

Pengaruh Pemberian Zn dan P terhadap Pertumbuhan Bibit Jeruk Varietas *Japanese citroen* pada Tanah Inseptisol

Juliati, S.

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl Raya Solok-Aripan Km. 8, Solok 27301
Naskah diterima tanggal 15 Januari 2008 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 25 Mei 2008

ABSTRAK. Tujuan penelitian untuk mempelajari status dan ketersediaan Zn dan P dengan teknologi isotop dan mengetahui pengaruh pemberian Zn dan P terhadap pertumbuhan tanaman jeruk fase bibit. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Institut Pertanian Bogor, menggunakan tanah Inseptisol dari Pasir Pangaraian, Riau. Perlakuan yang diberikan adalah kombinasi pemberian Zn (0, 10, 20, 30, dan 40 ppm) dan P (0, 0,5, 1, dan 1,5 x serapan maksimum P), dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Zn dan P secara nyata meningkatkan serapan Zn dan P. Sebaliknya, pemberian Zn dan P tidak memberikan pengaruh terhadap berat tanaman dan diameter batang. Serapan Zn total dan serapan P tanaman berkorelasi positif dengan berat kering tanaman, berturut-turut ($r = 0,470^{**}$) dan ($r = 0,836^{**}$). Sementara serapan P berkorelasi negatif dengan serapan Zn dari pupuk ($r = -0,042$) dan efisiensi serapan Zn pupuk ($r = -0,012$). Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa unsur Zn dan P mempunyai hubungan antagonis, untuk itu pada saat pemberian pupuk P harus juga mempertimbangkan ketersediaan unsur Zn. Penelitian ini juga mengindikasikan pentingnya unsur Zn pada tanaman jeruk fase bibit di samping unsur P, dalam meningkatkan berat kering tanaman.

Katakunci: *Japanese citroen*; Bibit; Inseptisol; Pemupukan Zn; Pemupukan P; Pertumbuhan.

ABSTRACT. **Juliati, S. 2008. The Effect of Zn and P on the Growth of *Japanese citroen* (JC) Seedling in Inceptisol Soil.** The objective of the research was to study the status and the availability of Zn and P using isotop technology, and to know the effect of Zn and P application on the growth of JC seedling. The research was conducted at the Department of Soil Science, Bogor Agriculture University using Inceptisol soil from Pasir Pangaraian, Riau. The treatments were combination of Zn (0, 10, 20, 30, and 40 ppm) and P (0, 0.5, 1.0, and 1.5 x max sorption of P), with 3 replications. The results showed that the treatment significantly increased Zn and P uptake. On the contrary, the application of Zn and P did not show any significant effect on plant height and trunk diameter. Positive correlations were recorded between Zn uptake and total dry matter ($r = 0.470^{**}$) as well as between P uptake and total dry matter ($r = 0.836^{**}$). While P uptake had a negative correlation to Zn uptake ($r = -0.042$) and the efficiency of Zn uptake ($r = -0.012$). The results of this study described that Zn and P have an antagonistic correlation, so when applying P, the availability of Zn should be considered. The study also indicated that Zn was very important micronutrient besides P in increasing plant dry matter.

Keywords: *Japanese citroen*; Seedling; Inceptisol; Zn fertilizer; P fertilizer; Growth.

Penerapan teknologi pertanian melalui program intensifikasi yang semakin meningkat memerlukan penerapan teknik budidaya pertanian yang tepat dan lengkap. Penerapan teknik budidaya terutama pemupukan, hingga saat ini masih memerlukan perhatian karena adanya peningkatan mutu intensifikasi, belum mampu mencapai tingkat produksi yang ditargetkan, bahkan untuk komoditas pangan, sejak tahun 1985 terjadi gejala penurunan kenaikan produksi atau *levelling off*, yang merupakan petunjuk adanya penurunan efisiensi pupuk (Adiningsih *et al.* 1993). Hal ini terjadi karena (1) belum ada rekomendasi pemupukan yang benar-benar sesuai untuk spesifik lokasi, (2) masih banyak petani

yang belum melakukan teknik pemupukan sesuai anjuran, dan (3) ada gejala kekahatan unsur hara mikro yang secara umum jarang diaplikasikan dan kurang mendapat perhatian.

Faktor-faktor yang mempercepat berkurangnya unsur mikro dalam tanah adalah peningkatan hasil panen, kehilangan unsur mikro karena pencucian, pengapuram, dan meningkatnya kemurnian pupuk buatan (Friensen *et al.* 1980). Akibatnya produksi tanaman menjadi menurun seiring dengan waktu. Timbulnya gejala kekahatan hara mikro khususnya Zn, disebabkan karena penggunaan bibit unggul berdaya hasil tinggi disertai pemupukan berat. Bahkan kekahatan Zn juga terjadi pada tanah alkali ber-pH tinggi, tanah berkapur, dan kapasitas

tukar kation rendah (Sims 1986). Di samping itu, serapan Zn oleh tanaman merupakan proses berkelanjutan yang mengakibatkan penurunan kadar hara Zn di daerah perakaran (Dang *et al.* 1994). Kondisi ini juga didukung oleh adanya pengaruh antagonistik antara P dan Zn, di mana dengan bertambahnya serapan P akan dapat mengurangi penyerapan Zn dari tanah oleh akar (Havlin *et al.* 1999). Sementara Zn merupakan salah satu unsur mikro esensial terutama bagi tanaman (Obrador *et al.* 2003).

Kekahatan Zn pada tanaman pertanian dapat diidentifikasi sejak awal, di mana tanaman akan mengalami pemendekan ruas-ruas batang, daun menjadi kecil dan sempit, dan tampak gejala klorosis di antara urat daun. Pada tanaman buah-buahan, seringkali tunas muda mati dan gugur sebelum waktunya, dan khusus tanaman jeruk gejala defisiensi Zn dikenal dengan sebutan *mottle leaf* (Obata *et al.* 1999, Soper *et al.* 1991).

