

# Studi Cemar Logam Berat (Fe, Pb, Cd, Cu dan Zn) dalam Umbi Singkong di Sekitar Area Eks Tempat Pemrosesan Akhir Leuwi Gajah

Arry Febrianto<sup>1,2,\*</sup>, Buchari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Institut Teknologi Bandung, Bandung

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan,  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

\*Koresponden email: febrianto@its.ac.id

Diterima: 13 Maret 2024

Disetujui: 17 Maret 2024

## Abstract

Heavy metals analysis on cassava around ex Leuwi Gajah Landfill aimed to determine the effects of waste and leachate that contain heavy metals on plants nearby. The analysis was conducted from soil and cassava roots samples. The heavy metals compounds that were determined are Fe, Pb, Cd, Cu, and Zn. Sample destruction was conducted by ash method and then analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometry with curve calibration method. We also conducted the water content, ash content, and silica content from the sample by gravimetric method. The analysis results were compared with the control variable by the student t-test method. There is no Cd detected on all cassava samples analysis. On the other hand, Pb concentration detected was exceeded the Indonesia National Standard (SNI) and Food and Agriculture Organization / World Health Organization (FAO/WHO) permissible limits about heavy metals compounds on food and plants. The student t-test result shows that there is a significant difference in heavy metals content between cassava in landfill and cassava control variables.

**Keywords:** *heavy metal, landfill, leachate, cassava, atomic absorption spectrophotometry*

## Abstrak

Analisis kandungan logam berat dalam tanaman singkong yang terdapat di sekitar eks TPA Leuwi Gajah bertujuan untuk mengetahui efek yang ditimbulkan dari sampah dan air lindi dari TPA yang mengandung logam berat terhadap umbi tanaman singkong yang tumbuh di sekitarnya. Kandungan logam berat dianalisis dari tanah dan dari bagian umbi tanaman singkong. Logam berat yang dianalisis yaitu Fe, Pb, Cd, Cu dan Zn. Destruksi sampel dilakukan dengan metode kering untuk kemudian dianalisis kandungan logam beratnya menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA) dengan metode kurva kalibrasi. Dilakukan juga analisis kadar air, kadar abu dan kadar silika pada sampel dengan metode gravimetri. Hasil analisis sampel pada TPA kemudian dibandingkan dengan variabel kontrol dengan uji t statistik. Tidak terdeteksi adanya Cd pada semua sampel singkong namun didapatkan konsentrasi tinggi dari Pb yang melampaui standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) serta *Food and Agriculture Organization / World Health Organization* (FAO/WHO) terkait ambang batas logam berat pada pangan dan tanaman. Pada hasil uji statistik didapat bahwa terdapat perbedaan kadar logam berat yang signifikan antara singkong yang ditanam di TPA dengan singkong kontrol.

**Kata Kunci:** *logam berat, TPA, air lindi, singkong, spektrofotometri serapan atom*

## 1. Pendahuluan

Tempat pemrosesan akhir (TPA) merupakan tempat tujuan terakhir dalam pengelolaan sampah yang ada di Indonesia. Secara umum pengelolaan sampah di Indonesia belum termasuk dalam kategori baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi hal tersebut diantaranya adalah faktor alokasi pembiayaan yang minim dari pemangku kepentingan, personel yang kurang kompeten, serta tidak adanya program monitoring dan evaluasi yang memadai [1]. Pengelolaan sampah yang tidak baik pada TPA dapat menimbulkan pencemaran pada tanah dan air tanah di lingkungan sekitar TPA akibat degradasi sampah yang berupa lindi.

Air lindi merupakan cairan yang berasal dari TPA yang merupakan ekstrak terlarut dan materi tersuspensi dari sampah. Air lindi disebabkan karena adanya cairan yang masuk ke dalam TPA yang dapat berupa cairan yang berasal dari luar seperti air hujan, permukaan drainase, air tanah, dan cairan yang dihasilkan dari hasil dekomposisi sampah. Keberadaan air lindi dari TPA merupakan salah satu beban lingkungan terhadap kualitas badan air permukaan dan air tanah yang umum dijumpai di daerah perkotaan

akibat keberadaan senyawa berbahaya seperti, logam berat, amonia nitrogen serta senyawa organik yang bersifat kontaminan [2].

