

STUDI TEKNIK BIOREMEDIASI TANAH TERCEMAR LOGAM BERAT DENGAN MENGGUNAKAN *ECO-ENZYME*

Ni Luh Widyasari^{1*)}, I Gusti Ngurah Made Wiratama²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mahasaraswati Denpasar

*Email: niluhwidyasari@unmas.ac.id

ABSTRACT

The technique of remediation of heavy metal contaminated soil can be done biologically with the help of microorganisms. Bioremediation is a soil remediation technique that uses enzymes from microorganisms in an effort to rehabilitate soil. The bioremediation mechanism occurs when enzymes derived from the activity of microorganisms interact with heavy metals in the soil and then convert them into uncomplicated chemical structures so that the level of heavy metal toxicity decreases. Among biological agents, enzymes have great potential to effectively convert and detoxify pollutant substances because enzymes have been recognized to be capable of converting pollutants at detectable levels and are potentially suitable for restoring polluted environments. Eco-enzyme is a fermented liquid produced from the composition of fruit/vegetable organic waste, water and brown sugar, which is an alternative product in helping the process of soil biodegradation. Eco-enzymes contain hydrolytic enzymes that can increase soil fertility and can be used as an effort to degrade heavy metals in polluted soil.

Keywords : heavy metal, soil, bioremediation, eco-enzyme

1. PENDAHULUAN

Tanah dan air merupakan dua komponen biotik yang dominan menjadi sasaran pencemaran akibat logam berat. Kondisi tanah dan air yang terindikasi logam berat dapat mempengaruhi rantai kehidupan biota yang hidup didalamnya. Logam berat secara alamiah tidak dapat terdegradasi baik didalam tanah maupun air sehingga akan terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu (Govindasamy *et al.*, 2011). Akumulasi logam berat mengakibatkan efektivitas penurunan mikroba, kesuburan serta kualitas tanah dan air yang berdampak pada terganggunya rantai makanan (Kurnia *et al.*, 2009; Atafar *et al.*, 2010).

Secara alamiah, tanah mengandung beberapa unsur logam yang berperan dalam proses fisiologi tanaman namun dalam jumlah relatif sedikit. Akan tetapi ketika kandungan logam dalam tanah melebihi ambang batas maka kualitas tanah terancam mengalami penurunan. Kandungan logam diketahui memiliki tingkat toksisitas yang berbeda yaitu rendah, sedang dan tinggi. Selain logam yang terbentuk secara alamiah dari dalam tanah, ada pula beberapa jenis logam

berasal dari sisa buangan limbah industri. Kandungan logam dari limbah hasil industri diyakini mengandung zat pencemar yang sangat berbahaya bagi lingkungan biotik maupun abiotik.

Limbah industri menghasilkan jenis logam berbahaya seperti merkuri (Hg), timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang disebut dengan logam berat. Secara fisik, logam berat memiliki sifat *biodegradable* dan dapat bertahan dalam jangka waktu lama pada komponen lingkungan seperti tanah (Cui *et al.*, 2011). Indikasi pencemaran logam berat pada tanah khususnya lahan pertanian sawah tidak hanya terkonsentrasi pada tanah saja melainkan juga pada akar, batang, daun bahkan biji gabah sehingga akan sangat berbahaya jika didistribusikan pada masyarakat (Satpathy *et al.*, 2014). Jenis logam berat yang terakumulasi pada biji gabah apabila dikonsumsi oleh masyarakat dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan seperti gangguan pada sistem syaraf, hemopoitik dan fungsi ginjal (Sudarmaji, 2006).

Penerapan strategi pengelolaan tanah tercemar logam berat umumnya dilakukan dengan menggunakan metode konvensional yang membutuhkan biaya tidak murah (Onrizal, 2005). Oleh karena itu, diperlukan adanya metode murah dan ramah lingkungan yang mampu menanggulangi pencemaran logam berat pada tanah. Teknik penanggulangan pencemaran tanah dapat dilakukan dengan aplikasi ramah lingkungan salah satunya dengan bioremediasi. Teknik bioremediasi merupakan teknik penurunan polutan lingkungan dengan bantuan mikroorganisme sehingga substansi polutan dapat berkurang (Kumar *et al.*, 2011). Bioremediasi memanfaatkan kinerja mikroorganisme yang menghasilkan enzim sehingga mampu mendegradasi senyawa polutan melalui reaksi biodegradasi (Vidali, 2001).

