

## SEBARAN LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) DAN TIMBAL (Pb) PADA AIR SUNGAI DAN SUMUR DI DAERAH SEKITAR TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) WUKIRSARI GUNUNG KIDUL, YOGYAKARTA

*Heavy Metal Cadmium (Cd) and Lead (Pb) on River and Well in Waste Disposal Area (TPA) Wukirsari Gunung Kidul, Yogyakarta*

Eko Siswoyo<sup>a, b</sup>, Ghozi Faiz Habibi<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km 14.5, Yogyakarta, 55584 – eko\_siswoyo@uii.ac.id

<sup>b</sup>Pusat Studi Lingkungan (PSL), Universitas Islam Indonesia (UII), Jl. Kaliurang Km 14.5, Yogyakarta, 55584

**Abstract.** Cadmium (Cd) and Lead (Pb) are heavy metal which is very harmful for human being even though in low concentration. Leachate from municipal landfill is one of heavy metals source and its presence often caused environmental contamination in Indonesia and also many countries. Therefore, study on the distribution of Cd and Pb around landfill area is important to be conducted. Based on the distance between location of Wukirsari landfill and sampling points, samples were taken from river and ground water and then analyzed by using atomic absorption spectroscopy (AAS) instrument in order to know the concentration of Cd and Pb ions in water. In order to know the effect of weather, samples from 10 different sampling points were taken during dry and rainy seasons (two times sampling for each season). The concentration of Cd in the river and ground water is in the range of 0.001-0.03 mg/l and 0.01-0.53 mg/l for Pb (higher than the government standard). The concentration of Cd and Pb decreased during rainy season because of dilution from rain water. The results of this study show that treatment of leachate is urgent to minimize the contamination of heavy metals and negative impact to human being. Constructed wetland could be considered as an appropriate treatment for effluent of leachate treatment plant at landfill.

Keywords: Cadmium, heavy metal, landfill, leachate, lead

(Diterima: 25-03-2017; Disetujui: 13-06-2017)

### 1. Pendahuluan

Sampah adalah buangan berupa padatan dan merupakan polutan umum yang dapat menyebabkan turunnya nilai estetika lingkungan, membawa berbagai jenis penyakit, menurunkan sumber daya, menimbulkan polusi, menyumbat saluran air dan berbagai akibat negatif lainnya (Bahar, 1985). Kabupaten Gunungkidul yang merupakan salah satu kabupaten yang ada di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Ibukotanya Wonosari memiliki luas wilayah 1.485.36 km<sup>2</sup> dan jumlah penduduk 704,026 jiwa (BPS Gunungkidul, 2016). Volume sampah yang dihasilkan di kota Wonosari pada tahun 2009 sebanyak 103 m<sup>3</sup>/hari dan timbulan sampah dari bulan Januari-April 2014 sebesar 10.106,1 m<sup>3</sup> (Suyatmi dan Mulasari, 2015). Dari volume sampah tersebut, sekitar 72% diangkut ke TPA yang berada di Dusun Wukirsari, Desa Baleharjo, Kecamatan Wonosari dimana luas dari TPA Wukirsari tersebut mencapai 1,5 Ha. Metode yang digunakan di TPA Wukirsari adalah *open dumping*, dimana sampah ditimbun di area terbuka (*open dumping*) tanpa ditutup tanah kemudian dilakukan pemadatan dengan *bulldozer*.

Proses penimbunan sampah secara terus-menerus di daerah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) menghasilkan pencemar berupa air lindi (*leachate*) sebagai hasil infiltrasi air hujan yang masuk ke dalam timbunan sampah. Air lindi merupakan suatu jenis bahan pencemar yang memiliki potensi tinggi untuk

mencemari lingkungan sekitar TPA karena mengandung bahan berbahaya yang sangat toksik (Rakhmawati *et al.*, 2016). Cairan lindi yang meresap ke dalam tanah akan menyebabkan pencemaran air tanah secara langsung (Warsinah *et al.*, 2015).

