

PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) DI TANAH TERPOLUSI LIMBAH INDUSTRI BERLOGAM BERAT

Abdul Kadir Salam¹, Nanik Sriyani², dan Sarno¹

ABSTRACT

Growth of Corn (*Zea mays L.*) in Soils Polluted with Heavy-Metal-Containing Industrial Waste (A.K. Salam, N. Sriyani, and Sarno): Heavy metals are suggested to influence the growth of crop plants. This research was intended to evaluate glasshouse growth of corn in potted soils treated with industrial waste containing heavy metals. Soil samples (from Banjaragung and Gedongmeneng, Lampung) was thoroughly mixed with a metal-spoon industrial waste containing high amounts of Cu and Zn at 0, 20, and 80 ton ha⁻¹ or a model waste to increase soil heavy metals (Cu, Zn, Cd, and Pb) 10 and 40 mg kg⁻¹. All treatments were also factorially treated with lime at 0, 2.5, and 5 ton CaCO₃ ha⁻¹ and/or cassava-leaf compost at 0, 5, and 10 ton ha⁻¹ and cultured to corn for 4 weeks. The growth of corn plant was significantly inhibited by heavy metals of high level model waste. The negative effect of high level model waste in Banjaragung and Gedongmeneng soil was alleviated by addition of lime and/or cassava-leaf compost. On the contrary, similar to that of the low level model waste, the industrial waste addition stimulated the growth of corn in Banjaragung soil. This positive effect in general lessened with lime addition, most probably due to the increase in Zn solubility with increasing soil pH. These phenomena were not observed in Gedongmeneng soil.

Keywords: Copper, Corn, Industrial Wastes, Tropical Soils, Zinc

PENDAHULUAN

Beberapa jenis logam berat telah dilaporkan bersifat toksik terhadap makhluk hidup termasuk tanaman, khususnya pada konsentrasi relatif tinggi (Alloway, 1990a; Steinnes, 1990; Bohn dkk., 1985; Lagerwerff, 1972). Beberapa jenis logam berat yang merupakan unsur hara esensial bagi tanaman seperti Cu dan Zn juga dapat bersifat racun bila terakumulasi dalam jumlah tinggi di dalam jaringan makhluk hidup (Baker, 1990; Kiekens, 1990). Salam dkk. (1999a) melaporkan bahwa pertumbuhan tanaman bayam sangat tertekan di tanah yang diperlakukan dengan Cu dan Zn dengan konsentrasi 40 mg kg⁻¹.

Untuk menekan bioakumulasi logam berat di dalam jaringan tanaman dan makhluk hidup lainnya, yang masuk melalui jaring makanan, telah dilakukan berbagai usaha untuk menurunkan kelarutannya di dalam tanah.

Pembentukan endapan fosfat telah ditunjukkan dapat menurunkan kelarutan Pb di dalam tanah (Ma dkk., 1995; 1994; 1993; Ruby dkk., 1994; Rabinowitz, 1993). Dengan memanfaatkan hubungan negatif antara kelarutan logam berat di dalam tanah dengan pH tanah, Salam dkk. (1998a; 1997) juga telah menunjukkan bahwa kelarutan logam berat di dalam beberapa jenis tanah tropika dapat diturunkan dengan menerapkan teknik pengapur. Selain itu, kehadiran bahan organik juga telah ditunjukkan oleh beberapa pakar dapat menurunkan kelarutan logam berat di dalam tanah (Parfitt dkk., 1995; Rodella dkk., 1995; Alloway, 1990b; McGrath dkk., 1988; Helling dkk., 1964).

Namun demikian, laporan tentang tanggapan tanaman terhadap logam berat atau limbah industri berlogam berat tidak banyak ditemukan dalam kepustakaan terbaru untuk

¹Jurusan Ilmu Tanah dan ²Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung email salam@uiser.unila.ac.id
J. Tanah Trop. No. 8:161-167.

tanah tropika. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh logam berat asal limbah (model mau pun industri) terhadap pertumbuhan tanaman jagung di dua jenis tanah tropika.