Pemanfaatan *eco-enzyme* dapat dikembangkan dalam rangka memperbaiki kondisi tanah yang terkontaminasi logam berat. *Eco-enzyme* merupakan larutan zat senyawa kompleks hasil fermentasi limbah organik, gula dan air. Cairan *eco-enzyme* berwarna cokelat gelap serta memiliki aroma asam segar yang kuat (Hemalatha and Visantini, 2020). Limbah organik sebagai bahan pembuatan *eco-enzyme* sangat efektif untuk mengurangi volume sampah rumah tangga. Pengolahan sampah rumah tangga menjadi produk *eco-enzyme* menjadi salah satu metode pengolahan limbah organik secara biologis. Pembuatan *eco-enzyme* melalui proses fermentasi sampah rumah tangga seperti sisa buah dan sayuran mampu sekaligus menjadi solusi untuk meminimalisir sampah dari sumbernya (Verma *et al.*, 2019). Limbah organik dari sisa buah yang dicampur dengan air dan gula merah akan mengalami proses fermentasi selama kurang lebih tiga bulan sehingga menghasilkan produk *eco-enzyme*. Dibidang lingkungan, produk *eco-enzyme* memberikan kontribusi dalam upaya pengolahan limbah cair, pemurnian air sungai serta peningkatan kualitas udara dan tanah (Muliarta dan Darmawan,

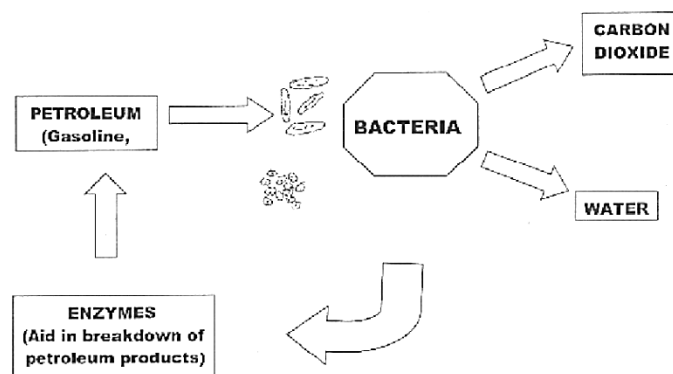
2021). Produk *eco-enzyme* dianggap sebagai langkah awal dalam implementasi konsep *zero waste* dalam pengelolaan sampah rumah tangga.

2. METODOLOGI

Metode dalam penulisan artikel ini adalah studi deskriptif. Metode deskriptif merupakan metode yang bertujuan mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap suatu objek penelitian melalui pendekatan studi pustaka serta pengumpulan literatur terkait dengan topik artikel. Hasil dari metode deskriptif melalui studi pustaka dan kajian literatur akan dijadikan sebagai pembahasan dari efektivitas teknik remediasi tanah tercemar logam berat menggunakan *eco-enzyme* yang terbuat dari limbah organik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bioremediasi menjadi teknik remediasi secara biologis yang memanfaatkan bantuan mikroorganisme sebagai upaya menurunkan tingkat toksisitas dalam tanah. Mikroorganisme menghasilkan enzim yang akan mengurai polutan beracun dan mengubahnya menjadi struktur kimia tidak kompleks sehingga akhirnya menjadi polutan dengan tingkat toksisitas rendah. Efektivitas bioremediasi bergantung pada peran mikroorganisme yang dapat beradaptasi dengan lingkungan sehingga mampu mempercepat laju penguraian polutan (Arbabi *et al.*, 2009).



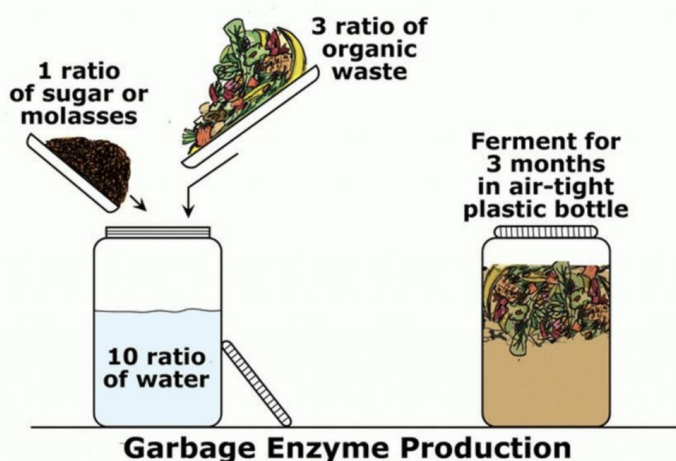
Gambar 1. Mekanisme bioremediasi

(Sumber : <https://jdbioremed.wixsite.com/bioremediation/background>)

Teknik bioremediasi dapat diaplikasikan di lingkungan tanpa menimbulkan dampak lanjutan serta mampu mengurangi limbah secara permanen (Retno *et al.*, 2013). Dalam teknik bioremediasi terdapat dua pendekatan yang dilakukan untuk menanggulangi pencemaran tanah akibat logam berat yaitu biostimulasi

dan bioaugmentasi (Munawar *et al.*, 2007). Biostimulasi dapat dilakukan dengan penambahan pupuk anorganik yang mengandung fosfor dan nitrogen sedangkan bioaugmentasi merupakan cara peningkatan proses biodegradasi dengan penambahan mikroorganisme atau enzim pada lingkungan tercemar (Fahrudin, 2014).

