

Soil Washing Tanah Tercemar Cadmium Di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah

Alfacino^{1*} dan G. M. Saragih¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari
Jalan Slamet Riyadi, Kota Jambi
*e-mail: cino.alfa11@gmail.com

ABSTRAK

Cadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat, terutama pada kawasan berpolusi tinggi yang dihasilkan dari aktivitas industri dan di sekitar tempat pembuangan akhir sampah, terutama yang terkait dengan kandungan residu beracun. *Soil Washing*, sebagai salah satu teknik remediasi tanah, merupakan upaya mitigasi dampak polusi logam berat, salah satunya Cd. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efektivitas soil washing dengan surfaktan Sodium Dodecyl Sulphate (SDS dan Tween 80. Surfaktan tersebut divariasikan dosis dan waktu pengadukan. Pengadukan dilakukan dalam *jar test* yang mereplikasikan tangki reaktor. Sample tanah terganggu diambil dari daerah pembuangan sampah yang sudah tidak aktif lagi di TPA Talang Gulo Kota Jambi. Sample tanah tersebut diuji pada Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Penelitian ini menunjukkan bahwa surfaktan SDS memiliki efisiensi pada masing-masing sample adalah S1 > 21.73%, S2 > 43.47%, S3 > 44.43%, S4 > 22.63%, S5 > 40.40%, S6 > 44.69%, sedangkan surfaktan Tween 80 memiliki efisiensi pada masing-masing sample adalah T1 > 58.98%, T2 > 53.46%, T3 > 49.60, T4 > 47.23%, T5 > 64.15%, T6 > 63.71 %.
Kata Kunci: Cadmium, Soil Washing, Sodium Dodecyl Sulfate, Tween 80

Kata kunci : Cadmium, Sodium Dodecyl Sulfate, Soil Washing, Tween 80

ABSTRACT

Cadmium (Cd) is a heavy metal polluting soil, especially in polluting areas resulted from industrial activities and waste dumping areas associating with toxic residue from heavy metals. Soil washing, as a soil remediation technique, is a measure to mitigate the impacts of Cd pollution. This study aims to determine the effectiveness of soil washing with surfactants of Sodium Dodecyl Sulphate (SDS) and Tween 80. We vary the doses and stirring time of the surfactants. The string is conducted in jar test replicating stirred tank reactor. Soils are sampled from a non-active waste dumping of Talang Gulo in Jambi City by disturbed soil sampling method. Samples are tested through Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). This study shows that SDS surfactants have an efficiency rate for samples S1 > 21.73%, S2 > 43.47%, S3 > 44.43%, S4 > 22.63%, S5 > 40.40%, S6 > 44.69%, while Tween 80 surfactants have an allowance efficiency rate for samples T1 > 58.98%, T2 > 53.46%, T3 > 49.60, T4 > 47.23%, T5 > 64.15%, T6 > 63.71 %.

Keywords: Cadmium, Sodium Dodecyl Sulfate, Soil Washing, Tween 80

1. Pendahuluan

Tanah secara edafologi menempati posisi yang sangat penting dalam hidup dan kehidupan manusia. Sebagai media tumbuh tanaman dan sebagai ekosistem yang berkaitan dengan sumber daya air tanah dan permukaan. Dalam memberikan daya dukungnya terhadap kehidupan manusia dan keanekaragaman hayati, pencemaran tanah menjadi permasalahan. Perhatian akan pencemaran tanah ini masih terbatas di Indonesia, tetapi di luar negeri telah menjadi perhatian khusus di negara-negara industri (van Straalen, 2002).

Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) merupakan salah satu lokasi di wilayah perkotaan yang sangat rawan tercemar cadmium (Cd) karena kurang efektifnya kegiatan pengelolaan sampah di TPA. Sampah tersebut bersumber dari sampah anorganik seperti plastik bekas, kaleng cat, residu cat, baterai dan dari sampah sisa hasil produksi (non organik) dan sampah rumah tangga lainnya

yang dibuang di TPA (Ovianka *et al*, 2021). Seperti pengujian sampel tanah yang dilakukan di TPA non aktif Talang Gulo terdapat kadungan Cd sebesar 1,141 mg/kg. Sementara *background value* untuk Cd dari tanah berada dibawah 1 mg/kg (Nopriani dalam Hapsari, *et al* 2017).

