

REDUKSI PENCEMAR CADMIUM (Cd) PADA TANAH GAMBUT DI SEKITAR TPA MENGGUNAKAN VERMIREMEDIASI

Gine Ovianka¹⁾, Yulisa Fitriani¹⁾, Aini Sulastri¹⁾,
Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
Email : gineovianka1@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu kandungan lindi yaitu logam berat Kadmium (Cd) dapat mencemari lingkungan dan menjadi bahan beracun yang berbahaya bagi kesehatan jika terakumulasi di dalam tubuh makhluk hidup. Pengujian sampel awal yang dilakukan di tanah TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Batu Layang menunjukkan konsentrasi logam berat Kadmium (Cd) sebesar 0,625 mg/kg dimana telah melebihi batas kritis unsur-unsur logam di dalam tanah yaitu sebesar 0,50 ppm. Melihat dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh logam berat Kadmium (Cd) maka perlu dilakukannya penelitian dalam upaya untuk mereduksi logam berat Kadmium (Cd) yang terkandung pada tanah tercemar lindi di TPA Batu Layang dengan teknik Vermiremediasi menggunakan cacing tanah dengan genus *Megascolex* yang diambil dari tanah TPA Batu Layang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penurunan konsentrasi Kadmium (Cd) dan persen efisiensi dari teknik vermiremediasi pada tanah tercemar lindi. Dalam penelitian ini menggunakan metode seperti *seeding*, aklimatisasi dan analisis data statistik (uji beda). Hasil dari penelitian diperoleh bahwa media kontrol dan variasi turun dari 0,625 mg/kg menjadi <0,050 mg/kg kecuali variasi 1A yang turun dari 0,625 mg/kg menjadi 0,224 mg/kg, kemudian efisiensi dari 3 variasi berat cacing tanah dan kontrol sebesar 92% untuk semua variasi kecuali variasi 1A mendapatkan nilai 64%. Berdasarkan hasil uji statistik yang dilakukan antara sesama variasi dan juga kontrol didapatkan hasil nilai $Asymp.sig > 0,05$ yang artinya bahwa antara variasi dan kontrol tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Kata kunci : Logam Berat Kadmium (Cd), *Megascolex* dan Vermiremediasi

ABSTRACT

One of the leachate composition is heavy metal Cadmium (Cd) that could pollute the environment and become a toxic material that is harmful to health if it accumulates in the body of living things. Preliminary testing conducted on the site of the Batu Layang landfill showed the concentration of heavy metal Cadmium (Cd) was 0,625 mg / kg which has exceeded the critical limit of metal elements in the soil, which is 0,50 ppm. Seeing the negative impact that can be caused by heavy metal Cadmium (Cd), it is necessary to conduct research to reduce heavy metal Cadmium (Cd) that contained in leachate-contaminated soil in Batu Layang Landfill using vermiremediation earthworms techniques with the genus Megascolex taken directly from the Batu Layang Landfill. The purpose of this study was to determine concentration reduction of Cadmium (Cd) and the efficiency percentage of the vermiremediation technique on leachate contaminated soil. In this study using methods such as seeding, acclimatization and statistical data analysis (different test). The results showed that the control and variation media had decreased from 0,625 mg / kg to <0,050 mg / kg except for the 1A variation which only decreased from 0,625 mg / kg to 0,224 mg / kg, then the efficiency percentage from the 3 weight variations of earthworms and control was 92% for all variations except for variation 1A get a value of 64%. Based on the results of statistical tests carried out between variations and also control, showed the results of the $Asymp.sig$ value > 0,05, which means that between variation and control do not have a significant difference.

Keywords: Heavy Metal Cadmium (Cd), *Megascolex* and Vermiremediation

1. PENDAHULUAN

Kebanyakan TPA di Pontianak merupakan lahan yang dipenuhi sampah tanpa adanya pemilahan dan pemrosesan, sampah yang telah diangkut biasanya hanya ditumpuk, kemudian dipadatkan dengan tanah atau dibiarkan hingga menggantung tanpa adanya pemrosesan lebih lanjut. Sampah yang ditumpuk setiap harinya tanpa adanya pemrosesan akan menimbulkan bau yang tidak sedap kemudian menghasilkan cairan yang dapat mencemari lingkungan yang biasa dikenal dengan lindi (*leacheate*).

Lindi yang mengandung logam berat jika tidak dilakukan penanganan dengan baik tentunya akan berbahaya bagi lingkungan sekitarnya. Keberadaan logam berat didalam tanah dapat menyebabkan tanah menjadi tidak subur dan membuat tanaman sulit untuk tumbuh. Salah satu logam berat yang terkandung didalam lindi ialah Kadmium (Cd).

