

## Ketersediaan Unsur Hara Makro dan Mikro pada Tanah Ultisol Sungkai Utara yang Diperlakukan Pupuk Berbahan Baku Limbah Industri Sendok Logam, Kapur dan Gambut

Hery Novpriansyah<sup>1</sup>, Dwi Cahyo Pramono<sup>2</sup>, dan Abdul Kadir Salam<sup>1</sup>

### ABSTRACT

**Macro and Micronutrient Availabilities in Ultisol from Sungkai Utara after Treatment with Metal-Spoon Industrial Waste, lime, and Peat Containing Fertilizer (H. Novpriansyah, D.C. Pramono, and A.K. Salam):** Metal spoon industrial waste as pollution source needs a proper management. One of the alternative is by converting to fertilizers. It is possible because industrial waste contains nutrients needed by plants. The use of industrial waste for fertilizers is by adding lime and/or peat. This research was to study the effect of several fertilizer formulas composed of metal-spoon industrial waste, lime, and peat on the availabilities of macro and micronutrients in Ultisol from Sungkai Utara Lampung. The results showed that the treatments (1) increased soil pH (2) increased exchangeable-K, available-Cu, available-Zn, and (3) decreased available-P, available-Fe, and available-Mn.

**Keywords:** Macro and Micro Nutrient, Metal Spoon Industrial Waste, Lime, Peat, Ultisol

### PENDAHULUAN

Limbah industri sendok logam adalah salah satu limbah industri yang dapat mencemari lingkungan bila tidak dikelola secara bijak. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan beberapa logam berat yang terdapat didalamnya. Menurut Salam (1996), kandungan logam berat Cu, Zn, Fe dan Mn dalam limbah industri sendok logam yang berasal dari PT Star Metal Ware Industry Jakarta, secara berurutan adalah sebagai berikut: 754, 44,4, 16,0, dan 2,50 mg kg<sup>-1</sup>. Kenyataan tersebut menunjukkan bahwa usaha untuk mengelola limbah industri diperlukan agar keberadaannya tidak mencemari tanah dan air, dan bahkan dapat bermanfaat bagi kehidupan manusia.

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan dalam penanganan limbah industri

berlogam berat tersebut adalah dengan memanfaatkannya menjadi bahan baku pupuk. Hal ini dimungkinkan karena berbagai unsur dan sebagian logam berat yang terdapat dalam limbah industri merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Kandungan P, K, dan Ca dalam limbah industri sendok logam, secara berurutan adalah 7,45, 394, dan 3938 mg kg<sup>-1</sup> (Salam, 2000). Namun, dalam pemanfaatannya perlu diperhatikan konsentrasi logam berat yang dibutuhkan oleh tanaman, sebab pemberian unsur hara mikro yang berlebihan akan meracuni tanaman. Oleh karena itu perlu upaya untuk menurunkan kelarutan logam berat dalam tanah akibat penambahan limbah industri.

Teknologi yang dapat digunakan untuk menurunkan kelarutan logam berat di dalam tanah adalah dengan pemberian kapur dan/atau bahan organik. Kapur secara tidak

<sup>1</sup> Staf Pengajar dan <sup>2</sup>alumnus Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Prof Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145; Makalah diterima redaksi tanggal 23-04-2001



*Novpriansyah, H. dkk.: Ketersediaan Unsur Hara Makro dan Mikro pada Tanah Ultisol*

langsung dapat meningkatkan daya jerap padatan tanah terhadap logam berat melalui peningkatan proses dehidrogenasi gugus fungsional pada padatan tanah, sehingga tingkat kelarutan logam berat di dalam tanah menurun (Salam dkk., 1997; Helling dkk., 1964). Demikian juga bahan organik, yang merupakan kumpulan senyawa yang mengandung berbagai gugus fungsional, bila dalam keadaan terdehidrogenasi dapat meningkatkan daya jerap tanah terhadap logam berat (Parfitt dkk., 1995; Alloway, 1990). Hal ini sangat menguntungkan, karena pembentukan kompleks logam-bahan organik dapat mengurangi ketersediaan logam berat yang terlalu tinggi di dalam tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh berbagai formulasi pupuk berbahan baku limbah industri sendok

logam, kapur, dan gambut terhadap perubahan ketersediaan unsur hara makro (P, K, dan Ca) dan unsure hara mikro (Fe, Mn, Zn dan Cu) di dalam tanah Ultisols Sungkai Utara.

#### BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Contoh tanah Ultisols yang digunakan berasal dari Sungkai Utara, Kabupaten Lampung Utara, Lampung, limbah industri sendok logam berasal dari PT Star Metal Ware Industry, Jakarta, dan gambut (hemist) berasal dari daerah Rawa Sragi. Beberapa sifat kimia dan fisika tanah percobaan, limbah industri, dan gambut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa sifat kimia dan fisika tanah percobaan, limbah industri, dan gambut.

Sifat	Ultisols	Limbah Industri	Gambut
KTK (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	2,10	-	-
pH H <sub>2</sub> O	4,00	7,30	3,33
C-organik (%)	1,46	0,05	-
N-Total (%)	0,13	-	-
Nisbah C/N	11,2	-	-
P-tersedia (mg kg <sup>-1</sup> )	43,7	7,45	225
K-dd (mg kg <sup>-1</sup> )	30,5	394	8,08
Ca-dd (mg kg <sup>-1</sup> )	35,6	3938	0,29
Fe-tersedia (mg kg <sup>-1</sup> )	38,4	16,0	10,3
Mn-tersedia (mg kg <sup>-1</sup> )	25,7	2,50	0,08
Zn-tersedia (mg kg <sup>-1</sup> )	1,03	44,5	-
Cu-tersedia (mg kg <sup>-1</sup> )	7,30	754	0,001
Tekstur:		liat	
- Fraksi Pasir (%)	59,6		
- Fraksi Debu (%)	12,8		
- Fraksi Liat (%)	27,6		



Penelitian ini disusun secara faktorial dengan dua ulangan. Faktor pertama adalah 9 buah formulasi limbah industri, kapur dan gambut (Tabel 2). Faktor kedua adalah takaran dari formulasi yang terdiri dari 3 taraf, yaitu 0 (D<sub>1</sub>), 10 (D<sub>2</sub>), dan 20 ton ha<sup>-1</sup> (D<sub>3</sub>). Formulasi dibuat dengan mengaduk rata limbah insdustri, kapur dan gambut.

Sebanyak 200 g contoh tanah ditebar rata di atas lembaran plastik dan dicampur rata dengan setiap formulasi (limbah industri, kapur, dan gambut) sesuai dengan takaran perlakuan. Campuran tanah dan formulasi kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik. Air suling ditambahkan pada campuran tersebut sampai keadaan kapasitas lapang. Kantong plastik kemudian ditutup dan seluruh satuan percobaan diinkubasi selama satu bulan pada temperatur ruang. Setelah masa inkubasi selesai, tanah dikeluarkan dari kantong plastik dan dianalisis.

Peubah utama yang diamati adalah pH tanah (pH H<sub>2</sub>O 1:2,5) dengan pH-meter, P-tersebut dengan menggunakan metode Bray-1, K-dd dan Ca-dd dengan pengekstrak 1 N NH<sub>4</sub>OAc pH 7, serta ketersediaan logam berat (Fe, Mn, Cu, Zn) dengan metode DTPA

(Baker and Amacher, 1982) menggunakan AAS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Reaksi Tanah

