

ALANG-ALANG (*Imperata cylindrica* [L.] Beauv.) MENGUBAH SIFAT KIMIA DAN BIOKIMIA TANAH TERCEMAR TIMAH HITAM

ALANG-ALANG (*Imperata cylindrica* [L.] Beauv.) CHANGES CHEMICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF LEAD CONTAMINATED SOILS

ABDUL KADIR SALAM, NANIK SRIYANI, MUTIA HERADILLA, ALIA SEPTIANA
Staf Pengajar dan Alumnus Fakultas Pertanian Universitas Lampung

ABSTRACT

Alang-alang shows an extraordinary adaptability to tropical soils of various conditions assumably due to its ability to modify soil properties. This research was to evaluate the effects of alang-alang on some chemical and biochemical properties of soil spiked with Pb and treated with lime. This experiment was conducted in a glass house with lime added at 4 ton $\text{CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$ and Pb at 20 mg kg^{-1} . Other weeds, i.e. pigweed (*Amaranthus spinosus* L.) and green kyllinga (*Cyperus cyllingia* L.) and amaranth (*Amaranthus tricolour* L.) were also used as comparisons. The results showed that soil pH in the root zone of alang-alang was higher than those in the root-zones of amaranth, pigweed, and green kyllinga. The solubilities of Fe, Cu, and Pb were generally lower in the root-zone of alang-alang than those in the root-zones of amaranth, green kyllinga, or pigweed. The activities of phosphatases were higher in the root-zone of alang-alang than those in the root-zones of pigweed, green kyllinga, and amaranth. The addition of lime significantly increased the soil pH and the acid phosphatase activity in the root-zone of alang-alang, but the negative correlation of soil pH with metal solubilities was not observed. The activity of alkaline phosphatase in the root-zone of alang-alang decreased with liming. The addition of Pb increased the Pb solubility to about 1 mg kg^{-1} , showing that most of the added Pb was immobilized by soil.

Keywords: alang-alang, heavy metals, lime, lead, phosphatases

PENDAHULUAN

Alang-alang memiliki memliki daya adaptasi tinggi terhadap berbagai kondisi tanah tropika. Sifat ini merangsang munculnya berbagai hipotesis berkaitan dengan kemampuan akar tumbuhan ini untuk mengubah daerah perakarannya sehingga dapat bersaing dengan tumbuhan lain dan mampu menyerap unsur hara yang diperlukannya dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan dengan yang dapat diserap oleh tumbuhan lain. Salah satu cara tumbuhan tersebut mengkondisikan daerah perakarannya adalah dengan mengeluarkan berbagai eksudat, misalnya zat alelopati (Sriyani dkk., 1996; Sajise, 1980). Eksudat lain yang dapat dimunculkan oleh akar alang-alang adalah dalam bentuk enzim, misalnya fosfatase, dan ion H^+ , OH^- , serta HCO_3^- .

Fosfatase adalah enzim yang sangat penting dalam proses perombakan P organik menjadi P inorganik seperti ortofosfat primer dan ortofosfat sekunder (Tate III, 1987; Tabatabai, 1982). Karena ortofosfat merupakan bentuk fosfor tanah yang dapat diserap oleh tanaman, maka produksi enzim ini sangat penting bagi alang-alang untuk dapat beradaptasi terhadap tanah yang kahar P. Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa

aktivitas fosfatase berkorelasi dengan jenis tanaman yang tumbuh (Salam, 1996; Jha dkk., 1992; Duxbury dan Tate III, 1981). Salam (1996) melaporkan bahwa aktivitas fosfatase asam di perkebunan kopi Sumber Jaya Lampung Barat lebih tinggi di lahan bervegetasi alami daripada di lahan yang hanya ditumbuhi oleh gulma *Paspalum conjugatum* Bergius. Aktivitas fosfatase asam juga lebih tinggi di kedua lahan tersebut dibandingkan dengan di lahan kontrol yang hanya ditumbuhi oleh tanaman kopi tanpa vegetasi lain. Jha dkk. (1992) juga melaporkan bahwa aktivitas fosfatase lebih tinggi di tanah hutan yang belum terganggu daripada di tanah hutan yang telah mengalami perubahan. Data ini merangsang munculnya hipotesis tentang tingginya produksi fosfatase dan enzim lain oleh alang-alang berkaitan dengan daya adaptasinya terhadap berbagai keadaan tanah.