Produk enzim yang dibutuhkan dalam mekanisme bioaugmentasi dapat diperoleh melalui fermentasi limbah organik. Salah satu inovasi pembuatan enzim ramah lingkungan adalah *eco-enzyme*. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan *eco-enzyme* yaitu limbah organik seperti sisa kulit buah yang ditambahkan dengan air dan gula merah. Kulit buah apel, jeruk, semangka, lemon, timun dan sayuran hijau bisa digunakan tapi tidak dengan daging buahnya. Ketiga bahan utama yang terdiri dari air, sisa kulit buah, gula merah (dengan rasio 10:3:1) dicampur dalam wadah plastik kemudian ditutup rapat dan disimpan selama jangka waktu tiga bulan. Setelah tiga bulan, *eco-enzyme* siap untuk dipanen dan bisa langsung diaplikasikan sesuai kebutuhan.



Gambar 2. Proses pembuatan *eco-enzyme*

(Sumber : <https://zerowaste.id/zero-waste-lifestyle/eco-enzyme/>)

Produk *eco-enzyme* dapat diaplikasikan pada tanah tercemar logam berat menggunakan teknik bioremediasi. Kolaborasi biostimulasi dan bioaugmentasi mampu memperbaiki struktur tanah tercemar logam berat. Penambahan pupuk anorganik (mengandung fosfor dan nitrogen) sebagai agen biostimulasi dan produk *eco-enzyme* sebagai agen bioaugmentasi diharapkan mampu menurunkan efektivitas polutan dalam tanah. Ketika proses bioremediasi berhasil dilakukan maka dapat memperbaiki struktur tanah sehingga berfungsi dengan baik sebagai tempat pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan penelitian Hemalatha dan Visantini (2020), kondisi tanah yang diberikan perlakuan *eco-enzyme* menunjukkan pengaruh signifikan terhadap

pertumbuhan tanaman cabai dan lidah buaya (*aloe vera*). Budidaya tanaman cabai dan lidah buaya pada tanah tercemar limbah industri kemudian diberi cairan *eco-enzyme* memiliki tingkat kesuburan lebih baik dibandingkan tanpa pemberian *eco-enzyme*. Pertumbuhan tanaman cabai dan lidah buaya terjadi secara signifikan dalam kurun waktu 10 minggu yang dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil tersebut membuktikan bahwa *eco-enzyme* mengandung enzim hidrolitik yang memiliki pengaruh signifikan dalam menjaga kesuburan tanah (Das and Varma, 2011).



Gambar 3. (a) pertumbuhan tanaman cabai dan lidah buaya pada tanah alami tanpa diberi perlakuan *eco-enzyme*, (b) pertumbuhan tanaman cabai dan lidah buaya pada tanah yang diberi perlakuan *eco-enzyme*

Produk *eco-enzyme* selain dijadikan agen penyubur tanah juga dapat diaplikasikan dalam teknik bioremediasi. Kandungan enzim dalam produk *eco-enzyme* akan membantu mekanisme bioaugmentasi mengurai dan memecah senyawa polutan berbahaya seperti logam berat menjadi senyawa tidak berbahaya di lingkungan. *Eco-enzyme* juga bisa digunakan sebagai treatment pada lumpur aktif sebagai penambah nutrisi mikroorganisme. Eksperimen lumpur aktif yang ditambahkan *eco-enzyme* akan bersifat biokatalitik dimana mengandung enzim protease, lipase dan amilase. Enzim tersebut dapat diaplikasikan pada teknik bioremediasi sehingga mampu mengubah efektivitas polutan berbahaya seperti logam berat dalam tanah.

Inovasi penggunaan produk *eco-enzyme* diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam upaya pengembangan teknik bioremediasi guna menjaga tingkat pemulihan tanah. Proses pembuatan *eco-enzyme* yang ramah lingkungan juga menjadi upaya pengelolaan sampah organik khususnya sampah rumah tangga. Dalam studi teknik bioremediasi, penggunaan *eco-enzyme* sangat direkomendasikan demi menjaga kualitas lingkungan dan meningkatkan kesuburan tanah.

