

# PERUBAHAN FRAKSI LABIL SENG ASAL LIMBAH INDUSTRI DALAM BEBERAPA JENIS TANAH TROPIKA AKIBAT PERLAKUAN KAPUR DAN KOMPOS DAUN SINGKONG

Abdul Kadir Salam<sup>1</sup>, Catri Marintias<sup>2</sup>, Sri Djuniwati<sup>1</sup>, dan J. Tagor Harahap<sup>3</sup>

## ABSTRACT

**Changes in Soil Labile Zinc of Industrial Waste Origin in Several Tropical Soils Treated with Lime and Cassava-Leaf Compost (A.K. Salam, C. Marintias, S. Djuniwati, and J.T. Harahap):** Changes in soil labile Zn of industrial waste origin were evaluated in tropical soils treated with lime and/or cassava-leaf compost. Soil samples from Banjaragung and Gedongmeneng (Lampung) and Cihea (Cianjur, West Java) were used as models. Soil samples were incubated for 4 weeks at 40% (v/w) moisture content and room temperature after treatments with metal-spoon industrial waste at 0-40 ton ha<sup>-1</sup> and/or lime at 0 or 5 ton ha<sup>-1</sup> and/or cassava-leaf compost at 0 or 5 ton ha<sup>-1</sup>. Unlike the soluble Zn, the exchangeable Zn and water-Zn of industrial waste origin decreased with lime treatment and was not greatly affected by cassava-leaf compost treatments. In average, addition of lime at 5 ton ha<sup>-1</sup> decreased soil exchangeable Zn and water-Zn by 87.2 % and 57.3 %, respectively.

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

## PENDAHULUAN

Fraksi labil logam berat adalah bagian dari logam berat di dalam tanah yang larut atau diikat secara lemah oleh padatan tanah dan karenanya lebih mudah diserap oleh tanaman. Karena logam berat merupakan unsur yang berbahaya bagi kesehatan hewan dan manusia (Alloway, 1990a; Baker, 1990; Bohn dkk., 1985; Lagerwerff, 1972), ukuran fraksi logam berat di dalam tanah perlu dikelola secara bijak agar serapannya oleh akar tanaman dapat dibatasi dan dampaknya terhadap kesehatan hewan dan manusia dapat dikurangi. Usaha ini memerlukan pengembangan pengetahuan dan teknik untuk mengurangi dan mempertahankan ukuran fraksi logam berat pada tingkat rendah.

Penurunan kandungan fraksi labil logam berat di dalam tanah telah dilaporkan dapat

dilakukan dengan meningkatkan kapasitas jerap tanah terhadap logam berat melalui pengapuran dan/atau penambahan bahan organik (Salam dkk., 1997a; Salam dkk., 1997b; Alloway, 1990b). Peningkatan kapasitas jerap tanah terhadap logam berat dapat mengubah distribusi logam berat dalam berbagai fraksi di dalam tanah; di dalam air tanah menurun karena sebagian dijerap oleh muatan negatif padatan tanah dan logam berat yang terikat secara lemah akan bergeser ke ikatan yang lebih kuat. Salam dkk. (1997b) telah menunjukkan sebelumnya bahwa penambahan kapur dapat menurunkan Cu-larut (Cu-DTPA), Cu-dd, dan Cu-air, diduga karena berkembangnya jumlah muatan negatif akibat dehidrogenisasi berbagai gugus berhidrogen di dalam tanah dengan meningkatnya pH tanah. Beberapa peneliti lain juga telah melaporkan

<sup>1</sup> Staf pengajar dan <sup>2</sup> alumnus Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung Bandar Lampung 35145 email salam@maiser.unila.ac.id; <sup>3</sup> Staf peneliti Kantor Pengkajian Perkotaan dan Lingkungan (KP2L) DKI Jakarta

*J. Tanah Trop.*, 7:51-57



Salam, A.K., dkk.

bahwa bahan organik dapat menurunkan Cu-larut di dalam tanah sebagai akibat dari berbagai gugus fungsional yang dimiliki oleh bahan tersebut (Parfitt dkk., 1995; Rodella dkk., 1995; Alloway, 1990b; McGrath dkk., 1998; Helling dkk., 1964).