Selain itu, ekskresi ion H^+ , HCO_3^- , dan OH^- untuk menjaga keseimbangan muatan di daerah perakaran alang-alang dapat mengubah reaksi tanah (pH). Karena pH merupakan salah satu sifat tanah utama yang mengontrol berbagai sifat tanah lainnya, di antaranya adalah kelarutan logam berat (Salam, 1995; Lindsay, 1979), maka perubahan ini sangat penting dalam kaitannya

dengan pemanfaatan tumbuhan tersebut untuk mengelola tanah, misalnya untuk menyerap unsur tertentu yang bersifat racun dan mencemari lingkungan. Pemanfaatan gulma dengan daya serap tinggi terhadap logam berat tertentu merupakan salah satu cara terbaik untuk mengatasi masalah pencemaran tanah oleh logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan sifat kimia dan biokimia tanah tercemar Pb yang ditumbuhui oleh alang-alang. Tanah yang tercemar oleh Pb terdapat cukup luas, terutama di sekitar jalur jalan raya yang berlalu lintas padat (Markus dan McBratney, 1996; Akhter dan Madany, 1993; Davies, 1990; Minami dan Araki, 1975) atau di wilayah yang tercemar oleh limbah industri tertentu (Salam dkk., 1996).

BAHAN DAN METODE

Contoh tanah (Oxisols) diambil dari lapisan atas (0-30 cm) di Gedong Meneng Bandar Lampung pada 12 Oktober 1996. Setelah dikeringudarakan, contoh tanah dihaluskan dan diayak tembus diameter 2 mm. Sebanyak 300 g contoh tanah kering udara di dalam pot plastik digunakan sebagai satuan percobaan setelah diperlakukan dengan kapur dan atau larutan baku Pb yang disusun secara faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 ulangan. Kapur diberikan dalam 2 takaran: 0 dan 4 ton CaCO_3 , ha^{-1} ; Pb dalam 2 takaran, yaitu: 0 dan 20 mg kg^{-1} . Seluruh satuan percobaan yang tidak diperlakukan dengan larutan baku Pb diperlakukan juga dengan HNO_3 dengan jumlah sesuai dengan perkiraan HNO_3 yang masuk saat menambahkan larutan baku Pb ke dalam pot (dalam pembuatannya larutan baku Pb diencerkan dengan menggunakan HNO_3 , encer). Seluruh satuan percobaan diinkubasikan selama 1 minggu pada kadar air 33.3% sebelum ditanami.

Setiap pot ditanami dengan 1 tunas alang-alang. Tunas alang-alang dipersiapkan dari rimpang yang disemai sebelumnya dalam medium berisi tanah dan pasir dengan perbandingan 1:1. Sebagai pembanding bagi pengaruh alang-alang, 3 jenis tumbuhan lain juga ditanam, namun hanya dalam pot kontrol berisi tanah tanpa perlakuan kecuali pexiambanan HNO_3 . Ketiga jenis tumbuhan tersebut adalah: bayam cabut (*Amaranthus tricolour* L.), bayam duri (*A. spinosus* L.), dan teki wudelan (*Cyperus kyllingia* L.). Seluruh jenis tanaman kemudian dibiarkan bertumbuh selama 4 minggu.