BAHAN DAN METODE

Contoh tanah diambil dari lapisan atas tanah (0~20 cm) di Gedongmeneng Bandar Lampung (Oxisols) dan Banjaragung Lampung Tengah (Alfisols). Contoh tanah dikeringudarkan, dihaluskan, diayak tembus pengayak berukuran lubang 2 mm dan diaduk rata. Beberapa sifat kimia dan fisika tanah telah dilepaskan sebelumnya (Salam dkk., 1997). Bahan organik berupa daun singkong dikomposkan (sampai nisbah C/N 12), dikeringovenkan dan dihaluskan untuk memudahkan perlakuan ke dalam tanah.

Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan. Faktor ke-1 adalah kapur CaCO_3 , yang diberikan dalam 3 takaran: 0(L-1), 2.5 (L-2), dan 5 ton ha^{-1} (L-3). Faktor ke-2 adalah kompos daun singkong, yang diberikan dalam 3 takaran: 0 (C-1), 5 (C-2), dan 10 ton ha^{-1} (C-3). Faktor ke-3 adalah jenis limbah industri: Tanpa Limbah (W-1), Limbah Model 1 (W-2), Limbah Model 2 (W-3), Limbah Industri 1 (W-4), dan Limbah Industri 2 (W-5). Limbah Model 1 adalah campuran sederhana dari larutan baku untuk meningkatkan kandungan logam berat tanah; untuk Cu, Zn, dan Pb sebesar 10 mg kg^{-1} dan Cd 5 mg kg^{-1} . Limbah Model 2 adalah Limbah Model 1 dengan kepekatan logam berat sebesar 4 kali lipat. Limbah Industri 1 adalah limbah industri sendok logam dengan takaran 20 ton ha^{-1} . Sedangkan Limbah Industri 2 adalah Limbah Industri 1 dengan kepekatan logam berat 4 kali lipat. Limbah industri sendok logam memiliki pH 7.30, Cu DTPA 754 mg kg^{-1} , Zn DTPA 44.5 mg kg^{-1} , dan tekstur liat.

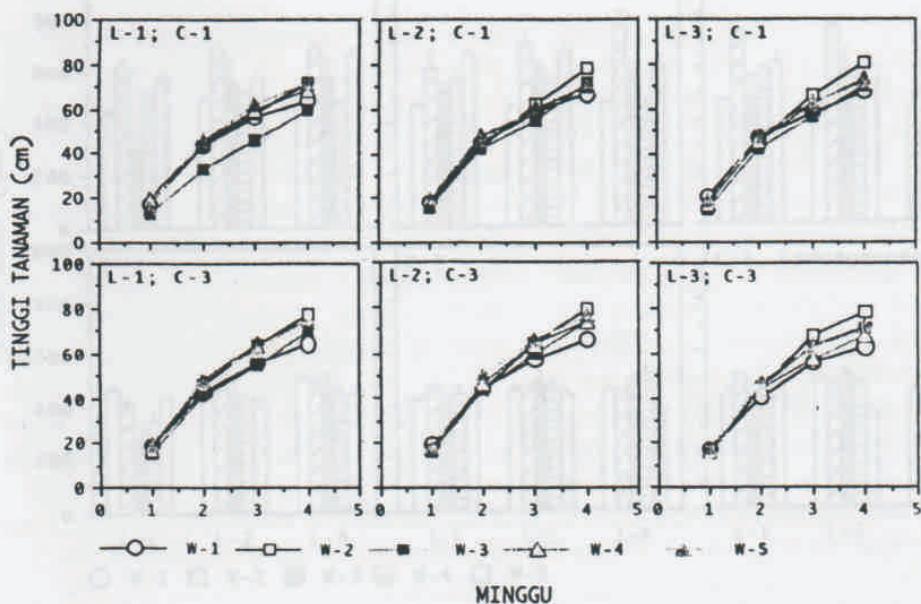
Untuk percobaan rumah kaca, masing-masing pot (dengan contoh tanah sebanyak 400 g satara berat kering oven 105°C yang telah diperlakukan) diinkubasikan selama 1 minggu pada kadar air 40% (w/w), kemudian ditanami