Pengujian sampel awal yang dilakukan ditanah TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Batu Layang menunjukkan konsentrasi logam berat Kadmium (Cd) sebesar 0,625 mg/kg dimana telah melebihi batas kritis unsur-unsur logam didalam tanah yaitu sebesar 0,50 ppm (Erfandi, 2014). Kadmium (Cd) dapat menjadi bahan beracun yang berbahaya bagi kesehatan jika terakumulasi didalam tubuh makhluk hidup khususnya didalam hati dan ginjal serta dapat mempengaruhi sistem pembuluh darah dan dapat menyebabkan gangguan pada tulang, maka dari itu diperlukannya suatu teknik untuk mereduksi logam berat Kadmium (Cd) dari tanah. Salah satu teknik untuk mengembalikan tanah yang dicemari oleh lindi ialah bioremediasi.

Melihat dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh logam berat Kadmium (Cd) maka perlu dilakukannya penelitian dalam upaya untuk mereduksi logam berat Kadmium (Cd) yang terkandung pada tanah tercemar lindi di TPA Batu Layang dengan teknik bioremediasi menggunakan cacing tanah (Vermiremediasi).

2. METODE PENELITIAN

a. Lokasi Penelitian

Sampel tanah diambil dari daerah TPA Batu Layang Jl. Kebangkitan Nasional, Kelurahan Batu Layang Kecamatan Pontianak Timur Kota Pontianak yang akan dianalisis kandungan Kadmium (Cd) sebelum dilakukan proses vermiremediasi. Parameter logam berat Kadmium (Cd) yang diujikan dalam penelitian ini akan dianalisis di Balai Riset dan Standarisasi Industri Pontianak (Baristand), lokasi penelitian untuk proses vermiremediasi akan dilakukan di *Workshop* Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura Kota Pontianak.

b. Alat Dan Bahan

Alat yang akan digunakan yaitu sekop, sarung tangan, penyemprot air, soil meter, kemudian toples sebanyak 12 buah dengan ukuran 16,5 cm dengan diameter 28 cm dan kain kasa kemudian Bahan yang akan digunakan yaitu cacing tanah, kotoran sapi, serta tanah tercemar logam berat kadmium sebagai media yang akan di reduksi logam beratnya oleh cacing tanah.

c. Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel tanah dan cacing tanah dilakukan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Batu Layang, selanjutnya dilakukan persiapan media yaitu *seeding* dan aklimatisasi.

1. Proses Persiapan Media

a. Seeding

Selama 24 jam, kebutuhan pakan cacing tanah sama dengan bobot tubuhnya. Pemberian pakan sangat penting untuk laju reproduksi dan ukuran tubuh cacing tanah. Pakan yang digunakan adalah 100% kotoran sapi (Hakim, 2019). Feses atau kotoran sapi yang digunakan dikeringkan terlebih dahulu selama 3 hari, feses segar menyebabkan cacing kabur dan mati, feses dipakai setelah dikeringkan 3 hari (Yumaihana, 2007).

b. Aklimatisasi

Aklimatisasi dilakukan dengan memasukkan cacing tanah yang diambil dari TPA Batu Layang 260 ekor. Proses aklimatisasi berlangsung selama 48 jam, Jika setelah 48 jam cacing tanah tidak meninggalkan media, Berarti media telah layak sebagai tempat pemeliharaan cacing tanah (Rahmatullah, 2013).

c. Persiapan Media

Siapkan wadah untuk proses remediasi dengan ukuran 16,5 cm dengan diameter 28 cm Sebanyak 12 buah. Kemudian masukkan tanah yang diambil dari TPA Batu Layang yang telah ditimbang sebanyak 2 kg untuk masing masing wadah, kemudian dapat dilihat variasi yang akan dilakukan sebagai berikut

1. Tanah tercemar + Cacing tanah 13 gr (1)
2. Tanah tercemar + Cacing tanah 19 gr (2)
3. Tanah tercemar + Cacing tanah 24 gr (3)
4. Tanah Tercemar (Kontrol)

Proses vermiremediasi ini akan dilakukan selama 45 hari dan akan dilakukan secara Triplo. Cacing tanah pada tiap wadah akan dimasukkan sesuai dengan variasi, kemudian tanah tercemar logam Kadmium sebanyak 2 kg perwadah, Untuk kedalaman media hidup cacing tanah berkisar antara 15 sampai 25 cm (Hakim, 2019). Untuk proses vermiremdiasi kali ini kedalaman atau tinggi media yaitu 15 cm. Wadah yang telah terisi oleh media dengan cacing tanah akan di simpan di dalam ruangan agar terhalang oleh sinar matahari dan agar tidak terganggu oleh binatang, setelah itu akan diamati suhu, pH, kelembabannya setiap hari agar cacing tanah dapat hidup sesuai lingkungannya, agar kelembabannya sesuai media di semprotkan air lalu untuk mengukur suhu, pH dan kelembaban menggunakan alat soil meter, kemudian pada awal penelitian dan diakhir akan diukur konsentrasi Kadmium (Cd) nya.

