

ANALISIS KADAR LOGAM Pb, Cd, Cu, Ba, DAN Zn DALAM SAMPEL SLUDGE IPAL INDUSTRI BAN SECARA *TOXICITY CHARACTERISTIC LEACHING PROCEDURE* (TCLP) MENGGUNAKAN *INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY* (ICP-OES)

Alan Wahyu Pratama^{1✉}, Eda Loisa², Ida Dhaliawati²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Jakarta

²Dosen Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Jakarta

Email : alanwahyupratama31@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya jumlah industri disertai dengan meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan, termasuk limbah *sludge* IPAL, merupakan salah satu permasalahan krusial karena proses IPAL selalu akan menghasilkan padatan sisa/*sludge*. Limbah *sludge* berbentuk lumpur memerlukan pengelolaan lebih lanjut agar keberadaan limbah *sludge* tidak mencemari lingkungan. Setiap limbah B3 industri perlu dikelola untuk menghilangkan resiko bahaya yang ditimbulkan sebelum limbah dilakukan penimbunan. Limbah *sludge* perlu dilakukan pengujian *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) sebelum ditimbun ke *landfill* untuk mengetahui mobilitas agen pencemar sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Penelitian bertujuan menetapkan kandungan TCLP untuk parameter logam berat timbal (Pb), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Barium (Ba), dan Seng (Zn) dalam contoh uji *sludge*. Metode mengacu pada *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) 1992 dalam metode *TCLP Glass JAR USEPA SW-846 Method 1311* dan *American Public Health Association* (APHA) 2017 *Method 3120 22nd Edition Metals by Plasma Emission*. Hasil pengujian kadar logam berat Pb, Cd, Cu, Ba, dan Zn dalam limbah *sludge* IPAL industri pembuatan ban pada periode Oktober 2021 sampai April 2022 diketahui masih memenuhi baku mutu lingkungan menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Lampiran XI Tentang Baku Mutu Karakteristik Beracun melalui TCLP untuk Penetapan Kategori Limbah B3. Disimpulkan bahwa limbah *sludge* IPAL industri pembuatan ban memiliki tingkat toksisitas yang rendah dan tidak masuk ke dalam kategori limbah B3.

Kata Kunci : Limbah *Sludge*, Kadar Logam, TCLP

Abstract

The increase in the number of industries accompanied by an increase in the amount of waste produced, including WWTP *sludge* waste, is a crucial problem because the WWTP process will always produce residual solids/*sludge*. *Sludge* waste in the form of mud requires further management so that the presence of *sludge* waste does not pollute the environment. Every industrial B3 waste needs to be managed to eliminate the risk of danger posed before the waste is landfilled. *Sludge* waste needs to be tested for the *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) before being dumped in a landfill to determine the mobility of polluting agents in accordance with Government Regulation no. 22 of 2021 concerning Implementation of Environmental Protection and Management. The research aims to determine the TCLP content for the heavy metal parameters Lead (Pb), Cadmium (Cd), Copper (Cu), Barium (Ba), and Zinc (Zn) in *sludge* test samples. The method refers to the *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) 1992 in the *TCLP Glass JAR USEPA SW-846 Method 1311 method* and the *American Public Health Association* (APHA) 2017 *Method 3120 22nd Edition Metals by Plasma Emission*. The results of testing the levels of heavy metals Pb, Cd, Cu, Ba, and Zn in wastewater *sludge* from the IPAL tire manufacturing industry in the period October 2021 to April 2022 were found to still meet environmental quality standards according to Government Regulation no. 22 of 2021 Appendix XI concerning Quality Standards for Toxic Characteristics through TCLP for Determining the B3 Waste Category. It was concluded that the level of toxicity of WWTP *sludge* waste from the tire manufacturing industry is low and not in the B3 waste category.

Keywords: *Sludge* Waste, Metal Content, TCLP

PENDAHULUAN

Limbah *sludge* merupakan salah satu jenis limbah padat berbentuk lumpur yang dihasilkan oleh Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan memerlukan pengelolaan lebih lanjut, sehingga keberadaan limbah *sludge* ini tidak mencemari lingkungan. Limbah *sludge* yang dihasilkan dari kegiatan industri mengandung senyawa-senyawa yang dapat membahayakan bagi manusia maupun lingkungan. Setiap industri yang menghasilkan limbah B3 perlu melakukan pengelolaan limbah B3 untuk mengurangi atau menghilangkan resiko bahaya yang ditimbulkan sebelum limbah dilakukan penimbunan. Limbah *sludge* yang dihasilkan oleh kegiatan industri perlu dilakukan pengujian Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) sebelum ditimbun ke *landfill* untuk mengetahui mobilitas agen pencemar sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

