

PENGARUH ECO ENZYME TERHADAP KANDUNGAN LOGAM BERAT LAHAN BEKAS TAMBANG BATUBARA

(Effect of Eco Enzyme on Heavy Metal Content in Ex-Coal Mining Land)

Zainudin¹ dan Roro Kesumaningwati*²

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Widyagama Mahakam Samarinda, Indonesia

²Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

*Penulis Koresponden : rorokesuma99@gmail.com

Article Submitted : 01-03-2022

Article Accepted : 24-05-2022

ABSTRACT

Heavy metals are metallic elements with high molecular weight. Heavy metals are classified as essential and non-essential. Essential heavy metals are needed in small amounts, such as Fe, Mn, Cu, and Zn, while non-essential heavy metals are heavy metals that are not needed by living organisms such as Cd, Pb, Ag, Hg, and Cr. Heavy metal management aims to reduce the negative impact of soil contamination due to heavy metals. One of the heavy metals management is using organic materials. Eco enzymes are the result of fermentation of organic materials that are rich in microorganisms. Microorganisms are very important to help the decomposition process, transport nutrients, and degrade soil pollutants including heavy metals. This research aims to determine the effect of Eco Enzyme metal on the heavy content in the ex-coal mining soil. The study showed that the administration of eco-enzyme solutions with concentrations of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% gave the results of the analysis of heavy metals As, Pb, Hg, and Cd which were not much different, but the heavy metal content was in the normal range so that no harm to the soil.

Key word : *Haevy metals, eco enzyme, fermentation, microorganisms*

PENDAHULUAN

Logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi (Notohadiprawiro and Berat 1976). Logam berat ada yang tergolong esensial dan non esensial. Penyerapan logam berat misalnya Cd secara berlebihan oleh tanaman bersifat meracun (Hemalatha and Visantini 2020). Pencemaran tanah salah satunya disebabkan oleh logam berat. Logam berat bersifat resisten di tanah, tidak mudah terurai, dan dapat mempengaruhi lingkungan tanah (Chopra, Pathak, and Prasad 2009). Logam berat dapat berada di dalam tanah untuk waktu yang lama dan sangat mempengaruhi

kualitas tanah. Logam berat menyebabkan biotoksisitas dan mengubah aktivitas mikroorganisme. Kontaminasi logam berat dapat merugikan karena mempengaruhi struktur dan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Beberapa penelitian menjelaskan pengaruh logam berat pada komunitas mikroba tanah. Komunitas mikroba tanah sangat beragam, jumlahnya berkurang lebih dari 1.000 kali dalam tanah yang terkontaminasi logam berat sedang, sedangkan pada tanah yang sangat tanah yang terkontaminasi mungkin hanya 1% populasinya (Xu et al. 2021).

Pengelolaan logam berat bertujuan untuk mengurangi dampak negatif dari adanya cemaran tanah akibat logam berat (Duri et al. 2020). Pengelolaan logam berat salah satunya adalah menggunakan bahan organik. Eco enzim merupakan hasil fermentasi dari bahan organik yang kaya akan mikroorganisme. Eco enzim mengandung berbagai jenis enzim seperti protease, lipase, dan amilase. Eco enzyme ditemukan oleh seorang peneliti di Thailand pada tahun 2006 dengan memanfaatkan limbah padat organik. Eco-enzyme seperti cuka yang dihasilkan setelah tiga bulan proses fermentasi menggunakan limbah bahan organik. Eco enzyme dalam bidang pertanian dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah, fosfor total, dan fosfor yang tersedia, selain itu berdasarkan penelitian bahwa penyemprotan eco enzyme pada tanaman dapat secara signifikan menurunkan kandungan Cd dalam beras dengan 47,54–63,08% (Hemalatha and Visantini 2020).

Mikroorganisme di dalam eco enzyme sangat penting untuk membantu proses dekomposisi, transportasi unsur hara, dan mendegradasi polutan tanah termasuk logam berat (Zhu et al. 2020). Banyak jenis mikroorganisme yang berbeda dihasilkan selama proses fermentasi alami dalam eco enzyme, terutama bakteri asam laktat (seperti seperti *Lactobacillus* dan *Leuconostoc*) dan ragi (seperti *Pichia* dan *Candida*). Bakteri asam laktat merupakan mikroorganisme probiotik yang paling dikenal untuk mengurangi biokontaminasi. Ragi juga dapat bertindak sebagai bioremediator untuk berbagai logam berat, termasuk Cr, Cu dan Cd, terutama karena ia memiliki berbagai mekanisme toleransi terhadap logam toksisitas (Hemalatha and Visantini 2020). Berdasarkan hal tersebut maka penting untuk mengetahui pengaruh pemberian larutan eco enzyme terhadap logam berat pada tanah bekas tambang batubara.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 4 (empat) bulan, mulai bulan September 2021 hingga Desember 2021. Penelitian dilakukan di Jalan Gerilya Samarinda, Kalimantan Timur. Analisis kimia dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.