Karakteristik lindi dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban, curah hujan, umur *landfill* dan kondisi ekonomi dari suatu wilayah [3]. Pada umumnya komposisi dari sampah makanan akan berpengaruh secara signifikan terhadap kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD<sub>5</sub>), NH<sub>3</sub>-N, K, Cl dan SO<sub>4</sub> pada lindi. Polutan yang dominan ditemukan pada lindi yang mencemari air permukaan dan air tanah yaitu COD, NH<sub>3</sub>-N, Fe, Cl dan logam berat terutama senyawa logam As, Cd, Ni, dan Mn.

Beberapa logam berat seperti Fe, Co, Cu, Pb dan Zn ditemukan pada air lindi di beberapa TPA di Jawa Timur [4]. Senyawa logam berat yang terdapat dalam lindi merupakan bahan pencemar yang berbahaya bagi lingkungan khususnya bagi tanaman dan kesehatan manusia apabila tanaman yang melebihi ambang batas logam berat tersebut dikonsumsi manusia. Besi dan Mangan merupakan dua senyawa logam berat yang paling banyak ditemukan terakumulasi dalam tanaman di sekitar *landfill*, sedangkan Pb dan Cd ditemukan dalam konsentrasi yang kecil [5].

Kontaminasi logam berat pada lingkungan di sekitar *landfill* merupakan sebuah ancaman bagi tanah, tanaman serta komunitas yang ada di sekitar *landfill* karena logam berat yang ada akan terserap oleh akar tanaman yang kemudian akan masuk ke dalam rantai makanan sehingga dapat memberikan ancaman yang besar bagi kesehatan hewan serta manusia [6]. Beberapa dampak yang dapat terjadi akibat akumulasi logam berat yaitu penghambatan fiksasi unsur pada tanaman akibat Fe yang berlebih, gangguan pada otak, kemunduran mental pada anak, gangguan fungsi paru-paru, peningkatan tekanan darah, kerusakan pada organ hati dan ginjal serta kemandulan [7].

TPA Leuwi Gajah merupakan tempat pemrosesan akhir dari sampah Kota Bandung yang mulai beroperasi pada tahun 1987 dengan total luas lahan 18 Ha. Awalnya TPA ini beroperasi dengan sistem *semi control landfill*, namun kemudian menjadi *open dumping*, yaitu sistem pembuangan secara terbuka pada lahan area *landfill* tanpa adanya penutupan tanah, karena kendala keuangan. Pada Tahun 2005 terjadi longsor gunung sampah di TPA ini dan menewaskan 147 orang, dengan ketinggian longsor 50-60 meter dengan lebar sekitar 600 meter [8]. Kejadian ini menyebabkan TPA Leuwi Gajah ditutup dan tujuan akhir limbah Kota Bandung dipindahkan ke TPA Sarimukti yang berlokasi di Kabupaten Bandung Barat.

Pada penelitian ini dianalisis kadar logam berat (Fe, Pb, Cu, Cd dan Zn) hasil dari dekomposisi sampah berupa air lindi pada tanah yang merupakan sumber masuknya nutrisi pada singkong dan umbi singkong yang tumbuh di kawasan Eks TPA Leuwi Gajah. Pengaruh pencemar berupa logam berat pada lindi dianalisis dengan cara membandingkannya dengan tanah dan umbi singkong kontrol yang tumbuh di daerah yang dianggap tidak tercemar logam berat.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain bahan kimia, sampel umbi singkong berikut tanah di sekitar TPA Leuwi Gajah serta umbi singkong kontrol berikut tanah yang didapat di Desa Cirende, Kecamatan Leuwi Gajah. Bahan kimia yang digunakan adalah: HCl pekat, HNO<sub>3</sub> pekat, aqua dm, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, PbNO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>, Cd, ZnCl<sub>2</sub>.