2. Uji Statistik

Uji statistik ini dilakukan dengan metode mann whitney menggunakan spss, Pertama untuk menentukan pengolahan mana yang paling efisien yaitu dengan kriteria pengambilan keputusan diambil berdasarkan nilai probabilitas (*Sig.*) jika nilai probabilitas *Asymp. (Sig.)* > 0,05 tidak terjadi perbedaan yang signifikan maka H_0 diterima. Jika nilai probabilitas *Asymp. (Sig.)* < 0,05 terjadi perbedaan yang signifikan maka H_0 ditolak. Pengujian statistik ditentukan hipotesis awal (H_0) dalam menentukan pengolahan yang paling efisien dalam proses vermeremediasi logam berat Kadmium dalam tanah yaitu Kontrol dan Variasi 1, Kontrol dan Variasi 2, Kontrol dan Variasi 3, Variasi 1 dan Variasi 2, Variasi 1 dan Variasi 3, dan Variasi 2 dan Variasi 3 tidak memiliki perbedaan. Hipotesis alternatif (H_1) yaitu yaitu Kontrol dan Variasi 1, Kontrol dan Variasi 2, Kontrol dan Variasi 3, Variasi 1 dan Variasi 2, Variasi 1 dan Variasi 3, dan Variasi 2 dan Variasi 3 memiliki perbedaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakteristik Tanah Tpa Batu Layang

Sampel tanah yang diambil pada penelitian ini berasal dari TPA Batu Layang yang berada di Jl. Kebangkitan Nasional, Kelurahan Batu Layang, Kecamatan Pontianak Timur. Tanah di TPA Batu Layang mempunyai karakteristik berupa tanah gambut, berwarna coklat, memiliki pH 7.0 – 6.0. Hingga saat ini TPA Batu Layang masih menggunakan sistem *Open Dumping* dimana sampah hanya ditumpuk tanpa adanya pengolahan lebih lanjut, kemudian sampah yang hanya ditumpuk itulah yang menghasilkan air lindi. Lindi mengandung bahan organik, anorganik, mikroorganisme, serta logam berat (Pertiwi, 2015; Putri, 2018). Logam berat yang terkandung didalam lindi salah satunya ialah Kadmium (Cd). Kadmium dapat berasal dari sampah seperti plastik bekas, residu cat, kaleng cat, baterai dan dari sampah non organik sisa hasil produksi dan rumah tangga lainnya yang dibuang di TPA (Santoso, 2010; Zamhar, 2015) yang terkandung di dalam air lindi.

b. Cacing Tanah (*Megascolex*) Sebagai Agen Vermiremediasi

Cacing tanah yang digunakan ialah cacing tanah dengan genus *megascolex*, Cacing tanah *megascolex*, sesuai dengan penelitian Darmawan (2014) bahwa cacing tanah yang banyak ditemukan di TPA Batu Layang adalah cacing tanah genus *megascolex* dengan ciri-ciri karakteristik dari cacing tanah ini ialah berwarna merah muda memiliki panjang berkisar 8 cm – 12 cm dengan jumlah segmen 192 hingga 211. Menyukai tanah yang memiliki tumbuhan dengan perakaran berstruktur lembut seperti tanaman pisang. Selain itu, alasan penggunaan cacing tanah *megascolex* dikarenakan cacing ini lebih tahan terhadap limpasan air lindi yang mengandung banyak bahan organik (Darmawan, 2014).

c. Persiapan Sebelum Vermiremediasi

Persiapan sebelum dilakukan uji vermiremediasi selama 45 hari, terlebih dahulu dilakukan *seeding* dan aklimatisasi untuk penyesuaian lingkungan hidup cacing tanah

1. Seeding

Seeding bertujuan untuk memberi nutrisi cacing tanah selama vermiremediasi, Persiapan yang dilakukan untuk *seeding* cacing tanah ialah menggunakan kotoran sapi yang dikeringkan terlebih dahulu untuk dihilangkan kadar gasnya karena kotoran sapi yang segar menyebabkan cacing tanah keluar dari media dan mati, Kemudian setelah kotoran dikeringkan selama 3 hari, kotoran sapi dan cacing tanah di masukkan kedalam satu wadah dan dibiarkan selama 24 jam untuk proses *seeding*. Pakan yang diberikan sesuai berat keseluruhan cacing yang akan digunakan untuk penelitian.