Gejala kekahatan beberapa unsur hara mikro telah dilaporkan di beberapa tempat di Pulau Jawa sejak tahun 1977 dan diduga telah meluas ke berbagai wilayah lain, termasuk Bali, Lombok, Madura, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Selatan (Soepardi *et al.* 1985). Hal yang sama kemungkinan terjadi pada pertanaman jeruk di daerah Pasir Pangaraian, Riau, di mana adanya pemupukan makro yang sangat intensif telah mengakibatkan timbulnya gejala defisiensi unsur hara mikro. Hal ini senada dengan laporan petani bahwa meskipun setiap tahun dilakukan pemupukan unsur makro terus-menerus namun produksi yang diperoleh belum mengalami peningkatan, bahkan cenderung menurun. Meskipun gejala yang tampak pada tanaman masih belum jelas terlihat, namun dikhawatirkan bila dibiarkan akan menimbulkan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman selanjutnya. Informasi mengenai ketersediaan hara Zn ini sangat penting artinya dalam pengembangan usahatani jeruk di masa datang, khususnya di wilayah Pasir Pangaraian yang merupakan salah satu sentra jeruk di Riau. Untuk itu penelitian awal perlu dilakukan guna mengantisipasi kondisi tersebut.

Penelitian bertujuan (1) mempelajari status dan ketersediaan hara Zn dan P dengan teknologi isotop pada tanah Inseptisol Pasir Pangaraian, (2) mempelajari hubungan pemberian Zn dan

P dengan ketersediaan Zn pada tanah Inseptisol Pasir Pangaraian, dan (3) mengetahui pengaruh pemberian Zn dan P terhadap pertumbuhan tanaman jeruk fase bibit.

Sebagai dasar pemberian pupuk P pada penelitian ini adalah dengan penentuan nilai erapan maksimum yang terdapat pada contoh tanah yang dipergunakan. Erapan maksimum menunjukkan kemampuan maksimum tanah dalam mengerap P yang ditambahkan, sehingga selanjutnya bisa ditentukan kisaran dosis pupuk P yang akan diberikan. Nilai erapan maksimum ditetapkan dengan pembuatan kurva erapan P melalui pendekatan model Langmuir (Fox dan Kamprath 1970).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah dan Rumah Kaca Ilmu Tanah IPB menggunakan rancangan acak lengkap dengan pola faktorial dari April s/d Agustus 2003.

Contoh tanah Inseptisol yang digunakan berasal dari Desa Sukatani, Kecamatan Rokan Hulu, Pasir Pangaraian, Riau, diambil pada kedalaman 0-30 cm pada 5 titik pengambilan dengan radius 50-100 m. Pada saat pengambilan, contoh tanah merupakan tanah yang sedang diberakan, setelah 2 tahun sebelumnya pernah ditanami jeruk dengan perlakuan pupuk secara intensif. Bahan tanaman yang digunakan berupa jeruk batang bawah varietas *Japanese citroen* (JC) fase bibit umur 4 bulan. Sebagai perlakuan Zn dan P digunakan $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$ dan SP-36, serta pupuk dasar Urea dan KCl sebagai sumber hara N dan K. Untuk mengetahui efisiensi penggunaan pupuk Zn digunakan isotop ^{65}Zn .

Penelitian Laboratorium

Kegiatan di laboratorium dilakukan untuk menentukan nilai erapan maksimum P berdasarkan metode Langmuir dan mengetahui karakteristik tanah awal.

Untuk penentuan nilai erapan maksimum P, contoh tanah kering udara yang telah lolos ayakan 2 mm masing-masing ditimbang 2 g sebanyak 9 kali dan dimasukkan ke dalam botol kocok. Ke dalam masing-masing botol kocok ditambahkan 20 ml air bebas ion yang mengandung 13 tingkat konsentrasi

P (bersumber dari $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yaitu 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, dan 120 mg P/kg. Campuran diinkubasi selama 6 hari dan dikocok 2 kali sehari, masing-masing pengocokan dilakukan selama 30 menit. Setelah diinkubasi campuran disaring dan ekstrak jernih digunakan untuk pengukuran P menggunakan spektrofotometer UV.

Erapan P maksimum dihitung dengan model Langmuir menurut Fox dan Kamprath (1970) sebagai berikut.

Keterangan:

x/m = jumlah P yang dierap per satuan berat tanah

k = konstanta berkaitan dengan energi ikatan

b = erapan maksimum P

C = konsentrasi P dalam keseimbangan

Persamaan di atas dapat diubah menjadi bentuk linier berikut:

Pengeplotan antara C/x/m dengan C akan menghasilkan garis lurus dengan persamaan regresi umum, yaitu $y = a + bx$. Nilai b dalam persamaan regresi sama dengan $1/b$ persamaan di atas, sehingga nilai b dapat ditentukan. Nilai a pada persamaan regresi sama dengan $1/kb$ pada persamaan 2, sehingga nilai k dapat dihitung (Syers *et al.* 1973).

Nilai b merupakan erapan maksimum dan k merupakan energi ikatan suatu tanah. Erapan maksimum menunjukkan kemampuan maksimum tanah dalam menggerap P yang ditambahkan, sementara energi ikatan adalah kemampuan tanah untuk memfiksasi hara yang ditambahkan, sehingga mudah tidaknya hara tersedia dapat diduga. Semakin tinggi energi ikatan, maka kekuatan fiksasi semakin kuat.

Untuk penetapan karakteristik tanah awal, contoh tanah diambil sebelum tanah tersebut diberi perlakuan untuk kemudian dianalisis.

Penelitian Rumah Kaca

Untuk bahan tanaman di rumah kaca, 2 bulan sebelum percobaan telah dilakukan penyemaian biji jeruk JC. Sebagai media tanam, contoh tanah kering udara yang telah lolos ayakan 2 mm ditimbang seberat 3 kg BKM dan diberi Zn dan P sesuai perlakuan. Perlakuan berupa kombinasi 2 faktor,