dengan dua butir benih jagung. Pupuk dasar diberikan sesuai dengan takaran anjuran ($100 \text{ kg urea} + 100 \text{ kg TSP} + 100 \text{ kg KCl ha}^{-1}$), yang diperlakukan pada saat pencampuran bahan perlakuan dengan contoh tanah. Pengamatan tanggapan tanaman meliputi: berat basah dan berat kering bagian atas tanaman (tajuk), tinggi tanaman, dan luas daun (dengan menggunakan *leaf-area meter*). Bagian atas (tajuk) dan akar tanaman jagung dipanen setelah tanaman berumur 4 minggu. Selama percobaan rumah kaca, kadar air tanah dipertahankan dalam keadaan kapasitas lapang dengan cara penambahan air sampai kadar air kapasitas lapang sekali dalam sehari.

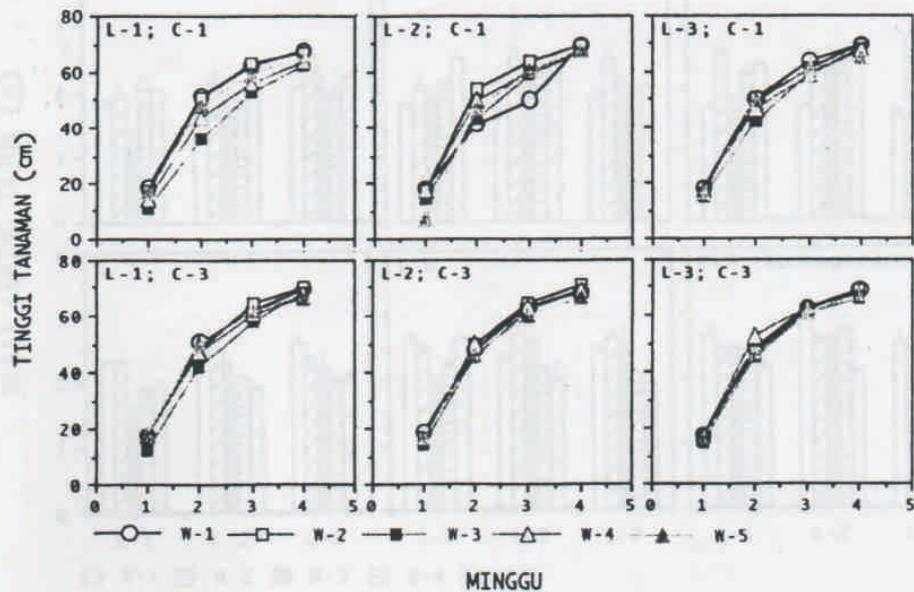
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan tanaman jagung (tinggi tanaman) di tanah yang diperlakukan dengan kapur, kompos daun singkong dan limbah selama 4 minggu diperlihatkan pada Gambar 1 dan Gambar 2, masing-masing untuk tanah Banjaragung dan tanah Gedongmeneng. Sedangkan pengaruh kapur, kompos daun singkong, dan limbah terhadap parameter lain i.e. luas daun, berat kering brangkas (tajuk), dan berat kering akar masing-masing diperlihatkan pada Gambar 3, Gambar 4, dan Tabel 1. Perlakuan C-2 tidak ditunjukkan dalam Gambar 1 dan Gambar 2 untuk kepraktisan dalam menyajikan data karena tidak adanya perbedaan yang jelas dengan perlakuan C-1. Sedangkan data berat kering akar untuk perlakuan C-2 dan L-2 dalam Tabel 1 tidak tersedia. Hanya akar tanaman di satuan percobaan dengan faktor perlakuan bertaraf tinggi yang dipanen.

Walau pun pengaruhnya tidak sebesar terhadap tanaman bayam (Salam dkk., 1999a), penambahan logam berat melalui Limbah Model bertaraf tinggi (W-3) menurunkan pertumbuhan tanaman jagung. Namun demikian, penambahan kapur dan/atau kompos daun singkong terlihat mengurangi pengaruh negatif ini baik di tanah Banjaragung mau pun di tanah Gedongmeneng (Gambar 1-4, Tabel 1).