Informasi tentang cara mengelola fraksi labil logam berat di dalam tanah sangat diperlukan untuk mengurangi dampak negatif logam berat asal limbah industri. Namun demikian, informasi demikian tidak banyak ditemui, khususnya untuk tanah tropika di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan fraksi labil Zn asal limbah industri sendok-logam di dalam beberapa jenis tanah tropika akibat penambahan kapur dan/atau kompos bahan organik.

#### BAHAN DAN METODE

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

Tata langkah percobaan telah dilaporkan sebelumnya oleh 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  $\text{CaCO}_3$  diberikan pada takaran (dalam  $\text{ton ha}^{-1}$ ): 0 (L-0) dan 5 (L-1); kompos daun singkong dalam bentuk serbuk dengan 2 takaran (dalam  $\text{ton ha}^{-1}$ ): 0 (C-0) dan 5 (C-1); dan limbah industri sendok-logam dalam bentuk serbuk dengan 3 takaran (dalam  $\text{ton ha}^{-1}$ ): 0 (W-1), 20 (W-2), dan 40 (W-3). 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  $\text{mg kg}^{-1}$ , kandungan Zn 44.5  $\text{mg kg}^{-1}$ , dan tekstur liat. Seluruh perlakuan diulang 3 kali.

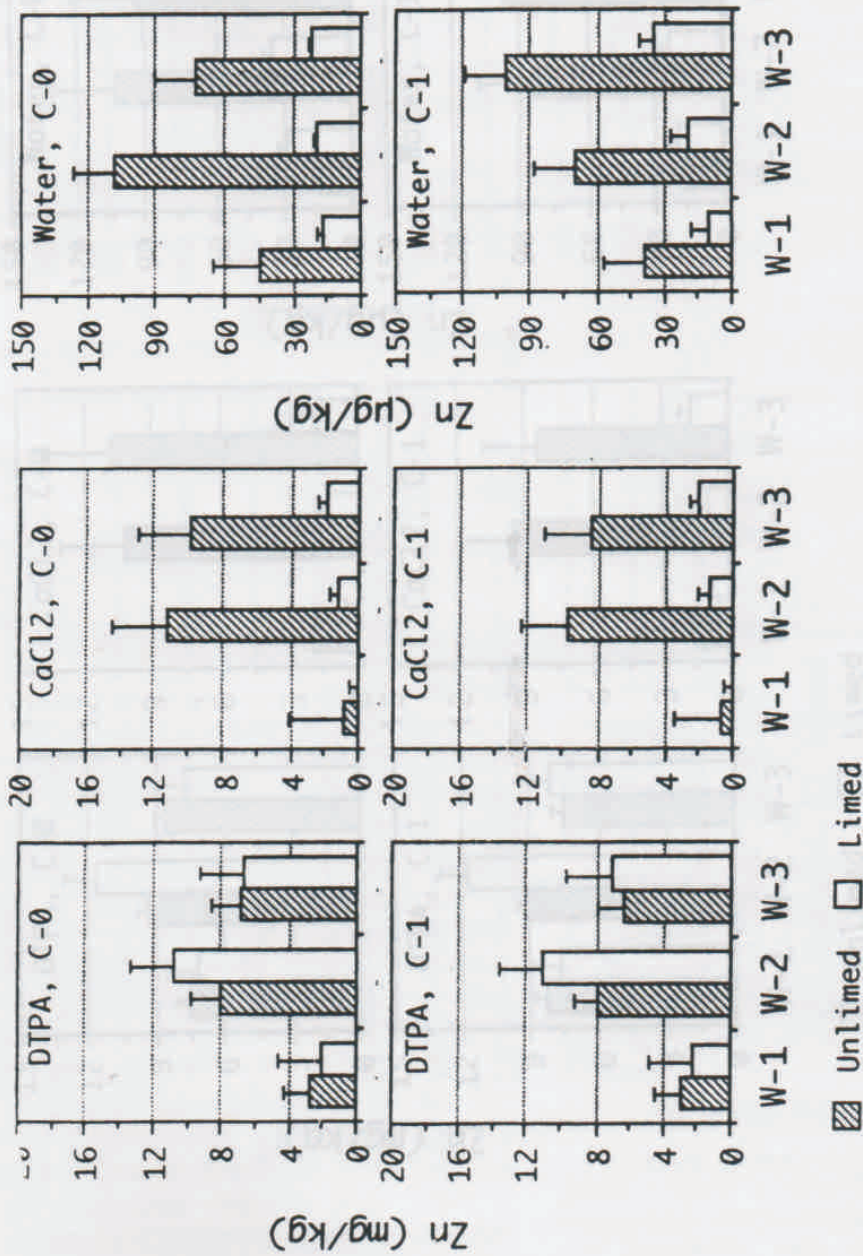
Contoh tanah dan bahan perlakuan dicampur rata, kemudian diinkubasikan dalam kantong plastik pada kadar air 40% dalam temperatur ruang selama 4 minggu. Seng tersedia, Zn dapat dipertukarkan (Zn-dd), Zn-larut, dan pH tanah ditentukan setelah masa inkubasi selesai. Ketersediaan Zn ditentukan dengan metode DTPA (Baker dan Amacher, 1982); Zn-dd dengan 2 N  $\text{CaCl}_2$ , Zn-larut dengan air suling, dan pH tanah dengan elektrode pH. Zn-DTPA ditetapkan dengan *flame* AAS; sedangkan Zn-dd dan Zn-larut dengan *graphite furnace* AAS karena konsentrasinya relatif rendah.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