yaitu pemberian Zn dan P dengan 3 ulangan. Faktor pertama berupa pemberian Zn (A) yang terdiri dari 5 taraf, yaitu $A_0 = 0$ ppm Zn, $A_1 = 10$ ppm Zn, $A_2 = 20$ ppm Zn, $A_3 = 30$ ppm Zn, dan $A_4 = 40$ ppm Zn. Sementara faktor kedua berupa pemberian P(B) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu $B_0 = 0$ P, $B_1 = 0,5$ x erapan maksimum P, $B_2 = 1,0$ x erapan maksimum P, dan $B_3 = 1,5$ x erapan maksimum P. Dengan demikian diperoleh sebanyak 60 pot sebagai unit penelitian yang keseluruhannya sekaligus digunakan sebagai sampel pengamatan. Selanjutnya pada masing-masing pot juga diberikan pupuk dasar sesuai anjuran berupa 0,63 g Urea/pot berkapasitas 3 kg media tumbuh, setara dengan 420 kg Urea/ha dan 0,52 g KCl/pot atau setara dengan 346 kg KCl/ha (Supriyanto *et al.* 1994). Setelah 3 hari inkubasi dilakukan penanaman semai bibit jeruk JC umur 2 bulan (benih dipilih yang pertumbuhannya baik, sehat, dan seragam), sebanyak 2 tanaman per pot dan sebelum penanaman, akar bibit jeruk dibilas dengan air untuk menghilangkan tanah yang terbawa dari tempat pembibitan dan daun yang telah berkembang penuh dipangkas separuhnya. Pada umur 4 hari setelah tanam (HST) dilakukan pemberian isotop ^{65}Zn pada seluruh unit percobaan. Pada saat tanaman berumur 1,5 bulan setelah tanam dilakukan pemupukan kembali dengan Urea dan KCl masing-masing sebesar 0,63 dan 0,52 g per pot. Setelah tanaman berumur 6 bulan sejak penanaman di pot dilakukan pemanenan tanaman. Pada saat panen, akar tanaman jeruk diambil dengan hati-hati dan dibersihkan dari sisa-sisa tanah yang melekat dengan air bebas ion, kemudian masing-masing dimasukkan ke dalam amplop merang dan diberi label sesuai perlakuan. Tanaman yang masih basah kemudian ditimbang (bobot basah) dan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam. Selanjutnya dilakukan penimbangan bobot kering akar dan bobot kering tanaman.

Parameter yang Diamati:

Lokasi Laboratorium

- Penetapan erapan maksimum P ditentukan berdasarkan kurva erapan (model Langmuir).
 - Karakteristik tanah awal, yaitu kadar air, tekstur, pH H_2O dan pH KCl, kadar C-organik, kadar hara N (Kjeldahl), P (Bray I), K (Morgan), Ca (asam asetat), Mg (asam asetat), Al dan H^+ (metode ekstraksi KCl 1 N).

Lokasi Rumah Kaca:

- Tinggi tanaman (diukur mulai dari pangkal akar di atas permukaan tanah hingga titik tumbuh).
- Diameter batang (diukur pada jarak 5 cm dari pangkal akar).
- Bobot kering total tanaman, dilakukan penimbangan setelah perlakuan pengeringan di oven pada suhu 70°C selama 48 jam.
- Serapan Zn total, serapan Zn dari pupuk, dan serapan Zn dari tanah dengan metode isotop (analisis di BATAN).
- Serapan ^{65}Zn , ditentukan sebagai berikut:
Serapan ^{65}Zn = serapan Zn total – (serapan Zn dari pupuk + jumlah serapan Zn dari tanah)
- Serapan Zn dan P tanaman (metode destruksi basah)
- Efisiensi penggunaan pupuk Zn (Ef. Zn), ditentukan berdasarkan :

$$\text{Ef. Zn} = \frac{\text{Jumlah serapan Zn dari pupuk}}{\text{Jumlah Zn yang diberikan kedalam tanah}}$$

Analisis Data

Data diolah dengan SAS versi 6.12 (1996) meliputi sidik ragam dan SPSS untuk analisis korelasi. Untuk melihat perbedaan antar-perlakuan dilakukan analisis perbandingan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada selang kepercayaan 5% ($P = 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Tanah

Hasil analisis beberapa sifat tanah Inseptisol Pasir Pangaraian memiliki tekstur lempung berliat (Tabel 1). Reaksi tanah tergolong agak masam dengan pH H_2O adalah 5,8, tanah bermuatan negatif karena $\text{pH H}_2\text{O} > \text{pH KCl}$. Kadar C dan N organik termasuk rendah, kadar P ekstrak HCl 25% termasuk sedang, sedangkan P_2O_5 terekstrak Bray I (16,4 ppm) dan Olsen (115,1 ppm) termasuk sangat tinggi, karena sebelumnya, sewaktu masih diusahakan, tanah ini selalu diberi pupuk P dengan dosis tinggi.

Kandungan Ca, KTK, dan KB termasuk sedang, sementara Mg termasuk tinggi, K rendah dan Na sangat rendah. Hasil analisis hara mikro Zn dengan DTPA termasuk batas kritis (1,0 ppm).

Menurut Al-Jabri dan Soepartini (1995) bahwa ekstrak DTPA-TEA merupakan ekstrak terbaik dan batas hara kritis hara Zn adalah 1 mg/kg tanah. Rendahnya kadar unsur mikro Zn ini kemungkinan selain disebabkan karena adanya pemupukan hara makro secara intensif, termasuk pemupukan P, juga karena hilang melalui pencucian dan terangkut tanaman sewaktu panen pada saat masih diusahakan.

Selanjutnya dari hasil analisis, diketahui erapan maksimum yang diperoleh pada tanah Inseptisol yang digunakan dalam penelitian adalah 91,15 mg P/kg tanah. Dari hasil pengalian erapan maksimum dengan 0; 0,5; 1; dan 1,5 diperoleh dosis P yang digunakan dalam penelitian sebesar 0; 45,58; 91,15; dan 136,73 ppm.

