

PERUBAHAN KELARUTAN SENG ASAL LIMBAH INDUSTRI DI DALAM TANAH TROPIKA AKIBAT PENAMBAHAN KAPUR DAN KOMPOS DAUN SINGKONG

Abdul Kadir Salam¹, Sri Djuniwati¹, dan Hery Novpriansyah¹

ABSTRACT

Changes in Solubility of Zinc of Industrial Waste Origin in Tropical Soils Driven by Lime and Cassava-Leaf Compost Treatments (A.K. Salam, S. Djuniwati, and H. Novpriansyah): Changes in soil soluble Zn of metal-spoon industrial waste were evaluated in tropical soils under lime and/or cassava-leaf compost treatments. Soil samples from Gedongmeneng and Banjaragung (Lampung) and Cihea (Cianjur, West Java) were used as models. Soil samples were incubated for 4 weeks at 40% moisture contents and room temperature after thorough treatments with metal-spoon industrial waste at 0-40 ton ha⁻¹ and/or CaCO₃ at 0-5 ton ha⁻¹ and/or cassava-leaf compost at 0-10 ton ha⁻¹. Unlike Cu, the soluble Zn increased with addition of industrial waste at 10 ton ha⁻¹ and decreased with addition of higher rates in order of: 10 > 20 > 40 > 0 ton ha⁻¹. Lime increased the soluble Zn of industrial waste origin and cassava-leaf compost showed no effect. Soil of Banjaragung showed a greater immobilization capacity with respect to Zn than soils of Cihea and Gedongmeneng.

Keywords: Cassava-Leaf Compost, Industrial Waste, Lime, Tropical Soils, Zinc

PENDAHULUAN

Telah disitir dalam berbagai laporan bahwa Zn dapat menjadi masalah penting di lahan pertanian bila konsentrasi relatif tinggi, khususnya berkaitan dengan masukan yang berasal dari berbagai jenis bahan kimia pertanian (pupuk dan pestisida) dan limbah industri (Kiekens, 1990; McCalla dkk., 1986). Pencemaran tanah oleh Zn asal limbah industri dapat mengancam kesehatan hewan dan manusia karena tingginya kelarutan Zn di dalam tanah dapat merangsang serapan Zn dalam jumlah tinggi oleh akar tanaman. Karena akar tanaman merupakan salah satu gerbang penting bagi masuknya logam berat

ke dalam jaring makanan. pengelolaan logam berat ini secara bijak di dalam tanah merupakan usaha penting dalam melindungi lingkungan hidup hewan dan manusia.

Beberapa peneliti telah memanfaatkan hubungan kimiawi antara logam berat dengan padatan tanah untuk mengimobilisasi logam berat di dalam tanah agar serapan oleh tanaman menurun (Salam dkk., 1997a; Alloway, 1990), di antaranya dengan menggunakan kapur. Salam dkk. (1997a) melaporkan bahwa penambahan CaCO₃ dapat menurunkan kelarutan logam berat di dalam beberapa jenis tanah tropika. Baru-baru ini Salam dkk. (1997b) juga melaporkan bahwa kapur juga dapat menurunkan konsentrasi

¹Staf pengajar Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung email salam@maiser.unila.ac.id

J. Tanah Trop. 6:111-117

beberapa fraksi labil Cu asal limbah industri di dalam beberapa jenis tanah tropika. Fenomena ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya ionisasi berbagai jenis gugus fungsional di dalam tanah akibat peningkatan pH oleh kapur, yang dengan sendirinya meningkatkan daya jerap tanah terhadap logam berat. Dengan tingginya Cu asal limbah industri di dalam tanah, penurunan tersebut dapat juga disebabkan oleh proses pengendapan. Teori pengendapan seperti ini telah banyak dimanfaatkan untuk mengendapkan Pb asal limbah industri (Madarik, 1995; 1994; 1993; Ruby dkk., 1994; Rabinowitz, 1993), dan dapat pula dimanfaatkan untuk mengurangi kelarutan Zn. Udo (1970) melaporkan bahwa pengendapan Zn dalam bentuk hidroksida tidak terjadi pada konsentrasi Zn^{2+} alami; namun bila konsentrasi Zn^{2+} meningkat di atas adsorpsi maksimum, nilai hasil kali aktivitas $(Zn^{2+})(OH)^2$ berkorelasi dengan hasil kali kelarutan $Zn(OH)_2$.