Bahan dan Alat penelitian

Bahan penelitian terdiri dari : bahan pembuatan eco enzyme (limbah buah-buahan, gula aren/molase, dan air), tanah bekas tambang batubara, dan bahan kimia untuk analisa tanah di laboratorium. Alat penelitian terdiri dari : alat infus pertanian, botol plastik, ember, toples, gelas ukur 500 ml, dan alat-alat laboratorium untuk analisis tanah.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian sebagai berikut :

1. Pembuatan eco enzyme berbahan dasar limbah buah buahan seperti : limbah nenas, buah naga, pisang, pepaya dan jeruk yang sudah dipotong kecil kecil, 300 g gula merah yang sudah dicairkan, dan 3000 g air dicampur menjadi satu dengan perbandingan limbah buah-buahan : gula : air adalah 3: 1:10.
2. Persiapan tanah bekas tambang batubara.
Tanah bekas tambang batubara diambil pada kedalaman 0-30 cm. Tanah bekas tambang batubara yang digunakan adalah tanah bekas tambang batubara berumur lebih kurang 5 tahun dan telah ditumbuhi vegetasi semak belukar. Tanah bekas tambang batubara diambil pada tambang di Kelurahan Mugirejo, Kecamatan sungai Pinang.
Persiapan tanah dilakukan dengan menimbang tanah bekas tambang batubara sebanyak 2 kg dan dimasukkan ke dalam ember yang tidak ada lubangnya, yang kemudian akan dilakukan proses inkubasi sesuai dengan perlakuan. Tanah bekas tambang batubara akan dilakukan analisis

logam berat awal sebelum perlakuan meliputi analisis As, Hg, Pb, dan Cd.

3. Inkubasi tanah dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan.

Perlakuan menggunakan rancangan acak lengkap meliputi :

P0 : control

P1 : eco enzyme konsentrasi 5%

P2 : eco enzyme konsentrasi 10%

P3 : eco enzyme konsentrasi 15%

P4 : eco enzyme konsentrasi 20%

Pemberian perlakuan larutan eco enzyme dilakukan sesuai dengan perlakuan pada konsentrasi yang telah ditentukan. Pemberian larutan eco enzyme menggunakan metode infus larutan eco enzyme sesuai konsentrasi. Pemberian larutan eco enzyme sesuai dengan konsentrasi dilakukan sebanyak 200 ml perhari selama inkubasi 2 minggu.

4. Metode analisis adalah metode analisis kandungan logam berat pada tanah. Sampel tanah diambil secara komposit pada tiap perlakuan di semua ulangan. Pengambilan sampel dilakukan pada 2 minggu setelah inkubasi. Logam berat yang akan dianalisis adalah As, Hg, Pb, dan Cd. Metode analisis untuk logam berat menggunakan metode oksidasi basah HNO_3 dan HClO_4 dan diukur dengan AAS mengacu pada metode analisis tanah Balai penelitian Tanah (Friedlein et al. 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keseimbangan lingkungan dapat terganggu ketika racun seperti logam berat terakumulasi di tanah dan mempengaruhi kehidupan serta aktivitas mikroorganisme dalam proses degradasi di dalam tanah (Xian, Wang, and Chen 2015). Logam berat yang terdapat di dalam tanah cenderung memiliki dampak negatif tidak hanya bagi mikroorganisme tanah tetapi juga bagi pertumbuhan tanaman. Logam berat memiliki sifat sukar didegradasi sehingga cenderung mampu bertahan dalam waktu yang lama pada tanah. Adanya pencemaran logam berat pada tanah juga akan mempengaruhi tanaman karena logam berat

tidak hanya terkonsentrasi pada tanah saja melainkan juga pada akar, batang, daun bahkan biji tanaman sehingga akan sangat berbahaya bagi kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi (Widyasari and Wiratama 2021).