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain alat-alat gelas umum yang digunakan di laboratorium, krus keramik, desikator, blender, mortar, oven, tanur, *hot plate*, ayakan 100 mess, kertas saring bebas debu *Whatman* no 42, termometer, neraca analitik, spektrofotometri serapan atom Shimadzu AA-630-12.

### 2.2 Preparasi Sampel

Sampel-sampel singkong yang diambil merupakan singkong yang siap panen atau berkisar pada umur 7 bulan. Sampel umbi singkong dikering-udarkan kemudian diblender dan dikemas dalam plastik kedap udara dengan setiap bungkus berisi sekitar 10 gram sampel. Untuk preparasi sampel tanah, tanah dikering udarkan lalu ditumbuk dengan mortar kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 100 mess dan dikemas dalam plastik kedap udara dengan setiap bungkus berisi 5 gram sampel.

### 2.3 Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air didasarkan pada pengembangan metode AOAC yang mengacu pada metode oven [9]. Sebanyak 10 gram sampel umbi singkong dan 5 gram sampel tanah dimasukkan dalam krus. Krus yang berisi sampel umbi dan tanah kemudian dimasukkan dalam oven dan dipanaskan pada suhu 110°C selama 4 jam. Krus berisi sampel yang telah dipanaskan kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang sampai beratnya konstan.

## 2.4 Penentuan Kadar Abu

Penentuan kadar abu didasarkan pada metode AOAC dengan cara pengabuan kering [9]. Sampel yang telah ditentukan kadar airnya kemudian dimasukkan dalam tanur dan dipanaskan pada suhu 700-800°C selama 2 jam. Krus berisi sampel yang telah dipanaskan dalam tanur kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang sampai beratnya konstan.

## 2.5 Penentuan Kadar Logam

Penentuan kadar logam didasarkan pada SNI 01-2896-1998 dengan metode destruksi asam [10]. Sampel berupa abu yang telah dipijarkan dalam tanur kemudian dilarutkan dengan 1 mL HCl pekat dan 20 mL aqua dm lalu dipanaskan di atas *hot plate* pada suhu sekitar 70°C. Setelah hampir kering (kisar) sampel ditambahkan kembali 1 mL HCl pekat dan 20 mL aqua dm kemudian dipanaskan kembali di atas *hot plate* pada suhu sekitar 70°C. Setelah kisat kembali, sampel ditambahkan aqua dm kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring bebas abu *Whatman* no 42. Filtrat hasil penyaringan dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL kemudian ditandabatkan dengan aqua dm.

## 2.6 Estimasi Kadar Silika

Endapan hasil penyaringan yang tertinggal pada kertas saring pada penentuan kadar logam dimasukkan dalam cawan krus. Cawan krus yang berisi endapan hasil penyaringan kemudian dipijarkan dalam tanur pada suhu 700-800°C selama 2 jam. Cawan krus berisi endapan yang telah ditanur kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang sampai beratnya konstan. Estimasi kadar silika didasarkan dengan prinsip gravimetri [11].

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan dengan metode pengeringan yaitu dengan pemanasan pada oven. Metode pengeringan didasarkan pada pengukuran berat yang ditentukan melalui pengukuran berat sampel sebelum dan setelah air dihilangkan. Pada pemanasan sampel dengan oven pada suhu 110°C terdapat komponen-komponen yang hilang selain air dalam sampel. Akan tetapi apabila dibandingkan dengan air, kadar komponen-komponen tersebut sangat kecil sehingga pada pemanasan 110°C dapat diasumsikan hanya air yang hilang.