Pengaruh Pemberian Zn dan P terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan secara visual terhadap pertumbuhan tanaman menunjukkan bahwa hingga akhir perlakuan (2 bulan setelah tanam) tanaman belum memperlihatkan adanya perbedaan dan belum menunjukkan gejala defisiensi hara Zn. Baik pemupukan Zn dan P maupun interaksinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, baik terhadap pertambahan tinggi tanaman untuk Zn ($F=1,48$, $df=4,40$, $P>0,05$), P ($F=5,53$, $df=3,40$, $P>0,05$), $\text{Zn} \times \text{P}$ ($F=0,62$, $df=12,40$, $P>0,05$), diameter batang perlakuan Zn ($F=2,42$, $df=4,40$, $P>0,05$), P ($F=1,57$, $df=3,40$, $P>0,05$), $\text{Zn} \times \text{P}$ ($F=2,14$, $df=12,40$, $P>0,05$), dan bobot kering tanaman jeruk perlakuan Zn ($F=0,71$, $df=4,40$, $P>0,05$), P ($F=2,76$, $df=3,40$, $P>0,05$), $\text{Zn} \times \text{P}$ ($F=0,97$, $df=12,40$, $P>0,05$). Tinggi tanaman hampir sama pada masing-masing perlakuan, baik pemupukan Zn dan P maupun interaksinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman, diameter batang, bobot kering akar, maupun bobot kering tanaman jeruk pada tanah Inseptisol setelah 2 bulan. Tinggi tanaman hampir sama pada masing-masing perlakuan. Namun demikian secara umum terdapat kecenderungan peningkatan

Tabel 1. Hasil analisis awal tanah Inceptisol Pasir Pangaraian, Riau pada kedalaman 0-30 cm (Results of the first Inceptisol soil analysis from Pasir Pangaraian on depth 0-30 cm)

Sifat tanah (Soil characters)	Metode (Method)	Inceptisol (Inceptisol)	Kriteria* (Criteria)
Tekstur (Texture), %	Pipet		Lempung berlat (Clay)
Pasir (Sand)		22	
Debu (Dust)		44	
Liat (Clay)		34	
pH	Ekstrak 1:5		
H ₂ O		5,8	Agak masam (Rather acid)
KCl		4,4	
Bahan organik (Organic matters)			
C (%)	Walkley & Black	1,89	Rendah (Low)
N (%)	Kjeldahl	0,19	Rendah (Low)
C/N		10	Rendah (Low)
P ₂ O ₅ (mg/100 g tanah)	HCl 25%	29	Sedang (Moderate)
K ₂ O (mg/100 g tanah)	HCl 25%	45	Tinggi (High)
P ₂ O ₅ (mg/P ₂ O ₅ kg tanah)	Bray I	16,4	Sangat tinggi (Very high)
P ₂ O ₅ (mg/P ₂ O ₅ kg tanah)	Olsen	115,2	Sangat tinggi (Very high)
Ca (me 100/g tanah)	NH ₄ OAc pH 7	9,41	Sedang (Moderate)
Mg (me 100/g tanah)	NH ₄ OAc pH 7	2,58	Tinggi (High)
K (me 100/g tanah)	NH ₄ OAc pH 7	0,24	Rendah (Low)
Na (me 100/g tanah)	NH ₄ OAc pH 7	0,07	Sangat rendah (Very low)
KTK (me 100/g tanah)	NH ₄ OAc pH 7	24,30	Sedang (Moderate)
KB (%)	NH ₄ OAc pH 7	51	Sedang (Moderate)
Al ³⁺ (me 100/g tanah)	KCl 1 N	0,16	
H ⁺ (me 100/g tanah)	KCl 1 N	0,07	
Fe (mg/kg tanah)	DTPA	91,67	
Mn (mg/kg tanah)	DTPA	49,90	
Cu (mg/kg tanah)	DTPA	2,47	
Zn (mg/kg tanah)	DTPA	1,0	

* Pusat Penelitian Tanah ,1983 dalam Hardjowigeno 1987.

tinggi tanaman akibat peningkatan pemberian Zn maupun pemberian P, demikian juga diameter batang cenderung mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan pemberian Zn dan P (Gambar 1). Soepardi *et al.* (1985) mengemukakan bahwa pemberian hara mikro seperti Zn tidak selalu memberikan hasil yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman, meskipun tanah tersebut berkadar hara Zn rendah. Hasil penelitian pada tanah-tanah di Jawa menunjukkan bahwa meskipun kadar Zn tersedia berada di bawah batas kritis kahat yaitu 0,7 ppm, tetapi tanaman padi tetap tidak memberikan respons terhadap

pemupukan Zn, namun secara umum adanya pemberian 5 hingga 10 kg Zn/ha menghasilkan komponen produksi yang terberat.

Pengaruh Pemberian Zn dan P terhadap Bobot Kering Total Tanaman

Dari sidik ragam diketahui bahwa total bobot kering tanaman ternyata tidak dipengaruhi baik oleh pemberian Zn ($F=0,71$, $df=4,40$, $P>0,05$), P ($F=2,76$, $df=3, 40$, $P>0,05$) maupun oleh interaksi kedua faktor tersebut ($F=0,97$, $df=12, 40$, $P>0,05$). Namun demikian terdapat kecenderungan peningkatan bobot kering total

tanaman seiring dengan adanya peningkatan pemberian Zn ataupun P (Gambar 2). Hal ini dikarenakan terjadinya peningkatan serapan Zn dan P dari pupuk, sehingga mendukung peningkatan bobot kering total tanaman.

Swietlik (1996) mengemukakan bahwa aplikasi Zn sebesar 30 g/tanaman pada tanaman jeruk dewasa, tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman dan hasil bila kandungan Zn daun tidak di bawah 20% dari nilai kritis. Hasil senada juga diperoleh pada penelitian Singh *et al.* (1986), Neilsen *et al.* (1987), dan Liang *et al.* (1992), di mana penambahan pupuk Zn pada tanaman kacang hijau dan tanaman alfalfa tidak menimbulkan respons yang nyata, namun terdapat peningkatan bobot kering tanaman dibanding dengan perlakuan tanpa Zn. Hal ini mengindikasikan bahwa adanya peningkatan pemberian Zn akan meningkatkan serapan Zn tanaman yang secara tidak langsung mengakibatkan peningkatan bobot kering total tanaman. Meskipun pengaruh perlakuan tidak nyata, namun terdapat korelasi positif antara bobot kering tajuk, akar, maupun bobot kering total dengan serapan Zn total maupun serapan P tanaman (Tabel 2).

