

PENGARUH CENDAWAN *Trichoderma* sp. TERHADAP TANAMAN TOMAT PADA TANAH ANDISOL* [Effect of Fungus *Trichoderma* sp. on Tomato in Andisol Soil]

Subhan^{1✉}, Nono Sutrisno² dan Rahmat Sutarya¹

¹Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jln Tangkuban Perahu No. 517 Lembang, Bandung Barat 40793, dan

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Jln Ragunan No. 29A Pasarmingu, Jakarta Selatan;
e-mail: subhan_dl@yahoo.co.id

ABSTRACT

An experiment to determine the effect of *Trichoderma* fungus application in tomato grown in andisol soil, was conducted at IVEGRI's (Indonesian Vegetable Research Institute) Experimental Garden in Lembang, Bandung, West Java (1250 m asl) from April 2011 until July 2011. Two treatments factors i.e. factor (1) *Trichoderma* application (without and using *Trichoderma* 10¹⁰ fungi per plot and factor (2) NPK (15-15-15) fertilizer rate (0, 250, 500, 750 and 1000 kg NPK (15-15-15)/ha) were arranged in randomized block design with 4 replications. The results showed that although P uptake in tomato increased with *Trichoderma* sp. application, in general *Trichoderma* sp. application did not significantly affected several growth parameters and yield component of tomato. Significant effect of *Trichoderma* sp. application was only increased in total plant dry weight at 63 days after planting. The use of NPK (15-15-15) fertilizer 250 kg NPK/ha increased significantly on total plant dry weight and yield component such as total fruit weight per plot and fruit number per plot (15 m²).

Key words: *Trichoderma* sp., *Lycopersicon esculentum*, NPK (15-15-15), andisol, growth, yield.

ABSTRAK

Penelitian untuk mengetahui pengaruh cendawan *Trichoderma* terhadap tanaman tomat pada tanah andisol, dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa), Lembang, Bandung, Jawa Barat (1250 m dpl) dari April sampai Juli 2011. Dua faktor perlakuan yaitu (1) Penggunaan *Trichoderma* sp. (tanpa *Trichoderma* dan dengan *Trichoderma* 10¹⁰ spora per plot dan (2) dosis pupuk majemuk NPK (15-15-15) (0, 250, 500, 750 dan 1000 kg NPK/ha) disusun dalam suatu rancangan acak kelompok faktorial dengan 4 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa walaupun serapan pupuk P dari pupuk majemuk pada tanaman tomat meningkat dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* sp., namun secara umum penggunaan cendawan *Trichoderma* sp. tidak berpengaruh nyata, baik terhadap peubah pertumbuhan maupun komponen hasil tanaman tomat. Pengaruh nyata dari penggunaan cendawan *Trichoderma* sp. hanya didapatkan pada bobot kering tanaman pada umur 63 hari setelah tanam. Penggunaan pupuk majemuk NPK (15-15-15) dengan dosis 250 kg NPK/ha meningkat secara nyata pada bobot kering tanaman dan komponen hasil seperti bobot buah total per petak dan jumlah buah per petak (15 m²).

Kata kunci: *Trichoderma* sp., *Lycopersicon esculentum*, NPK (15-15-15), andisol, pertumbuhan, hasil.

PENDAHULUAN

Pembangunan pertanian bertujuan untuk membangun pertanian tangguh yang efisien melalui peningkatan kualitas sumberdaya manusia, penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta pemanfaatan sumberdaya alam secara berkelanjutan (Duriat, *et al.*, 1995). Sumberdaya alam di Indonesia sejak beberapa waktu terancam kelestariannya. Salah satu faktor penyebabnya adalah banyaknya perusahaan tanaman sayuran yang sangat intensif di daerah dataran tinggi. Dalam jangka panjang hal tersebut akan berdampak negatif terhadap kelestarian lingkungan karena mengakibatkan laju erosi yang tinggi.

Di Indonesia terdapat lebih kurang 8 juta hektar lahan kering yang belum dimanfaatkan secara optimal untuk keperluan pertanian. Lahan kering dimaksud sangat potensial menjadi sumber pertumbuhan ekonomi baru sektor pertanian untuk mening-

katkan pendapatan petani dan mengentaskan kemiskinan.

