



Analisis Kandungan Logam Berat Tanah TPA Antang Makassar Menggunakan Metode XRF

Vistarani Arini Tiwow¹, Sulistiawaty², Meytij Jeanne Rampe³, Mulyana⁴

Universitas Negeri Makassar

Email: vistatiwow@unm.ac.id

Abstrak. Telah dilakukan penelitian tentang analisis kandungan logam berat tanah TPA Antang Makassar menggunakan metode XRF. Pengambilan sampel pada dua titik mewakili zona tumpukan sampah lama dan zona tumpukan sampah baru. Pengujian sampel menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk mengetahui kandungan logam berat pada tanah di TPA. Kandungan logam berat pada tanah di area timbunan sampah baru TPA Antang yang dominan adalah besi (Fe), mangan (Mn), zirkonium (Zr), dan seng (Zn). Sementara, kandungan logam berat pada tanah di area timbunan sampah lama TPA Antang yang dominan adalah besi (Fe), zirkonium (Zr), seng (Zn), tembaga (Cu). Dan timbal (Pb). Logam berat ini diindikasikan berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, dan hasil pembakaran.

Kata Kunci: Tanah, Logam Berat, XRF, TPA Antang

PENDAHULUAN

Sampah telah menjadi masalah yang serius bagi setiap perkotaan, terlebih bagi perkotaan yang memiliki tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi. Timbunan sampah akan menjadi cairan yang mengandung polutan yang dikenal dengan air lindi (*leachate*). Kandungan yang terdapat di dalam air lindi ini kebanyakan berupa bahan organik dan unsur logam berat yang cukup tinggi, sehingga apabila tidak dikelola dengan baik dan tidak memiliki sistem penampung air lindi maka akibatnya akan sangat berbahaya, karena apabila air lindi tersebut masuk kedalam air tanah maka dapat menimbulkan masalah untuk lingkungan dan kesehatan bagi tubuh (Budiman & Zendrato, 2013).

Kenyataan yang tidak dapat dipungkiri sekarang adalah semakin sempitnya lokasi untuk pembuangan akhir sampah yang ada di kota-kota besar, salah satunya ada di Kota Makassar Sulawesi Selatan tepat di Antang yang belum memenuhi kriteria sebagai tempat pembuangan sampah yang aman. Banyak lokasi tempat pembuangan ditutup karena letaknya yang sangat dekat dengan permukiman warga, sehingga pencemaran udara akibat gas hasil pembusukan sampah ini sangat mengganggu aktivitas penduduk di sekitar tempat pembuangan.

Salah satu aspek penting dalam pengelolaan sampah padat perkotaan adalah lindi. TPA merupakan sumber kontaminasi sampah berupa air lindi akibat pembusukan dari sampah yang menumpuk, lindi ini akan memasuki aliran air bawah tanah dan air permukaan sehingga menyebabkan pencemaran terhadap air tanah dangkal (Hakim,

et al., 2014). Beberapa logam yang sering terkandung dalam air lindi diantaranya adalah kobalt (Co), tembaga (Cu), seng (Zn), mangan (Mn), besi (Fe) yang merupakan hara mikro esensial dan timbal (Pb), kadmium (Cd), kromium (Cr), yang merupakan hara mikro non-esensial bagi tanaman. Pada pH tertentu logam-logam tersebut dapat mengendap setelah mengalami oksidasi. Apabila logam-logam tersebut sampai masuk ke dalam tubuh manusia itu akan sangat berbahaya bagi kesehatan tubuh (Noor, 2013).

Beberapa studi telah melaporkan hasil analisis kandungan logam berat menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Martha & Budiman (2018) menunjukkan bahwa kelima sampel uji (P24, P16, P14, J2, dan J4) mengandung logam berat Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, dan Zn yang melebihi ambang batas, kecuali pada sampel P24 untuk logam berat Ni dan Pb. Wahyuni & Afdal (2018) melaporkan kandungan logam berat yang telah melebihi batas ambang pada tanah di daerah pusat kota Sawahlunto adalah logam Cu, Zn, Pb, As, dan Cr. Keberadaan logam berat yang paling banyak melewati batas ambang dalam tanah disebabkan oleh karena emisi gas buangan kendaraan bermotor dan limbah rumah tangga sehingga membuat konsentrasi logam beratnya tinggi. Semakin padat lalu lintas mengakibatkan keberadaan logam berat semakin tinggi. Demikian pula kajian yang dilakukan oleh Karamina *et al.* (2021) logam berat yang ditemukan di air lindi TPA Dadaprejo yaitu logam berat Fe, Cu, Zn, Pb, Co, dan Br, sedangkan TPA Dau yaitu logam berat Fe, Cu, Zn, Co, dan Br. Selanjutnya, TPA Supit urang logam berat Fe, Cu, Zn, Co, dan Br. Semua logam berat yang teridentifikasi melebihi ambang batas.