2. Aklimatisasi

Setelah proses *seeding* selama 24 jam dilanjutkan dengan aklimatisasi selama 48 jam atau selama 2 hari. Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian pada kondisi lingkungan yang berbeda sehingga kondisi tersebut tidak menimbulkan stress. Hal ini dapat dilakukan dikarenakan setiap organisme memiliki kemampuan mengatur morfologi pada tubuh mereka sehingga dapat menyatu dengan lingkungan hidup yang baru yaitu upaya penyesuaian fisiologis dan adaptasi dari suatu organisme terhadap suatu lingkungan baru yang akan dimasukinya (Arianto, 2018). Keadaan suhu, kelembaban serta pH dikondisikan seperti keadaan optimum lingkungan hidup cacing tanah untuk suhu berkisar dari 5 °C sampai 29 °C Cacing tanah dapat mentoleransi suhu tersebut kemudian kelembaban 60% hingga 75% dan pH tidak dibawah 4. Penambahan kain kasa diatas wadah berguna agar tidak ada hewan lain yang masuk dan sebagai sirkulasi udara, jika selama 48 jam tidak ada cacing tanah yang keluar dari wadah maka dapat dilanjutkan untuk penelitian, hal ini menandakan lingkungan media sudah cocok untuk tempat hidupnya.

d. Pengamatan Faktor Lingkungan Saat Vermiremediasi

Faktor lingkungan merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan agar cacing tanah dapat hidup dengan baik dan bekerja secara optimal di media tanah. Faktor lingkungan yang diamati ialah suhu, kelembaban dan pH

1. Suhu

Suhu pada penelitian ini mempengaruhi aktifitas dan keberlangsungan hidup cacing tanah, tinggi rendahnya suhu dapat mempengaruhi kehidupan cacing tanah. Bila suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah, semua proses fisiologi akan terganggu. Selain makanan, pertumbuhan cacing tanah juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti lingkungan. Suhu tanah atau media sangat mempengaruhi aktivitas, metabolisme, pertumbuhan, respirasi, dan reproduksi cacing tanah (Edward dan Lofty 1977 dalam Manurung, 2014). Selama pengamatan berlangsung suhu yang diamati masih sesuai dengan suhu optimal, pada suhu yang diamati selama 45 hari yaitu berkisar dari 25°C – 29 °C dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Suhu Rata- Rata Media Tanah

No	Kode	Suhu rata-rata (°C)
1	Kontrol	27,16
2	1	27,77
3	2	27,81
4	3	27,85

Sumber : Hasil Analisis, 2020

2. Kelembaban

Kelembaban juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi keberlangsungan hidup cacing tanah selama penelitian. Kelembaban yang optimal untuk lingkungan hidup cacing sekitar 60% hingga 75% (Sinha, 2009). Kelembaban sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan cacing tanah karena tubuh cacing tanah mengandung air sebanyak 75 - 90%, sehingga kelembaban tanah yang rendah akan mengakibatkan cacing tanah dehidrasi dan berakibat pada kematian (Sebayang, 2019).

Kelembaban yang rendah menyebabkan cacing tanah menghindar dan mencari media yang lebih lembab dan kelembaban yang rendah dapat menurunkan laju konsumsi dan pertumbuhan (Rahmatullah, 2013). Pengukuran kelembaban dilakukan selama 45 hari didapatkan rata- rata kelembaban seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Kelembaban Rata- Rata Media Tanah

No	Kode	Kelembaban Rata- rata (%)
1	Kontrol	67,22
2	1	68,88
3	2	68,96
4	3	68,92

Sumber : Hasil Analisis, 2020

3. pH

Faktor lainnya yang mempengaruhi keberlangsungan hidup cacing ialah pH. Cacing tanah umumnya jarang berada di tanah yang pH nya < 4 (Sinha, 2009). Tingkat keasaman tanah (pH) menentukan besarnya populasi cacing tanah. pH yang ideal antara 6 – 7,2 (Handayanto, 2009). Menurut Anas (1990), menyatakan bahwa banyak peneliti yang menyatakan bahwa kebanyakan spesies cacing tanah menyukai pH tanah sekitar 7,0. Selama pengamatan 45 hari warna tubuh cacing tanah masih sama seperti saat pertama kali dimasukkan kedalam media tanah dan pH media tanah masih dalam batas optimum hidup cacing tanah, dapat dilihat rata - rata dari pH pada **Tabel 3**.