Pemanfaatan lahan kering untuk meningkatkan pendapatan petani dapat dilakukan dengan mengganti tanaman yang ada dengan tanaman lain yang lebih produktif dan bernilai ekonomi tinggi seperti halnya tanaman sayuran. Tanaman sayuran yang berpotensi untuk dikembangkan di lahan kering di antaranya adalah tanaman tomat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian telah menemukan jenis-jenis tomat yang potensial dikembangkan di daerah lahan kering.

Ditinjau dari segi tanah dan agroklimat, lahan kering merupakan salah satu lahan kering yang memiliki beraneka ragam kendala, yang terpenting di antaranya adalah kesuburan tanah rendah, ketersediaan air terbatas, dan suhu tanah tinggi. Selain itu, beberapa kendala lainnya yang sering

*Diterima: 5 Juli 2012 - Disetujui: 30 Juli 2012

muncul pada lahan ini adalah pH tanah, nilai tukar kation (NTK), dan kejenuhan basa (KB) serta P-tersedia yang rendah akibat tingginya fiksasi tanah (Ismail dan Effendi, 1981; Soepardi, 1983, Widjaja *et al.*, 1990). Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut dapat dilakukan manipulasi secara fisik (teknik pengolahan tanah, penggunaan pupuk organik), kimia (pemupukan) dan biologi (pemanfaatan mikroorganisme berguna) tanah di daerah lahan kering.

Salah satu cara manipulasi lahan secara biologi adalah pemanfaatan mikroorganisme. *Trichoderma* adalah salah satu mikroorganisme berguna dan merupakan cendawan simbiotik yang tidak berbahaya, bahkan bersifat saling menguntungkan antara fungi tular tanah dengan akar-akar tanaman. Cendawan *Trichoderma* banyak terdapat di alam dan tanah pertanian, dan umumnya berkoloni dengan akar dari banyak spesies tanaman. Cendawan *Trichoderma* membantu tanaman induk menyerap unsur hara tertentu (Poulton *et al.*, 2011), terutama fosfat (Harrison dan van Buuren 1995; Bryla dan Koide, 1998).

Fosfat adalah salah satu unsur hara makro yang diperoleh dengan bantuan cendawan *Trichoderma* dan ditransfer ke tanaman (Rosewarne *et al.*, 1999). Hasil penelitian pada lahan kering di Indonesia menunjukkan bahwa aplikasi cendawan *Trichoderma* dapat meningkatkan produksi berbagai sayuran, dan ketersediaan hara bagi tanaman tomat antara 20-100% (Simarmata, 1994). Hasil penelitian pada tanaman cabai yang ditanam di lahan berjenis tanah asosiasi Oxisols dan Alluvial menunjukkan bahwa pemberian cendawan *Trichoderma* meningkatkan kandungan P daun (Bryla dan Koide, 1998).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh cendawan *Trichoderma* terhadap tanaman tomat yang ditanam di daerah lahan kering.

BAHAN DAN METODE

Isolat *Trichoderma* spp. yang digunakan adalah salah satu isolat *Trichoderma* sp. dari hasil koleksi dari beberapa lokasi tanaman sayuran di Propinsi Jawa Barat. Isolat yang digunakan dalam percobaan ini

adalah isolat yang berasal dari Kebun Percobaan (Experimental Garden), Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang, dengan kode Lbg-1-5, menunjukkan pengaruh yang baik sebagai antagonis terhadap cendawan patogen *Fusarium* spp., dan dari hasil pengujian di rumah kaca isolate tersebut termasuk memberikan pengaruh baik terhadap tanaman cabai merah. Koleksi isolate *Trichoderma* sp. dikulturkan dan dipelihara pada media PDA (Potato Dektrose Agar) yang permukaannya dilapisi dengan minyak mineral (mineral oil) untuk mempertahankan kestabilan dari masing-masing isolat (Sutarya, 2010). Penelitian ini merupakan percobaan lapangan yang dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa), Lembang, Bandung, Jawa Barat (1250 m dpl) dari Maret sampai Juli 2011.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam percobaan ini adalah acak kelompok pola faktorial dan setiap perlakuan diulang 4 kali. Adapun perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Faktor A : Penggunaan *Trichoderma* sp.: t_0 = tanpa *Trichoderma*, t_1 = dengan *Trichoderma*, konsentrasi 10^{10} spora/ml air. Faktor B: Dosis pupuk Majemuk NPK (15-15-15) : d_1 = 0 kg NPK/ha, d_2 = 250 kg NPK/ha, d_3 = 500 kg NPK/ha, d_4 = 750 kg NPK/ha, d_5 = 1000 kg NPK/ha.