Selain kapur, bahan organik juga dapat dimanfaatkan untuk menjerap logam berat asal limbah industri karena bahan organik mengandung berbagai gugus fungsional yang bila terionisasi dapat bersifat aktif dalam menjerap logam berat. Peningkatan konsentrasi gugus fungsional aktif ini lebih tinggi dengan penambahan kapur sebab ionisasi hidrogen akan lebih mudah terjadi pada pH tinggi. Salam dkk. (1997a) telah menunjukkan bahwa penambahan kapur dan/atau kompos daun singkong dapat menurunkan kelarutan Cu, Zn, Pb, dan Cd asal larutan baku di dalam beberapa jenis tanah tropika. Beberapa laporan lain juga menunjukkan bahwa bahan organik berkorelasi negatif dengan kelarutan logam berat di dalam tanah karena kehadirannya meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah (Parfitt dkk., 1995; Rodella dkk., 1995; McGrath dkk., 1988; Helling dkk., 1964).

Usaha penurunan kelarutan logam berat asal limbah industri di dalam tanah sangat

perlu dilakukan. Namun demikian, dasar keilmuan berkaitan dengan hal ini untuk tanah tropika Indonesia tidak lengkap. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan kelarutan Zn asal limbah industri sendok logam di dalam tanah tropika.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 1997. Contoh tanah diambil dari horizon Ap (0-30 cm) di Gedongmeneng (Oxisol), Banjaragung (Alfisol) (keduanya di Lampung), dan Cihea, Cianjur, Jawa Barat (Vertisol). Untuk percobaan, contoh tanah dikeringudarakan, dihaluskan, diayak tembus diameter 2 mm, dan diaduk rata. Beberapa sifat fisika dan kimia tanah tersebut telah dilaporkan sebelumnya (Salam dkk., 1997b).

Tatalangkah percobaan telah dilaporkan sebelumnya (Salam dkk., 1997b). Sebanyak 200 g contoh tanah (setara berat kering oven 105 °C) digunakan sebagai satuan percobaan. Percobaan disusun secara faktorial dengan 3 faktor perlakuan: kapur, kompos daun singkong, dan limbah industri sendok logam. Kapur dalam bentuk serbuk $CaCO_3$ diberikan pada takaran (dalam ton ha^{-1}): 0 (L-0), 2.5 (L-1), dan 5 (L-2); kompos daun singkong dalam bentuk serbuk dengan 3 takaran (dalam ton ha^{-1}): 0 (C-0), 5 (C-1), dan 10 (C-2); dan limbah industri dalam bentuk serbuk dengan 4 takaran (dalam ton ha^{-1}): 0 (W-1), 10 (W-2), 20 (W-3), dan 40 (W-4). Limbah industri diperoleh dari unit pengolahan limbah (UPL) pabrik sendok logam milik PT Star Metal Ware Industry Jakarta, diambil oleh petugas dari Kantor Pengkajian Perkotaan dan Lingkungan (KPPL) DKI Jakarta. Limbah tersebut memiliki pH 7.30, kandungan Cu 754 mg kg^{-1} , kandungan Zn 44.5 mg kg^{-1} , dan tekstur liat. Seluruh perlakuan diulang 3 kali.

Contoh tanah dan bahan perlakuan dicampur rata, kemudian diinkubasikan dalam kantong plastik pada kadar air 40% dalam

temperatur ruang selama 4 minggu. Kelarutan Zn dan pH tanah ditentukan setelah masa inkubasi selesai. Kelarutan Zn ditentukan dengan metode DTPA (Baker dan Amacher, 1982) dan pH tanah dengan elektrode pH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan kelarutan Zn asal limbah industri akibat penambahan kapur dan/atau kompos daun singkong disajikan pada Gambar 1, 2, dan 3, masing-masing dalam tanah Gedongmeneng, Banjaragung, dan Cihea. Tidak seperti Cu (Salam dkk., 1997c), kelarutan Zn tidak berubah seperti yang diduga.

Penambahan limbah industri secara drastik meningkatkan kelarutan Zn pada tingkat 10 ton ha⁻¹, tetapi kelarutan Zn kembali menurun dengan penambahan limbah industri pada takaran lebih tinggi dengan urutan $10 > 20 > 40 > 0$ ton ha⁻¹. Fenomena ini terjadi secara ajeg di dalam ketiga jenis tanah percobaan dan sulit dijelaskan. Kemungkinan yang paling logis adalah bahwa limbah industri sendok logam tersebut mengandung koloid yang mungkin lebih aktif setelah masuk ke dalam sistem tanah dan memiliki preferensi lebih tinggi terhadap Zn daripada terhadap Cu. Akibatnya, Cu asal limbah lebih mudah larut daripada Zn.