Komposisi air lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis sampah terdeposit, jumlah curah hujan di daerah TPA dan kondisi spesifik tempat pembuangan tersebut (Anilkumar *et al.*, 2015). Air lindi pada umumnya mengandung senyawa-senyawa organik dan anorganik (logam berat) yang tinggi (Fard *et al.*, 2017). Jika logam-logam tersebut masuk ke dalam tubuh manusia, maka akan menimbulkan efek samping yang sangat berbahaya.

Lindi dari TPA berpotensi mengandung beberapa logam berat seperti cadmium (Cd), timbal (Pb), tembaga (Cu), khromium (Cr) serta seng (Zn). Sumber dari Cd, Pb dan Zn di dalam lindi berasal dari kegiatan manusia (*anthropogenic*) serta memiliki hubungan yang signifikan dengan COD, minyak dan lemak (Ogundiran dan Afolabi, 2008). Konsentrasi logam Pb dalam lindi TPA Piyungan di Yogyakarta mencapai 0.32 mg/L (Siswoyo *et al.*, 2011), konsentrasi Pb dari lindi *landfill* di Oman mencapai 0.16 mg/L (Al Raisi *et al.*, 2014) dan konsentrasi Cd dan Pb pada lindi TPA di Mesir masing-masing mencapai 0.251 dan 0.0251 mg/L (Magda and Gaber, 2015). Keberadaan logam berat dalam air lindi TPA berpotensi mencemari air tanah yang ada di daerah yang berdekatan dengan TPA

dan dapat memberikan efek negatif bagi manusia, sehingga harus selalu dikontrol.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kualitas air sumur dan air sungai di sekitar TPA Wukirsari dari kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd), serta mengetahui penyebarannya. Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui penyebaran timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dari TPA Wukirsari Kabupaten Gunungkidul agar masyarakat dapat mengetahui area yang telah tercemar oleh logam berat dan bahaya dari logam berat (Pb dan Cd) bila dikonsumsi, sehingga masyarakat lebih waspada.

## 2. Metode Penelitian

Secara garis besar penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan antara lain: penentuan titik sampling, pengujian parameter logam berat Cd dan Pb di laboratorium dan analisa data hasil pengujian.

### 2.1. Lokasi Pengambilan Sampel Air

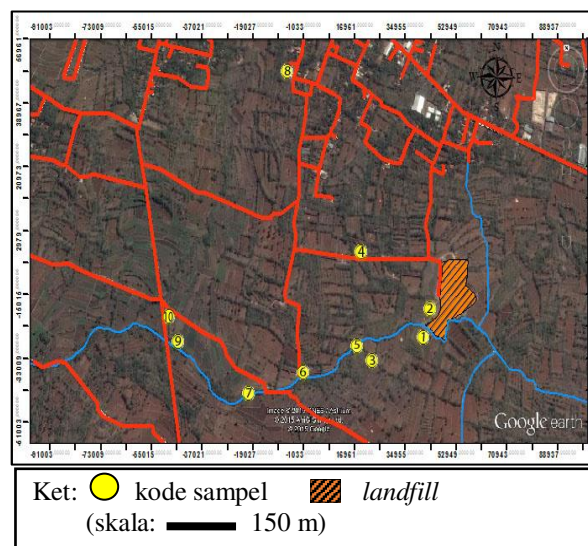
Pada tahap pertama menentukan lokasi titik sampling di sekitar area TPA Wukirsari. Jenis sampel air yang diambil adalah air sumur (mewakili air tanah dangkal), sumur pantau dan sungai (mewakili air permukaan).