Penanganan pencemaran logam berat pada tanah umumnya dilakukan secara konvensional memerlukan biaya yang cukup besar, oleh karena itu metode bioremediasi merupakan salah satu pilihan



Gambar 1. Pembuatan Eco Enzyme

yang dapat dipertimbangkan. Teknik bioremediasi merupakan teknik degradasi polutan dengan bantuan mikroorganisme yang menghasilkan enzim sehingga mampu mendegradasi senyawa polutan. Inovasi teknologi penanganan polutan logam berat menggunakan eco-enzyme dapat dikembangkan sebagai alternatif teknologi untuk memperbaiki kondisi tanah yang terkontaminasi logam berat. Eco-enzyme mengandung mikroorganisme yang dapat mendegradasi polutan tanah termasuk logam berat.

Logam berat di tanah berkaitan dengan sifat tanah seperti pH tanah, bahan organik dan kandungan liat tanah. Ketersediaan logam berat meningkat berbanding terbalik dengan pH tanah dan menurun berbanding terbalik dengan kandungan bahan organik tanah. Kandungan bahan organik tanah yang rendah mengakibatkan pencemaran logam berat akan

berdampak buruk pada komunitas mikroba tanah dengan cara menghambat aktivitas enzim tanah dan dengan demikian mempengaruhi metabolisme mikroba tanah. Kandungan bahan organik tanah tinggi maka pengaruh penghambatan polusi logam pada aktivitas enzim tanah secara bertahap akan berkurang (Xian, Wang, and Chen 2015). Kandungan logam berat yang melebihi ambang batas di dalam tanah sangat

mempengaruhi produksi dan kualitas tanaman. Sebagai contoh Arsenik (As) merupakan penyebab masalah kesehatan pada manusia (Sawut et al. 2018). Pada sektor pertanian keberadaan logam berat dalam tanah mengakibatkan pencemaran lingkungan melalui limpasan ke air permukaan atau pencucian ke dalam air tanah.

Tabel 1. Data kisaran nilai ambang logam berat dalam tanah (Pickering, 1980).

No	Logam Berat	Nilai ambang dalam tanah (ppm)
1	Cadmium (Cd)	0,1 – 7,0
2	Arsenic (As)	0,1 – 4,0
3	Lead (Pb)	2 - 200

Logam berat di dalam tanah juga mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, produksi biomassa yang lebih rendah, dan terjadinya kerugian secara ekonomi, oleh karena itu pencemaran logam berat pada tanah pertanian harus dikendalikan secara efektif dan diperbaiki (Huang et al. 2016).

Berdasarkan hasil penelitian bahwa konsentrasi logam berat seperti As, Pb dan Cd berada pada kisaran nilai ambang di dalam tanah, setelah dicocokkan dengan tabel 1, hal ini berarti bahwa keberadaan Pb, As dan Cd masih berada di dalam kisaran toleransi tanah.

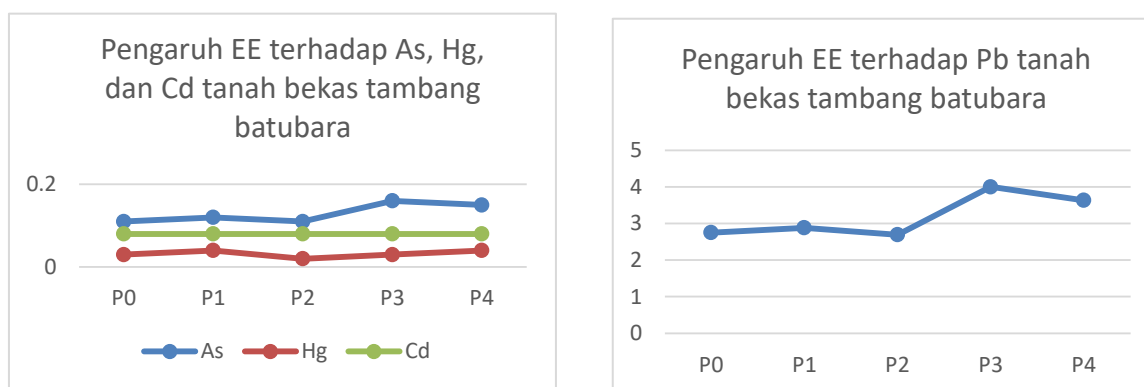
Tabel 2. Konsentrasi merkuri dalam tanah dan tanaman (Alloway, 1995) ; (Mining and Poboya 2013).

No	Logam berat	Kisaran normal (ppm)	Konsentrasi kritis (ppm)
1	Merkuri (Hg)	0,01 – 0,3	0,3 – 0,5

Begitu juga merkuri setelah dicocokkan dengan tabel 2, merkuri berada pada kisaran normal. Pada logam berat As, Hg, Pb, dan Cd masing-masing perlakuan memiliki nilai analisa yang tidak jauh selisihnya, hal ini berarti perbedaan konsentrasi eco enzyme yang digunakan belum mampu memberikan perbedaan hasil yang nyata.