Pencemaran Cd dapat diatasi dengan penanganan tanah untuk mengurangi dampak diantaranya adalah dengan remediasi (Hamzah dan Priyadarshini, 2019). Remediasi adalah kegiatan untuk memulihkan permukaan tanah yang tercemar. Remediasi tanah dapat dibagi menjadi dua yaitu secara *in-situ* dan *ex-situ*. Remediasi *in-situ* yaitu pemulihan yang dilakukan langsung di lokasi yang terkontaminasi, sedangkan remediasi secara *ex-situ* dilakukan secara tidak langsung yaitu dengan menggali tanah yang terkontaminasi dan kemudian mengangkutnya ke area aman dan melakukan pemulihan dengan penggunaan bahan kimia yang akan menghilangkan kontaminan (Muslimah dan Si, 2017).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mencobakan efektifitas teknik *soil washing* untuk meremediasi tanah di TPA non aktif Talang Gulo yang tercemar Cd menggunakan 2 variasi surfaktan yaitu *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) dan Tween 80 dengan variasi dosis dan variasi waktu pengadukan. Pemakaian surfaktan bertujuan untuk meningkatkan keberhasilan metode *soil washing* yang digunakan. Pengadukan dilakukan pada *jar test* yang menyerupai alat *continuous stirred tank reactor* dengan skala laboratorium.

2. Metode Penelitian

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen meremediasi tanah yang tercemar Cd. Menggunakan metode *soil washing* dengan variasi surfaktan, dosis, dan waktu pengadukan, alat yang digunakan adalah alat yang menyerupai prinsip kerja *continuous stirred tank reactor* yang tersedia laboratorium, yaitu *Jar Test* yang biasa dipakai untuk koagulasi, flokulasi dan sedimentasi.

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Eksperimen *soil washing* dan pengujian kadar air dilakukan dilaboratorium fakultas teknik Universitas Batanghari, penelitian dilakukan dari bulan November 2022 sampai dengan bulan Agustus 2023. Sampel tanah yang digunakan diambil dari tanah di area TPA non aktif Talang Gulo. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Andalas.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer, yang berasal dari hasil pengujian sampel tanah tercemar di TPA non aktif Talang Gulo Jambi. Pengujian tersebut menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Tahapan penelitian untuk mengetahui parameter Cd pada tanah dimulai dari pengambilan sampel lalu dilanjutkan dengan eksperimen. Penelitian diawali dengan pengambilan sampel tanah pada area yang mungkin tercemar Cd (dalam penelitian ini adalah rumput yang subur), area tersebut dibersihkan hingga permukaan tanah dapat dilihat dan diambil sample pada kedalaman 30 cm dengan skop, sebanyak 1-2 kg, dimasukkan ke dalam toples, dan diberi label yang berisi informasi kedalaman, tanggal, dan lokasi pengambilan sampel.

Sample tanah dibawa ke laboraorium dan dipersiapkan dengan kering angin dan pengayakan. Selanjutnya Proses *soil washing* yang dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Mempersiapkan alat yaitu *Jar Test* dan *beaker glass* ukuran 1000 ml;
- Mempersiapkan surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) dan Tween 80;
- Mempersiapkan sampel tanah tercemar dengan aquadest dengan rasio perbandingan *solid/liquid* 1 : 5 , yaitu 100 gram tanah untuk 500 ml aquadest;

- Pengambilan surfaktan berdasarkan dosis 500, 600, dan 700 mg/l untuk *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) dan 20, 40, 60 ml/l untuk Tween 80;
- Mengaduk dengan *Jar Test* dengan kecepatan 150 rpm, dan diatur dengan variasi waktu 30, 45 dan 60 menit;
- Tanah yang telah diaduk pada beaker glass diendapkan selama 1 hari;
- Setelah menunggu selama 1 hari, air dipisahkan dan tanah lalu lakukan uji kadar air.