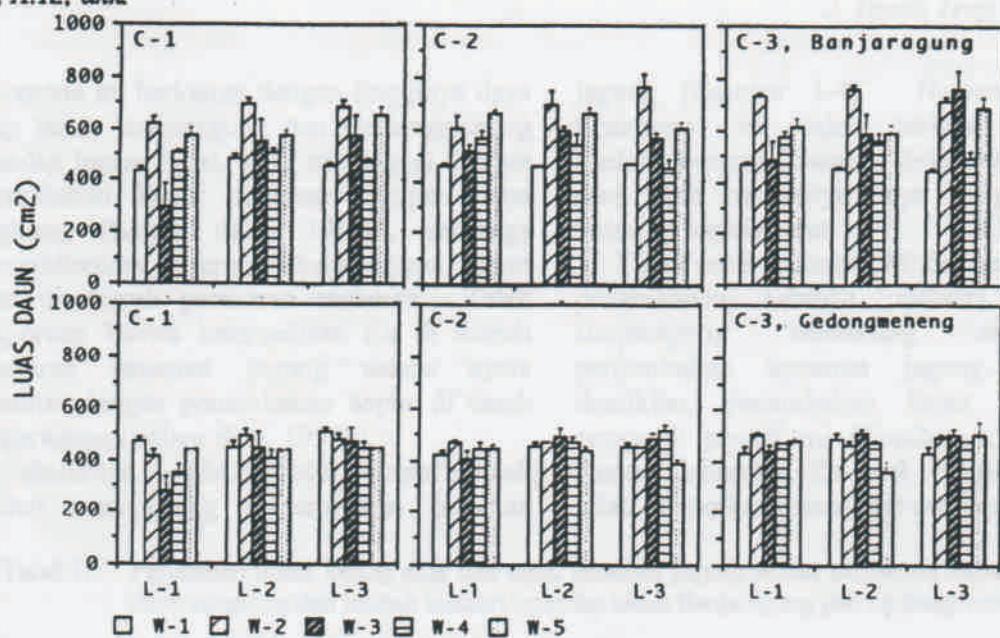


Gambar 1. Pertumbuhan tanaman jagung di tanah Banjaragung dengan perlakuan limbah, kapur dan kompos daun singkong (Kapur L-1 = 0, L-2 = 2,5, dan L-3 = 5 ton $\text{CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$; kompos C-1 = 0 dan C-3 = 10 ton ha^{-1} ; limbah industri W-1 = Kontrol, W-2 = Limbah Model 1, W-3 = Limbah Model 2, W-4 = Limbah Industri 1, dan W-5 = Limbah Industri 2).



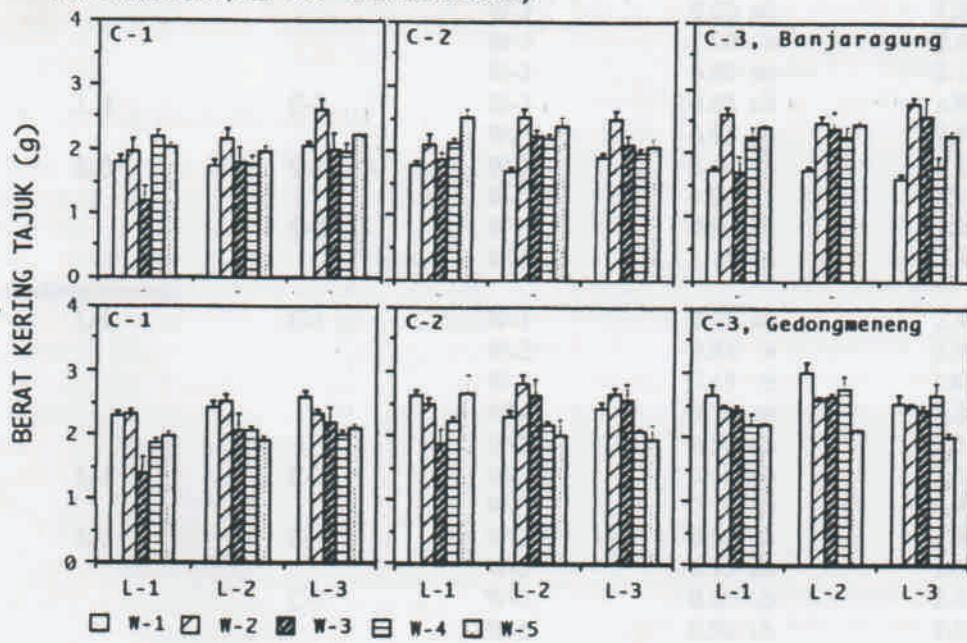
Gambar 2. Pertumbuhan tanaman jagung di tanah Gedongmeneng dengan perlakuan limbah, kapur dan kompos daun singkong (Kapur L-1 = 0, L-2 = 2,5, dan L-3 = 5 ton $\text{CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$; kompos C-1 = 0 dan C-3 = 10 ton ha^{-1} ; limbah industri W-1 = Kontrol, W-2 = Limbah Model 1, W-3 = Limbah Model 2, W-4 = Limbah Industri 1, dan W-5 = Limbah Industri 2).