Sejauh ini belum dilaporkan kajian mengenai kandungan logam berat tanah TPA Antang Makassar. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat tanah TPA Antang Makassar menggunakan metode XRF.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel tanah di TPA dilakukan pada dua titik untuk mewakili area timbunan sampah lama dan area timbunan sampah baru. Sampel diambil berdasarkan kedalaman 0,5 sampai 0,8 m pada setiap titik dari permukaan tanah menggunakan alat *hand bor*. Sampel dimasukkan pada plastik penyimpan sampel sementara (*holder*). Kemudian sampel dikeringkan selama kurang lebih satu minggu untuk menghilangkan kadar air pada sampel. Sampel yang telah kering kemudian digerus hingga halus lalu diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Kemudian sampel ditimbang sebesar 20 g untuk tiap sampel yang berjumlah 12 sampel dan siap diuji.

Pengujian kandungan unsur logam berat pada tanah di TPA Antang menggunakan alat XRF dengan merk Thermo Scientific Arl Quant 'x. Sebelum dilakukan analisis, dilakukan preparasi sampel. Berdasarkan pustaka ASTM dan manual alat spektrometer XRF, permukaan bahan yang akan dianalisis harus rata, halus dan bersih. Untuk itu sebelum dilakukan analisis, bahan yang akan dianalisis dibersihkan permukaannya menggunakan alkohol/aseton dan ditunggu hingga kering. Setelah

kering di tempatkan pada sampel holder alat XRF sehingga dapat dilakukan vacum dan kalibrasi energi, kemudian sampel di uji untuk mengetahui kandungannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 dan 2 menunjukkan hasil pengujian XRF yang telah diidentifikasi termasuk dalam logam berat yang terkandung pada sampel tanah titik B dan E di TPA Antang. Logam berat yang terkandung pada sampel tanah titik B adalah besi (Fe), mangan (Mn), zirkon (Zr), seng (Zn), niobium (Nb), molibden (Mo), timah (Sn), indium (In), ruthenium (Ru), antimon (Sb), dan rodium (Rh). Sementara, logam berat yang terkandung pada sampel tanah titik E adalah besi (Fe), zirkon (Zr), timbal (Pb), seng (Zn), niobium (Nb), tembaga (Cu), timah (Sn), indium (In), dan antimon (Sb). Sampel tanah baik pada titik B maupun titik E mengandung logam berat yang sama seperti Fe, Zr, Zn, Nb, Sn, In, dan Sb. Logam berat yang terkandung pada sampel tanah di titik B tetapi tidak terkandung pada titik E seperti Mn, Mo, Ru, dan Rh. Sebaliknya, logam berat yang terkandung pada sampel tanah di titik E tetapi tidak terkandung pada titik B seperti Pb dan Cu. Besi (Fe) merupakan logam berat yang paling besar kandungannya pada sampel tanah TPA Antang baik pada titik B maupun titik E.

Tabel 1. Kandungan unsur logam berat pada sampel titik B di TPA Antang

Kedalaman <i>n</i> (cm)	Logam berat (ppm)										
	Fe	Mn	Zr	Zn	Nb	Mo	Sn	In	Ru	Sb	Rh
0-5	396.100	7.240	2.360	1.390	712	494	219	220	195	148	112
15-20	401.300	7.340	2.480	1.510	668	485	247	213	194	130	110
30-35	406.600	8.130	2.590	940	705	466	242	216	179	130	95
45-50	416.100	8.500	2.710	730	794	555	238	255	200	165	115
60-65	408.600	5.560	2.830	590	782	550	229	289	204	164	123
75-80	388.400	7.120	2.270	790	687	483	201	193	203	129	151

Tabel 2. Kandungan unsur logam berat pada sampel titik E di TPA Antang

Kedalaman (cm)	Logam berat (ppm)									
	Fe	Zr	Pb	Zn	Nb	Cu	Sn	In	Sb	
0-5	303.700	1.220	2.460	18.200	611	2.830	1.130	200	456	
15-20	309.200	1.150	1.660	15.000	524	3.030	1.110	117	246	
30-35	298.300	1.230	3.590	16.000	451	3.330	614	143	225	
45-50	294.600	1.280	13.200	21.400	545	5.620	1.010	166	360	
60-65	372.800	1.190	2.980	18.100	458	3.100	1.140	183	312	
75-80	285.200	1.400	1.930	19.600	604	1.980	821	158	282	