Serapan Zn Pupuk, Zn Tanah, dan Serapan Zn Total Tanaman

Serapan hara tanaman merupakan interaksi antara kemampuan tanah menyediakan hara dan kemampuan tanaman menyerap hara dari dalam tanah. Dari hasil analisis serapan hara Zn dengan teknik isotop, diperoleh hasil bahwa pengaruh pemberian Zn menunjukkan perbedaan yang sangat nyata untuk Zn pupuk dan Zn tanah. Pada Tabel 2 terlihat bahwa serapan Zn pupuk berkorelasi positif dengan Zn tersedia tanah setelah inkubasi 2 bulan ($r=0,763^{**}$). Serapan Zn pupuk juga berkorelasi dengan serapan Zn total ($r=0,730^{**}$) setelah inkubasi 2 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kandungan Zn tersedia akan meningkatkan pula serapan Zn dari pupuk dan serapan Zn total tanaman. Sebaliknya, serapan Zn pupuk berkorelasi negatif dengan serapan Zn tanah ($r=-0,374^{**}$). Hal ini menunjukkan bahwa tanpa pemberian pupuk Zn tanaman hanya menyerap Zn yang berasal dari tanah. Sementara dengan adanya pemberian Zn melalui pupuk dibandingkan dengan penyerapan

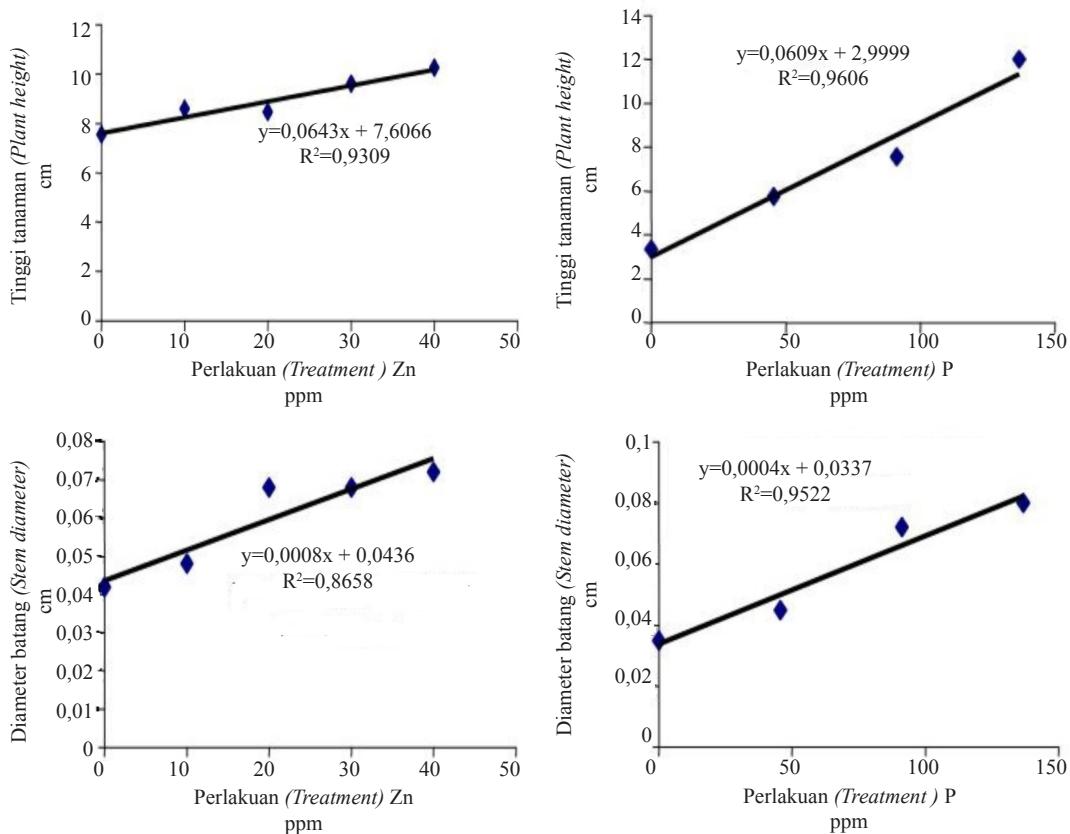
Zn yang berasal dari tanah, tanaman nyata lebih banyak menyerap Zn yang berasal dari pupuk ($r=0,763^{**}$).

Bila ditinjau lebih lanjut, kandungan P tersedia berkorelasi negatif dengan serapan Zn dari pupuk setelah inkubasi 2 bulan ($r=-0,102$). Hal ini menunjukkan adanya sifat antagonistik antara P dan Zn dalam tanah, di mana dengan semakin meningkatnya kandungan P tanah maka akan menekan serapan Zn tanaman dari pupuk. Sebab-sebab terjadinya kekahatan Zn akibat pemberian P adalah terjadinya hambatan Zn dalam serapan, translokasi dan penggunaan Zn oleh tanaman (Adriano *et al.* 1971). Dalam hubungan ini, Boawn dan Leggett (1964) mengemukakan bahwa bila tanpa pemberian P, meningkatnya dosis pemberian Zn dapat meningkatkan kadar Zn batang dari 10 menjadi 70 ppm, sedangkan dengan pemberian P dosis 25 ppm pengaruh pemberian Zn berkurang, karena kadar Zn batang hanya meningkat dari 8 menjadi 14 ppm dengan pemberian Zn dalam jumlah yang sama, yaitu tanpa dan dengan 17,92 kg Zn/ha. Kenyataan ini menunjukkan bahwa pemberian P banyak mempengaruhi angkutan Zn dari akar ke bagian atas tanaman.