Proses pengujian kadar air yang dilakukan sebagai berikut :

- Disiapkan cawan petri dan neraca analitik;
- 50 gr sampel tanah dimasukkan ke masing-masing cawan lalu ditimbang dan diberi label;
- Cawan yang telah terisi tanah selama 60 menit dioven dengan suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- Kemudian cawan dimasukan ke dalam desikator;
- Setelah cawan dingin, timbang cawan menggunakan neraca analitik;
- Setelah ditimbang, masukkan lagi cawan ke dalam oven selama 60 menit. Lakukan lagi langkah (3) dan (4) sampai didapatkan berat konstan;
- Setelah mendapatkan berat yang konstan, masukan sampel tanah kedalam pot sampel dan siap untuk diuji.

2.4. Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan penurunan konsentrasi Cd, menggunakan rumus efisiensi (persamaan 1) penurunan Cd dan perhitungan hasil pengujian kadar air ditampilkan pada tabel serta perhitungan koefisien distribusi ditampilkan pada grafik.

$$\text{Efisiensi Soil Washing} = \frac{\Delta Cd}{Cd \text{ sebelum}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

$$\Delta Cd = \text{selisih Cd sebelum} - Cd \text{ sesudah}$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Konsentrasi Logam Cadmium (Cd) Pada Tanah

TPA Talang Gulo yang Non Aktif pada titik Lokasi penelitian ini menunjukkan cemaran Cd (Tabel 1). Kadar Cd sebesar 1.141 mg/kg menunjukkan bahwa tanah sudah tercemar Cd karena sudah tinggi dari nilai *background value* yaitu 0,001 mg/kg (Alloway et al, 1990). Tetapi, nilai ini masih berada di bawah baku mutu media tanah yang tertuang pada Permenkes RI No. 2 tahun 2023 yaitu ≥ 3 mg/kg. Oleh karena sampel tanah yang diuji di bawah baku mutu, proses eksperimen tetap dapat dilakukan karena penelitian ini hanya berfokus pada seberapa efektifnya jenis surfaktan yang digunakan.

Tabel 1 Konsentrasi Uji Awal Logam Cadmium (Cd) Pada Sampel dari Tanah di TPA Talang Gulo

Sampel Tanah	Hasil Pengujian (mg/kg)
Awal	1,141

3.2. Penurunan Konsentrasi Cd Pada Proses Soil Washing dengan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS)

Pada variasi waktu pengadukan SDS dengan dosis tetap yaitu 600 mg/L terjadi penurunan logam Cd dengan semakin lamanya pengadukan (hingga 60 menit), dengan efisiensi penurunan 44,43% (Tabel 2). Sedangkan pada variasi dosis dengan waktu pengadukan yang tetap (45 menit), diperoleh efisiensi penurunan terbesar pada dosis 700 mg/L (Tabel 3).

Tabel 2. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Cd Pada Proses Soil Washing dengan variasi waktu pengadukan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS)

Sampel	Konsentrasi Surfaktan (mg/l)	Variasi Waktu Pengadukan (menit)	Konsentrasi Cadmium (Cd) (mg/l)	Efisiensi Penurunan (%)
STA			1,141	
S1	600	30	0,893	21,73
S2	600	45	0,645	43,47
S3	600	60	0,634	44,43

Tabel 3. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Cd Pada Proses Soil Washing dengan variasi dosis Sodium Dodecyl Sulfate (SDS)

Sampel	Waktu Pengadukan (menit)	Variasi Dosis (mg/l)	Konsentrasi Cadmium (Cd) (mg/l)	Efisiensi Penurunan (%)
STA			1,141	
S4	45	500	0,883	22,63
S5	45	600	0,680	40,40
S6	45	700	0,631	44,69

3.3. Penurunan Konsentrasi Cd Pada Proses Soil Washing dengan Tween 80

Penurunan konsentrasi Cd dengan efisiensi terbaik terdapat pada variasi waktu Tween 80 tercepat yaitu selama 30 menit pada konsentrasi 40 mg/L, dengan efisiensi 58,98 % (Tabel 4). Sedangkan pada lama pengadukan yang tetap (45 menit), efisiensi terbaik terjadi pada dosis 40 mg/L, dengan efisiensi 64,15% (Tabel 5).

