi : Bakteri *E. Coli* ditemukan dalam konsentrasi yang sangat tinggi pada seluruh sampel (78 hingga 6455 CFU/100 ml), jauh melebihi baku mutu 0 CFU/100. b). Padatan Terlarut (TDS): Konsentrasi TDS pada Sampel A (terdekat) mencapai 846 mg/L, melampaui baku mutu (<300 mg/L), yang merupakan indikasi kuat rembesan air lindi ke dalam air tanah dangkal c). Kimia Anorganik: Kadar Nitrat pada Sampel B (26 mg/L) dan D (46 mg/L) melebihi batas baku mutu 20 mg/L. d).pH: Sampel B, C, dan D menunjukkan nilai pH yang rendah (6,0), berada di luar rentang aman baku mutu (6,5–8,5). 2)Perbandingan yang didasarkan pada metode Indeks Pencemaran (IP) sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 seluruh sampel air sumur di sekitar TPA Sumompo diklasifikasikan dalam kategori tercemar berat (IP > 10) dimana IP yang terukur (A: 14,91; B: 17,91; C: 12,85; D: 22,29) dengan demikian air tanah di wilayah tersebut berada dalam kondisi kritis dan tidak layak untuk dikonsumsi.

Saran

Sebagai saran: 1) Pemerintah Kota Manado dan Dinas Lingkungan Hidup harus melakukan pemantauan kualitas air sumur secara rutin dan berkala di sekitar TPA Sumompo. Pemantauan ini harus mencakup parameter fisik, kimia, dan terutama mikrobiologi, untuk mendeteksi dini penyebaran polutan dan mengevaluasi efektivitas setiap upaya mitigasi. 2). Perlu ditetapkan zona aman (*buffer zone*) untuk pembangunan sumur di sekitar TPA. Masyarakat dihibing untuk tidak membuat

sumur gali terlalu dekat dengan lokasi TPA guna meminimalkan risiko kontaminasi. 3). Jika terpaksa menggunakan air sumur untuk memasak atau minum, air tersebut mutlak harus direbus hingga mendidih untuk membunuh patogen berbahaya seperti *E. Coli*. Meskipun demikian, perebusan tidak menghilangkan zat kimia terlarut (TDS, Nitrat) yang tinggi. 4). Pemerintah daerah (PDAM) disarankan untuk memprogramkan pelayanan jaringan air bersih ke pemukiman penduduk di sekitar TPA Sumompo agar masyarakat mendapatkan sumber air yang aman dan memenuhi baku mutu kesehatan. 5). Mengingat air sumur tercemar berat, TPA Sumompo wajib memiliki Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang berfungsi optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliyah, N. (2017). *Penyehatan makanan dan minuman-A*. Deepublish.
- Angrianto, N. L., Manusawai, J., & Sinery, A. S. (2021). Analisis Kualitas Air Lindi dan Permukaan pada areal TPA Sowi Gunung dan Sekitarnya di Kabupaten Manokwari Papua Barat. *Cassowary*, 4(2), 221–233. <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.79>
- Christin, P., Insani, I. N., Murtin, Rizky, M., Nurlina, Syamsia, S., Arsat, Y., Yusuf, H., & Yani, A. (2024). Analisis dampak pencemaran lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Desa Jononunu terhadap kualitas air dan lingkungan perkebunan masyarakat: Studi literatur. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(5), 1806–1812. <https://doi.org/10.56338/jks.v7i5.5254>
- Damanhuri, E., & Padmi, P. (2019). *Pengelolaan sampah terpadu* (Edisi Kedua). Teknik Lingkungan ITB.
- Dwinanda, I. G., Thareq, S. I., Kurniati, E., & Adelia, K. A. C. (2025).