**Tabel 1.** Kadar air dalam sampel

Sampel	Kadar Air Rata-rata (%)
Singkong lokasi 1*	70,71
Singkong lokasi 1	60,00
Singkong lokasi 2	42,35
Singkong kontrol	42,44
Tanah TPA	8,77
Tanah kontrol	8,13

\*tanpa perlakuan preparasi sampel

**Tabel 1** menunjukkan kadar air rata-rata dalam beberapa sampel. Sampel singkong yang tumbuh di sekitar TPA diambil dari dua lokasi. Pada lokasi 1 sampel singkong diambil di daerah TPA yang datar sedangkan pada lokasi 2 sampel singkong diambil di daerah TPA yang landai tempat terjadinya longsor sampah. Pada sampel singkong lokasi 1 dilakukan perbaikan metode yaitu dilakukan pemanasan pada saat preparasi sampel dengan harapan sampel yang dianalisis lebih stabil, sehingga pada sampel singkong lokasi 1 terdapat penurunan kadar air.

Pada hasil analisis diketahui bahwa sampel singkong lokasi 2 dan singkong kontrol memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan singkong lokasi 1. Hal ini disebabkan pada saat preparasi sampel dilakukan pemanasan sampai sampel cukup kering agar sampel stabil sehingga kadar air dari sampel singkong lokasi 2 dan singkong kontrol lebih kecil dibanding singkong lokasi 1. Kadar air pada singkong siap panen berkisar antara 56-67% yang dipengaruhi oleh lokasi penanaman serta umur panen singkong[12].

Pada penentuan kadar air sebaiknya dilakukan pada singkong yang tidak dilakukan pemanasan pada preparasi sampel sehingga hasil yang didapat lebih akurat. Akan tetapi hal tersebut akan berdampak pada kestabilan sampel pada saat pengukuran kadar logamnya, apabila pengukuran tidak dilakukan secara simultan sejak preparasi sampel hingga pengukuran kadar logam. Pada sampel tanah TPA dan tanah kontrol

dilakukan metode yang sama dan didapat perbedaan kadar air yang tidak terlalu besar atau dengan kata lain antara tanah TPA dan tanah kontrol tidak terdapat perbedaan kadar air yang cukup signifikan.

### 3.2 Kadar Abu

Abu hasil pemijaran merupakan akumulasi dari senyawa anorganik yang terdapat dalam sampel. Hal itu disebabkan karena senyawa-senyawa organik pada sampel akan hilang ketika dilakukan pemijaran pada suhu tinggi [13]. Senyawa anorganik yang terdapat dalam abu dapat berupa oksida-oksida logam dan silika [14].

**Tabel 2.** Kadar abu dalam sampel

Sampel	Kadar Abu Rata-rata (%)
Singkong lokasi 1*	1,05
Singkong lokasi 1	1,51
Singkong lokasi 2	1,04
Singkong kontrol	1,22
Tanah TPA	0,62
Tanah kontrol	0,78

\*tanpa perlakuan preparasi sampel

Pada **Tabel 2** menunjukkan kadar abu rata-rata dalam beberapa sampel. **Tabel 2** menunjukkan kadar abu dalam singkong lokasi 1 dan singkong kontrol lebih besar dibanding singkong lokasi 2. Hal tersebut menunjukkan kadar senyawa anorganik dalam singkong lokasi 1 dan singkong kontrol lebih besar dibandingkan singkong lokasi 2. Pada analisis tanah didapat tanah kontrol memiliki kadar abu yang lebih besar dibanding tanah TPA. Hal tersebut menunjukkan kadar senyawa anorganik dalam tanah kontrol lebih besar dibandingkan tanah TPA.

### 3.3 Estimasi Kadar Silika

Silika merupakan salah satu senyawa anorganik yang tidak hilang pada saat pemijaran dan pelarutan dengan asam. Oksida-oksida logam seperti  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $K_2O$  dan  $NiO$  yang tidak terdegradasi pada saat pemijaran di suhu tinggi dapat dihilangkan dengan pelarutan dengan asam atau yang disebut dengan proses *leaching*, sehingga kadar silika yang terdapat pada sampel dapat meningkat kemurniannya [15]. Hal tersebut menyebabkan nilai yang didapat dari perhitungan merupakan estimasi kadar silika sebab dimungkinkan terdapat oksida-oksida logam tanah jarang yang jumlahnya sedikit.