Hasil analisa antara perlakuan dan kontrol juga tidak jauh berbeda, kemungkinan faktor umur tanah bekas tambang mempengaruhi hasil analisa

kandungan logam berat. Tanah bekas tambang batubara yang digunakan sudah berumur sekitar 5 tahun sehingga kadar logam berat pada tanah tersebut sudah tidak terlalu besar, berbeda dengan tanah bekas tambang batubara yang baru dibuka, dimana terjadi oksidasi maksimal sehingga kandungan logam berat cenderung tinggi. Faktor curah hujan yang tinggi juga mempengaruhi kandungan logam berat dimana air hujan dapat mencuci logam berat sehingga kandungan logam berat di dalam tanah berkurang.



Gambar 2. Grafik logam berat pada tanah yang telah diinkubasi dengan cara diirigasi dengan larutan eco enzyme

Tabel 3. Hasil analisis logam berat pada tanah yang telah diinkubasi dengan cara diirigasi dengan larutan eco enzyme.

No	Perlakuan	Arsen (As)	Merkuri (Hg)	Timbal (Pb)	Kadmium (Cd)
		(ppm)			
1	P0	0,11	0,03	2,75	0,08
2	P1	0,12	0,04	2,88	0,08
3	P2	0,11	0,02	2,69	0,08
4	P3	0,16	0,03	4,00	0,08
5	P4	0,15	0,04	3,63	0,08

Pada kisaran ambang toleransi berarti bahwa logam berat tidak menimbulkan dampak yang tidak baik bagi tanah. Menurut pendapat (Gao et al. 2010) pada konsentrasi Pb dan Cd tinggi secara signifikan mempengaruhi komunitas mikroba dimana polusi logam berat menyebabkan penghambatan populasi mikroba dan aktivitas enzim tanah.

Berdasarkan hal tersebut maka aplikasi eco enzyme dapat memberikan pengaruh positif dimana tanah bekas tambang yang diinkubasi dengan perlakuan pemberian eco enzyme memiliki kandungan logam berat yang berada pada kisaran batas toleransi. Ditambahkan oleh (Nengah and Darmawan 2021), eco enzyme dapat menjadi salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Pengolahan sampah organik menjadi eco enzyme menjadi upaya

optimalisasi pemanfaatan sumber daya yang sejalan dengan konsep zero waste.

Beberapa penelitian telah melaporkan pemanfaatan eco enzyme untuk pengolahan tanah pertanian yang tercemar logam berat, termasuk pengaruh eco enzyme pada pengurangan serapan logam berat pada tanaman obat. Eco enzyme ditemukan paling efektif dalam kegiatan bioremediasi yaitu untuk mengurangi penyerapan Cd. Dengan demikian, eco enzyme dapat digunakan di lahan pertanian yang terkontaminasi Cd, selain itu perlakuan eco enzyme juga berpengaruh pada struktur komunitas mikroba dan kelimpahan mikroba (Wei et al. 2020).

Eco enzyme mengandung mikroorganisme yang bermanfaat dengan menghasilkan sejumlah besar bakteri anaerobik dan anaerobik fakultatif dalam

proses fermentasi, serta menyediakan sejumlah mikroba dekomposer tanah. Mikroorganisme dalam tanah sangat penting dalam proses dekomposisi, transformasi unsur hara tanah, metabolisme karbon organik dan mendegradasi polutan.

Eco enzyme mengandung berbagai unsur hara, mikroorganisme, enzyme aktif dan metabolit sekunder sehingga aplikasi eco enzyme juga dapat meningkatkan kesuburan tanah dan lingkungan serta berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Zhu et al. 2020).



Gambar 3. Proses inkubasi tanah bekas tambang batubara dengan larutan eco enzyme sesuai perlakuan dengan cara irigasi tetes

KESIMPULAN

Pemberian larutan eco enzyme dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% memberikan hasil analisa logam berat As, Pb, Hg, dan Cd yang tidak jauh berbeda, tetapi kandungan logam berat berada pada kisaran normal sehingga tidak membahayakan bagi tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami kepada Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda yang telah memberikan bantuan berupa biaya penelitian. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada LPPM dan Fakultas Pertanian Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda yang telah membantu kami dan memfasilitasi dalam kegiatan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Chopra, A. K., Chakresh Pathak, and G. Prasad. 2009. "Scenario of Heavy Metal Contamination in Agricultural Soil and Its Management." *Journal of*

Applied and Natural Science 1 (1): 99–108.