Berbeda dengan amatan sebelumnya dengan menggunakan larutan baku (Salam dkk., 1997a), kelarutan Zn di dalam tanah yang diperlakukan dengan limbah industri meningkat dengan penambahan kapur. Perubahan ini sangat jelas berbeda dengan yang terjadi di dalam tanah kontrol (tanpa penambahan limbah industri): kelarutan Zn menurun dengan penambahan kapur. Fenomena ini berkaitan dengan koloid asal limbah industri yang mampu menjerap Zn dalam jumlah tinggi di dalam tanah namun rentan terhadap peningkatan pH. Peningkatan pH akibat penambahan kapur diduga telah menggeser Zn terjerap ke ikatan dengan energi yang lebih rendah, sehingga lebih

mudah diekstrak. Sebaliknya, penambahan kompos daun singkong tidak mempengaruhi kelarutan Zn asal limbah industri, berbeda dengan hasil penelitian terdahulu dengan menggunakan larutan baku (Salam dkk., 1997a).

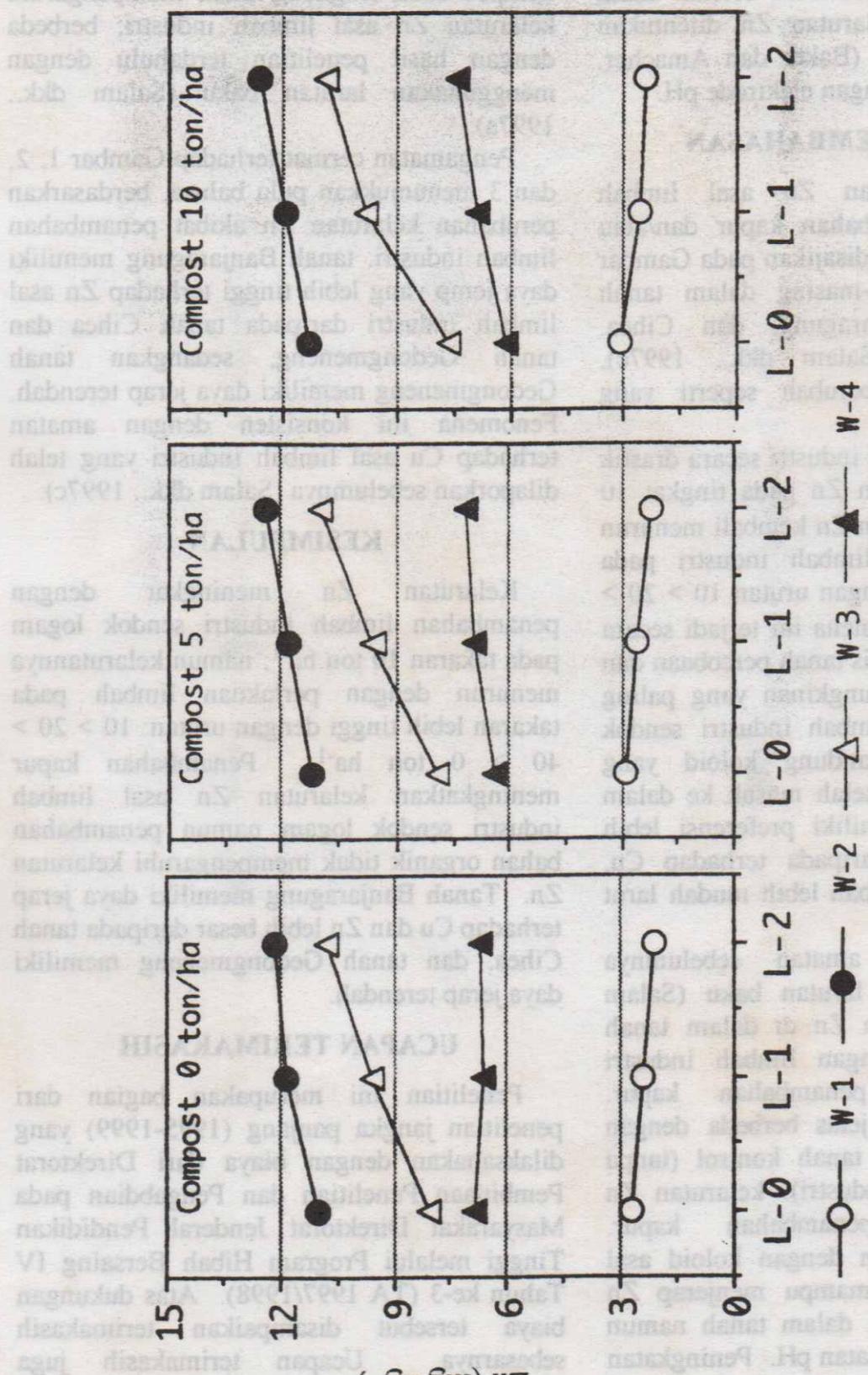
Pengamatan cermat terhadap Gambar 1, 2, dan 3 menunjukkan pula bahwa, berdasarkan perubahan kelarutan Zn akibat penambahan limbah industri, tanah Banjaragung memiliki daya jerap yang lebih tinggi terhadap Zn asal limbah industri daripada tanah Cihea dan tanah Gedongmeneng, sedangkan tanah Gedongmeneng memiliki daya jerap terendah. Fenomena ini konsisten dengan amatan terhadap Cu asal limbah industri yang telah dilaporkan sebelumnya (Salam dkk., 1997c).