**Tabel 3.** Estimasi kadar silika dalam sampel

Sampel	Estimasi Kadar Silika Rata-rata (%)
Singkong lokasi 1	0,02
Singkong lokasi 2	0,06
Singkong kontrol	0,05
Tanah TPA	39,32
Tanah kontrol	52,61

Pada **Tabel 3** menunjukkan estimasi kadar silika dalam beberapa sampel. **Tabel 3** menunjukkan kadar silika dalam sampel singkong lokasi 1 didapat lebih kecil dibanding kadar silika dalam singkong lokasi 2 dan singkong kontrol. Pada tanah TPA didapat kadar silika yang lebih kecil dibandingkan tanah kontrol. Hal tersebut dapat disebabkan oleh keberadaan sampah-sampah anorganik yang terdapat dalam tanah TPA sehingga tanah TPA memiliki kadar silika yang lebih kecil dibandingkan tanah kontrol. Kadar silika pada tanah dipengaruhi oleh pH tanah, kandungan mineral, material organik, serta oksida logam Fe dan Al yang dipengaruhi oleh umur geologi tanah [16].

### 3.4 Kadar Logam

Salah satu bahan pencemar yang terdapat pada air lindi adalah logam berat. Pencemaran logam berat merupakan suatu hal yang tidak diinginkan karena dapat menyebabkan perubahan karakteristik fisik, kimia dan biologi dari tanah, air dan udara yang dapat berdampak buruk pada hewan dan tumbuhan [17]. Akumulasi kadar logam berat dapat berdampak pada kesehatan bergantung pada kadar relatif dari logam

berat tersebut pada tanaman apabila tanaman tersebut dikonsumsi. Pada penelitian ini, penentuan kadar logam Fe, Pb, Cu, Cd dan Zn dilakukan dengan destruksi kering kemudian dianalisis dengan spektrofotometri serapan atom dengan metode kurva kalibrasi.

Keberadaan logam berat dalam tanaman berhubungan dengan kadar logam berat dalam tanah yang dinyatakan dengan koefisien transfer yang dipengaruhi oleh kapasitas tukar kation dan pH tanah [18]. Koefisien transfer logam yang dianalisis pada tanaman umbi-umbian diketahui memiliki nilai rata-rata dibawah 1 yang berarti bahwa pada tanaman singkong memiliki potensi pencemaran yang kecil.

**Tabel 4.** Kadar logam dalam sampel

Sampel	Kadar Logam (ppm)				
	Fe	Pb	Cu	Cd	Zn
Singkong lokasi 1	26,47	3,07	14,80	0	9,70
Singkong lokasi 2	19,62	4,73	5,67	0	10,37
Singkong kontrol	19,98	2,36	7,38	0	5,58
Tanah TPA	131491,50	980,47	2523,99	9,17	1418,85
Tanah kontrol	98134,00	270,93	1414,11	3,34	608,48

Pada **Tabel 4** diketahui bahwa kadar logam Fe dan Cu ditemukan paling besar ada pada singkong lokasi 1 sedangkan kadar logam Pb dan Zn diketahui paling banyak terdapat pada singkong lokasi 2 dan tidak dideteksi adanya logam Cd pada semua sampel singkong. Logam berat seperti Fe, Cu, dan Zn merupakan unsur yang esensial bagi tanaman sedangkan Pb dan Cd tidak [19]. Apabila kadar logam berat dari singkong lokasi 1 dan lokasi 2 dirata-ratakan maka didapatkan kadar logam-logam singkong yang ditanam di sekitar TPA lebih besar dibandingkan singkong kontrol yang ditanam di Desa Cirendeui. Hal tersebut ditandai dengan hasil yang didapat bahwa tanah TPA memiliki kadar logam berat lebih tinggi dibandingkan pada tanah kontrol. Dari data tersebut didapatkan bahwa kadar logam berat dalam tanah akan berpengaruh terhadap kadar logam berat pada tanaman. Batas toleransi kadar logam berat pada tanaman dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Ambang Batas Kadar Logam dalam Tanaman