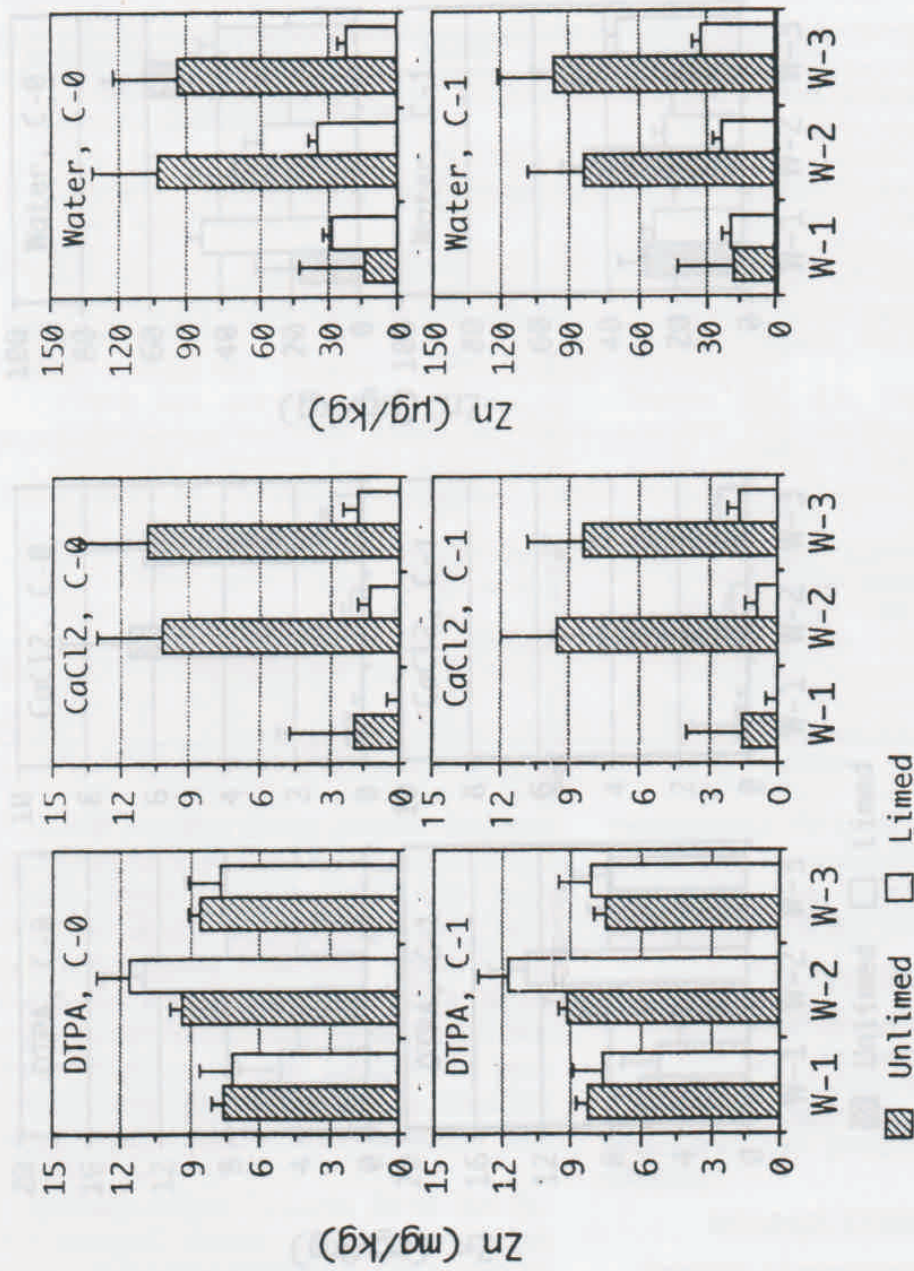
Seperti telah diutarakan sebelumnya oleh Salam dkk. (1998), penambahan limbah industri meningkatkan kelarutan Zn di dalam tanah; kelarutan Zn pada penambahan limbah industri dengan takaran 40  $\text{ton ha}^{-1}$  lebih rendah daripada dengan takaran 20  $\text{ton ha}^{-1}$ . Selain itu penambahan kapur justru meningkatkan kelarutan Zn dan penambahan kompos daun singkong tidak berpengaruh terhadap kelarutan Zn. Fenomena ini kembali digambarkan pada Gambar 1, 2, dan 3 (masing-masing untuk tanah Gedongmeneng, Banjaragung, dan Cihea) bersama-sama dengan perubahan Zn dapat dipertukarkan (Zn-dd) dan Zn-air untuk tujuan perbandingan.

