

TIMAH HITAM MENURUNKAN AKTIVITAS BEBERAPA JENIS ENZIM TANAH

THE INFLUENCE OF LEAD (Pb) ON THE ACTIVITIES OF SOME SOIL ENZYMES

ABDUL KADIR SALAM, AKIRA WATANABE, MAKOTO KIMURA

Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung

ABSTRACT

Heavy metals are suggested to lower the soil enzymatic activities, presumably by affecting the soil microbial communities and plant roots producing soil enzymes. This research was to evaluate the influence of Pb on the activities of some soil enzymes. Lead was introduced into soil system at concentrations ranging from 0 to 40 mg kg⁻¹ and was allowed to interact with the soil components for 1 week at 1-to-1 soil-to-water ratio. The results showed that Pb addition at 40 mg kg⁻¹ significantly reduced the activity of alkaline phosphatase to 59-72% and β -glucosidase to 60-89%. Addition of Pb at about 2040 mg kg⁻¹ stimulated the activity of acid phosphatase. The activity of urease was in general also depressed by Pb addition. These observations indicate that soil contamination by some Pb-sources may affect the activities of some microorganisms and plant roots producing the soil enzymes.

Key words: lead, soil enzymes, phosphatases, urease, β -glucosidase

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan oleh logam berat telah sejak lama menjadi permasalahan global sebagai akibat masukan logam berat dari berbagai aktivitas antropogenik (Salam dkk., 1996; DPMA, 1983). Peningkatan konsentrasi logam berat di dalam tanah, khususnya logam berat yang termasuk kelompok unsur mikro, dapat berakibat baik selama berada dalam batas yang tidak meracuni tanaman dan makhluk hidup lain yang berkait. Namun demikian, secara umum logam berat dapat berakibat buruk terhadap makhluk hidup, terutama karena konsentrasi masukan logam berat antropogenik biasanya tinggi dan sebagian besar logam berat tersebut tidak diperlukan oleh tanaman (Kabata-Pendias dan Pendias, 1992; Alloway, 1990). Selain itu, masukan logam berat dalam jumlah rendah dapat pula mengakibatkan bahaya dalam jangka panjang (Witter, dkk., 1994; Kabata-Pendias dan Pendias, 1992; Alloway, 1990).

Salah satu dampak negatif logam berat terhadap sistem tanah adalah menurunkan komunitas mikroorganisme tanah (Fliebach, dkk., 1994; Huysman dkk., 1994; Landmeyer, dkk., 1994; Witter, dkk., 1994) dan menurunkan aktivitas enzim (Park dkk., 1992; Eivazi dan Tabatabai, 1990; Scott, dkk., 1985; Juma dan Tabatabai, 1977). Logam berat dapat mempengaruhi aktivitas enzim

tanah melalui 2 jenis mekanisme utama. Mekanisme pertama adalah melalui interaksi antara logam berat dengan mikroorganisme tanah. Beberapa mikroorganisme tanah penghasil enzim diduga sensitif terhadap peningkatan konsentrasi logam berat sehingga komunitasnya dapat menurun akibat pencemaran tanah oleh logam berat. Penurunan komunitas mikroorganisme ini, dengan sendirinya dapat menurunkan produksi enzim di dalam tanah. Mekanisme kedua berkaitan dengan kemampuan enzim tanah untuk mengelar logam berat di dalam tanah. Proses ini secara langsung dapat menurunkan aktivitas enzim tanah.

Beberapa peneliti telah melaporkan pengaruh negatif akumulasi logam berat terhadap komunitas mikroorganisme dan aktivitas enzim tanah (Fließbach dkk., 1994; Huysman dkk., 1994; Landmeyer dkk., 1994; Park dkk., 1992; Eivazi dan Tabatabai, 1990). Namun, penelitian tersebut terbatas hanya pada beberapa jenis logam berat dan rentang konsentrasi logam berat yang diterapkan terlalu tinggi (Landmayer dkk., 1993; Juma dan Tabatabai, 1990). Landmayer dkk. (1994) bahkan menggunakan tingkat penambahan Pb sampai 10.000 mg kg⁻¹.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh Pb (dengan tingkat penambahan tertinggi 40 mg kg⁻¹) terhadap aktivitas beberapa jenis enzim tanah i.e. fosfatase asam, fosfatase alkalin, urease, dan β -glukoisidase.