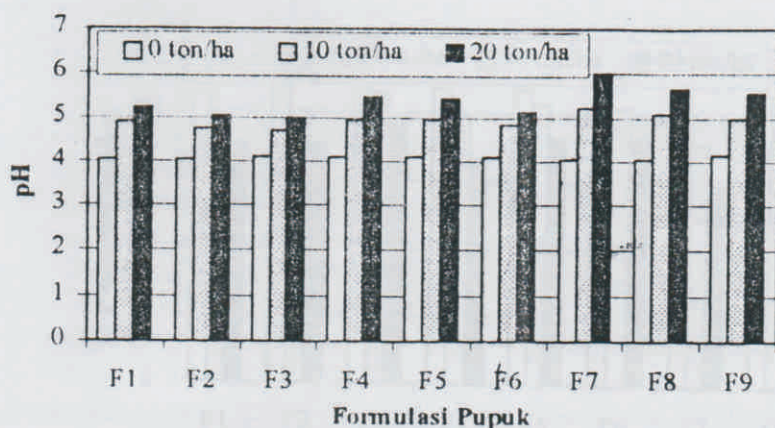
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian berbagai formulasi pupuk berbahan baku limbah industri, kapur, dan gambut meningkatkan pH tanah (Gambar 1). Peningkatan tertinggi terjadi pada F7 pada takaran 20 ton ha<sup>-1</sup>, sedangkan peningkatan terendah terjadi pada F1 pada dosis 10 ton ha<sup>-1</sup>. Meningkatnya pH tanah ini disebabkan oleh kapur yang mampu menetralisasi ion H dan Al (sumber keasaman tanah) membentuk H<sub>2</sub>O dan endapan Al(OH)<sub>3</sub> yang sukar larut. Semakin tinggi takaran kapur dalam formulasi pupuk maka pH juga semakin tinggi. Peningkatan pH juga dapat terjadi karena tingginya pH limbah industri akibat kandungan Ca-dd yang tinggi pula. Gambar 1 juga memperlihatkan bahwa terjadi penurunan pH tanah seiring dengan meningkatnya komponen gambut pada fomulasi pupuk yang ditambahkan. Hal ini dapat dimengerti karena gambut mempunyai pH sangat rendah (pH 3,33), sehingga bersifat sangat asam dan mengandung ion H<sup>+</sup> yang tinggi.

Tabel 2. Formulasi pupuk berbahan baku limbah industri, kapur, dan gambut.

Formulasi	Limbah Industri (g)	Gambut (%)*	Kapur CaCO <sub>3</sub> (%)*
F1	200	0	0
F2	200	25	0
F3	200	50	0
F4	200	0	12,5
F5	200	25	12,5
F6	200	50	12,5
F7	200	0	25
F8	200	25	25
F9	200	50	25

Keterangan: \*dari berat kering limbah industri





Gambar 1. Pengaruh formulasi pupuk berbahan baku limbah industri sendok logam, kapur, dan gambut terhadap pH tanah.