Pada Gambar 1,2 dan 3 tersebut di atas terlihat bahwa konsentrasi Zn-dd secara umum lebih tinggi daripada Zn-Larut (Zn-DTPA) sedangkan Zn-Larut dan Zn-dd 2 order lebih tinggi daripada Zn-Air. Seng-Larut dan Zn-dd berkorelasi positif. Kedua fraksi labil Zn ini secara umum juga berkorelasi positif dengan Zn-Air, yang secara teoritik disangga oleh kedua fraksi labil tersebut.



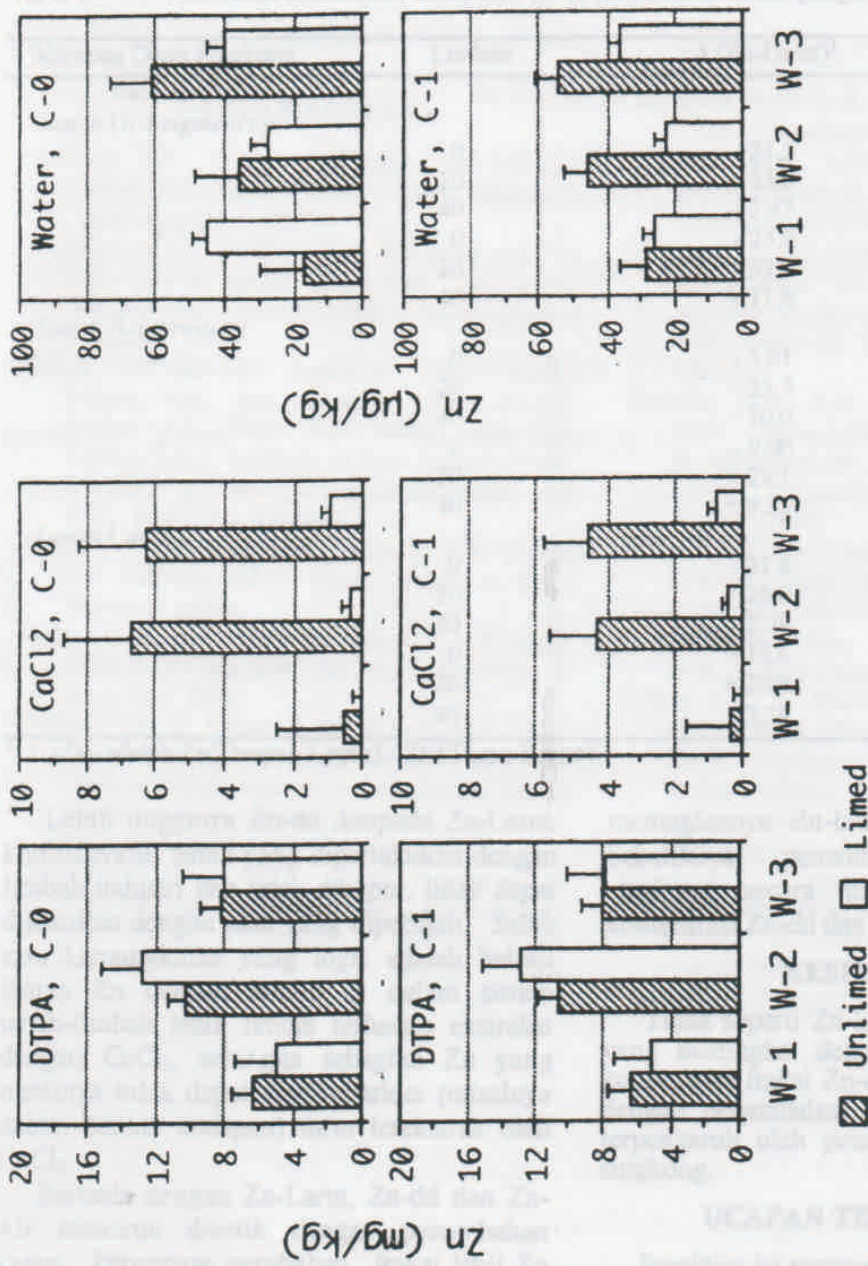


Gambar 1. Perubahan fraksi labil Zn asal limbah industri dalam tanah Gedongmeneng akibat perlakuan kapur dan/atau kompos daun singkong (W=Limbah Industri: W-1=0, W-2=20, dan W-3=40 ton ha<sup>-1</sup>; C=Kompos Daun Singkong: C-0=0 dan C-1=5 ton ha<sup>-1</sup>).



Gambar 2. Perubahan fraksi labil Zn asal limbah industri dalam tanah Banjaragung akibat perlakuan kapur dan/atau kompos daun singkong (W=Limbah Industri: W-1=0, W-2=20, dan W-3=40 ton ha<sup>-1</sup>; C=Kompos Daun Singkong: C-0=0 dan C-1=5 ton ha<sup>-1</sup>).