KESIMPULAN

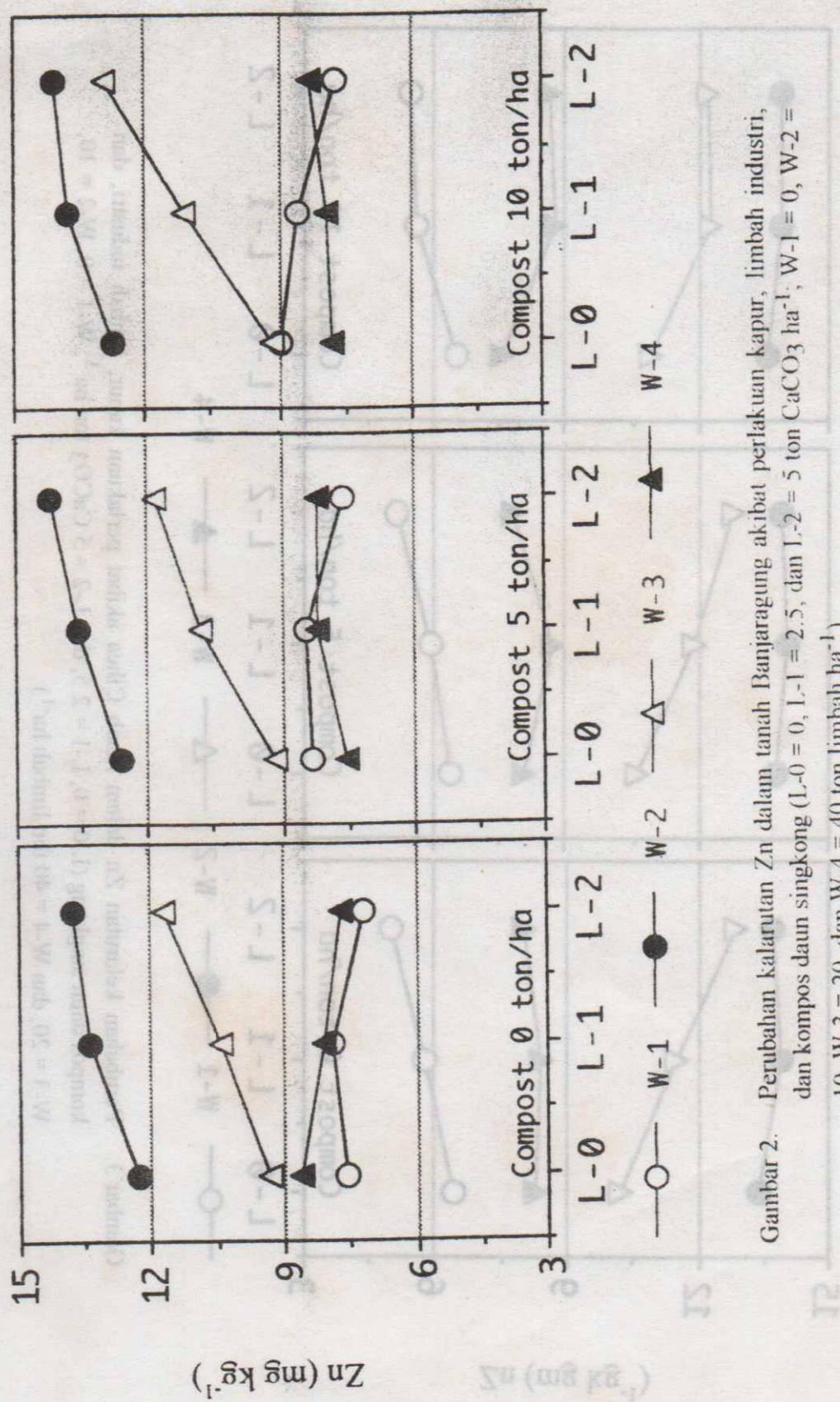
Kelarutan Zn meningkat dengan penambahan limbah industri sendok logam pada takaran 10 ton ha⁻¹, namun kelarutannya menurun dengan perlakuan limbah pada takaran lebih tinggi dengan urutan: $10 > 20 > 40 > 0$ ton ha⁻¹. Penambahan kapur meningkatkan kelarutan Zn asal limbah industri sendok logam namun penambahan bahan organik tidak mempengaruhi kelarutan Zn. Tanah Banjaragung memiliki daya jerap terhadap Cu dan Zn lebih besar daripada tanah Cihea, dan tanah Gedongmeneng memiliki daya jerap terendah.