Tabel 3 pH Rata-Rata Media Tanah

No	Kode	pH rata-rata
1	Kontrol	6,92
2	1	6,41
3	2	6,50
4	3	6,58

Sumber : Hasil Analisis, 2020

e. Persen Efisiensi Teknik Vermeremediasi Dalam Menurunkan Logam Kadmium (Cd)

Hasil pengujian awal yang dilakukan sebelum penelitian, didapatkan tanah mengandung logam berat Kadmium sebesar 0,625 mg/kg. Setelah perlakuan selama 45 hari kandungan Kadmium didalam tanah turun hingga dibawah batas kritis logam berat didalam tanah yaitu 0,50 ppm. Hasil uji kandungan Kadmium dan persentase efisiensinya dapat dilihat secara lengkap pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Persen Efisiensi

Variasi	Hasil Uji (mg/Kg)		Efisiensi
	Awal	Akhir	
KA	0,625	<0.050	92 %
KB	0,625	<0.050	92 %
KC	0,625	<0.050	92 %
1A	0,625	0.224	64 %
1B	0,625	<0.050	92 %
1C	0,625	<0.050	92 %
2A	0,625	<0.050	92 %
2B	0,625	<0.050	92 %
2C	0,625	<0.050	92 %
3A	0,625	<0.050	92 %
3B	0,625	<0.050	92 %
3C	0,625	<0.050	92 %

* Keterangan : 1 : 13 gr cacing tanah, 2 : 19 gr cacing tanah dan 3 : 24 gr cacing tanah

Tabel 4 menunjukkan hasil uji kandungan Kadmium setelah proses vermiremediasi selama 45 hari dapat menurunkan kandungan Kadmium dari 0,625 menjadi <0,050 mg/kg. Persentase efisiensi penurunannya pada variasi yang lain dan media kontrol efisiensi penurunannya mencapai 92% kecuali media 1A yang terdapat 13 gr cacing tanah hanya mencapai 64%.

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari tanah yang berlokasi disekitar kolam lindi di lokasi tersebut banyak di tumbuh oleh tanaman. Dari lokasi tempat pengambilan tanah yang diambil berada di sekitaran perakaran tanaman (rizosfer).

Kualitas biologi tanah meningkat dengan adanya mikroorganisme tanah terutama pada rhizosfer. rhizosfer merupakan bagian tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman. Populasi mikroorganisme di rhizosfer umumnya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah nonrhizosfer. mikroorganisme atau mikroba bersifat ubiquitous, artinya ada di mana-mana (Prasetyawati, 2009 ; Prayudyaningsih, 2015). Mikroflora yang umum ditemukan di rizosfir antara lain bakteri, fungi dan archaea, sedangkan mikrofauna yang umum ditemukan di rizosfir diantaranya protozoa, nematoda, collembola, dan mikrofauna lainnya (Widyati,2013).

Logam berada dalam bentuk terlarut dalam tanah dan dapat diserap oleh mikroorganisme Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa peran berbagai mikroorganisme mampu menyerap logam berat seperti fungi, yeast, bacteria, algae dan cyanobacteria (Suharno,2013). Bakteri tanah banyak dijumpai di daerah Rhizosfer. Banyak bakteri tanah yang telah diteliti, berperan sebagai pereduksi logam-logam berat, senyawa-senyawa beracun dan lain sebagainya (Prasetyawati, 2009). mikroorganisme seperti bakteri dapat mengubah bentuk kimia, mobilitas, toksisitas, dan bioavailabilitas logam berat melalui proses metabolisme (Harmesa, 2020).

Penjelasan tersebut dapat menjadi alasan mengapa media kontrol juga mengalami penurunan konsentrasi logam berat Kadmium (Cd), karna ditanah itu sendiri mempunyai begitu banyak mikroorganisme yang terkandung didalamnya dan mikroorganisme tersebut juga dapat mereduksi logam berat yang ada di tanah seperti bakteri, fungi dan mikroorganisme yang lainnya.

Proses vermiremediasi yang dilakukan cacing tanah untuk menghilangkan atau mengurangi logam berat Kadmium yang ada di tanah dibantu oleh protein yang ada didalam tubuh cacing tanah yaitu protein metallothionein, protein tersebut membantu mengikat logam berat yang terakumulasi didalam tubuh cacing tanah (Sinha, 2009). Kemudian selama proses vermiremediasi cacing tanah juga

dibantu oleh mikroorganisme yang berasal dari system pencernaan cacing tanah itu sendiri, selama proses vermiremediasi, menurut Parmelee (1990) dalam Husamah (2014) didalam usus cacing tanah terjadi pertumbuhan mikroba cacing tanah yang lebih baik dan lebih banyak dari pada didalam tanah.

Sebagai makrofauna, cacing tanah merupakan habitat atau inang bagi mikrobia tertentu sehingga juga berfungsi sebagai penyebar bagi mikrobia ini pada saat bermigrasi, telah ditemukan bakteri, fungi, algae, aktinomisetes dan mikrobia lain yang hidup diusus cacing tanah (Hanafiah, 2010), kemudian tempat pengambilan cacing tanah berada di lokasi yang berbeda dari lokasi pengambilan tanah, perbedaan pengambilan lokasi tentu menambah banyaknya ragam mikroorganisme yang ada.