4. PENUTUP

Pencemaran logam berat akibat aktivitas industri memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Tanah merupakan unsur lingkungan yang sering mengalami tingkat pencemaran tinggi akibat limbah industri logam. Teknik bioremediasi menjadi salah satu metode pengendalian pencemaran tanah tercemar polutan berbahaya seperti logam berat. Bioremediasi menggunakan bantuan mikroorganisme atau enzim dalam menurunkan tingkat pencemaran logam pada tanah. Enzim tersebut akan bekerja mengurai senyawa polutan berbahaya menjadi senyawa tidak berbahaya. Produk *eco-enzyme* dapat digunakan sebagai agen bioremediasi karena mengandung enzim hidrolitik yang mampu meningkatkan kesuburan tanah. Inovasi produk *eco-enzyme* yang ramah lingkungan diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam mengatasi pencemaran dalam tanah sehingga mampu menjaga tingkat kesuburan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbabi, M., Sadeghi, M., Anyakora, C. 2009. "Phenanthrene Contaminated Soil Biotreatment Using Slurry Phase Bioreactor". *American Journal of Environmental Sciences*, Vol. 5(3): 223-229.
- Atafar, Z., Alireza, M., Jafar, N., Mehdi, H., Masoud, Y., Mehdi, A., Amir, H. M., 2010. Effect of Fertilizer Application On Soil Heavy Metal Concentration. *Environ Monit Assess*. Vol. 160(1): 83–89.
- Cui, L., Lianqing, L., Afeng, Z., Genxing, P., Dandan, B., Andrew, C. 2011. Biochar Amendment Greatly Reduces Rice Cd Uptake In A Contaminated Paddy Soil: A Two Year Field Experiment. *BioResources*. Vol. 6(3): 2605-2618.
- Das, S.K. and Varma, A. 2011. *Soil Enzymology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Fahrudin. 2014. *Bioteknologi Lingkungan*. Edisi Revisi. Penerbit Alfabeta: Bandung.
- Govindasamy, C., Arulpriya, M., Ruban, P., Francisca, L.J., Ilayaraja, A., 2011. Concentration Of Heavy Metals In Seagrasses Tissue Of The Palk Strait, Bay of Bengal. *International Journal of Environmental Sciences*. 2(1): 145–153.
- Hemalatha, M., Visantini, P. 2020. Potential use of eco-enzyme for the treatment of metal based effluent. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 716, 1-6.
- Kumar, A., Bisht, B. S., Joshi, V. D., Dhewa, T. 2011. Review on Bioremediation of Polluted Environment: a Management Tool. *International Journal of Environmental Sciences*. Vol. 1(6): 1079- 1093
- Kurnia, U., Suganda, H., Saraswati, R., Nurjaya. 2009. *Teknologi Pengendalian Pencemaran Lahan Sawah*. Halaman 249-283.

- Muliarta, N., and Darmawan, K. 2021. Processing Household Organic Waste Into Eco-Enzyme As An Effort To Realize Zero Waste. *Agriwar Journal*, Vol. 1(1): 7-12.
- Munawar, Mukhtasor, Surtiningsih, T. 2007. Bioremediasi Tumpahan Minyak Mentah dengan Metode Biostimulasi Nutrien Organik di Lingkungan Pantai Surabaya Timur. *Jurnal Berk. Penel. Hayati*, Vol. 13: 91-96.
- Onrizal. 2005. *Restorasi Lahan Terkontaminasi Logam Berat*. Universitas Sumatera Utara.
- Retno, Ismawati. 2010. Hindari Banjir Sampah 2012. www.nokiagreeenambassador.kompasiana.com.
- Retno, T.D.L., dan Nana, M. 2013. Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Lumpur Minyak Menggunakan Campuran Bulking Agent yang Diperkaya Konsorsia Mikroba Berbasis Kompos Iradiasi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, Vol. 9: 139-150.
- Satpathy, D. M., Vikram, R., Soumya, P. D., 2014. Risk Assessment of Heavy Metals Contamination In Paddy Soil, Plants, And Grains (*Oryza sativa L.*) At The East Coast Of India. *Biomed Research International*. <https://doi.org/10.1155/2014/545473>
- Sudarmaji, J., Mukono, Corie, 2006. Toksikologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol. 2(2): 129 -142.
- Verma, D., Singh, A.N., and Shukla, A.K. 2019. Use of Garbage Enzyme For Treatment of Waste Water. *International Journal of Scientific Research and Review*, Vol. 7(7): 201-205.
- Vidali, M. 2001. Bioremediation : An Overview. *Journal of Applied Chemistry*. Vol.73(7): 1163-1172.