Contoh tanah dipanen 4 minggu setelah keempat tumbuhan tersebut ditanam. Reaksi tanah

(pH) dan kelarutan logam berat, meliputi Fe, Mn, Zn, Cu, dan Pb, ditentukan dalam keadaan lembab; pH dengan pH-meter dan kelarutan logam berat dengan metode DTPA (*diethylenetriaminepentaacetic acid*) (Baker dan Amacher, 1982). Analisis enzim fosfatase, mencakup fosfatase asam dan fosfatase alkalin, juga dilakukan dalam keadaan lembab dengan menggunakan metode Tabatabai (Tabatabai, 1982).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa sifat kimia dan biokimia tanah setelah ditanami alang-alang dan tumbuhan lain selama 4 minggu disajikan pada Tabel 1. Reaksi tanah (pH) di daerah perakaran alang-alang lebih tinggi daripada di daerah perakaran tumbuhan lain. Dengan melihat bahwa pH tanah awal adalah 5,25, maka dapat dimengerti bahwa kehadiran alang-alang dapat menetralkan pH daerah perakaran, diduga dengan mengekskresikan ion OH^- atau HCO_3^- .

Reaksi neutralisasi oleh perakaran alang-alang di atas diduga merupakan penyebab lebih rendahnya kelarutan beberapa jenis logam berat di daerah perakaran alang-alang dibandingkan dengan di daerah perakaran beberapa tumbuhan lain. Seperti terlihat pada Tabel 1, kelarutan Fe, Cu, dan Pb di daerah perakaran alang-alang lebih rendah daripada di daerah perakaran tumbuhan lain. Ini menunjukkan bahwa peningkatan pH di daerah perakaran alang-alang telah meningkatkan imobilisasi logam tersebut oleh tanah. Pengamatan sebelumnya juga menunjukkan bahwa serapan Cu dan Pb oleh alang-alang lebih rendah daripada oleh ketiga tumbuhan lain (Heradilla, 1997), sebagai akibat dari imobilisasi logam tersebut di dalam tanah.

Seiring dengan kemungkinan ekskresi OH^- dan HCO_3^- , perakaran alang-alang juga diduga membebaskan fosfatase asam dan fosfatase alkalin lebih banyak dibandingkan dengan perakaran tumbuhan lainnya (Tabel 1). Lebih tingginya aktivitas fosfatase di daerah perakaran alang-alang dapat juga disebabkan oleh lebih aktifnya mikroorganisme penghasil fosfatase di daerah perakaran alang-alang sebagai akibat kondisi tanah yang diciptakan oleh alang-alang.

Walaupun meningkatkan pH tanah, pengaruh pengapuran terhadap penurunan kelarutan logam berat tidak terlihat (Tabel 2). Hal ini diduga karena hubungan pH dan kelarutan logam berat diper kompleks oleh kehadiran perakaran alang-alang, yang juga mengeluarkan berbagai eksudat dan menyerap logam berat itu sendiri.

Lebih rendahnya kelarutan sebagian logam berat dalam perlakuan kontrol dapat pula menunjukkan ketersediaan yang tinggi pada awal masa pertumbuhan, sehingga logam berat yang diserap

dari pot perlakuan ini lebih besar dan mengakibatkan kelarutannya di dalam tanah menurun setelah masa pertanaman selesai.

Tabel 1. Beberapa sifat kimia dan biokimia tanah di daerah perakaran beberapa jenis tumbuhan.

Sifat tanah	IC*	AT	AS	CK
pH (H_2O 1 :2)	6,25	5,03	5,01	5,64
Kelarutan ($mg\ kg^{-1}$):				
Fe	22,5	80,6	15,2	47,3
Mn	14,9	187	1,77	2,13
Zn	8,45	7,68	4,05	11,1
Cu	0,44	1,00	0,69	1,23
Pb	0,19	1,13	0,79	0,50
Fosfatase ($\mu\text{gp-nitrofenol g}^{-1}\ \text{j}^{-1}$):				
Asam	179	170	112	155
Alkalin	62,5	45,8	32,3	41,0

*IC = alang-alang, AT = bayam cabut, AS = bayam duri, dan CK = teki wudelan

Penambahan Pb meningkatkan kelarutan Pb sampai kurang lebih $1\ mg\ kg^{-1}$ (Tabel 2). Peningkatan ini lebih rendah dibandingkan dengan peningkatan yang terjadi di daerah perakaran tumbuhan lain (Heradilla, 1997). Dengan mempertimbangkan juga bahwa serapan Pb oleh alang-alang rendah (Heradilla, 1997), maka terlihat jelas bahwa sebagian besar Pb yang ditambahkan melalui larutan baku diimobilisir oleh tanah. Dalam kaitannya dengan fenomena ini, peningkatan pH di daerah perakaran alang-alang dapat merupakan penyebab utama.