BAHAN DAN METODE

Contoh tanah diambil dari dua buah lahan sawah, masing-masing di jalur nomor 155 dekat Nagoya (Tanah 1) dan di Maiki-Nishi antara Toyohashi dan Okazaki- (Tanah 2) di Aichi Prefecture Jepang. Contoh tanah diambil pada jarak sekitar 100 meter dari jalan raya pada lapisan olah (0-20 cm), masing-masing pada 1 Januari 1996 dan 21 Maret 1996. Contoh tanah dikering udara, dicampur rata, dan dihaluskan dengan lolos saring berdiameter 2 mm. Beberapa sifat kimia dan biokimia kedua Jenis tanah sawah tersebut disajikan pada Tabel 1.

Untuk melihat pengaruh Pb terhadap fosfatase asam, beberapa buah labu erlemeyer 50 ml berisi 1 gram contoh tanah kering-udara dipersiapkan. Contoh tanah di masing-masing labu diperlakukan dengan larutan baku Pb untuk meningkatkan kandungan total Pb antara 0 sampai dengan 40 mg kg⁻¹. Sistem campuran juga diencerkan dengan air suling sedemikian rupa sehingga memiliki perbandingan fase padat dan cair 1:1. Setelah diaduk rata, sistem air-tanah tersebut diinkubasikan dalam temperatur ruang. Seluruh perlakuan diulang 2 kali. Analisis enzim tanah dilakukan setelah inkubasi berjalan selama 7 hari. Pengamatan pengaruh Pb terhadap aktivitas enzim fosfatase alkalin dan β-glukosidase dilakukan dengan metode seperti di atas. Analisis fosfatase asam,

fosfatase alkalin, dan β-glukosidase dilakukan dalam sistem tersebut dengan metode Tabatabai yang telah dimodifikasi (Salam dkk., 1997).

Untuk mengamati perubahan aktivitas urease akibat perlakuan Pb, beberapa labu erlemeyer 125 memberi isi 5 gram contoh tanah kering-udara dipersiapkan. Contoh tanah diperlakukan dengan larutan baku Pb dengan takaran dari 0-40 mg kg⁻¹. Setelah ditambah air suling untuk mencapai nisbah tanah:air 1:1 dan dicampur rata, sistem campuran tersebut diinkubasi dalam temperatur ruang. Analisis urease dilakukan setelah inkubasi berjalan selama 7 hari dengan metode Tabatabai (Salam, dkk., 1997). Seluruh perlakuan diulang sebanyak 2 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan aktivitas enzim tanah, mencakup fosfatase asam, fosfatase alkalin, β-glukosidase, dan urease akibat penambahan Pb diperlihatkan pada Gambar 1 dan 2, masing-masing untuk Tanah 1 dan Tanah 2. Terlihat jelas bahwa penambahan Pb secara drastis menurunkan aktivitas fosfatase alkalin dan β-glukosidase di dalam kedua jenis tanah percobaan. Penambahan Pb pada tingkat 40 mg kg⁻¹ menurunkan aktivitas fosfatase alkalin sebesar 41% pada Tanah 1 dan 28% pada Tanah 2. Penambahan Pb pada tingkat

Tabel 1. Beberapa sifat kimia dan biokimia tanah percobaan.

Sifat tanah	Tanah 1	Tanah 2
pH (1:2)	6.02	5.92
Logam (mg kg ⁻¹)		
Fe	171	97.0
Mn	8.16	45.8
Zn	3.99	0.718
Cu	2.57	5.83
Pb	2.40	2.28
Enzim ($\mu\text{g } p\text{-nitrofenol g}^{-1} \text{J}^{-1}$)		
Fosfatase Asam	144	151
Fosfatase Alkalin	25.5	41.6
β-glukosidase	163	115
Urease ($\mu\text{g urea g}^{-1} \text{J}^{-1}$)	64.2	34.1

tersebut juga menekan aktivitas β -glukosidase sebesar 40% pada Tanah 1 dan 11% pada Tanah 2. Secara umum, urease juga menurun dengan penambahan Pb ke dalam sistem tanah. Pada Tanah 2, penambahan Pb $\geq 15 \text{ mg kg}^{-1}$ menurunkan urease secara sangat dramatis.