### Ketersediaan Hara Makro

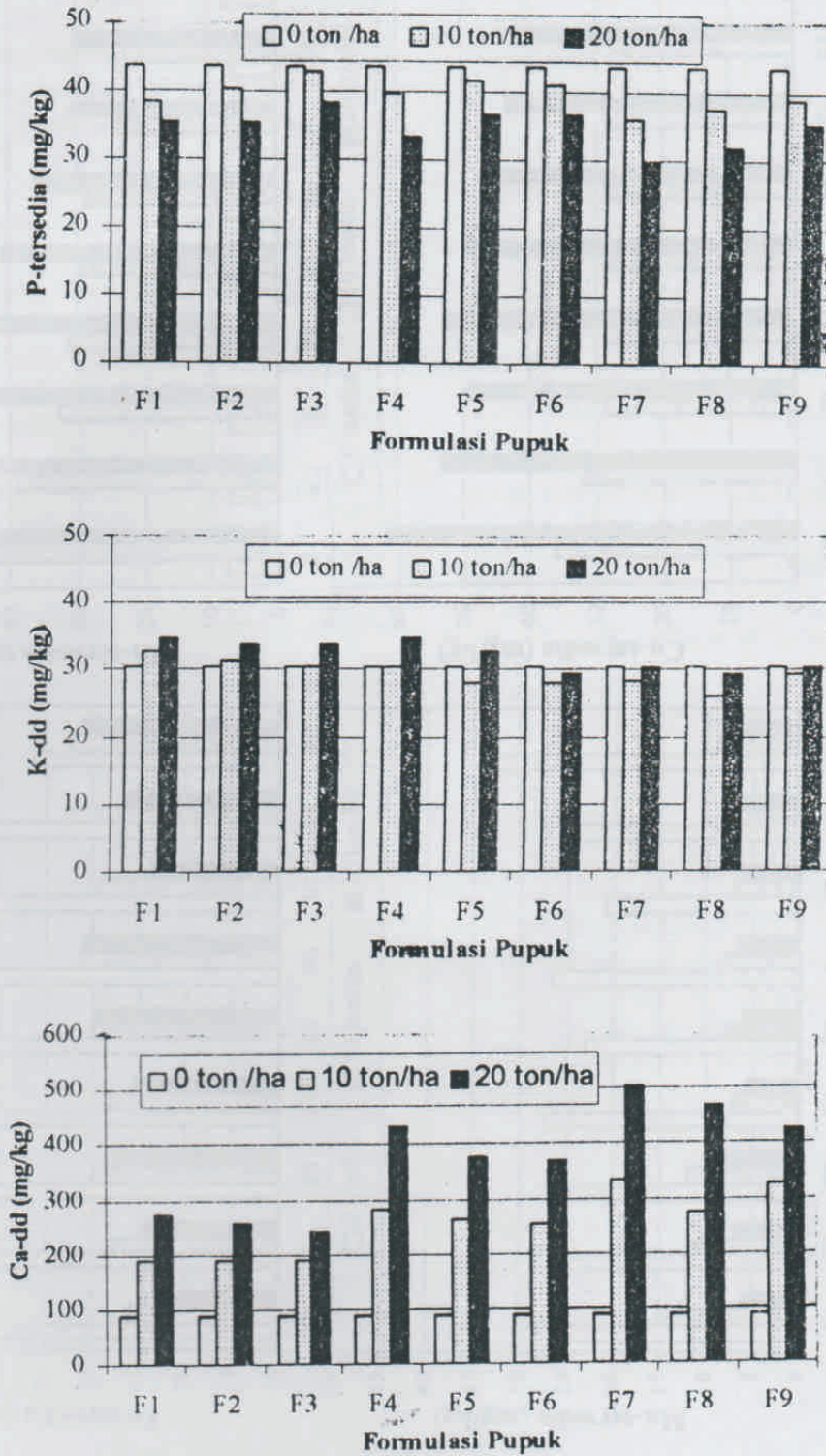
Pengaruh berbagai formulasi pupuk terhadap P-tersedia, K-dd dan Ca-dd disajikan pada Gambar 2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian berbagai formulasi pupuk menyebabkan penurunan P-tersedia tanah. Penurunan tertinggi terjadi pada F7 (takaran 20 ton ha<sup>-1</sup>) dan penurunan terendah terjadi pada F3 (takaran 10 ton ha<sup>-1</sup>). Penurunan P-tersedia tanah diduga disebabkan oleh tingginya kandungan Fe dan Ca pada formulasi pupuk yang berasal dari limbah industri, sehingga terjadi reaksi pengikatan P oleh Fe dan Ca membentuk senyawa fosfat yang sukar larut dan tidak tersedia di dalam tanah. Gambar 2 juga memperlihatkan bahwa P-tersedia akan meningkat dengan semakin meningkatnya jumlah gambut dalam pupuk. Hal ini dikarenakan anion organik dari gambut mempunyai kemampuan mengikat ion Al, Fe, dan Ca dari dalam tanah.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa pemberian berbagai formulasi pupuk menyebabkan terjadinya peningkatan K-dd

dan Ca-dd. Peningkatan K-dd tertinggi terjadi pada F4 (takaran 20 ton ha<sup>-1</sup>) dan peningkatan terendah terjadi pada F2 (takaran 20 ton ha<sup>-1</sup>). Peningkatan Ca-dd tertinggi terjadi pada F7 (takaran 20 ton ha<sup>-1</sup>) dan peningkatan terendah terjadi pada F1 (takaran 10 ton ha<sup>-1</sup>). Meningkatnya K-dd dan Ca-dd dalam tanah disebabkan adanya sumbangan K-dd dan Ca-dd dari komponen limbah industri dan khusus untuk Ca-dd juga karena adanya sumbangan Ca dari kapur yang diberikan dalam formulasi pupuk.