Penentuan titik pengambilan sampel air didasarkan pada jarak dengan sumber pencemar, arah aliran air sungai dan air tanah (mengacu pada elevasi permukaan tanah) yang diperkirakan memberikan pengaruh signifikan terhadap kondisi air tanah di sekitarnya. Jarak dan lokasi pengambilan sampel air dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Kode lokasi	Jenis sampel	Jarak dengan sumber pencemar (m)
1	Inlet lindi TPA	0
2	Sumur pantau 1	80
3	Sumur pantau 2	150
4	Sumur warga 1	300
5	Outlet lindi	310
6	Sumur warga 2	400
7	Sungai	500
8	Sumur warga 3	900
9	Sumur warga 4	750
10	Sumur warga 5	830

Secara lebih jelas mengenai posisi titik sampling dapat dilihat pada Gambar 1. Pengambilan sampel dilaksanakan pada musim kemarau (bulan Mei) dan musim penghujan (bulan September) agar data-data yang diperoleh mencerminkan kondisi daerah penelitian pada kedua musim tersebut. Lokasi pengambilan sampel pada dasarnya sama untuk kedua musim, namun ada sedikit penyesuaian karena beberapa lokasi kondisinya tidak memungkinkan untuk dilakukan pengambilan sampel khususnya pada musim kemarau karena tidak tersedia air (sungai kering).



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel air (Peta diolah dari google earth)

### 2.2. Pengujian Logam Berat di Air

Penelitian yang dilakukan mengacu pada SNI 6989.8: 2009 tentang Cara Uji Timbal (Pb) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala dan SNI 6989.16: 2009 tentang Cara Uji Kadmium (Cd) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala untuk mengetahui besarnya nilai konsentrasi dari logam berat Pb dan Cd di dalam sampel air di sekitar TPA Wukirsari. Secara umum prosedur pengujian kadar logam berat dalam air dengan menggunakan AAS yang di dalam penelitian ini mengikuti Siswoyo *et al.* (2014).

### 2.3. Analisa Data

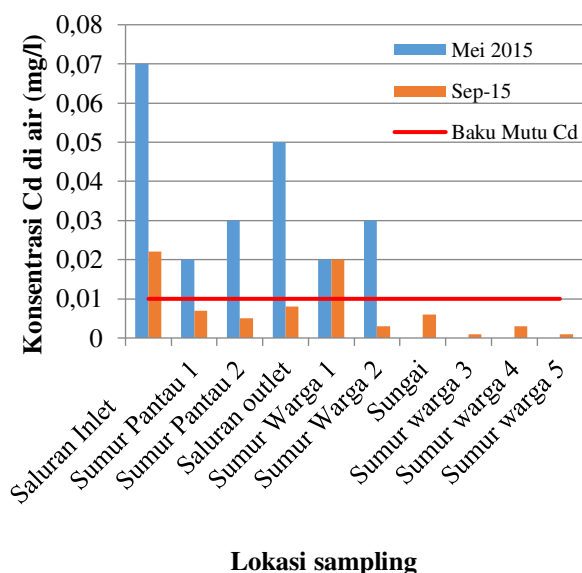
Analisis data yang digunakan yaitu dengan membandingkan kualitas air sumur penduduk dan air permukaan atau sungai di sekitar TPA Wukirsari Gunungkidul dengan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY. Peraturan tersebut ditetapkan untuk memberikan batasan mutu air sesuai peruntukannya dan untuk mencegah terjadinya pencemaran air sebelum dibuang ke badan air, dimana besarnya konsentrasi yang diijinkan untuk Cd dan Pb masing-masing sebesar 0.01 mg/L dan 0.03 mg/L. Besaran konsentrasi logam berat Cd dan Pb di atas juga sama dengan baku mutu air baku untuk air minum (Kelas I) menurut PP RI Nomor 82 Tahun 2001, dimana air sumur juga merupakan air baku air minum atau air bersih. Peta penyebaran logam berat dibuat dengan menggunakan aplikasi *software* ArcGIS.