Aktivitas fosfatase di daerah perakaran alang-alang sangat dipengaruhi oleh pengapurannya,

namun tidak dipengaruhi oleh penambahan Pb dengan takaran $20\ mg\ kg^{-1}$ (Tabel 3). Pengapurannya menurunkan aktivitas fosfatase asam dan meningkatkan aktivitas fosfatase alkalin. Perubahan ini berkaitan dengan sifat ketergantungan fosfatase kepada pH (Salam dkk., 1997; Huang dkk., 1995; Sakai dan Tadano, 1993). Aktivitas fosfatase meningkat dengan meningkatnya pH sampai dengan pH optimum, dan menurun dengan meningkatnya pH di atas pH optimum. Secara umum, pH optimum untuk fosfatase asam terletak pada $pH < 7$ dan untuk fosfatase alkalin pada $pH > 7$ (Garcia dkk., 1993; TrasarCepeda dan Gil-Sotres, 1988).

Tabel 2. Pengaruh kapur dan larutan baku Pb terhadap pH tanah dan kelarutan beberapa jenis logam berat di daerah perakaran alang-alang.

Perlakuan	pH	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb
		 mg kg ⁻¹			
Kontrol	6,25	22,5	14,9	8,45	0,439	0,186
Kapur	6,70	34,7	14,6	6,37	0,731	0,416
Pb	6,16	35,1	16,9	7,46	0,683	1,27
Kapur + Pb	6,70	17,4	16,6	7,34	0,693	1,15

Tabel 3. Pengaruh kapur dan larutan baku Pb terhadap aktivitas fosfatase di daerah perakaran alang-alang.

Perlakuan	Fosfatase Asam		Fosfatase Alkalin
 $\mu\text{ gp-nitrofenol g}^{-1}\ \text{j}^{-1}$		
Kontrol	179		62,5
Kapur	145		77,1
Pb	167		65,6
Kapur + Pb	120		74,6

Selain itu, perubahan pH juga dapat mempengaruhi aktivitas perakaran alang-alang dan mikroorganisme yang merupakan sumber penghasil fosfatase tanah. Tabel 3 menunjukkan bahwa pada pH lebih tinggi -sebagai akibat dari pengapuran- alang-alang dan mikroorganisme cenderung untuk memproduksi lebih banyak fosfatase alkalin dan lebih sedikit fosfatase asam.