<https://doi.org/10.31018/jans.v1i1.46>.

Duri, Luigi Giuseppe, Donato Visconti, Nunzio Fiorentino, Paola Adamo, Massimo Fagnano, and Antonio Giandonato Caporale. 2020. "Health Risk Assessment in Agricultural Soil Potentially Contaminated by Geogenic Thallium: Influence of Plant Species on Metal Mobility in Soil-Plant System." *Agronomy* 10 (6). <https://doi.org/10.3390/agronomy10060890>.

Friedlein, Roger, Till Kössler, Christoph Auffarth, Hannah Baader, Marlies Heinz, Thomas Ricklin, David Nelting, et al. 2019. "Geologie." *Handbuch Der Mediterranistik*, 129–44. https://doi.org/10.30965/9783657766277_011.

Gao, Yang, Pei Zhou, Liang Mao, Yue er

- Zhi, and Wan jun Shi. 2010. "Assessment of Effects of Heavy Metals Combined Pollution on Soil Enzyme Activities and Microbial Community Structure: Modified Ecological Dose-Response Model and PCR-RAPD." *Environmental Earth Sciences* 60 (3): 603–12. <https://doi.org/10.1007/s12665-009-0200-8>.
- Hemalatha, M., and P. Visantini. 2020. "Potential Use of Eco-Enzyme for the Treatment of Metal Based Effluent." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 716 (1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/716/1/012016>.
- Huang, Mei, Yi Zhu, Zhongwu Li, Bin Huang, Ninglin Luo, Chun Liu, and Guangming Zeng. 2016. "Compost as a Soil Amendment to Remediate Heavy Metal-Contaminated Agricultural Soil: Mechanisms, Efficacy, Problems, and Strategies." *Water, Air, and Soil Pollution* 227 (10). <https://doi.org/10.1007/s11270-016-3068-8>.
- Mining, Gold, and In Poboya. 2013. "Status Logam Berat Merkuri (Hg) Dalam Tanah Pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas Di Kelurahan Poboya, Kota Palu The Level Of Heavy Metal Of Mercury (Hg) In Soil Of Agricultural Area Around Gold Mining In Poboya, Palu Mirdat 1) , Yosep S Patádungan 2) , Is" 1 (2): 127–34.
- Nengah, Muliarta. I, and I Ketut Darmawan. 2021. "Processing Household Organic Waste into Eco-Enzyme as an Effort to Realize Zero Waste." *Master of Agricultural Science Warmadewa University* 1 (1): 13–18.
- Notohadiprawiro, Tejoyuwono, and Pengertian Logam Berat. 1976. "Logam Berat Dalam Pertanian *," no. 2006: 1–10.
- Sawut, Rukeya, Nijat Kasim, Abdugheni Abliz, Li Hu, Ahunaji Yalkun, Balati Maihemuti, and Shi Qingdong. 2018. "Possibility of Optimized Indices for the Assessment of Heavy Metal Contents in Soil around an Open Pit Coal Mine Area." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 73 (February): 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.05.018>.
- Wei, Xuemin, Pei Cao, Gang Wang, and Jianping Han. 2020. "Microbial Inoculant and Garbage Enzyme Reduced Cadmium (Cd) Uptake in *Salvia Miltiorrhiza* (Bge.) under Cd Stress." *Ecotoxicology and Environmental Safety* 192 (April): 110311. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2020.110311>.
- Widyasari, Ni Luh, and I Gusti Ngurah Made Wiratama. 2021. "Studi Teknik Bioremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Dengan Menggunakan Eco-Enzyme." *Jurnal Ecocentrism* 1 (2): 88–95.
- Xian, Yu, Meie Wang, and Weiping Chen. 2015. "Quantitative Assessment on Soil Enzyme Activities of Heavy Metal Contaminated Soils with Various Soil Properties." *Chemosphere* 139: 604–8. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.12.060>.
- Xu, Mingzhe, Yongxing Cui, Jingzi Beiyuan, Xia Wang, Chengjiao Duan, and Linchuan Fang. 2021. "Heavy

Metal Pollution Increases Soil Microbial Carbon Limitation: Evidence from Ecological Enzyme Stoichiometry.” *Soil Ecology Letters* 3 (3): 230–41.
<https://doi.org/10.1007/s42832-021-0094-2>.

Zhu, Guangxu, Dandan Cheng, Xixi Liu, ing Nie, Renhui Zuo, Hui Zhang, and

Xingfeng Wang. 2020. “Effects of Garbage Enzyme on the Heavy Metal Contents and the Growth of Castor under Mine Tailing.” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 474 (2).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/474/2/022010>.