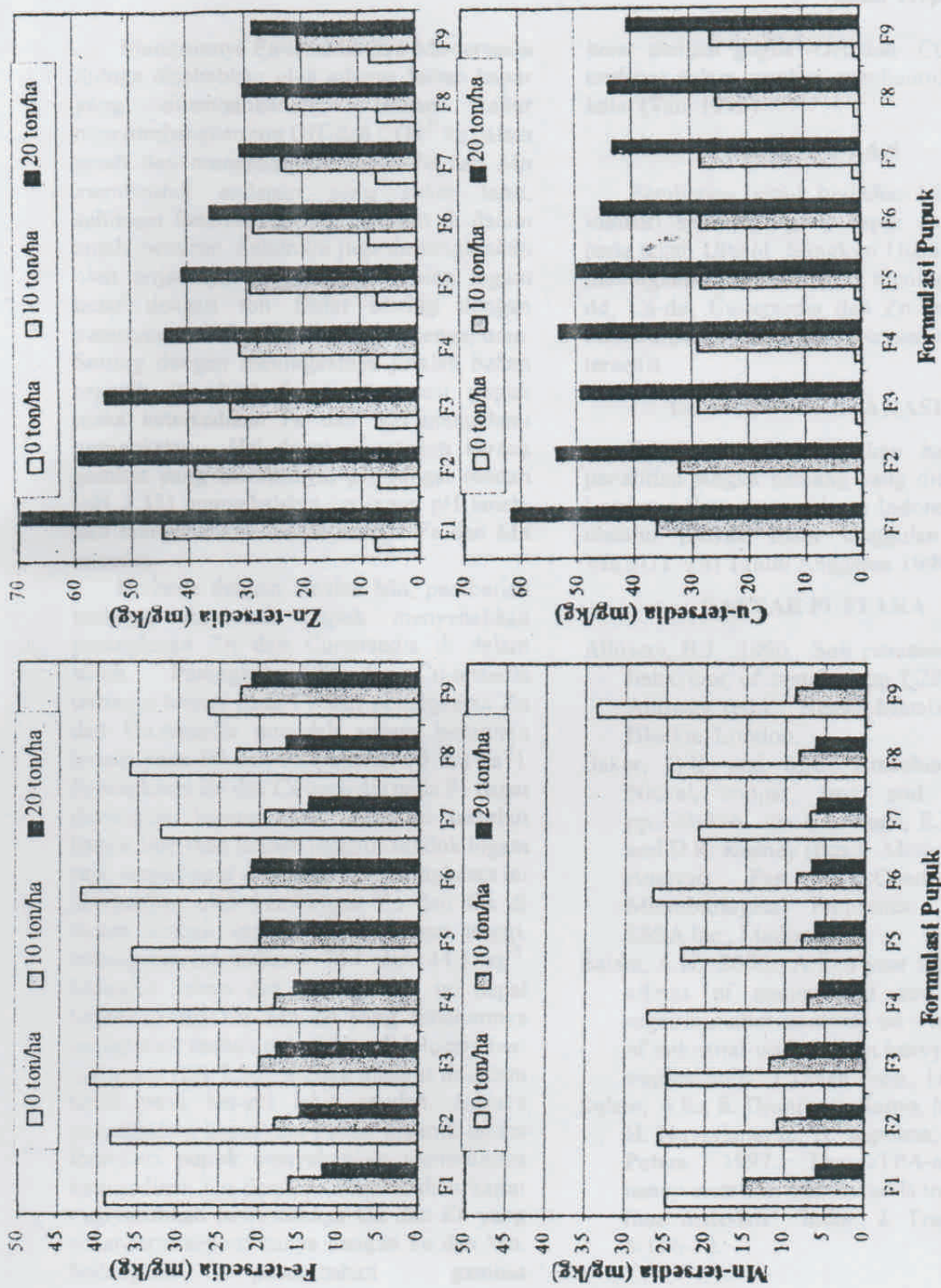
### Ketersediaan Hara Mikro.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian formulasi pupuk menyebabkan menurunnya Fe-tersedia dan Mn-tersedia, dan sebaliknya meningkatkan Cu-tersedia dan Zn-tersedia dalam tanah (Gambar 3). Penurunan Fe dan Mn tersedia tertinggi secara berurutan terjadi pada F1 dan F9 dan penurunan terendah secara berurutan terjadi pada F7 dan F1.



Gambar 2. Pengaruh formulasi pupuk berbabahn baku limbah industri sendok logam, kapur, dan gambut terhadap P-tersedia, K-dd, dan Ca-dd.