Salam, A.K., dkk



KAPUR

Gambar 3. Perubahan luas daun tanaman jagung di tanah dengan perlakuan limbah, kapur dan kompos daun singkong (Kapur L-1 = 0, L-2 = 2,5, dan L-3 = 5 ton CaCO₃, ha⁻¹; kompos C-1 = 0 dan C-3 = 10 ton ha⁻¹; limbah industri W-1 = Kontrol, W-2 = Limbah Model 1, W-3 = Limbah Model 2, W-4 = Limbah Industri 1, dan W-5 = Limbah Industri 2).



KAPUR

Gambar 4. Perubahan berat kering brangkas tanaman jagung di tanah dengan perlakuan limbah, kapur dan kompos daun singkong (Kapur L-1 = 0, L-2 = 2,5, dan L-3 = 5 ton CaCO₃, ha⁻¹; kompos C-1 = 0 dan C-3 = 10 ton ha⁻¹; limbah industri W-1 = Kontrol, W-2 = Limbah Model 1, W-3 = Limbah Model 2, W-4 = Limbah Industri 1, dan W-5 = Limbah Industri 2).

Fenomena ini berkaitan dengan tingginya daya jerap tanah Banjaragung dan Gedongmeneng terhadap logam berat, yang meningkat dengan penambahan kapur dan/atau kompos daun singkong (Salam dkk., 1998a), sehingga mengakibatkan penurunan ketersediaan logam berat di daerah perakaran tanaman. Telah dilaporkan bahwa ketersediaan Cu di daerah perakaran tanaman jagung secara nyata menurun dengan penambahan kapur di tanah Banjaragung (Salam dkk., 1999b).

Sebaliknya, Limbah Model bertaraf rendah terlihat merangsang pertumbuhan tanaman

jagung (Gambar 1-4). Namun demikian, fenomena ini tidak terlihat di tanah Gedongmeneng (Gambar 2-4), sebagai akibat dari lebih rendahnya daya jerap tanah ini terhadap logam berat.

Tidak seperti Limbah Model bertaraf tinggi, penambahan Limbah Industri di tanah Banjaragung cenderung meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung. Namun demikian, penambahan kapur mengurangi pengaruh positif ini (Gambar 1, 3, dan 4). Karena kelarutan Zn asal Limbah Industri telah dilaporkan meningkat dengan meningkat-

Tabel 1. Perubahan bobot kering akar dan tajuk tanaman jagung akibat perlakuan kapur, kompos daun singkong dan limbah industri terhadap tanah Banjaragung dan Gedongmeneng.