## 3. Hasil dan Pembahasan

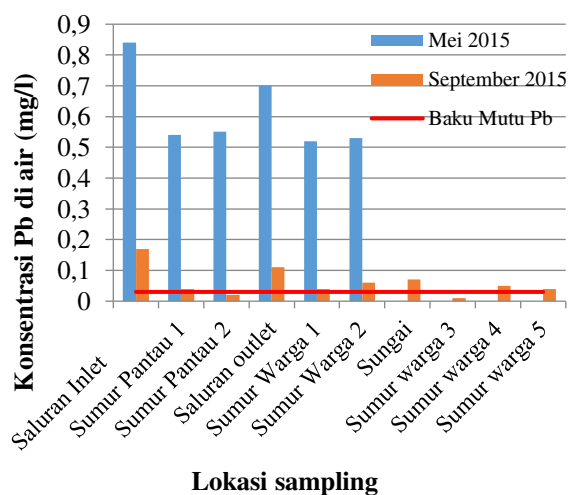
### 3.1. Konsentrasi logam berat Cd dan Pb di air

Hasil pengujian dari konsentrasi logam berat Cd dan Pb sebagaimana terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Terlihat dengan jelas bahwa terdapat hubungan antara jarak lokasi pengambilan sampel dengan konsentrasi logam berat Cd dan Pb, dimana semakin jauh jarak dengan sumber pencemar, maka konsentrasi logam berat di air semakin kecil.



Gambar 2. Sebaran logam berat Cd di area TPA



Gambar 3. Sebaran logam berat Pb di area TPA

Dari data hasil pengamatan dapat dilihat bahwa konsentrasi logam Pb dan Cd untuk sampel air yang diambil pada tanggal 24 Mei 2015 melebihi baku mutu, dimana untuk logam Pb pada sumur pantau 2 mencapai 0.55 mg/L (baku mutu 0.03 mg/L) dan logam Cd pada sumur pantau 2 dan sumur warga 2 mencapai 0.03 mg/L (baku mutu 0.01 mg/L). Hal ini dikarenakan sampel diambil pada waktu musim kemarau, sehingga tidak ada pengenceran oleh air hujan pada lokasi pengambilan sampel. Selain itu dalam tahap pengoperasian TPA (terbuka sebagian), dimana bagian-bagian yang belum ditutup tanah penutup harian akan meresapkan sejumlah air hujan (meskipun pada musim kemarau namun terkadang masih turun hujan). Air

hujan yang masuk ke area landfill akan memberikan pengaruh terhadap karakteristik dari lindi yang dihasilkan dari landfill tersebut (Kasam *et al.*, 2016). Selain itu, waktu detensi air pada kolam pengolahan air lindi tidak maksimal, karena produksi air lindi meningkat dan kolam pengolahan tidak mempunyai kapasitas yang cukup sehingga air lindi cepat meluber antar kolam yang satu ke yang lain.

Faktor lain adalah kurang maksimalnya pengolahan air lindi di TPA Wukirsari yang hanya mengandalkan proses aerobik dan anaerobik serta waktu detensi yang singkat dikarenakan debit yang masuk ketika musim hujan tinggi. Selain itu, menurut Rakhmawati *et al.*, (2016) komposisi air lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis sampah terdeposit, jumlah curah hujan di daerah TPA dan kondisi spesifik tempat pembuangan tersebut. Selain itu umur TPA juga berpengaruh terhadap kualitas lindi yang dihasilkannya, dimana semakin lama umur TPA maka kadar bahan pencemar organik yang dihasilkannya lebih rendah dibandingkan TPA yang masih baru (Magda and Gaber, 2015).

Konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada sampel air yang diambil pada tanggal 11 September 2015 lebih kecil daripada sampel air yang diambil pada tanggal 24 Mei 2015. Hal ini diperkirakan akibat adanya pengenceran oleh air hujan, sehingga konsentrasi logam berat yang ada dalam air sungai maupun air sumur lebih rendah dibandingkan konsentrasinya pada musim kemarau. Meskipun demikian, hasil yang didapat menunjukkan bahwa untuk logam Pb masih di atas baku mutu yang ada, khususnya di beberapa titik sampel (saluran inlet, sumur pantau 1, saluran outlet, sumur warga 1, sumur warga 2, sungai, sumur warga 4 dan sumur warga 5). Untuk logam berat Cd, sampel air yang diambil pada musim penghujan sebagian besar di bawah baku mutu yang ada, namun sampel air pada saluran inlet dan sumur warga 1 masih melebihi baku mutu.