Tabel 3. Kandungan logam berat dominan pada sampel titik B TPA Antang

Keterangan	Logam berat (ppm)			
	Fe	Mn	Zr	Zn
Rata-rata	402.850	7.315	2.540	991,67
Maksimum	416.100	8.500	2.830	1.510
Minimum	388.400	5.560	2.270	590
Ambang batas	10.000 ^(a)	4.000 ^(b)	210 ^(c)	300 ^(b)

Sumber:

(a) Hutauruk & Sinuraya (2020)

(b) Pickering (1980) dalam Wahyuni & Afdal (2018)

(c) KMNLH (2010)

Tabel 4. Kandungan logam berat dominan pada sampel titik E TPA Antang

Keterangan	Logam berat (ppm)				
	Fe	Zr	Zn	Pb	Cu
Rata-rata	310.633,33	1.245	18.050	4.303,33	3.315
Maksimum	372.800	1.400	21.400	13.200	5.620
Minimum	285.200	1.150	15.000	1.660	1.980
Ambang batas	10.000 ^(a)	210 ^(c)	300 ^(b)	200 ^(b)	100 ^(b)

Sumber:

(a) Hutauruk & Sinuraya (2020)

(b) Pickering (1980) dalam Wahyuni & Afdal (2018)

(c) KMNLH (2010)

Tabel 3 menunjukkan kandungan logam berat yang dominan terkandung pada sampel tanah TPA Antang di titik B seperti Fe, Mn, Zr, dan Zn. Sementara, Tabel 4 menunjukkan kandungan logam berat yang dominan terkandung pada sampel tanah TPA Antang di titik E seperti Fe, Zr, Zn, Pb, dan Cu. Nampak bahwa pada kandungan logam berat yang dominan pada sampel tanah baik pada titik B dan E TPA Antang melewati batas ambang. Artinya, diindikasikan bahwa tanah TPA Antang telah tercemar oleh polutan seperti logam berat.

Kandungan logam cenderung mengalami peningkatan sesuai dengan kedalaman tanah. Hal tersebut dipengaruhi oleh umur timbunan sampah yang berbeda pada titik B dan E. Pada titik B merupakan timbunan sampah yang baru. Sementara, titik E merupakan timbunan sampah yang lama. Pembuangan sampah tidak lagi dilakukan pada area titik E tetapi di sekitar area titik B. Semakin lama umur timbunan sampah kandungan logam berat akan mengikuti aliran air tanah dan kemungkinan tersimpan dalam lapisan tanah yang lebih dalam karena tanah pada lapisan tersebut memiliki tekstur yang lebih liat sehingga kemungkinan merembes ke arah horizontal lebih kecil (Widyasari *et al.*, 2013).

Keberadaan logam berat yang dominan melewati ambang batas dalam tanah diindikasikan berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, maupun hasil

pembakaran. Hasil pengamatan pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa pada titik B dominan limbah rumah tangga. Sementara, pada titik E ditemukan batang besi, pecahan botol, dan juga sisa hasil pembakaran sampah. Kandungan unsur yang lainnya juga diindikasikan berasal dari hasil pembakaran pada area lainnya, dimana material hasil pembakaran terbawa angin dan jatuh pada area B maupun E.

Masalah pencemaran lingkungan khususnya di sekitar lingkungan TPA sudah sedemikian membahayakan lingkungan dan kesehatan. Kondisi lingkungan tercemar menyebabkan penurunan kualitas lingkungan yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kelangsungan hidup manusia. Pencemaran lingkungan terjadi sebagai akibat masuk atau dimasukkannya sesuatu (makhluk hidup, zat, atau energi) ke dalam lingkungan. Lingkungan dikategorikan tercemar jika telah terjadi perubahan dan bergeser dari kondisi semula (Misno, *et al.*, 2016)

Hasil ini memiliki kesesuaian dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyuni & Afdal (2018) logam berat yang telah melebihi batas ambang dalam tanah di daerah pusat kota Sawahlunto adalah logam Cu, Zn, Pb, As, dan Cr. Keberadaan logam berat yang paling banyak melewati batas ambang dalam tanah disebabkan oleh karena emisi gas buangan kendaraan bermotor dan limbah rumah tangga sehingga membuat konsentrasi logam beratnya tinggi. Semakin padat lalu lintas mengakibatkan keberadaan logam berat semakin tinggi. Demikian pula kajian yang dilakukan oleh Karamina *et al.* (2021) logam berat yang ditemukan di air lindi TPA Dadaprejo yaitu logam berat Fe, Cu, Zn, Pb, Co, dan Br, sedangkan TPA Dau yaitu logam berat Fe, Cu, Zn, Co, dan Br. Selanjutnya, TPA Supit urang logam berat Fe, Cu, Zn, Co, dan Br. Semua logam berat yang diidentifikasi melebihi ambang batas.