Faktor- faktor seperti jenis cacing tanah, usia serta jenis logam berat yang akan diakumulasi dapat berpengaruh dalam proses vermiremediasi yang dilakukan oleh cacing tanah, karena setiap cacing tanah memiliki kemampuannya tersendiri dalam mengakumulasi logam berat serta seberapa efek toksis logam berat terhadap cacing tanah yang akan digunakan dalam mengakumulasi logam berat (Hanafiah, 2010; Sherameti, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu seperti yang dibahas sebelumnya dapat menjelaskan mengapa persen efisiensi penurunan dari variasi 1A hanya mencapai 64% sedangkan variasi lainnya hingga 92%, kemungkinan yang mempengaruhi penurunan logam berat (Cd) atau proses pengakumulasian dipengaruhi oleh faktor seperti perbedaan usia kemudian kemampuan yang dilakukan oleh cacing tanah dalam mengakumulasi logam berat serta seberapa toksiknya logam berat terhadap cacing tanah.

f. Berat Cacing Tanah Selama Proses Vermiremediasi

Berat cacing setelah dilakukan perlakuan selama 45 hari menunjukkan bahwa berat cacing tanah tidak mempengaruhi hasil akhir dari penyerapan logam berat Kadmium didalam tanah dapat dilihat secara jelas penurunannya pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Berat Cacing Tanah Sesudah dan Sebelum Vermiremediasi

Variasi	Berat Cacing Tanah (gr)	
	Sebelum Vermiremediasi	Sesudah Vermiremediasi
1A	13	8,25
1B	13	7,24
1C	13	6,66
2A	19	10,00
2B	19	8,47
2C	19	8,52
3A	24	9,18
3B	24	9,26
3C	24	10,67

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Tabel 5 menunjukkan penurunan berat paling banyak terdapat pada variasi 1C dan penurunan berat paling rendah adalah variasi 3C. Penurunan berat badan yang dialami oleh cacing tanah dikarenakan jumlah nutrisi atau pakan yang dikonsumsi tidak sesuai dengan berat tubuhnya sehingga cacing tanah mengalami penurunan berat badan selama proses vermiremediasi. Dalam proses penelitian selama 45 hari cacing tanah hanya diberi nutrisi saat seeding.

Penurunan berat badan cacing tanah selain terpengaruh oleh ketersediaan makanan yang rendah, cacing tanah yang hidup di tanah tercemar logam berat memiliki berat tubuh yang lebih rendah atau sulit untuk mencapai berat tubuh yang optimal dibandingkan dengan yang hidup didaerah tidak tercemar (Spurgeon, 1996).

Kematian cacing tanah dan pengurangan berat badan bisa dikarenakan ketidakcocokannya dengan lingkungan atau toksifikasi dari logam berat lainnya selama proses vermiremediasi. Akumulasi logam berat dalam tubuh cacing tanah tergantung pada konsentrasi logam berat dalam media,

kemudian keadaan lingkungan, keadaan species dan aktifitas fisiologisnya juga dapat mempengaruhi penurunan berat badan bahkan kematian (Bashiz, 2014; Tanama, 2017).

g. Analisis Data Statistik (Uji Beda)

Uji statistik ini dilakukan dengan metode mann whitney menggunakan spss, Pertama untuk menentukan pengolahan mana yang paling efisien yaitu dengan kriteria pengambilan keputusan diambil berdasarkan nilai probabilitas (*Sig.*) jika nilai probabilitas *Asymp. (Sig.)* > 0,05 tidak terjadi perbedaan yang signifikan maka H_0 diterima. Jika nilai probabilitas *Asymp. (Sig.)* < 0,05 terjadi perbedaan yang signifikan maka H_0 ditolak. Pengujian statistik ditentukan hipotesis awal (H_0) dalam menentukan pengolahan yang paling efisien dalam proses vermeremediasi logam berat Kadmium dalam tanah yaitu Kontrol dan Variasi 1, Kontrol dan Variasi 2, Kontrol dan Variasi 3, Variasi 1 dan Variasi 2, Variasi 1 dan Variasi 3, dan Variasi 2 dan Variasi 3 tidak memiliki perbedaan. Hipotesis alternatif (H_1) yaitu yaitu Kontrol dan Variasi 1, Kontrol dan Variasi 2, Kontrol dan Variasi 3, Variasi 1 dan Variasi 2, Variasi 1 dan Variasi 3, dan Variasi 2 dan Variasi 3 memiliki perbedaan. Hasil uji beda *Mann Whitney* terhadap pengolahan mana yang paling efisien dapat dilihat pada **Tabel 6**

Tabel 6 Hasil Uji Beda *Mann Whitney* (Pengolahan yang Efisien)