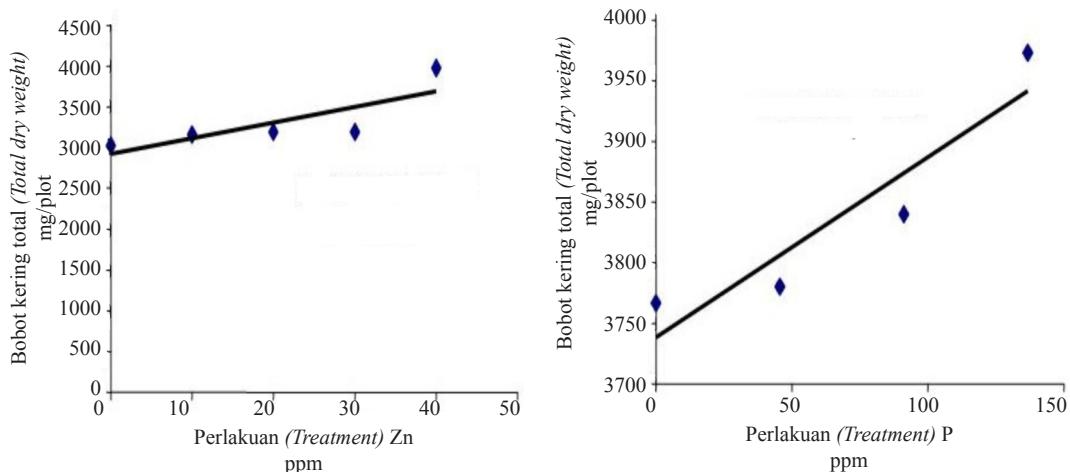
Selanjutnya pengaruh interaksi pemberian Zn dan P dengan berbagai taraf tidak menimbulkan perbedaan yang nyata terhadap serapan Zn total tanaman. Namun demikian terdapat kecenderungan terjadinya peningkatan serapan Zn total tanaman dengan semakin meningkatnya taraf pemberian Zn. Pemberian P cenderung menurunkan serapan Zn yang berasal dari pupuk. Mullins *et al.* (1982) menyatakan bahwa meskipun aplikasi Zn dengan berbagai taraf tidak menimbulkan pengaruh yang nyata terhadap bobot kering tanaman, namun konsentrasi Zn dalam jaringan tanaman akan meningkat dengan meningkatnya taraf pemberian Zn. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman mampu mengambil lebih banyak Zn dari dalam tanah dibanding yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Payne *et al.* 1988).

Serapan P Tanaman

Meskipun pemberian Zn maupun interaksi Zn dan P tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap serapan P tanaman (perlakuan Zn ($F=0,58$, $df=4,40$, $P>0,05$), ZnxP ($F=0,41$,



Gambar 1. Hubungan antara perlakuan Zn dan P terhadap tinggi tanaman dan diameter batang (Relationship between Zn and P treatment on plant height and trunk diameter)



Gambar 2. Hubungan antara perlakuan Zn dan P dengan bobot kering total tanaman (The relationship between Zn and P treatment to total dry weight)

Tabel 2. Koefisien korelasi antara masing-masing parameter pengamatan (Corelation coefficient among parameters observed)

Para-meter	Zn	P	Srp A	Srp B	Srp C	Srp P	Ef. Zn	BKA	BKT
Zn	1,000								
P	0,30	1,000							
Srp A	0,763**	-0,102	1,000						
Srp B	0,008	0,361**	-0,374**	1,000					
Srp C	0,730**	0,150	0,685**	0,341**	1,000				
Srp P	-0,45	0,558**	-0,042	0,547	0,463	1,000			
Ef.Zn	0,008	0,001	0,614	-0,563	0,152	-0,012	1,000		
BKA	0,110	0,193	0,136	0,188	0,396**	0,449**	0,006	1,000	
BKT	-0,112	0,286**	0,081	0,554**	0,414**	0,824**	-0,063	0,364**	1,000
BKTtl	-0,64	0,301	0,030	0,530**	0,470**	0,836**	-0,052	0,603**	0,962**

Zn = Zn tersedia, P = P tersedia, Srp A = serapan Zn dari ppk, Srp B = serapan Zn dari tanah, Srp C = serapan Zn total, Srp P = serapan P, Ef. Zn = Efisiensi penggunaan pupuk Zn, BKA= Bobot kering akar, BKT = Bobot kering tajuk tanaman, BKTtl = Bobot Kering Total (akar + tajuk)

** = korelasi nyata pada taraf 0,01 %

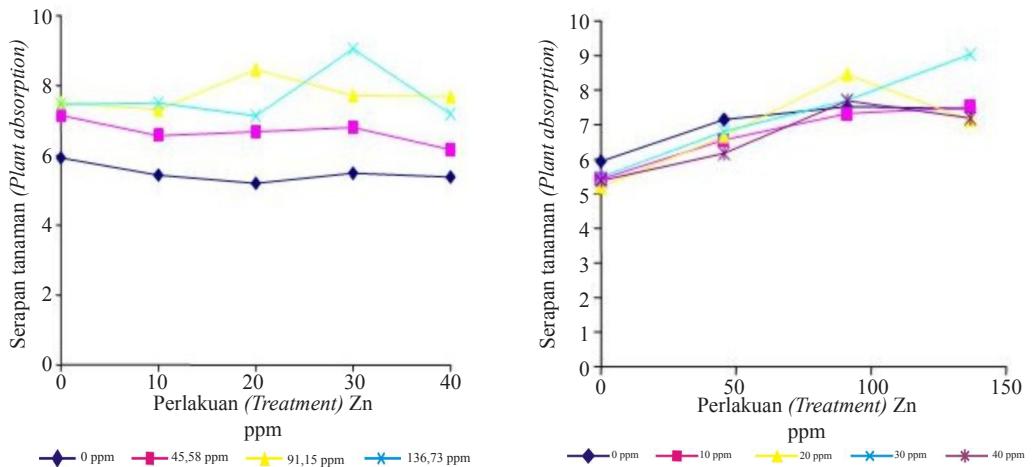
$df=12,40$, $P>0,05$), namun ketersediaan P menunjukkan perbedaan yang sangat nyata dengan serapan P tanaman ($r=0,558**$). Pada Gambar 2 terlihat bahwa semakin tinggi dosis pemberian P maka semakin tinggi pula serapan P tanaman. Sebaliknya terdapat korelasi negatif antara serapan Zn dari pupuk dengan serapan P tanaman ($r=-0,042$). Hal ini menunjukkan adanya pengaruh antagonis P terhadap Zn dalam hal serapan, khususnya serapan Zn yang berasal dari pupuk (Gambar 2), namun demikian, bila kandungan Zn ditambah dan dapat seimbang dengan kandungan P, kemungkinan pengaruh negatif P dapat diatasi. Dengan demikian pengaruh antagonistik antara P dan Zn akan muncul apabila salah satu unsur berlebihan.