Standar	Kadar Logam (ppm)					Referensi
	Fe	Pb	Cu	Cd	Zn	
SNI 7387-2009	-	0,5	-	0,2	-	(SNI, 2009) [20]
FAO/WHO	-	0.2	40	0.1	100	(Al Heety et al. 2021) [21]

Pada **Tabel 5** terdapat beberapa referensi ambang batas logam berat yang ada pada tanaman. Berdasarkan perbandingan data konsentrasi logam berat dengan Tabel 4, diketahui bahwa kadar Pb dalam sampel singkong di lokasi kontrol dan TPA berada di atas ambang batas yang ditetapkan SNI 7387 Tahun 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. Sumber-sumber Pb di lingkungan diantaranya berasal dari emisi industri, limbah elektronik, aditif dalam bahan bakar, peleburan logam, serta penggunaan pupuk dan pestisida [22]. Perpindahan Pb dari tanah ke tanaman secara umum cukup kecil, kecuali pada kasus konsentrasi timbal pada permukaan tanah yang sangat besar [23].

Unsur Fe, Cu dan Zn merupakan elemen esensial bagi tanaman, sehingga dalam kadar tertentu sangat dibutuhkan oleh tanaman. Kadar Fe yang dibutuhkan oleh tanaman berkisar antara 50-250 ppm dan dapat bersifat toksik apabila kadar Fe melampaui 500 ppm [24]. Dari referensi tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar Fe dalam singkong di TPA dan kontrol berada dalam batas yang aman. Berdasarkan referensi pada Tabel 5 terkait standar FAO/WHO terhadap kadar logam pada tanaman, diketahui bahwa kadar logam Cu dan Zn pada singkong di lokasi TPA dan kontrol masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan. Menurut Igbozuruike [25] singkong merupakan *non hyperaccumulator plant* yaitu tanaman yang tidak menyerap dan mengakumulasi zat toksin seperti logam berat.

Pada tanaman yang bersifat *non hyperaccumulator plant*, logam berat yang diserap dari tanah sebagian besar dipertahankan dalam sel-sel akar dan di detoksifikasi oleh khelat dalam sitoplasma atau disimpan dalam vakuola [19]. Pada hasil analisis didapat bahwa tanah TPA memiliki kadar logam berat Fe, Pb, Cu, Cd dan Zn lebih besar dibandingkan tanah kontrol. Selain itu dari hasil analisis didapat kesesuaian

bahwa rata-rata kadar logam berat yang ada pada sampel tanah dan singkong yang tumbuh di kawasan TPA lebih besar dibanding tanah dan singkong di lokasi kontrol.

### 3.5 Uji Statistik

Uji statistik dengan metode *student t test* atau uji t dilakukan untuk menginterpretasi hasil analisis kandungan logam berat antara singkong yang ditanam di TPA dengan singkong kontrol. Hal tersebut dilakukan untuk menentukan apakah terdapat pengaruh yang signifikan dari air lindi dari TPA terhadap kadar logam yang ada dalam umbi singkong jika dibandingkan dengan singkong kontrol.

**Tabel 6.** Data hasil uji t pada sampel

Sampel	t hitung	t tabel
Umbi singkong	3,04	2,78

**Tabel 6** menunjukkan hasil penentuan pengaruh air lindi berupa logam berat (Fe, Pb, Cu, Cd dan Zn) terhadap sampel dengan uji t. Tabel tersebut menunjukkan bahwa t hitung dari hasil uji t terhadap singkong TPA dan singkong kontrol lebih besar dibanding t tabel. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar logam berat yang ada dalam sampel singkong yang tumbuh di TPA dengan singkong kontrol.