No	Uji Beda	Asymp.sig	Hasil Analisis
1	Kontrol dan Variasi 1	0,317	Tidak terjadi perbedaan signifikan
2	Kontrol dan Variasi 2	1,000	Tidak Terjadi perbedaan signifikan
3	Kontrol dan Variasi 3	1,000	Tidak Terjadi perbedaan signifikan
4	Variasi 1 dan Variasi 2	0,317	Tidak terjadi perbedaan signifikan
5	Variasi 1 dan Variasi 3	0,317	Tidak Terjadi perbedaan signifikan
6	Variasi 2 dan Variasi 3	1,000	Tidak Terjadi perbedaan signifikan

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Hasil yang didapatkan setelah dilakukannya uji beda ialah bahwa antara variasi perlakuan yang diamati tidak memiliki perbedaan yang signifikan dan dapat dilihat pada Tabel 6 semua variasi perlakuan mendapatkan hasil nilai *Asymp.sig* >0,05 yang dimana artinya hipotesis awal (H_0) diterima dimana dinyatakan dalam menentukan pengolahan yang paling efisien dalam proses vermeremediasi logam berat Kadmium dalam tanah yaitu Kontrol dan Variasi 1, Kontrol dan Variasi 2, Kontrol dan Variasi 3, Variasi 1 dan Variasi 2, Variasi 1 dan Variasi 3, dan Variasi 2 dan Variasi 3 tidak memiliki perbedaan, ini menjelaskan bahwa cacing tanah genus *Megascolex* tidak efisien dalam menurunkan logam berat Kadmium (Cd) di dalam tanah karena media kontrol juga mengalami penurunan tanpa adanya cacing tanah didalam media kontrol.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penurunan konsentrasi Kadmium (Cd) pada tanah tercemar lindi dengan menggunakan teknik vermiremediasi mulai dari media kontrol dan variasi turun dari 0,625 mg/kg menjadi <0.050 mg/kg kecuali variasi 1A yang hanya turun dari 0.625 mg/kg menjadi 0,224 mg/kg.
2. Persen efisiensi dari teknik vermiremediasi dalam menurunkan konsentrasi Kadmium (Cd) pada tanah tercemar lindi, didapatkan kontrol serta variasi dengan nilai efisiensi yang sama yaitu 92% kecuali variasi 1A yang hanya mencapai 64 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada dosen pembimbing skripsi Ibu Yulisa Fitrianiingsih, ST, MT Dan Ibu Aini Sulastri. S.Si, M.Si serta dosen penguji Bapak Dr. Arifin, ST, M. Eng, Sc dan Ibu Jumiati. S.Si, M.Si dan

semua pihak yang terlibat dan membantu penulis selama proses pengerjaan penelitian yang tidak dapat diucapkan stau persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I. 1990. Bogor. Penuntun Praktikum Metode Peneliti Cacing Tanah dan Nematoda. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institusi Pertanian Bogor.
- Arianto, R. M.; Fitri, A. D. P., Jayanto, B. B. 2018. Pengaruh Aklimatisasi Kadar Garam Terhadap Nilai Kematian dan Respon Pergerakan Ikan Wader (*Rasbora Argyrotaenia*) Untuk Umpan Hidup Ikan Cakalang. Semarang. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology Vol 7 (2)*. Hlm. 43-51.
- Bashiz, E. A.; Asgharnia, H.; Akbari, H.; Iranshahi, L., dan Mostafaii, G. R. 2014. *Bioremediation Of The Soils Contaminated With Cadmium And Chromium, By The Earthworm Eisenia Fetida*. Iran. Anuár I O Do Inst I Tut O De Geoc lenc las – Ufrj. Vol. 37. Hlm. 216-222.
- Darmawan, A.; Setyawati ,T. R. dan Yanti ,A. H. 2014. Keanekaragaman Cacing Tanah (Kelas *Oligochaeta*) di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batu Layang Kecamatan Pontianak Utara. Pontianak. *Jurnal Protobiont 2014 Vol 3 (2)*. Hlm. 171 - 176.
- Erfandi, D dan Juarsah, I. 2014. Konservasi Tanah Menghadapi Perubahan Iklim. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Hakim, A. K.; Mauludin, M. F.; dan Hermanto, M. H., dan Rokhim, S. 2019. Peningkatan Pendapatan Masyarakat Pedesaan dan Pendampingan Berbasis Kotoran Ternak Sapi Sebagai Lahan Bisnis. Surabaya. *Jurnal Cakrawala Vol 13 (1)*.
- Hanafiah, K. A.; Napoleon, A.; dan Ghofar, N. 2010. Biologi Tanah Ekologi dan Makrobiologi Tanah. Jakarta : PT. Rajagrafindo.
- Handayanto, E., dan Hairiah, K. 2009. Biologi Tanah . Landasan Pengelolaan Tanah. Yogyakarta : Pustaka Adiputra.
- Harmesa. 2020. Teknik-Teknik Remediasi Sedimen Terkontaminasi Logam Berat. Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta Timur. *Oseana, Vol 45 (1)*. Hlm. 1-16.
- Husamah.; Rahardjanto, A., dan Hudha, A. M. 2017. Ekologi Hewan Tanah (Teori Dan Praktik). Malang: Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang.
- Manurung, R.J.; Yusfiati., dan Roslim D. I. 2014. Pertumbuhan Cacing Tanah (*Perionyx Sp*) Pada Dua Media. Pekanbaru. Mahasiswa Program Studi S1 Biologi Bidang Zoologi FMIPA, Universitas Riau Kampus Bina Widya Pekanbaru.
- Pertiwi, P. C. 2015. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Tanaman Kangkung Air (*Ipomea aquatic*) yang Tumbuh di TPA Sampah Batu Layang Pontianak. Pontianak. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Skripsi.
- Prasetyawati , E. T. 2009. Bakteri Rhizosfer Sebagai Pereduksi Merkuri dan Agensia Hayati. Yogyakarta : UPN Press .
- Prayudyaningsih, R.; Nursyamsi., dan Sari, R. 2015. Mikroorganisme Tanah Bermanfaat Pada Rhizosfer Tanaman Umbi Di Bawah Tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. Makassar. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon Vol 1, (4)*. Hlm. 954-959.
- Putri, Ragilia Amanda. 2018. Penurunan Logam Fe dan Pb Pada Lindi TPA Batu Layang Dengan Metode Adsorbs Dan Fitoremediasi. Pontianak. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Skripsi.
- Rahmatullah, F. 2013. Potensi Vermikompos Dalam Meningkatkan Kadar N dan P Pada Pupuk Dari Limbah Tikar Pandan, Pelepah Pisang dan *Sludge* Ipal PT. Djarum. Semarang. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Skripsi.
- Santoso, S.; Lestari, S., dan Windiyartini, D. S. 2010. Biosorpsi Kadmium pada Leacheate TPA Gunung Tugel Menggunakan Biomassa *Sargassum cinereum*. Purwokerto. *Biosfera 27 (3)*. Hlm. 126-132.
- Sherameti ,I., dan Varma, A. 2010. *Soil Heavy Metal*. India : Penerbit Springer.