UCAPAN TERIMAKASIH

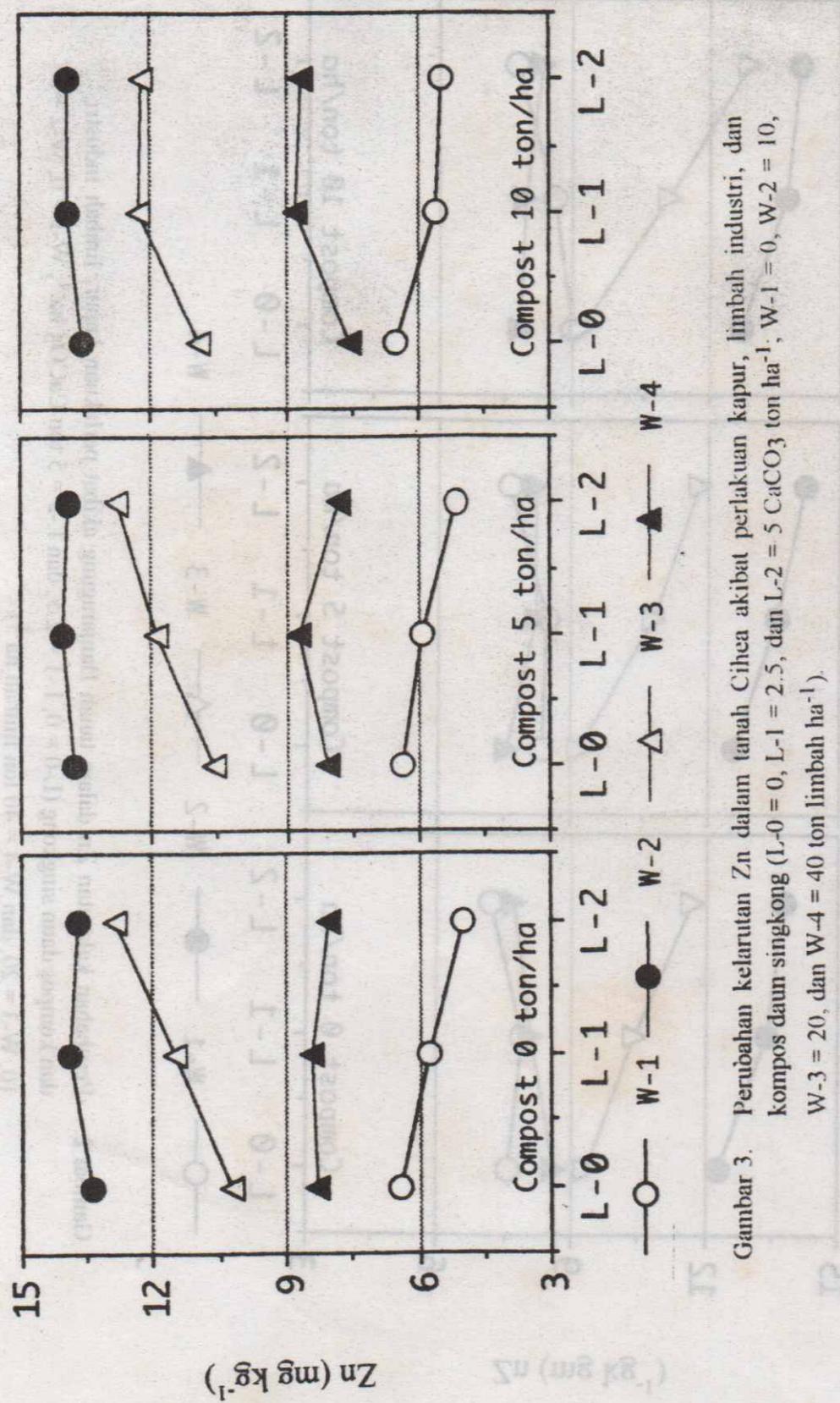
Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian jangka panjang (1995-1999) yang dilaksanakan dengan biaya dari Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi melalui Program Hibah Bersaing IV Tahun ke-3 (TA 1997/1998). Atas dukungan biaya tersebut disampaikan terimakasih sebesarnya. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Kepala Kantor Pengkajian Perkotaan dan Lingkungan (KPPL) DKI Jakarta, yang telah sangat mem-