PT Syslab Integrated Laboratory Services merupakan salah satu laboratorium independen di Indonesia yang mempunyai fokus utama dalam bidang jasa analisis untuk parameter lingkungan, kesehatan lingkungan kerja, dan validasi metode. Salah satu matriks yang diuji di laboratorium lingkungan milik PT Syslab adalah sampel padatan yaitu *sludge* yang diuji dengan metode TCLP. Percobaan bertujuan menetapkan kandungan TCLP untuk parameter parameter logam berat timbal (Pb), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Barium (Ba), dan Seng (Zn) dalam contoh uji *sludge*. Metode percobaan mengacu pada *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) 1992 dalam metode TCLP Glass JAR USEPA SW-846 Method 1311 dan *American Public Health Association* (APHA) 2017 Method 3120 *22nd Edition Metals by Plasma Emission*. Hasil parameter uji kemudian dibandingkan dengan baku mutu lingkungan yaitu Peraturan Pemerintah No. 22

tahun 2021 Lampiran XI tentang Baku Mutu Karakteristik Limbah B3.

Dalam penelitian ini dirumuskan masalah, yaitu Apakah limbah *sludge* dari industri ban memiliki karakteristik beracun dan masuk kedalam limbah B3?; Apakah limbah *sludge* dari industri ban di Indonesia mengandung logam berat Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Besarkah konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Barium (Ba), dan Seng (Zn) yang terkandung dalam limbah *sludge* dari industri ban?; Apakah konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Barium (Ba), dan Seng (Zn) yang terkandung dalam limbah *sludge* dari industri ban di Indonesia sudah memenuhi baku mutu lingkungan?

Tujuan Penelitian ditentukan yaitu Untuk mengetahui karakteristik beracun dari limbah *sludge* industri ban; Untuk menganalisis keberadaan logam berat Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Barium (Ba), dan Seng (Zn) yang terkandung dalam limbah *sludge* industri ban; Untuk mengukur besaran konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Barium (Ba), dan Seng (Zn) yang terkandung dalam limbah *sludge* industri ban; Evaluasi hasil pengukuran konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Barium (Ba), dan Seng (Zn) terhadap baku mutu untuk karakteristik limbah B3

Manfaat Penelitian diharapkan bisa memberikan informasi tentang kandungan logam berat Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Barium (Ba), dan Seng (Zn) pada limbah *sludge* IPAL yang dihasilkan industri ban; Sebagai sumber informasi mengenai kualitas limbah *sludge* yang dihasilkan dari pengolahan IPAL industri ban; Mengetahui karakteristik beracun dari limbah *sludge* industri ban; Dapat digunakan sebagai bahan perbandingan penelitian selanjutnya yang memiliki relevansi dengan penelitian ini.

STUDI LITERATUR

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun

Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat B3 adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disebut limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, karakteristik limbah B3 meliputi mudah meledak, mudah menyala, reaktif, infeksius, korosif dan/atau beracun. Pengujian karakteristik limbah B3 diperlukan untuk mengidentifikasi dan untuk mempermudah penanganan limbah tersebut.

Limbah Sludge

Sludge IPAL dalam kegiatan industri pada umumnya berasal dari unit *Grit chamber*, *Primary Settling Tank* dan *Secondary Settling Tank*. Selain mengandung lumpur, pasir, dan air, *sludge* juga masih mengandung hidrokarbon dan logam berat seperti Timbal (Pb), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Barium (Ba), dan Seng (Zn).

Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 8808: 2019 tentang Prosedur Pelindian Karakteristik Beracun (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP)). TCLP merupakan prosedur yang ditetapkan untuk penentuan mobilitas bahan pencemar baik senyawa organik dan anorganik yang terdapat dalam cairan, padatan, atau limbah campuran. Uji *Toxicity Characteristic Leaching*

Procedure (TCLP) adalah cara untuk menentukan sifat toksik limbah mengalami pelindian atau leaching yang merupakan salah satu cara untuk menentukan karakteristik limbah beracun. Metode uji pelindian (*leaching*) yang perlu dilakukan terhadap perlakuan limbah B3, secara umum bertujuan meminimalisasi jumlah volume dan kuantitas B3 yang ditimbulkan, diolah, disimpan atau dibuang. Selain digunakan sebagai penentuan salah satu sifat beracun dari suatu limbah, uji TCLP dapat diterapkan pula dalam evaluasi produk treatment limbah sebelum ditimbun ke landfill, yaitu Solidifikasi/stabilisasi.

Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)

Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) merupakan instrumen yang digunakan untuk menganalisis kadar unsur-unsur logam dari suatu contoh dengan menggunakan metode spektrofotometri emisi. Spektrofotometri emisi adalah metode analisis yang didasarkan pada pengukuran intensitas emisi pada panjang gelombang yang khas untuk setiap unsur. ICP-OES dapat mendeteksi logam dalam contoh dengan sensitifitas yang tinggi sekaligus mempunyai limit deteksi yang baik. Ada sekitar 80 unsur yang dapat dianalisis dengan menggunakan alat ini hingga konsentrasi ppb, bahkan untuk unsur tertentu dapat terukur hingga konsentrasi ppt. ICP-OES dapat digunakan untuk menganalisis contoh berwujud cair, padat, dan gas. Pengukuran unsur dengan ICP-OES didasarkan pada sifat unsur yang jika diberi energi berupa panas akan menyebabkan elektron valensinya tereksitasi dari keadaan dasar ke tingkat yang lebih tinggi energinya, namun beberapa saat kemudian elektron tersebut akan kembali ke keadaan dasar sambil melepaskan emisi yang besar intensitasnya sebanding dengan konsentrasi unsur tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk pada penelitian kuantitatif dengan metode pengujian, yaitu

penelitian yang bermaksud untuk mengetahui karakteristik limbah *sludge* dan besarnya kandungan logam berat dalam limbah *sludge* industri ban secara *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP). Penelitian yang dilakukan berjalan secara sistematis dan objektif mengenai konsentrasi logam berat pada contoh uji limbah *sludge* industri ban, dimana limbah *sludge* yang dihasilkan dari kegiatan industri ban ini perlu diketahui dan diukur besar konsentrasi logam pencemarnya.

3.2. Lokasi Penelitian

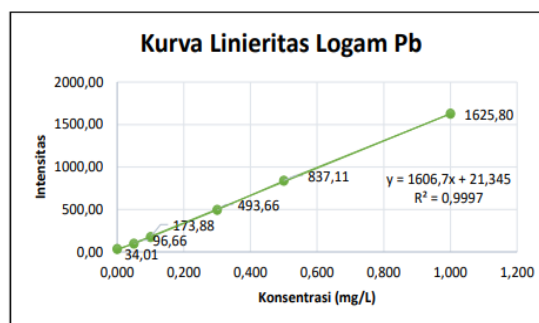
Penelitian dilakukan di *Laboratorium Technical 26 Environment* PT Syslab Integrated Laboratory Services yang beralamat di Sentul City Plaza Amsterdam Blok D2 – D6, Jl. MH. Thamrin, Citaringgul, Kecamatan Babakan madang. Bogor, Jawa Barat. 16810.

HASIL DAN PEMBAHASAN

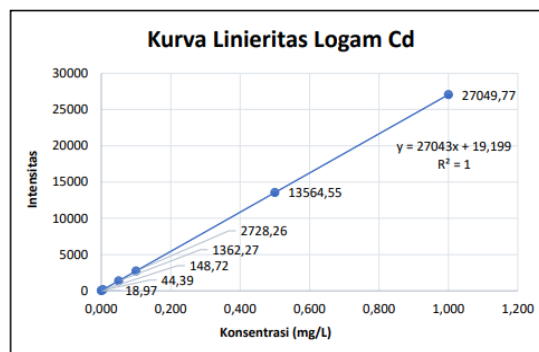
Tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dengan penyiapan larutan pengeksrak Tipe 1, Tipe 2, Larutan Standar Induk multielement dna Larutan deret standar multielement, kemudian dilakukan Ekstraksi Contoh Uji Sludge Secara TCLP dan Pengkondisian alat ICP-OES

Berdasarkan hasil penelitian, analisis kadar logam Pb, Cd, Cu, Ba, dan Zn dalam limbah *sludge* industri ban secara *Toxicity Characteristic Leaching Precedure* (TCLP) menggunakan instrumen Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) didapatkan data hasil analisis meliputi pengujian linieritas dan pengukuran kadar logam.