Gambar 3. Perubahan fraksi labil Zn asal limbah industri dalam tanah Ciheba akibat perlakuan kapur dan/atau kompos daun singkong (W=Limbah Industri: W-1=0, W-2=20, dan W-3=40 ton ha<sup>-1</sup>; C=Kompos Daun Singkong: C-0=0 dan C-1=5 ton ha<sup>-1</sup>).

Tabel 1 Perubahan konsentrasi fraksi labil Zn di dalam tanah akibat pengapuran.

Kompos Daun Singkong ton ha <sup>-1</sup>	Limbah	$\Delta$ (Zn-Larut) <sup>1</sup> %	$\Delta$ (Zn-dd)
<b>Tanah Gedongmeneng</b>			
0	0	- 21,2	- 97,8
	20	+ 33,8	- 89,2
	40	- 2,47	- 80,7
5	0	- 23,9	- 98,5
	20	+ 39,2	- 85,1
	40	+ 11,6	- 75,8
<b>Tanah Banjaragung</b>			
0	0	- 5,01	- 100
	20	- 25,5	- 87,2
	40	- 10,0	- 82,8
5	0	- 9,00	- 98,7
	20	+ 29,1	- 90,1
	40	+ 9,32	- 79,4
<b>Tanah Cihea</b>			
0	0	- 21,8	- 100
	20	+ 26,0	- 94,6
	40	- 2,78	- 85,2
5	0	- 19,6	- 100
	20	+ 20,8	- 90,8
	40	- 3,24	- 81,8

<sup>1</sup>  $\Delta$  (Zn) adalah Zn(Dengan Kapur) - Zn (Tanpa Kapur)

Lebih tingginya Zn-dd daripada Zn-Larut, khususnya di tanah yang diperlakukan dengan limbah industri dan tidak dikapur, tidak dapat dijelaskan dengan data yang diperoleh. Salah satu kemungkinan yang logis adalah bahwa ikatan Zn dengan koloid di dalam sistem tanah-limbah lebih rentan terhadap ekstraksi dengan CaCl<sub>2</sub>, sehingga sebagian Zn yang mestinya tidak dapat dipertukarkan (misalnya dalam bentuk endapan) turut terekstrak oleh CaCl<sub>2</sub>.

Berbeda dengan Zn-Larut, Zn-dd dan Zn-Air menurun drastik dengan penambahan kapur. Persentase perubahan fraksi labil Zn akibat pengapuran disajikan pada Tabel 1. Fenomena menurunnya Zn-dd dan Zn-Air oleh pengapuran secara ajeg ditunjukkan oleh ketiga jenis tanah percobaan. Hal ini secara jelas disebabkan oleh pergeseran Zn-dd dan Zn-Air ke ikatan dengan energi lebih besar, yang hanya terekstrak oleh pengeksrak yang lebih kuat, sehingga mengakibatkan

meningkatnya Zn-Larut dengan pengapuran. Sebaliknya, penambahan kompos daun singkong secara umum tidak mengubah konsentrasi Zn-dd dan Zn-Air.

**KESIMPULAN**

Tidak seperti Zn-Larut (terekstrak DTPA), yang meningkat dengan penambahan kapur, konsentrasi fraksi Zn-dd dan Zn-Air menurun dengan penambahan kapur dan relatif tidak terpengaruh oleh penambahan kompos daun singkong.

**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



membantu dalam menyediakan limbah industri untuk penelitian ini.

### 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 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
- Baker, D.E. 1990. Copper. Hlm.151-176. *Dalam* B.J. Alloway (ed.). Heavy Metals in Soils. Blackie, London.
- Bohn, H.L., B.I. McNeal, dan G.A. O'Connor. 1985. Soil Chemistry. Ed. ke-2. John Wiley & Sons, New York.
- 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.
- Lagerwerff, J.V. 1972. 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.
- 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.
- 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, dan H. Novpriansyah. 1998. Perubahan kelarutan seng asal limbah industri di dalam tanah tropika akibat penambahan kapur dan kompos daun singkong. *J. Tanah Trop.* 6:111-117.