Air lindi yang merembes masuk ke sumur-sumur warga dapat mengakibatkan penurunan kualitas air sumur dan sungai. Apabila air sumur tersebut digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti memasak, mencuci dan mandi maka akan berbahaya bagi kesehatan manusia. Tidak hanya itu, bila air sumur yang mengandung logam berat tersebut digunakan untuk keperluan pertanian, maka akan mencemari tanah dan dapat terakumulasi di dalam tanaman. Apabila tanaman tersebut dikonsumsi oleh manusia, maka konsentrasi logam berat (Cd dan Pb) tersebut di dalam tubuh manusia akan bertambah sebagai efek dari proses bioakumulasi. Selain untuk kegiatan pertanian, air sumur di daerah sekitar TPA Wukirsari Gunungkidul juga dipergunakan untuk kegiatan peternakan ayam potong. Ayam potong yang telah diberi minum dari air sumur yang mengandung logam berat Pb dan Cd akan memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia yang mengkonsumsi daging ayam potong tersebut khususnya jika konsumsi berlangsung secara terus-menerus dalam waktu lama. Konsentrasi Cd dan Pb yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan beberapa penyakit berbahaya misalnya

kanker, ginjal, tulang dan beberapa penyakit lain (Godt *et al.*, 2006).

Pengolahan tambahan yang perlu ditambahkan untuk mengurangi konsentrasi logam berat di TPA Wukirsari adalah *Constructed Wetland*. Penelitian yang dilakukan oleh Suryati dan Priyanto (2003) mengenai eliminasi logam berat kadmium menggunakan tanaman air menjelaskan bahwa tanaman Kayambang dapat menurunkan logam berat Cd sebesar 92.04 % dalam waktu 3 hari. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Murdhiani *et al.* (2011) tentang penurunan logam berat Pb menggunakan tanaman air jenis Azolla, hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi sebesar 100 % dalam waktu 3 hari.

### 3.2. Peta sebaran logam berat Cd dan Pb di area TPA

Profil penyebaran logam berat Pb dan Cd disajikan dalam bentuk peta sebaran logam berat berdasarkan data hasil analisis konsentrasi logam berat Pb dan Cd dalam air sumur yang berada di sekitar TPA Wukirsari Gunungkidul. Profil ini menunjukkan besarnya konsentrasi masing-masing logam berat yaitu Pb dan Cd dalam air sumur yang berada di sekitar TPA Wukirsari Gunungkidul pada tanggal 24 Mei 2015 dan 11 September 2015.

Hasil konsentrasi logam berat Pb dan Cd dalam sampel air yang diambil pada tanggal 24 Mei 2015 di atas baku mutu, sehingga kode warna yang didapatkan adalah warna merah, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Peta sebaran logam berat Cd dan Pb (Sampling pada bulan Mei 2015)





Gambar 5. Peta sebaran logam berat Cd dan Pb (Sampling pada bulan September 2015)

Profil penyebaran logam berat disekitar TPA Wukirsari Gunungkidul pada tanggal 11 September 2015 menunjukkan penyebaran logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) memiliki konsentrasi yang bervariasi, dimana konsentrasi terbesar yaitu pada sumur yang letaknya dekat dengan sumber pencemar (diberikan dengan kode warna merah) dan sesuai dengan arah aliran air sungai, dan pada sumur yang jauh dari sumber pencemar memiliki konsentrasi yang lebih kecil (diberikan dengan kode warna hijau).

#### 4. Kesimpulan

Konsentrasi logam berat Cd dan Pb di dalam air sungai dan sumur di sekitar area TPA Wukirsari Gunungkidul berfluktuasi tergantung dari musim pada saat pengambilan sampel air. Pengolahan lindi TPA penting untuk dilakukan untuk mengurangi potensi pencemaran air di lingkungan sekitarnya. Sistem *constructed wetland* dapat menjadi alternatif pengolahan yang mudah, murah dan memiliki efisiensi tinggi.