Adapun pengaruh logam berat yang teridentifikasi pada sampel terhadap kesehatan dan lingkungan yaitu:

- a. Logam Fe (besi) salah satu logam yang paling banyak dijumpai di kerak bumi, metal berwarna putih keperakan liat dan dapat dibentuk di alam didapat sebagai hematite. Logam Fe merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek racun. Tingginya kandungan logam Fe akan berdampak terhadap kesehatan manusia diantaranya bisa menyebabkan keracunan (muntah), kerusakan usus, penuaan dini, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, insomnia hingga kematian mendadak (Supriyanti & Endrawati, 2015).
- b. Logam Mn (Mangan) adalah kation logam yang memiliki karakteristik kimia serupa dengan besi dan memiliki massa jenis sebesar $7,86 \text{ g/cm}^3$. Di dalam tanah, Mn berada dalam bentuk senyawa mangan dioksida. Mangan merupakan nutrient renik yang esensial bagi tumbuhan dan hewan. Logam ini berperan dalam pertumbuhan dan merupakan salah satu komponen penting pada sistem enzim,

- defisiensi mangan dapat mengakibatkan pertumbuhan terhambat serta sistem saraf dan proses reproduksi terganggu. Pada tumbuhan, mangan merupakan unsur esensial dalam proses metabolisme (Misno *et al.*, 2016).
- c. Zr (Zirkonium) merupakan salah satu unsur di alam yang memiliki sifat tahan terhadap temperatur tinggi. Zirkonium tidak terdapat dalam bentuk bebas di alam melainkan dalam bentuk zirkonium silikat pada zircon ($ZrSiO_4$) dan zirkonium oksida pada badelleyit (ZrO_2). Zirkonium banyak didapatkan dalam batuan vulkanik, basalt, dan batuan granit. Zirkonium bukan merupakan unsur langka, tetapi karena mineralnya yang paling umum, zirkon, sangat tahan terhadap pelapukan, persebaran unsur ini menjadi terbatas. Zirkonium dan garamnya umumnya memiliki sifat racun rendah. Perkiraan asupan dari makanan adalah sekitar 50 mikrogram. Saat memasuki tubuh, sebagian besar zirkonium tidak diserap usus, dan bila diserap cenderung terakumulasi di tulang daripada di jaringan (Junita, 2013).
 - d. Pb (Timbal) adalah jenis logam yang lunak dan berwarna coklat kehitaman, serta mudah dimurnikan, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum*, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini sangat populer dan banyak dikenal oleh orang awam, hal tersebut disebabkan banyaknya timah hitam yang digunakan di pabrik dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup. Timbal juga banyak dimanfaatkan oleh kehidupan manusia seperti sebagai bahan pembuat baterai, amunisi, produk logam, perlengkapan medis (Misno *et al.*, 2016).
 - e. Cu (Tembaga) di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, logam ini banyak digunakan pada pabrik yang memproduksi alat-alat listrik, gelas. Logam berat Cu digolongkan ke dalam logam berat dipentingkan atau logam berat esensial artinya meskipun Cu merupakan logam berat beracun, unsur logam berat ini sangat dibutuhkan tubuh meski dalam jumlah yang sedikit. Karena itu, Cu juga termasuk ke dalam logam-logam esensial bagi manusia seperti Fe dan lain-lain. Toksisitas yang dimiliki Cu baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait dan zat warna yang biasanya bercampur dengan logam lain (Junita, 2013).
 - f. Zn (seng) logam ini berwarna putih bluish yang mengkilap dan cukup reaktif dengan asam, logam alkali, dan non logam lainnya, dan bila berada dalam keadaan yang tidak murni maka akan menjadi reaktif dengan asam untuk melepaskan hidrogen. Seng terdapat secara luas dalam beberapa mineral. Seng biasa digunakan sebagai logam paduan misalnya kuningan (tembaga + seng). Senyawa seng yang banyak digunakan adalah ZnO dan ZnS. ZnO digunakan untuk membuat bahan cat putih, dan ZnS digunakan untuk melapisi tabung gambar televisi (Harling, 2018).