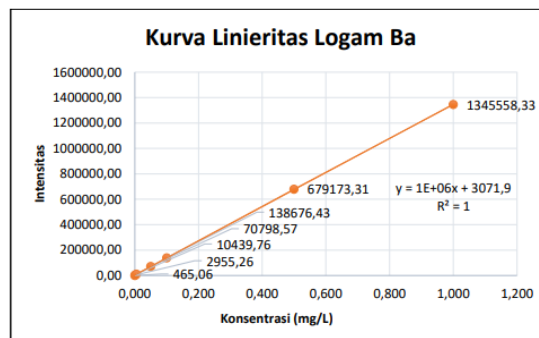
Hasil Pengujian Linearitas pada masing-masing logam berat dapat dilihat pada gambar berikut :



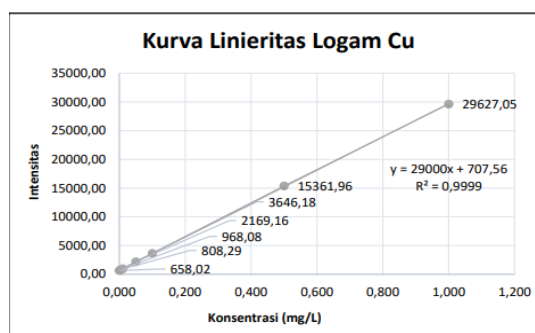
Gambar 10. Hasil pengujian linieritas logam Pb



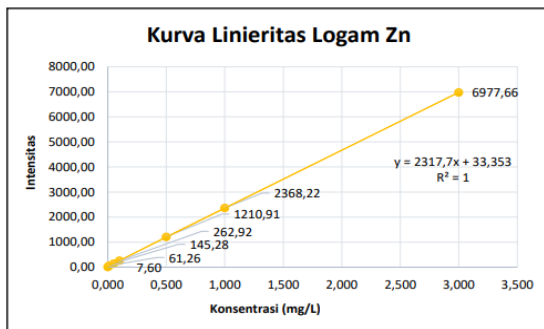
Gambar 11. Hasil pengujian linieritas logam Cd



Gambar 12. Hasil pengujian linieritas logam Ba



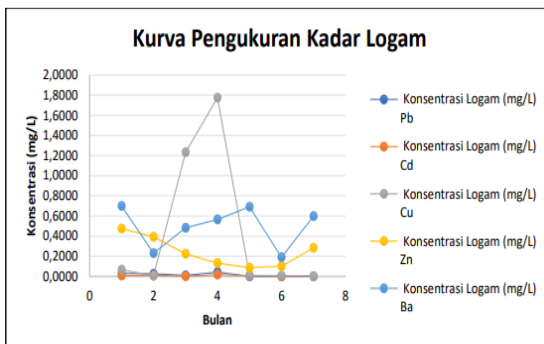
Gambar 13. Hasil pengujian linieritas logam Cu



Gambar 14. Hasil pengujian linieritas logam Zn

Gambar 14. Hasil pengujian linieritas logam Zn

Hasil pengujian kadar logam Pb, Cd, Cu, Ba, dan Zn dalam limbah *sludge* industri ban secara Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) dapat pula dilihat dalam bentuk grafik. Berikut ini grafik pengukuran kadar logam dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 20. Grafik Pengujian Logam Pb, Cd, Cu, Ba, dan Zn

PENUTUP

Hasil pengujian TCLP pada contoh uji lumpur/*sludge* industri ban periode bulan Oktober 2021 sampai dengan bulan April 2022, diperoleh data konsentrasi logam berat Pb, Cd, Cu, Ba, dan Zn yang relatif kecil dan masih memenuhi baku mutu lingkungan menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Lampiran XI Tentang Baku Mutu Karakteristik Beracun Melalui TCLP Untuk Penetapan Kategori Limbah B3 yaitu < TCLP A dan < TCLP B. Berdasarkan besarnya konsentrasi logam berat dalam contoh uji lumpur/*sludge* industri ban, dapat disimpulkan bahwa limbah lumpur/*sludge* dari industri ban memiliki tingkat toksisitas yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA). 2017. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22nd edition. Metode 3120.
- BOSS, C. B. & K. J. FREDEEN. 1997. Concept, Instrumental and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry Second Edition. Perkin Elmer. USA.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. Standar Nasional Indonesia (SNI) 8808:2019 Prosedur Pelindian Karakteristik Beracun (Toxicity Characteristic Leaching Procedure, (TCLP)). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Darmono. 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Hou, X. & B. T. Jones. 2000. Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. John Wiley & Sons Ltd. Chicester.
- Kusnoputranto, H. 2006. Toksikologi Lingkungan, Logam Toksik dan Berbahaya. FKM-UI Press dan Pusat
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rinka Cipta. Jakarta.
- Pemerintah Pusat Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pemerintah Pusat. Jakarta.