#### Daftar Pustaka

- [1] Al Raisi S. A. H, H. Sulaiman, F. E. Suliman and O. Abdallah, 2014. Assesment of heavy metals in leachate of an unlined landfill in Sutanate of Oman. *International Journal of Environmental Science and Development*. 5(1), pp. 60-64.
- [2] Anilkumar, A., D. Sukamaran, and S. G. T. Vincent, 2015. Effect of Municipal Solid Waste Leachate on Ground Water Quality of Thiruvananthapuram District, Kerala, India. *Applied Ecology and Environmental Sciences*. 3(5), pp. 151-157.
- [3] Bahar, Y. H, 1985. Teknologi penanganan dan pemanfaatan sampah. PT. Waca Utama Pramesti, Jakarta.
- [4] BPS Gunungkidul, 2016. Kabupaten Gunungkidul dalam angka. BPS Gunungkidul, Yogyakarta.
- [5] Fard, M. P, A. H. Mahvi, A. Asgari, and M. Moradnia, 2017. Heavy Metals Monitoring in Leachate from landfill Site of Qazvin, Iran. *Arch Hyg Sci*. 6(1), pp. 44-48.
- [6] Godt, J. F. Scheidig, C. Grosse-Siestrup, V. Esche, P. Brandenburg, A. Reich, and D. A. Groneberg, 2006. The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. *Journal Occupational Medicine and Toxicology*. 1(22).
- [7] Kasam, Sarto, S. Syamsiah, and A. Prasetya, 2016. Pattern of characteristics of leachate generation from municipal solid waste landfill by Lysimeter experiment. *International Journal of Environmental Science and Development*. 7(10), pp.768-771.
- [8] Magda, M. A. E, and I. A. Z. Gaber, 2015. Effect of landfill leachate on ground water quality: A case study in Egypt. *Journal of Advanced Research*. 6(6), pp. 576-584.
- [9] Murdhiani, T. Sabrina, dan Sumono. 2011. Penurunan Logam Berat Timbal (Pb) pada Kolam Biofiltrasi Air Irigasi Dengan Menggunakan Tanaman Air (Aquatic Plant). *Jurnal Ilmu Pertanian KULVITAR* 5(1), pp. 1-8.
- [10] Ogundiran, O. O. & T. A. Afolabi, 2008. Assessment of the physicochemical parameters and heavy metals toxicity of leachates from municipal solid waste open dumpsite. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 5(2), pp. 243-250.
- [11] Rakhmawati, E. A, Sunarto dan P. Setyono, 2016. Kajian Pengelolaan Air Lindi (*Leachate*) di Lingkungan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Surakarta Berbasis Kemanfaatan. *Jurnal Ekosains*. 7(4), pp. 8-15.
- [12] Siswoyo, E., Kasam dan L. M. Abdullah, 2011. Penurunan logam timbal (Pb) pada limbah cair TPA Piyungan Yogyakarta dengan constructed wetlands menggunakan tumbuhan Eceng gondok (*Eichornia crassipes*). *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. 3(1), pp. 73-79.
- [13] Siswoyo, E., Y. Mihara, and S. Tanaka, 2014. Determination of key components and adsorption capacity of a low-cost adsorbent based on sludge of drinking water treatment plant

- to adsorb cadmium ion in water, *Applied Clay Science*, 97-98, 146-152.
- [14] Suryati, T, dan B. Priyanto, 2003. Eliminasi Logam Berat Kadmium dalam Air Limbah Menggunakan Tanaman Air. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4(3), pp. 143-147.
- [15] Suyatmi dan S. A. Mulasari, 2015. Perbandingan Sistem Pengolahan Sampah di TPA Wukirsari Gunung Kidul dan TPA Banyuroto Kulon Progo. *Kesmas Wigama*. 1(1), pp. 7-15.
- [16] Warsinah, Suheryanto dan Y. Windusari, 2015. Kajian Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kompartemen di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinata Palembang. *Jurnal Penelitian Sains*. 17(2), pp. 78-81.