Tanaman tomat yang digunakan pada penelitian ini adalah CL 6046. Benih tomat disemai pada bedengan persemaian dengan media campuran kompos dan tanah (rasio 1:1). Pada umur 2 minggu setelah semai tanaman semaian dipindahkan ke bumbunan daun pisang sebelum dipindahkan ke lapangan, waktu yang diperlukan mulai dari biji tomat disemai sampai tanaman semaian dipindah ke lapangan kurang lebih selama sebulan. Jarak tanam yang digunakan di lapangan adalah 75 x 50 cm, setiap petak percobaan terdiri dari 4 baris dengan 10 tanaman per baris, sehingga jumlah total tanaman per petak percobaan adalah 40 tanaman. Ukuran petak percobaan adalah 3 m x 5 m = 15 m². Jumlah seluruh percobaan adalah 40 buah.

Satu minggu sebelum tanaman semaian dipin-

dahkan ke lapangan pupuk kandang kuda diaplikasikan dengan dosis 30 t/ha. Pupuk majemuk NPK (15-15-15) dengan dosis sesuai dengan perlakuan diaplikasikan tiga hari sebelum tanam. Pemeliharaan tanaman seperti penyiangan, pengairan dan pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara reguler.

Trichoderma spp diperbanyak pada media PDA padat di dalam cawan petri di laboratorium Fitopatologi Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Kultur *Trichoderma* spp. yang digunakan untuk inokulasi adalah kultur yang berumur satu minggu. Isolat *Trichoderma* spp. diaplikasikan sebanyak dua kali yaitu aplikasi pertama diaplikasikan bersamaan dengan benih tomat yang disebar di persemaian dengan konsentrasi 108 spora/ml air steril. Aplikasi kedua dilakukan pada waktu tanaman berumur 3 minggu setelah tanam yaitu dengan cara disemprotkan zona perakaran tomat dengan konsentrasi 108 spora/ml. Pada percobaan ini dilakukan pengamatan tinggi tanaman pada umur 35, 42, 49, 56 dan 63 hari setelah tanam (hst), umur tanaman mulai berbunga, bobot kering tanaman pada umur 63 HST, luas daun pada umur 63 hst, serta hasil panen buah tomat.

Data diuji dengan uji F dan perbedaan rerata perlakuan dianalisis dengan uji LSD (Least Signifi-

cant Differences) pada taraf 5%.

HASIL

Dalam penelitian ini tidak ada interaksi antara perlakuan dengan parameter yang diukur namun pemberian *Trichoderma* ini memberi pengaruh yang nyata terhadap reduksi penggunaan pupuk majemuk NPK, karena dosis pupuk 250 kg /ha mempunyai pengaruh yang setara dengan dosis pupuk 500, 750 dan 1000 kg/ha. Hal ini berarti bahwa *Trichoderma* digunakan saat di persemaian dan 3 minggu setelah tanam, maka penggunaan pupuk majemuk NPK cukup dengan dosis 250 kg/ha tidak perlu menggunakan dosis pupuk majemuk lebih dari 250 kg/ha, hal ini berarti penggunaan *Trichoderma* pada tanaman tomat telah mengalami reduksi penggunaan pupuk cukup besar, karena dosis penggunaan pupuk antara 500 sampai 1000 kg/ha tidak berbeda nyata.