Tabel 4. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Cd Pada Proses Soil Washing dengan variasi waktu pengadukan Tween 80

Sampel	Konsentrasi Surfaktan (ml/l)	Variasi Waktu Pengadukan (menit)	Konsentrasi Cadmium (Cd) (mg/l)	Efisiensi Penurunan (%)
STA			1,141	
T1	40	30	0,468	58,98
T2	40	45	0,531	53,46
T3	40	60	0,575	49,60

Tabel 5. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Cd Pada Proses Soil Washing dengan variasi dosis Tween 80

Sampel	Waktu Pengadukan (menit)	Variasi Dosis (ml/l)	Konsentrasi Cadmium (Cd) (mg/l)	Efisiensi Penurunan (%)
STA			1,141	
T4	45	20	0,602	47,23
T5	45	40	0,409	64,15
T6	45	60	0,414	63,71

3.4. Efektifitas Jenis Surfaktan

Metode soil washing yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 2 jenis surfaktan yang berbeda yaitu *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) dengan tingkat efisiensi tertinggi yaitu sebesar 44,69 % dan Tween 80 sebesar 64,15 %. Walaupun tidak menunjukkan tingkat keberhasilan yang cukup tinggi, keduanya mampu mengurangi kandungan logam Cd pada tanah.

Konsentrasi surfaktan selama pembentukan micelle dikenal sebagai *Critical Micelle Concentration* (CMC), pembentukan micelle tersebut untuk meningkatkan kelarutan kontaminan yang terperangkap di dalam inti micelle air dengan gaya hidrofobik dapat meningkatkan kelarutannya dalam fase air, molekul surfaktan juga dapat mengalami reaksi yang cepat untuk membentuk agregat yang teratur. Koloid mengandung 20 sampai 200 ion atau molekul (Dengyu Li dalam Hadrah, 2017).

Waktu pengadukan berperan penting dalam proses soil washing, apabila waktu pengadukan terlalu cepat maka tingkat keberhasilan dalam penurunan logam akan semakin rendah dikarenakan tanah, air dan surfaktan yang tidak terlalu homogen.

Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) memiliki nilai CMC sebesar 400 mg/l sehingga pada penelitian ini variasi dosis yang digunakan adalah 500, 600 dan 700 mg/l dan variasi waktu pengadukan selama 30, 45, dan 60 menit. Sedangkan untuk Tween 80 divariasikan serupa untuk waktu sebagai perbandingan.

Nilai misel surfaktan Tween 80 yang lebih kecil dari *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) yaitu 16 mg/l dan 400 mg/l sehingga pada konsentrasi yang kecil kelarutan surfaktan Tween 80 lebih baik bila dibandingkan dengan surfaktan ionik dan dapat memungkinkan proses pelarutan kontaminan hidrofobik ke fase cair yang lebih besar dalam penggunaan konsentrasi surfaktan yang sama.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) dapat menurunkan konsentrasi Cadmium (Cd) pada tanah dengan tingkat efisiensi penurunan konsentrasi tertinggi untuk adalah sebesar 44,69 % dan untuk surfaktan Tween 80 sebesar 64,15 %.
2. Efektifitas Tween 80 dalam mengurangi konsentrasi Cadmium (Cd) pada tanah lebih baik jika dibandingkan dengan surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS).

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Laboratorium Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari yang telah memberikan fasilitas bagi peneliti untuk melakukan penelitian.

Daftar Pustaka

- Hadrah, H. (2017). Optimasi Rasio Solid/liquid Pada Teknik Soil Washing Pasir Terkontaminasi Minyak Dari Proses Eksplorasi Minyak Bumi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 17(3), 253–258.
- Hapsari, R. I dan Lestari, S. U. (2017). FITOREMEDIASI LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) PADA TANAH YANG TERCEMAR DENGAN TANAMAN BIDURI (*Calotropis gigantea*) DAN RUMPUT GAJAH (*Panicum maximum*). *BMC Public Health*, 5(1), 1–8.
- Muslimah, M. S., & Si, S. (2017). Dampak pencemaran tanah dan langkah pencegahan. *J. Penelit. Agrisamudra*, 2(1), 11–20.
- van Straalen, N. M. (2002). Assessment of soil contamination – a functional perspective. *Biodegradation*, 13(1), 41–52.