### 4. Kesimpulan

Hasil analisis kadar air, kadar abu dan kadar silika pada singkong dan tanah dapat dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan kondisi antara sampel di TPA dan sampel di lokasi kontrol. Analisis kandungan logam berat pada umbi tanaman singkong di sekitar kawasan Eks TPA Leuwi Gajah didapatkan bahwa kadar logam Fe rata-rata sebesar 23,05 ppm, logam Pb rata-rata sebesar 3,9 ppm, logam Cu rata-rata sebesar 10,24 ppm, logam Zn rata-rata sebesar 10,04 ppm dan tidak dideteksi adanya logam Cd. Kadar logam berat Fe, Cu, dan Zn dari singkong yang tumbuh di kawasan TPA Leuwi Gajah masih dalam ambang batas aman dari cemaran logam berat yang diperbolehkan pada tanaman, sedangkan untuk Pb diketahui melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh SNI serta FAO/WHO. Besarnya kadar logam berat pada tanah tidak seiring dengan ditemukannya konsentrasi logam berat yang tinggi pada singkong. Hal tersebut dapat disebabkan karena singkong merupakan tanaman yang bersifat *non hyperaccumulator plant*. Berdasarkan hasil perbandingan analisis dengan kontrol dengan uji-t, didapat bahwa pencemar berupa air lindi yang ada dalam TPA berpengaruh terhadap kandungan kadar logam berat dalam sampel singkong di sekitar kawasan Eks TPA Leuwi Gajah.

### 5. Daftar Pustaka

- [1] N. Emalya, E. Munawar, W. Rinaldi, and Y. Yunardi, "Landfill Leachate Management in Indonesia: A Review," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 845, no. 1, p. 012032, May 2020, doi: 10.1088/1757-899X/845/1/012032.
- [2] H. Luo, Y. Zeng, Y. Cheng, D. He, and X. Pan, "Recent advances in municipal landfill leachate: A review focusing on its characteristics, treatment, and toxicity assessment," *Science of The Total Environment*, vol. 703, p. 135468, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135468.
- [3] S. Ma *et al.*, "Leachate from municipal solid waste landfills in a global perspective: Characteristics, influential factors and environmental risks," *Journal of Cleaner Production*, vol. 333, p. 130234, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.130234.
- [4] H. Karamina, A. T. Murti, and T. Mujoko, "Kandungan Logam Berat Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Br Pada Air Lindi di Tiga Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Dadaprejo, Kota Batu, Dau Dan Supit Urang, Kabupaten Malang," *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, vol. 6, no. 2, pp. 51–57, Sep. 2021.
- [5] S. M. Hosseini Beinabaj, H. Heydariyan, H. Mohammad Aleii, and A. Hosseinzadeh, "Concentration of heavy metals in leachate, soil, and plants in Tehran's landfill: Investigation of the effect of landfill age on the intensity of pollution," *Heliyon*, vol. 9, no. 1, p. e13017, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e13017.
- [6] P. Nyiramigisha, Komariah, and Sajidan, "Harmful Impacts of Heavy Metal Contamination in the Soil and Crops Grown Around Dumpsites," *RAS*, vol. 9, no. 0, pp. 271–282, 2021, doi: 10.7831/ras.9.0\_271.
- [7] H. Effendi, *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius, 2007.
- [8] M. I. F. Rahayu, "Keadilan Ekologis dalam Gugatan Class Action Tempat Pembuangan Akhir Leuwigajah," *Jurnal Yudisial*, vol. 5, no. 1, pp. 17–35, Apr. 2012.