Gambar 3. Pengaruh formulasi pupuk berbahan baku limbah industri sendok logam, kapur, dan gambut terhadap Fe-tersedia, Mn-tersedia, Zn-tersedia dan Cu-tersedia



Menurunnya Fe-tersedia dan Mn-tersedia diduga disebabkan oleh adanya bahan kapur yang ditambahkan. Bahan kapur menyumbangkan ion  $\text{OH}^-$  dan  $\text{CO}_3^{2-}$  ke dalam tanah dan menyebabkan unsur Fe dan Mn membentuk endapan yang sukar larut, sehingga ketersediaan Fe dan Mn di dalam tanah menurun. Selain itu juga dimungkinkan oleh terjadinya pengendapan kation logam berat dengan ion fosfat seiring dengan penurunan P-tersedia akibat pengapuran. Seiring dengan meningkatnya jumlah bahan organik (gambut) dalam formulasi pupuk maka ketersediaan Fe dan Mn mengalami peningkatan. Hal dapat dimengerti karena gambut yang mempunyai pH sangat rendah (pH 3,33) menyebabkan turunnya pH tanah, dan menyebabkan meningkatnya Fe dan Mn tersedia.

Berbeda dengan Fe dan Mn, pemberian berbagai formulasi pupuk menyebabkan peningkatan Zn dan Cu-tersedia di dalam tanah. Peningkatan Zn dan Cu-tersedia tertinggi terjadi pada F1 dan peningkatan Zn dan Cu-tersedia terendah secara berurutan terjadi pada F9 dan F8 (takaran  $10 \text{ ton ha}^{-1}$ ). Peningkatan Zn dan Cu-tersedia pada F1 dapat dimengerti karena pada formulasi tersebut hanya diberikan limbah industri sendok logam saja, tanpa kapur dan gambut. Peningkatan ini disebabkan oleh kandungan Zn dan Cu di dalam limbah industri yang sangat tinggi, masing-masing sebesar  $754$  dan  $44,5 \text{ kg}^{-1}$ . Menurut Salam dkk. (1999), hal ini dapat terjadi karena Cu dan Zn yang sebelumnya terikat oleh limbah industri sendok logam ber-pH tinggi (pH 7,30), diduga melarut di dalam tanah yang ber-pH lebih rendah. Adanya penambahan kapur dan bahan organik dalam formulasi pupuk menyebabkan menurunnya ketersediaan Cu dan Zn. Penambahan kapur menyebabkan terbentuknya Cu dan Zn yang sukar larut seperti hanya dengan Fe dan Mn. Sedangkan penambahan gambut mengakibatkan terjadinya ikatan antara logam

berat dengan gugus  $-\text{OH}$  dan  $-\text{COOH}$  yang terdapat dalam gambut membentuk senyawa kelat (Tan, 1993).

### KESIMPULAN

Pemberian pupuk berbahan baku limbah industri sendok logam, kapur dan gambut pada tanah Ultisol Sungksai Utara dapat: (1) meningkatkan pH tanah, (2) meningkatkan K-dd, Ca-dd, Cu-tersedia dan Zn-tersedia, (3) menurunkan P-tersedia, Fe-tersedia dan Mn-tersedia.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian jangka panjang yang didanai oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) melalui proyek Riset Unggulan Terpadu VII(RUT VII) Tahun Anggaran 1999/2000.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B.J. 1990. Soil processes and the behaviour of metals. pp.7-28. In B.J. Alloway (ed.). Heavy Metals in Soils. Blackie, London.
- Baker, D.E. and M.C. Amacher. 1982. Nickel, copper, zinc, and cadmium. pp.323-336. In A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (Eds.). Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties. 2<sup>nd</sup> ed. SSSA Inc., Madison.
- Salam, A.K. 2000. A four year study on the effects of manipulated soil pH and organic matter contents on availabilities of industrial-waste-origin heavy-metals in tropical soils. *J Tanah Trop.*, 11: 31-46.
- Salam, A.K., S. Djuniwati, Sarno, N. Sriyani, H. Novpriansyah, A. Septiana, and H.D. Putera. 1997. The DTPA-extractable heavy metals in tropical soils treated with lime materials. *Indon. J. Trop. Agric.*, 8(1):6-12.

*Novpriansyah, H. dkk.: Ketersediaan Unsur Hara Makro dan Mikro pada Tanah Ultisol*

- Salam, A.K., S. Djuniwati, S. Widodo, dan J.T. Harahap. 1999. Penurunan kelarutan tembaga asal limbah industri di dalam tanah tropika akibat penambahan kapur dan kompos daun singkong. *J. Tanah Trop.*, 8:161-167.
- Helling, C.S., C. Chesters, and 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.
- Parfitt, R.L., D.J. Giltrap, and 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.
- Tan, K.H. 1993. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Dekker, Inc. New York.