Penurunan aktivitas ketiga enzim dengan meningkatnya penambahan Pb tersebut di atas diduga disebabkan oleh dua mekanisme utama. Mekanisme pertama berkaitan dengan pengaruh tidak langsung adanya peningkatan konsentrasi Pb di dalam tanah terhadap komunitas mikroorganisme di dalam tanah. Telah banyak laporan yang menyatakan bahwa timah hitam merupakan salah satu logam berat yang bersifat racun terhadap makhluk hidup (Baath, 1989). Beberapa peneliti bahkan telah menunjukkan bahwa beberapa jenis mikroorganisme tertekan oleh kehadiran Pb (Landmayer, dkk., 1994). Penurunan aktivitas mikroorganisme dapat mengakibatkan tertekannya produksi enzim tertentu, misalnya fosfatase (Salam dkk., 1997). Mekanisme kedua berkaitan dengan asosiasi timah hitam dengan molekul enzim di dalam tanah. Hal ini disebabkan oleh enzim memiliki gugus fungsional tertentu sehingga dapat berperilaku sebagai pengelat logam berat. Asosiasi antara kedua komponen tersebut dapat mengakibatkan gugus fungsional enzim tanah tidak aktif dan tidak dapat lagi berpartisipasi di dalam reaksi yang seharusnya dikatalisir oleh enzim tersebut. Reaksi ini juga dapat mengakibatkan menurunnya aktivitas enzim yang terukur.

Sebaliknya, aktivitas fosfatase asam tidak menurun akibat penambahan Pb ke dalam tanah. Pengamatan cermat terhadap Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa aktivitas relatif fosfatase asam pada penambahan Pb dengan tingkat antara 20-30 mg kg^{-1} lebih tinggi daripada aktivitas di tanah kontrol (tanpa penambahan Pb). Amatan ini menunjukkan bahwa pada rentang tersebut, penambahan Pb justru merangsang aktivitas fosfatase asam. Namun, mekanisme yang berkaitan dengan fenomena ini tidak jelas dan perlu diteliti lebih lanjut.

KESIMPULAN

Penambahan Pb pada takaran 40 mg kg^{-1} secara nyata menurunkan aktivitas fosfatase alkalin sebesar 28-41% dan β -glukosidase sebesar 11-40%. Penambahan Pb antara 20-30 mg kg^{-1} merangsang aktivitas fosfatase asam. Aktivitas urease secara umum tertekan oleh Pb. Amatan ini menunjukkan

bahwa kontaminasi tanah oleh Pb dari berbagai sumber antropogenik dapat mempengaruhi aktivitas beberapa mikroorganisme tanah dan akar tanaman yang merupakan penghasil enzim.

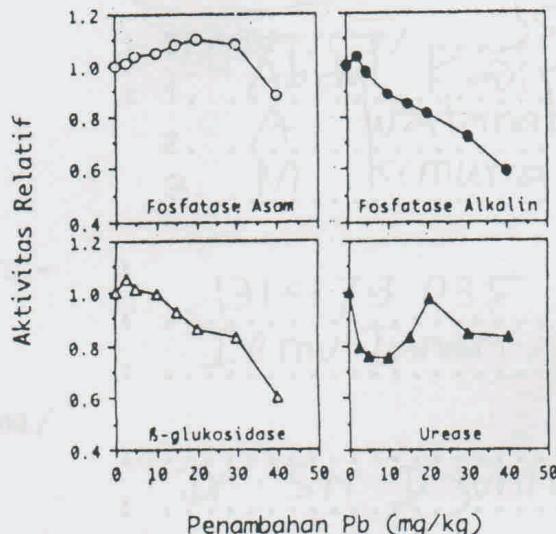
UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibayai oleh Japan Society for the Promotion of Science melalui program post doctoral bagi penulis pertama. Atas dukungan dana tersebut diucapkan terimakasih sebesarnya. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada rekan mahasiswa di Laboratory of Soil Biology and Chemistry Nagoya University yang juga banyak membantu penulis dalam melakukan penelitian ini.