Gambar 1. Perubahan kelarutan Zn dalam tanah Gedongmeneng akibat perlakuan kapur, limbah industri, dan kompos daun singkong ($L-0 = 0$, $L-1 = 2.5$, dan $L-2 = 5$ ton $\text{CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$; $W-1 = 0$, $W-2 = 10$, $W-3 = 20$, dan $W-4 = 40$ ton limbah ha^{-1}).



Gambar 2. Perubahan kalarutan Zn dalam tanah Banjaragung akibat perlakuan kapur, limbah industri, dan kompos daun singkong (L-0 = 0, L-1 = 2.5, dan L-2 = 5 ton CaCO₃ ha⁻¹, W-1 = 0, W-2 = 10, W-3 = 20, dan W-4 = 40 ton limbah ha⁻¹).



Gambar 3. Perubahan kelarutan Zn dalam tanah Cihea akibat perlakuan kapur, limbah industri, dan kompos daun singkong ($L-0 = 0$, $L-1 = 2.5$, dan $L-2 = 5$ CaCO_3 ton ha^{-1} ; $W-1 = 0$, $W-2 = 10$, $W-3 = 20$, dan $W-4 = 40$ ton limbah ha^{-1})

bantu dalam menyediakan limbah industri untuk penelitian ini, dan juga kepada Sdr. Rusdianto, Sunarto, dan Sri Widodo yang telah melakukan sebagian dari pekerjaan laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B.J. 1990. Soil Processes and the behaviour of metals. Hlm.7-28. *Dalam B.J. Alloway (ed.). Heavy Metals in Soils.* Blackie, London.
- 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
- Helling, S.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.
- 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.
- McCalla, T.M., J.R. Peterson, dan C. Lue-Hing. 1986. Properties of agricultural and municipal wastes. Hlm. 11-43. *Dalam L.F. Elliott dan F.J. Stevenson. Soils for Management of Organic Wastes and Waste Waters.* SSSA, Inc., Madison.
- 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.
- 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.
- 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.
- Salam, A.K., S. Djuniwati, dan Sarno. 1997a. Lowering heavy metal solubilities in tropical soils by lime and cassava-leaf compost additions. *Proc. Environ. Technol. Manag. Sem.*, (*Dalam Percetakan*).
- Salam, A.K., C. Marintias, Rusdianto, Sunarto, S. Djuniwati, H. Novpriansyah, dan J.T. Harahap. 1997b. 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, S. Widodo, dan J.T. Harahap. 1997c. Penurunan kelarutan tembaga asal limbah industri di dalam tanah tropika akibat perlakuan kapur dan kompos daun singkong. *Sem. Hasil Penelitian dan Dis. Doktor Univ. Lampung* (*Dalam Pencetakan*).
- Udo, E.J., H.L. Bohn, dan T.C. Tucker. 1970. Zinc adsorption by calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 34:405-407.