Kapur	Kompos	Limbah	Bobot Kering ($\text{g} \cdot 2 \text{ tan}^{-1}$)	
			Akar	Tajuk
<i>Banjaragung:</i>				
L-1	C-1	W-1	0.90 ab	1.80 b
		W-2	1.00 a	1.90 b
		W-3	0.60 ab	1.20 c
		W-4	1.00 a	2.40 ab
		W-5	0.95 ab	2.10 ab
L-1	C-3	W-3	0.65 ab	1.80 b
		W-5	0.95 ab	2.50 a
L-3	C-1	W-3	0.40 b	2.20 ab
		W-5	1.00 a	2.30 ab
	C-3	W-3	0.90 ab	2.20 ab
		W-5	1.15 a	2.40 ab
<i>Gedongmeneng:</i>				
L-1	C-1	W-1	0.65 ab	2.40 ab
		W-2	0.85 a	2.95 a
		W-3	0.45 b	1.65 b
		W-4	0.70 ab	2.35 ab
		W-5	0.50 ab	2.15 ab
L-1	C-3	W-3	0.60 ab	2.35 ab
		W-5	0.70 ab	2.70 a
L-3	C-1	W-3	0.60 ab	2.10 ab
		W-5	0.75 ab	2.15 ab
	C-3	W-3	0.60 ab	2.45 ab
		W-5	0.50 ab	1.95 ab

Keterangan: Kapur: L-1 = 0 dan L-3 = 5 ton $\text{CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$; Kompos: C-1 = 0 dan C-3 = 10 ton ha^{-1} ; Limbah: W-1 = Kontrol, W-2 = Limbah Model 1 (logam berat 10 mg kg^{-1}), W-3 = Limbah Model 2 (logam berat 40 mg kg^{-1}), W-4 = Limbah Industri 1 (20 ton ha^{-1}), dan W-5 = Limbah Industri 2 (80 ton ha^{-1}); perbedaan huruf pada kolom dan jenis tanah yang sama menunjukkan perbedaan nyata dalam uji BNT 5%.

Salam, A.K., dkk.

nya pH tanah (Salam dkk., 1998b), fenomena tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya ketersediaan Zn akibat penambahan kapur. Fenomena ini tidak terlihat di tanah Gedongmeneng (Gambar 2).