Efisiensi Penggunaan Pupuk Zn

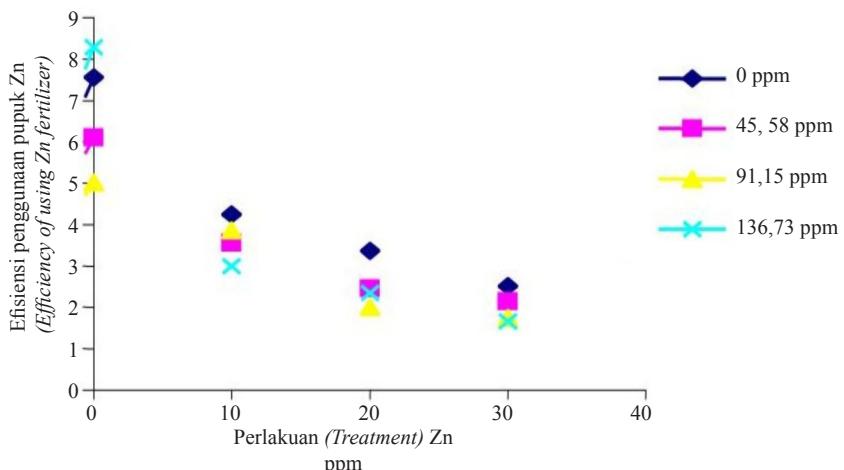
Efisiensi penggunaan pupuk Zn menggambarkan tingkat efisiensi tanaman dalam menggunakan hara Zn yang berasal dari pupuk yang ditambahkan ke dalam tanah. Nilai efisiensi ini dapat ditentukan berdasarkan jumlah hara Zn yang diserap tanaman yang berasal dari pupuk per jumlah hara Zn yang diberikan ke dalam tanah. Dengan menggunakan isotop ^{65}Zn jumlah hara Zn yang diserap dari pupuk Zn yang diberikan ini dapat diketahui.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa adanya penambahan pupuk Zn pada tanah Inseptisol

memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap efisiensi penggunaan pupuk Zn ($F=144,8$, $df=4,40$, $P>0,01$). Efisiensi penggunaan pupuk Zn makin menurun seiring dengan peningkatan dosis pupuk Zn dan P yang diaplikasikan. Dengan uji korelasi diketahui bahwa efisiensi penggunaan pupuk Zn berkorelasi negatif dengan serapan P tanaman dengan nilai $r=-0,012$ (Tabel 2). Hal ini berarti bahwa semakin tinggi serapan P tanaman maka efisiensi penggunaan pupuk Zn akan semakin menurun dan sebaliknya. Nilai efisiensi penggunaan pupuk Zn tertinggi diperoleh pada perlakuan 10 ppm Zn + 136 ppm P sebesar 8,28%, dan yang terendah dicapai pada perlakuan 40 ppm Zn + 136,73 ppm P sebesar 1,66% (Gambar 3). Seperti telah dikemukakan di atas bahwa tingginya kandungan fosfor pada jaringan angkutan dapat menghambat aktivitas Zn dalam hal serapan maupun translokasi hara Zn dari akar menuju daun. Adanya gejala hambatan terhadap serapan Zn oleh tanaman tersebut, tampaknya disebabkan oleh berkurangnya ketersediaan Zn setelah pemberian P. Adams *et al.* (1982) mengemukakan bahwa pemberian P yang tinggi dapat menimbulkan gejala kahat Zn pada tanaman, terutama bila tanaman diusahakan pada tanah dengan ketersediaan Zn rendah. Meskipun mekanismenya hingga saat ini belum jelas, namun permasalahan tersebut dapat disebabkan oleh (1) adanya interaksi Zn x P



Gambar 3. Hubungan antara perlakuan Zn dan P terhadap serapan P tanaman (*The relationship between Zn and P treatment to P absorption*)



Gambar 4. Hubungan antara perlakuan Zn dan P terhadap efisiensi penggunaan pupuk Zn (*The relationship between Zn and P to the efficiency of Zn fertilizer application*)

dalam tanah, (2) terhambatnya angkutan Zn dari akar ke bagian atas tanaman oleh adanya P, (3) berkurangnya kadar Zn tanaman akibat respons tanaman terhadap pemberian P, dan (4) gangguan metabolismik pada sel tanaman akibat adanya ketidakseimbangan antara Zn dan P (Olsen 1972).

Beberapa peneliti menyatakan bahwa menurunnya ketersediaan Zn tersebut disebabkan meningkatnya erapan Zn oleh koloid-koloid

tanah akibat pemberian P. Karathanasis (1999) menyatakan bahwa pemberian P akan meningkatkan erapan Zn oleh Fe dan Al hidroksida di dalam tanah, sehingga akan menurunkan serapan Zn dalam tanah. Faktor lain yang dapat menimbulkan gejala kahat Zn akibat pemberian P adalah adanya faktor pengenceran di dalam jaringan tanaman. Hal ini umumnya terjadi bila tanaman diusahakan pada tanah yang miskin P dan ketersediaan Zn rendah. Dengan pemberian

P, maka pertumbuhan tanaman akan meningkat, tetapi serapan Zn oleh tanaman tetap rendah. Akibatnya kadar Zn dalam jaringan tanaman menurun (Olsen 1972). Stanron dan Burger (1987) juga menyatakan bahwa pemberian P akan meningkatkan serapan Zn oleh Fe dan Al hidroksida dalam tanah sehingga menurunkan serapan Zn oleh tanaman. Kondisi ini juga didukung oleh adanya pengaruh antagonistik antara P dan Zn, di mana dengan bertambahnya serapan P akan dapat mengurangi penyerapan Zn dari tanah oleh akar (Havlin *et al.* 1999).

KESIMPULAN

1. Meskipun pemberian Zn dan P tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, bobot kering akar, dan bobot kering tajuk tanaman, namun terdapat kecenderungan peningkatan terhadap keempat parameter pengamatan tersebut seiring dengan semakin meningkatnya taraf pemberian Zn ataupun P.
2. Pemberian Zn nyata meningkatkan serapan Zn total tanaman. Sebaliknya pemberian P menurunkan serapan Zn total tanaman.
3. Semakin tinggi taraf pemberian P, efisiensi penggunaan pupuk Zn akan semakin menurun.
4. Terdapat sifat antagonis antara hara Zn dan P dalam hal serapannya pada tanaman.

SARAN

Untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman jeruk yang optimal pada tanah Inseptisol Pasir Pangaraian, di samping pemberian fosfor perlu dilakukan pemberian hara mikro Zn. Penelitian ini perlu dilanjutkan ke taraf penelitian lapangan sehingga dapat diperoleh dosis Zn yang tepat untuk dianjurkan.