KESIMPULAN

Kandungan logam berat pada tanah di area timbunan sampah baru TPA Antang yang dominan adalah besi (Fe), mangan (Mn), zirkonium (Zr), dan seng (Zn). Sementara, kandungan logam berat pada tanah di area timbunan sampah lama TPA Antang yang dominan adalah besi (Fe), zirkonium (Zr), seng (Zn), tembaga (Cu). Dan timbal (Pb). Kandungan logam berat pada tanah TPA Antang melewati ambang batas sehingga terindikasi telah tercemar. Logam berat ini diindikasikan berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, dan hasil pembakaran.

REFERENSI

- Budiman, A., & Zendrato, J. W. (2013). Identifikasi polutan dalam air permukaan disekitar tempat pembuangan akhir (TPA) Air Dingin Padang. *Prosiding Seminar SEMIRATA FMIPA Unila*, 1(1), 263-267.
- Hakim, A. R., Susilo, A., & Maryanto, S. (2014). Indikasi penyebaran kontaminan sampah bawah permukaan dengan metode magnetik. *NATURAL B*, 2(3), 281-289.
- Harling, V. N. (2018). Kualitas air tanah berdasarkan kandungan tembaga [Cu(II)], mangan [Mn(II)] dan seng [Zn(II)] di dusun-dusun sekitar tempat pembuangan akhir (TPA) sampah Ngronggo, Salatiga. *Sosied*, 1(1), 5. <https://doi.org/10.32531/jsosied.v1i1.108>
- Hutauruk, M., & Sinuraya, S. (2020). Analisa suseptibilitas magnetik dan kandungan logam berat pada tanah perkebunan kelapa sawit. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 17(2), 108–113. <http://dx.doi.org/10.31258/jkfi.17.2.108-113>
- Junita, L. N. (2013). Profil penyebaran logam berat di sekitar TPA Pakusari Jember. *Skripsi. Universitas Jember*.
- Karamina, H., Ariani, T. M., & Mujoko, T. (2021). Kandungan logam berat Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Br pada air lindi di tiga lokasi tempat pembuangan akhir (TPA) Dadaprejo, Kota Batu, Dau dn Supit Urang, Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 6(2), 2548-9372. <https://doi.org/10.32503/hijau.v6i2.1984>
- KMNLH. (16 Februari 2012). State environment minister's decision draft. <http://www.klh.go.id>
- Martha, Y., & Budiman, A. (2018). Analisis suseptibilitas magnetik dan kandungan logam berat pada tanah lapisan atas di sekitar pabrik PT Semen Padang. *Jurnal Fisika Unand*, 7(2), 172-178. <https://doi.org/10.25077/jfu.7.2.172-178.2018>
- Misno, Nirmala, A., & Winardi. (2016). Kajian penyebaran limbah logam berat mangan (Mn) dan timbal (Pb) pada air tanah bebas di tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah di Batu Layang Kota Pontianak. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 1(1), 1–9. <http://dx.doi.org/10.26418/jelast.v1i1.15394>
- Noor, M. I. (2013). Analisis kandungan logam berat di dalam air tanah di TPA Gunung Tugel. Universitas Islam Indonesia: Banyumas.



SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN 2022

"Membangun Negeri dengan Inovasi tiada Henti Melalui Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat"

LP2M-Universitas Negeri Makassar

- PMKRI. (2017). Tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum. Nomor 32.
- Supriyantini, E., & Endrawati, H. (2015). Kandungan logam berat besi (Fe) pada air, sedimen, dan kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1), 38–45. <https://doi.org/10.14710/jkt.v18i1.512>
- Wahyuni, E.S., & Afdal. (2018). Identifikasi hubungan kandungan logam berat dengan nilai suseptibilitas magnetik pada tanah lapisan atas di Kota Sawahlunto. *Jurnal Fisika Unand*, 7(1), 2302-8491. <https://doi.org/10.25077/jfu.7.1.1-7.2018>
- Widyasari, N., Moelyaningrum, A. D., dan Pujiati, R. S. (2 Desember 2013). Analisis potensi pencemaran timbal (Pb) pada tanah, air lindi dan air tanah (sumur monitoring) di TPA Pakusari Kabupaten Jember. <https://repository.unej.ac.id/>