- Interpretasi Sebaran Air Lindi Dengan Metode Potensial Diri dan Dampak Sosial Lingkungan di Kawasan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kota Palangka Raya. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(1), 46. <https://doi.org/10.24127/jpf.v13i1.12020>
- Febriany, R. N., She, C., & Fadila, J. (2025). Analisis Perbandingan Pengaruh Air Lindi Terhadap Kualitas Air Tanah Di Dua Lokasi Tpa Di Jawa Tengah. In *Jurnal Kajian Ilmiah Interdisiplinier* (Vol. 9, Issue 5).
- Hartini, E., Yulianto, D. Y., Agroteknologi, J., Pertanian, F., & Siliwangi Tasikmalaya, U. (2018). Kajian Dampak Pencemaran Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (Tpa) Ciangir Terhadap Kualitas Air Dan Udara. 4(1).
- Imaduddin, A., Jati, D. R., & Sulastri, A. (2022). Studi Literatur Penyebaran Logam Berat pada Air Permukaan dan Air sumur Di Sekitar TPA Batu Layang Pontianak. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*, 3(1), 101-106.
- Irhamni, Pandia, S., Purba, E., & Hasan, W. (2017). Kandungan Logam Berat Pada Air Lindi TPA Kota Banda Aceh. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah 2017*, A20–A23.
- Kustiyaningsih, E., & Irawanto, R. (2020). Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Dalam Fitoremediasi Deterjen Dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(1).
- Laili, F. (2021). Analisa Kualitas Air Lindi Dan Potensi Penyebarannya Ke Lingkungan Sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. Skripsi S1 Teknik Lingkungan UIL, Yogyakarta.
- Laya, M. U., et al. (2025). Analisis Kualitas Lindi TPA Tanjung Harapan Kabupaten Nunukan Berdasarkan Parameter pH, TSS, Temperatur, dan Konduktivitas. *Journal of Scientech Research and Development (JSCR)*, 7(1).
- Malahayati, E. N., & Sofiyana, M. S. (n.d.). Prosiding Seminar Nasional VI Hayati 2018 Analisis Kualitas Air Lindi pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Ngegong Kota Blitar Tahun 2018.
- Manurung, D. W., & Santoso, E. B. (2020). Penentuan lokasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah yang ramah lingkungan di Kabupaten Bekasi. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 123–130.
- Meyrita, S., Najmi, S., & Nasir, (2023). Pencemaran Air Lindi TPA Terhadap Kualitas Air Tanah dan Implikasinya Terhadap Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2).
- Nasution, H. I., & Silaban, S. (2017). Analisis Logam Berat Pb dan Cd dalam Air Sumur di Sekitar Lokasi Pembuangan Sampah Akhir. *Jurnal ITEKIMA*, (Februari 2017).
- Purnomo, Y. S., et al. (2023). Potensi Penyebaran Air Lindi Hasil TPA Pada Kualitas Air Tanah Sekitar. *EnviroSan: Vol. 6 Nomor 2*.
- Rahman, D. I., Asrifah, R. D., & Nugroho, N. E. (2023). Evaluasi Kualitas Air Sungai terhadap Air Lindi (Leachate) dari TPA Sampah Mojorejo di Kecamatan Bendosari, Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 12(2).
- Rakhmawati, E. A., & Setyono, P. (2016). Kajian Pengelolaan Air Lindi (Leachate) Di Lingkungan Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Putri Cempo Surakarta Berbasis Kemanfaatan. In *Jurnal Ekosains* (Vol. 7, Issue 4).
- Ramadhan, A., Astuti, W., & Supriyadi, S. (2019). Analisis Kadar Kadmium dan Beberapa Parameter Kunci pada Air

- Lindi di TPST Bantar Gebang Bekasi. *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, 1(1), 44-55.
- Rusnam, R., & Efrizal, E. (2020). Cemaran Logam Berat pada Air Sumur di Sekitar TPA dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), 425-433.
- Setiorini, S., & Agusdin, A. (2018). Analisis Kualitas Air Lindi di TPA Regional Piyungan. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 16(1).
- Thineza Ardea Pramesti, & Mohamad Mirwan. (2023a). Penurunan TSS, COD, dan Total-Nitrogen pada Air Lindi dengan Metode Constructed Wetland Tanaman Typha Angustifolia. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(4), 745–753. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i4.2309>
- Widiarti, I. W., & Muryani, E. (2018). Kajian kualitas air lindi terhadap kualitas air tanah di sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Jetis Purworejo. *Jurnal Tanah dan Air*, 15(1), 1–9.