- [9] *Official methods of analysis of AOAC International*. Alrington, Virginia: AOAC International, 1995.
- [10] SNI, “SNI 01-2896-1998 tentang Cara Uji Cemaran Logam dalam Makanan.” Badan Standardisasi Nasional, 1998.
- [11] A. Said, I. Fatimah, and D. Rubianto, “Effect of Temperature on Rice Husk Asing and Its Application on Adsorbing Fe and Zn Metal in Patchouli Oil,” *eksakta*, vol. 14, no. 2, pp. 71–86, Sep. 2014, doi: 10.20885/eksakta.vol14.iss2.art7.
- [12] Susilawati, S. Nurdjanah, and S. Putri, “Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Ubi Kayu (Manihot Esculenta) Berdasarkan Lokasi Penanaman dan Umur Panen Berbeda,” *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, vol. 13, no. 2, pp. 59–72, Sep. 2008.
- [13] E. K. Kurniawati, Hartono, and A. Samsul, “Uji Karakteristik Batu Pasang Sebagai Pengganti Batu Bata Untuk Bangunan Rumah Tinggal Di Kecamatan Surade Sukabumi Selatan,” *JS*, vol. 7, no. 1, pp. 585–590, Jun. 2017.
- [14] G. G. I. Sofyan, M. Alauhdin, and E. B. Susaty, “Sintesis dan Karakterisasi Bahan Keramik Cordierite dari Abu Sekam Padi,” *Indo. J. Chem. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 96–101, Aug. 2013.
- [15] Y. Pausa, M. B. Malino, and Y. Arman, “Optimasi Tingkat Kemurnian Silika, SiO<sub>2</sub>, Dari Abu Cangkang Sawit Berdasarkan Konsentrasi Pengasaman,” *Prisma Fisika*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, Jan. 2015.
- [16] B. S. Tubaña and J. R. Heckman, “Silicon in Soils and Plants,” in *Silicon and Plant Diseases*, F. A. Rodrigues and L. E. Datnoff, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 7–51. doi: 10.1007/978-3-319-22930-0\_2.
- [17] K. Tahar and B. Keltoum, “Effects of Heavy Metals Pollution in Soil and Plant in the Industrial Area, West ALGERIA,” *Journal of the Korean Chemical Society*, vol. 55, no. 6, pp. 1018–1023, Dec. 2011, doi: 10.5012/JKCS.2011.55.6.1018.
- [18] T. Notohadiprawiro, “Logam Berat dalam Pertanian.” Ilmu Tanah Universitas Gajah Mada, Jan. 01, 2006.
- [19] N. Rascio and F. Navari-Izzo, “Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting?,” *Plant Science*, vol. 180, no. 2, pp. 169–181, Feb. 2011, doi: 10.1016/j.plantsci.2010.08.016.
- [20] SNI, “SNI 7387-2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan.” Badan Standardisasi Nasional, 2009.
- [21] L. F. D. Al-Heety, O. M. Hasan, and E. A. Mohammed Salah Al-Heety, “Assessment of heavy metal pollution of plants grown adjacent to power generators in Ramadi city,” *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 779, no. 1, p. 012023, Jun. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/779/1/012023.
- [22] S. Collin *et al.*, “Bioaccumulation of lead (Pb) and its effects in plants: A review,” *Journal of Hazardous Materials Letters*, vol. 3, p. 100064, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.hazl.2022.100064.
- [23] E. Steinnes, “Lead,” in *Heavy Metals in Soils*, vol. 22, B. J. Alloway, Ed., in Environmental Pollution, vol. 22. , Dordrecht: Springer Netherlands, 2013, pp. 395–409. doi: 10.1007/978-94-007-4470-7\_14.
- [24] J. D. Jones, “Iron Availability and Management Considerations: A 4R Approach,” *Crops & Soils*, vol. 53, no. 2, pp. 32–37, Mar. 2020, doi: 10.1002/crso.20019.
- [25] C. W. I. Igbozuruike, A. O. Opara-Nadi, and I. K. Okorie, “Concentrations of Heavy Metals in Soil and Cassava Plant on Sewage Sludge Dump,” *UC Davis: Department of Plant Sciences*, Aug. 2009, [Online]. Available: <https://escholarship.org/uc/item/4sv9c78m>