SIMPULAN

Pertumbuhan tanaman jagung menurun dengan penambahan logam berat asal Limbah Model dengan taraf tinggi. Pengaruh negatif logam berat asal Limbah Model di tanah Banjaragung dan Gedongmeneng dapat dikurangi dengan penambahan kapur dan/atau kompos daun singkong. Sebaliknya, seperti Limbah Model dengan taraf rendah, Limbah Industri justru merangsang pertumbuhan tanaman jagung di tanah Banjaragung. Namun demikian, pengaruh positif ini umumnya berkurang dengan penambahan kapur, diduga berkaitan dengan meningkatnya kelarutan Zn dengan meningkatnya pH tanah. Pengaruh positif penambahan Limbah Industri terhadap pertumbuhan tanaman jagung di tanah Banjaragung tersebut tidak teramati di tanah Gedongmeneng.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi melalui Program Hibah Bersaing (HB IV/3) Tahun Anggaran 1997/1998. Atas dukungan tersebut diucapkan terimakasih sebesarnya. Terimakasih juga disampaikan kepada Bapak Drs. J.T. Harahap (KP2L DKI Jakarta) yang telah membantu penyediaan limbah industri dari Jakarta dan kepada Eka Setyaningsih, S.P. dan Harry Kusnadi, S.P. yang telah membantu pelaksanaan analisis di rumah kaca dan laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B.J. 1990a. Cadmium. Hlm.100-124. *Dalam B.J. Alloway (ed.). Heavy Metals in Soils.* Blackie, London.
- Alloway, B.J. 1990b. Soil processes and the behavior of metals. Hlm.7-28. *Dalam B.J. Alloway (ed.). Heavy Metals in Soils.* Blackie, London.
- Baker, D.E. 1990. Copper. Hlm.151-176. *Dalam B.J. Alloway (ed.). Heavy Metals in Soils.* Blackie, London.
- Bohn, H.L., B.L. McNeal, dan G.A. O'Connors. 1985. Soil Chemistry. Ed. ke-2. John Wiley & Sons, New York.
- Helling, C.S., C. Chesters, dan R.B. Corey. 1964. Contribution of organic matter and clay to soil cation-exchange capacity as affected by the pH of the saturating solution. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 28:517-520.
- Kiekens, L. 1990. Zinc. Hlm.261-279. *Dalam B.J. Alloway (ed.). Heavy Metals in Soils.* Blackie, London.
- Lagerwerff, J.V. 1982. Lead, mercury, and cadmium as environmental contaminants. Hlm.593-636. *Dalam J.J. Mortvedt, P.M. Giordano, dan W.L. Lindsay (ed.). Micronutrients in Agriculture.* SSSA Inc., Madison.
- Ma, Q.Y., S.J. Traina, dan T.J. Logan. 1993. *In situ* lead immobilization by apatite. *Environ. Sci. Technol.*, 27:1803-1810.
- Ma, Q.Y., S.J. Traina, T.J. Logan, dan J.A. Ryan. 1994. Effects of aqueous Al, Cd, Cu, Fe(II), Ni, and Zn on Pb immobilization by hydroxyapatite. *Environ. Sci. Technol.*, 28:1219-1228.
- Ma, Q.Y., T.J. Logan, dan S.J. Traina. 1995. Lead immobilization from aqueous solutions and contaminated soils using phosphate rocks. *Environ. Sci. Technol.*, 29:1118-1126.
- McGrath, S.P., J.R. Sanders, dan M.H. Shalaby. 1988. The effects of soil organic matter levels on soil solution concentrations and extractabilities of manganese, zinc, and copper. *Geoderma*, 42:177-188.
- Parfitt, R.L., D.J. Giltrap, dan J.S. Whitton. 1995. Contribution of organic matter and clay minerals to the cation exchange capacity of soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 26:1343-1355.
- Rabinowitz, M.B. 1993. Modifying soil lead bioavailability by phosphate addition. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 51:438-444.
- Rodella, A.A., K.R. Fischer, dan J.C. Alcarde. 1995. Cation exchange capacity of an acid soil as influenced by different sources of organic matter. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 26:2961-2967.
- Ruby, M.V., A. Davis, dan A. Nicholson. 1994. *In situ* formation of lead phosphates in soils as a method to immobilize lead. *Environ. Sci. Technol.*, 28:646-654.

J. Tanah Trop. No. 8, 1999

- Salam, A.K., C. Marintias, Rusdianto, Sunarto, S. Djuniwati, H. Novpriansyah, dan J.T. Harahap. 1997. Perubahan fraksi labil tembaga asal limbah industri dalam beberapa jenis tanah tropika akibat perlakuan kapur dan kompos daun singkong. *J. Tanah Trop.*, 5:11-20.
- Salam, A.K., S. Djuniwati, dan Sarno. 1998a. Lowering heavy metal solubilities in tropical soils by lime and cassava-leaf compost additions. *Proc. Environ. Technol. Manag. Seminar 1997*, D2-11.
- Salam, A.K., C. Marintias, S. Djuniwati, dan J.T. Harahap. 1998b. Perubahan fraksi labil seng asal limbah industri dalam beberapa jenis tanah tropika akibat perlakuan kapur dan kompos daun singkong. *J. Tanah Trop.*, 7:51-57.
- Salam, A.K., Sarno, dan N. Sriyani. 1999a. Greenhouse growth of amaranth (*Amaranthus tricolor L.*) in soils polluted with heavy metals. *J. Agrotrop.* 4(2) (Dalam Pencetakan).
- Salam, A.K., Sarno, N. Kulsum, dan E. Setyaningsih. 1990b. Studi penyerapan Cu dan Zn oleh tanaman bayam (*Amaranthus tricolor L.*) dan jagung (*Zea mays L.*) dari tanah Alfisol Banjaragung Lampung yang diperlakukan dengan limbah industri berlogam berat. *J. Tanaman Trop.*, (Dalam Pencetakan).
- Steinnes, E. 1990. Mercury. Hlm.222-236. *Dalam* B. J. Alloway (ed.). *Heavy Metals in Soils*. Blackie, London.