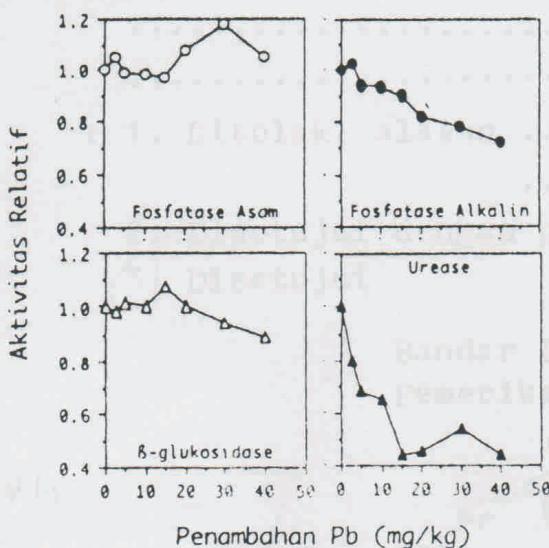
DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B. J. 1990. Cadmium. hlm.100 - 124. Dalam B. J. Alloway (ed.). *Heavy metals in soils*. Blackie, London.
- Baath, E. 1989. Effects of heavy metals in soil on microbial processes and populations (a review). *Water Air Soil Pollut.*, 47 : 335-379.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Atr. 1983. Pengendalian Pencemaran Logam Berat Daerah Jabotabek dan Teluk Jakarta. Direktorat Jenderal Pengairan, Depertemen PU, Jakarta.
- Eivazi, F. dan M. A. Tabatabai. 1990. Factors affecting glucosidase and galactosidase activities in soils. *Soil Biol. Biochem.*, 22 : 891 - 897.
- Fliebbach, A., R. Martens, dan H. H. Reber. 1994. Soil microbial biomass and microbial activity in soils treated with heavy metal contaminated sewage sludge. *Soil Biol. Biochem.*, 26 : 1201 - 1205.
- Huysman, F., W. Verstraete, dan P. C. Brookes. 1994. Effect of manuring practices and increased copper concentrations on soil microbial populations. *Soil Biol. Biochem.*, 26: 103 - 110.
- Juma, N. G. dan M. A. Tabatabai. 1977. Effects of trace elements on phosphatase activity in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41 : 343-346.
- Kabata-Pendias, A. dan H. Pendias. 1992. Trace Elements in Soils and Plants. Ed. ke-2. CRC Press, London.
- Landmeyer, J. E., P. M. Bradley, dan F. H. Chapelle. 1993. Influence of Pb on microbial activity in Pb-contaminated soils. *Soil Biol. Biochem.*, 10 : 1465 - 1466.

- Park, S. C., T. J. Srnith, dan M. S. Bisesi. 1992. Activities of phosphomonoesterase and phosphodiesterase from *Lumbriscus terrestris*. Soil Biol. Biochem., 24 : 873 - 876.
- Salam, A.K., S . Djuntwati, J.T. Harahap, dan Suwarto. 1996. Imobilisasi logam berat asal limbah industri di dalam tanah tropika: 1. Sifat kimia limbah industri. J. Ilmiah Ilmu Pert., 4(1) : 61 - 67.
- Salam, A. K., A. Katayama, dan M. Kimura. 1997. Activities of some soil enzymes in different land use systems after deforestation in hilly areas of West Lampung, South Sumatra, Indonesia. Soil Sci. Plant Nutr., (Dalam penyuntingan).
- Salam, A. K., A. Katayama, dan M. Kimura. 1997. The activity of soil acidphosphatase at elevated concentrations of heavy metals. J. Teknik Lingk., (Dalam penyuntingan).
- Scott, D. E., W. A. Dick, dan M. A. Tabatabai. 1985. Inhibition of pyrophosphatase activity in soils by trace elements. Soil Sci., 139:112117.
- Witter, E., W. E. Giller, dan S. P. McGrath. 1994. Long-term effects of metal contamination on soil microorganisms. Soil Biol. Biochem., 26:421 -422.



Gambar 1. Pengaruh Pb terhadap aktivitas relatif beberapa jenis enzim di dalam tanah 1 (aktivitas relatif adalah nisbah antara aktivitas enzim pada penambahan Pb dengan takaran tertentu dengan aktivitasnya pada perlakuan kontrol).



Gambar 2. Pengaruh Pb terhadap aktivitas relatif beberapa jenis enzim di dalam tanah 2 (aktivitas relatif adalah nisbah antara aktivitas enzim pada penambahan Pb dengan takaran tertentu dengan aktivitasnya pada perlakuan kontrol).