KESIMPULAN

Reaksi (pH) tanah di daerah perakaran alang-alang lebih tinggi daripada di daerah perakaran bayam cabut, bayam duri, dan teki wudelan. Kelarutan Fe, Cu, dan Pb secara umum lebih rendah di daerah perakaran alang-alang daripada di daerah perakaran bayam cabut, bayam duri, dan teki wudelan. Aktivitas fosfatase asam dan fosfatase alkalin di daerah perakaran alang-alang lebih tinggi daripada di daerah perakaran bayam duri, teki wudelan, dan tanaman bayam cabut. Pengapuran meningkatkan pH di daerah perakaran alang-alang, namun hubungan negatif antara pH tanah dan kelarutan logam berat tidak teramat. Penambahan Pb meningkatkan kelarutan Pb sampai sekitar 1 mg kg^{-1} , menunjukkan bahwa sebagian besar Pb yang ditambahkan diimobilisir oleh tanah. Sebaliknya aktivitas fosfatase asam menurun dan fosfatase alkalin meningkat dengan pengapuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhter, M.S. dan I.M. Madany. 1992. Heavy metals in street and house dust in Bahrain. Water Air Soil Pollut. 66 : 111 - 119.
- Baker, D.E. dan M.C. Amacher. 1982. Nickel, copper, zinc, and cadmium. hlm.323-336. Dalam A.L. Page, R.H. Miller, dan D.R. Keeney (ed.). Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties. Ed. ke-2. SSSA Inc., Madison.
- Davies, B.E. 1990. Lead. hlm.177-196. Dalam B.J. Alloway. Heavy Metals in Soils. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Duxbury, J.M. dan R. L. Tate. 1981. The effect of soil depth and crop cover on enzymatic activities in pahokee muck. Soil Sci. Soc. Am. J. 45 : 322 - 328.
- Garcia, C., T. Hernandez, F. Costa, B. Ceccanti, dan G. Masciandaro. 1993. Kinetics of phosphatase activity in organic wastes. Soil Biol. Biochem. 25 : 561 - 565.
- Heradilla, M. 1997. Pertumbuhan dan serapan timbal oleh tanaman bayam (*Amaranthus tricolour* L.) dan beberapa jenis gulma tropika di tanah yang tercemari oleh timbal. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Huang, Q., H. Shindo, dan T.B. Goh. 1995. Adsorption, activities, and kinetics of acid phosphatase as influenced by montmorillonite with different interlayer mineral. Soil Sci. 159 : 271 - 278.
- Jha, D.K., G.D. Sharma, dan R.R. Mishra. 1992. Soil microbial population numbers and enzyme activities in relation to altitude and forest degradation. Soil Biol. Biochem., 24 : 761 - 767.
- Lindsay, W. L. 1979. Chemical Equilibria in Soils. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Markus, J.A. dan A.B. McBratney. 1996. An urban soil study: heavy metals in glebe Australia. Aust. J. Soil Res. 4 : 453 - 465.
- Minami, K. dan K. Araki. 1975. Distribution of trace elements in arable soil affected by automobile exhaust. Soil Sci. Plant Nutr. 21 : 185 - 188.
- Sajise, P.E. 1980. Alang-alang (*Imperata cylindrica* [L.] Beauv.) and upland agriculture. Proc. Biotrop Workshop on Alang-alang, Bogor, 27-29 Jul. 1976, hlm. 35 - 46.
- Sakai, H. dan T. Tadano. 1993. Characteristics of response of acid phosphatase secreted by roots of several crops to various conditions in the growth media. Soil Sci. Plant Nutr. 39 : 437 - 444.
- Salam, A.K. 1995. Pola hubungan ketersediaan unsur hara mikro kelompok logam berat dengan pH dan fosfor pada Ultisol Gunung Sugih Lampung Tengah. J. Pen.Pengb. Wil. Lahan Kering. 16 : 1 - 11.
- Salam, A.K. 1996. Aktivitas enzim fosfatase pada lahan-kopi berlereng dengan beberapa teknik pengendalian gulma. Pros. Konf. HIGI : 77 - 84.
- Salam, A.K., S. Djuniwati, 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 soil enzymes in different land use systems after deforestation in hilly areas of West Lampung, South Sumatra, Indonesia. Soil Sci. Plant Nutr., (Dalam penyuntingan).
- Sriyani, N., Yusnita, dan D.R.J. Sembodo. 1996. Tanggap beberapa jenis tanaman terhadap pengaruh alelopati alang-alang (*Imperata cylindrica* [L.] Beauv.) secara *in vitro*. Pros. Konf. HIGI XIII : 260 - 266.
- Tabatabai, M.A. 1982. Soil enzymes. Hlm.903-947. Dalam A.L. Page, R.H. Miller, dan D.R. Keeney (ed.). Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties. Ed. ke-2. SSSA Inc., Madison.
- Tate ,R.L. 1987. Soil Organic Matter Biological and Ecological Effects. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Trasar-Cepeda, M.C. dan F. Gil-Sotres. 1988. Kinetics of acid phosphatase activity in various soils of Galicia (NW Spain). Soil Biol. Biochem., 20 : 275 - 280.