- Sinha, R. K.; Valani, D.; Sinha, S.; Singh, S., dan Heart, S. 2009. *Bioremediation Of Contaminated Sites:A Low-Cost Nature's Biotechnology For Environmental Clean Up By Versatile Microbes, Plants & Earthworms*. Australia : Nova Science Publishers, Inc.
- Spurgeon, D. J. dan Hopkin, S. P.1996. *Effects Of Metal-Contaminated Soils On The Growth, Sexual Development, And Early Cocoon Production Of The Earthworm Eisenia fetida, With Particular Reference To Zinc*. United Kingdom. *Ecotoxicology And Environmental Safety* 35. Article No. 0085. Hlm. 86–95.
- Suharno., dan Sancayaningsih, R. P.2013. Fungi Mikoriza Arbuskula: Potensi Teknologi Mikorizoremediasi Logam Berat Dalam Rehabilitasi Lahan Tambang. Jayapura. *Bioteknologi* 10 (1). Hlm. : 31 - 42.
- Sebayang, N. U. W. 2019. Pemanfaatan Berbagai Jenis Mikroba dan Cacing Tanah Serta Teknik Aplikasinya Terhadap Populasi Mikroba dan Sifat Kimia Pupuk Hayati Bio-Vermi. Medan : Magister Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Tesis.
- Tanama, A.; Nurwidodo., dan Rahardjanto, A. 2017. Pengaruh Keberadaan *Lumbricus Rubellus* (Hoffmeister) Terhadap Kandungan Logam Timbal di Tanah TPA Supit Urang Malang. Malang. Prosiding Seminar Nasional III “Biologi, Pembelajaran, Dan Lingkungan Hidup Perspektif Interdisipliner”.
- Widyati, E. 2013. Dinamika Komunitas Mikroba Di Rizosfir dan Kontribusinya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Hutan. Bogor. *Tekno Hutan Tanaman* Vol.6 (2). Hlm. 55 – 64.
- Yumaihana. 2007. Pemiakan Cacing Tanah *Perionyx Excavates* Dengan Teknik Vermikultur Limbah Peternakan dan Pengaruhnya Terhadap Pupuk Kandang Yang Dihasilkan. Padang. *Jurnal peternakan Indonesia.*, 12 (2). Hlm.142-149.
- Zamhar, K.N dan Dewi, N.K. 2015. Fitoremediasi Kadmium (Cd) Pada *Leachate* Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* forsk.) (Studi Kasus TPA Jatibarang). Semarang. *Jurnal MIPA* 38 (1). Hlm. 14 - 19.