PUSTAKA

1. Adams, J.F., F. Adams and J.W. Odom. 1982. Interaction of Phosphorus Rates and Soil pH on Soybean Yield and Solution Composition of Two Phosphorus Sufficient Ultisols. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 46:323-328.
2. Adiningsih, J.S., S.R. Rochayati, D. Setyorini, dan M. Sudjadi. 1993. Efisiensi Penggunaan Pupuk pada Lahan Sawah. *Risalah Seminar. Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Puslitbangtan.* Hlm. 14-22.
3. Adriano, D.C., G.M. Paulsen, and L.S. Murphy. 1971. Phosphorus-Iron and Phosphorus-Zinc Relationships in Corn (*Zea mays L.*) Seedling as Affected by Mineral Nutrition. *Agron. J.* 63:36-39.
4. Al-Jabri, M dan M. Soepratini. 1995. Teknik Pemupukan Hara Zn pada Lahan Sawah. *Dalam Herry H. Djohar, B. Hendro Prasetyo, Irawan, Suwarto, Lukman Hakim S., S. Abujamin, Sholeh, dan T. Prihatini (Eds.). Risalah Seminar. Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Puslitbangtan.* 2:1-6.
5. Boawn, L.C and G.E. Leggett. 1964. Phosphorus and Zinc Concentration in Russet Burbank Potatoe Tissue in Relation to Development of Zinc Deficiency Symptoms. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 28:229-232.
6. Dang, Y.P., R.C. Dalal, D.G. Edward and K.G. Tiller. 1994. Kinetics of Zinc Desorption from Vertisols. *Soil. Sci. Amer. J.* 58:1392-1399.
7. Fox, R.L. and E.J. Kamprath. 1970. Phosphate Sorption Isotherms for Evaluating the Phosphate Requirement of Soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34:902-907.
8. Friensen, D.K., A.S.R. Juo, and M.H. Miller. 1980. Liming and Lime-phosphorus-zinc Interaction in Two Nigerian Ultisols:I. Interactions in the Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 44:1221-1226.
9. Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah.* Akademika Pressindo. Jakarta. 274 Hlm.
10. Havlin, J.L., J.D. Beaton., S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management.* Sixth Edition. Prentice Hall, New Jersey. p. 255-264.
11. Karathanasis, A. D. 1999. Subsurface Migration of Copper and Zinc Mediated by Soil Colloid. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 63:830-838.
12. Liang, J., R.E. Karamanos and J.W.B. Stewart. 1992. Plant Availability of Zn Fractions in Saskatchewan Soils. Canadian. *J. Soil. Sci.* 72:507-517.
13. Mullins, G.L., D.C. Martens., S.W. Gettier, and W.P. Miller. 1982. Forms and Availability of Copper and Zinc in a Rhodic Paleudult Following Long-Term CuSO₄ and ZnSO₄ Applications. *J. Environm. Qual.* 11:573-577.
14. Neilsen, D., P.B. Hoyt, and A.F. Mckenzie. 1987. Measurement of Plant Available Zinc in British Columbia Orchad Soils. Commun. *Soil. Sci. Plant Anal.* 18:161-186.
15. Obata H., S. Kawamura., K. Senoo., and A. Tanaka. 1999. Change in the Level of Protein and Activity of Cu/Zn-Superoxide Dismutase in Zinc Deficient Rice Plant, *Oriza sativa L.* *Soil Sci. Plant Nutr.* 45:891-896.
16. Obrador, A., J. Novillo, and J. M. Alvarez. 2003. Mobility and Availability to Plant of Two Zinc Sources Applied to a Calcareous Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 67:564-572.
17. Olsen, S.R. 1972. Micronutrient Interaction. *In JJ Mortvedt., PM Giordano and WL Lindsay (Eds.). Micronutrient in Agriculture.* *Soil Sci. Soc. Amer. Publ.* p. 243-261.

18. Payne, G.G., D.C. Martens., C. Winarko, and N.F. Perera. 1988. Form and Availability of Copper and Zinc Following Long-Term Copper Sulphate and Zinc Sulphate Applications. *J. Environ. Qual.* 17:707-711.
19. Sims, J.T. 1986. Soil pH Effects on the Distribution and Plant Availability of Manganese, Copper and Zinc. *Soil. Sci. Amer. J.* 50:367-373.
20. Singh, J.P., R.E. Karamanos, and J.W.B. Stewart. 1986. Phosphorus-Induce Zinc Deficiency in Wheat on Residual Phosphorus Plots. *Agron. J.* 68:668-675.
21. Soepardi, G., M. Ismunadji, dan S. Partihardjono. 1985. Menuju Pemupukan Berimbang Guna Meningkatkan Jumlah dan Mutu Hasil Pertanian. Direktorat Penyuluhan Tanaman Pangan. Dirjen Pertanian Tanaman Pangan, Deptan. 15 Hlm.
22. Soper, R.J., G. W. Morden, and M. W. Hedayat. 1991. The Effect of Zinc Rate and Placement on Yield and Zinc Utilization by Blackbean (*Phaseolus vulgaris* var. Black turtle). *Canadian J. Soil Sci.* 71:367-372.
23. Supriyanto, A., D.P. Saraswati, dan A. Sutanto. 1994. Peranan Unsur Mikro dan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbaikan Mutu Buah Jeruk. *Makalah Temu Aplikasi Teknologi Pertanian*, Pontianak, 18-19 Oktober 1994. Sub Balai Penel. Hort. Tlekung. 11 Hlm.
24. Swietlik, D. 1996. Responses of Citrus Trees in Texas to Foliar and Soil Zn Applications. Editor? *Proc. Int. Soc. Citriculture*. p. 772-776.
25. Syers, J. K., M.G. Brownman., G. W. Smilie, and R. B. Corey. 1973. Phosphate Sorption by Soils Evaluated by Langmuir Adsorption Equation. *Soil Sci. Soc. Amer.* 37:358-363.
26. Stanton, D.a., and R.D.T Burger. 1987. Availability to Plant of Zinc Sorbed by Soil and Hidrous Iron Oxide. *Geoderma* 1. p. 13-17.
27. The SAS System for Windowstm Release 6.12. 1996. SAS Institute Inc. Copy right @ 1989-1996. Cary, NC 27513, USA, All Right Reserved.