Tinggi Tanaman

Hasil analisis statistik pengaruh *Trichoderma* sp. dan dosis pupuk majemuk terhadap tinggi tanaman tomat ternyata tidak terjadi intersaksi, hasil analisis statistik tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tinggi tanaman tomat selama periode pertumbuhan dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk

Perlakuan	Tinggi tanaman pada umur...HST (cm)				
	35	42	49	56	63
Penggunaan <i>Trichoderma</i>:					
Tanpa <i>Trichoderma</i>	15,6	22,4 b	35,2	51,0 b	86,4
Dengan <i>Trichoderma</i>	15,5	25,0 a	37,1	56,9 a	100,3
Dosis pupuk majemuk:					
0 kg NPK/ha	16,0	24,5	36,7	23,9	92,1 b
250 kg NPK/ha	16,1	23,1	35,6	52,6	96,1 ab
500 kg NPK/ha	16,2	26,9	37,7	55,2	101,4 a
750 kg NPK/ha	14,9	22,6	37,2	53,1	100,6 a
1000 kg NPK/ha	11,0	25,5	35,4	52,1	97,0 ab
Rerata	16,1	23,7	36,2	53,9	98,7
LSD 0.05 (dosis pupuk majemuk)	2,9	3,5	5,3	7,4	7,9
KK %	16,3	12,7	13,1	12,9	7,5

KK = Koefisien keragaman; HST = Hari setelah tanam

Hasil analisis statistik pengaruh *Trichoderma* sp. dan dosis pupuk majemuk terhadap Luas daun, jumlah tandan bunga, dan jumlah bunga tanaman tomat dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk, hasil analisis statistik tersebut tidak terjadi interaksi, disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis statistik pengaruh *Trichoderma* sp. dan dosis pupuk majemuk terhadap bobot kering daun, batang, akar, buah, dan total tanaman tomat dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk, hasil analisis statistik tersebut tidak terjadi interaksi, disajikan pada Tabel 3.

Hasil analisis statistik pengaruh *Trichoderma* sp dan dosis pupuk majemuk terhadap bobot buah baik, buah busuk, dan total buah tanaman tomat per petak dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk, tidak terjadi interaksi, disajikan pada Tabel 4.

Hasil analisis statistik pengaruh *Trichoderma* sp. dan dosis pupuk majemuk terhadap jumlah buah baik, buah busuk, dan total buah tanaman tomat per petak dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk, tidak terjadi interaksi, disajikan pada Tabel 5.

Hasil analisis statistik pengaruh *Trichoderma* sp. dan dosis pupuk majemuk terhadap bobot buah

Tabel 2. Luas daun, jumlah tandan bunga, dan jumlah bunga tanaman tomat dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk

Perlakuan	Luas daun per tanaman cm ²	Jumlah tandan bunga per tanaman	Jumlah bunga per tanaman
Penggunaan <i>Trichoderma</i> :			
Tanpa <i>Trichoderma</i>	1420,2	2,2	13,1 b
Dengan <i>Trichoderma</i>	1523,0	2,3	15,6 a
Dosis pupuk majemuk :			
0 kg NPK/ha	1132,0 b	2,0	13,3
250 kg NPK/ha	1457,4 a	2,4	14,8
500 kg NPK/ha	1690,0 a	2,3	15,4
750 kg NPK/ha	1586,9 a	2,5	14,5
1000 kg NPK/ha	1481,5 a	2,1	13,9
Rerata	1472,6	2,3	14,4
LSD 0.05 (dosis pupuk majemuk)	316,9	0,7	3,0
KK %	20,9	25,2	19,4

Tabel 3. Bobot kering daun, batang, akar, buah, dan total tanaman tomat pada umur 63 HST dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk

Perlakuan	Bobot kering per tanaman				
	Daun	Batang	Akar	Buah	Total tanaman
Penggunaan <i>Trichoderma</i> :					
Tanpa <i>Trichoderma</i>	4,5	8,2 b	3,5 b	1,9 b	15,4 b
Dengan <i>Trichoderma</i>	4,7	9,1 a	3,9 a	2,6 a	17,2 a
Dosis pupuk majemuk:					
0 kg NPK/ha	4,5	8,6	2,9 c	1,9 b	15,0 b
250 kg NPK/ha	4,6	8,7	3,6 b	2,6 a	16,5 ab
500 kg NPK/ha	4,5	8,4	4,2 a	2,5 ab	16,6 ab
750 kg NPK/ha	4,8	8,5	2,9 ab	2,1 ab	16,1 ab
1000 kg NPK/ha	4,7	9,8	3,7 ab	2,4 ab	17,5 a
Rerata	4,6	8,8	3,7	2,3	16,3
LSD 0.05 (dosis pupuk majemuk)	0,7	1,3	0,5	0,7	1,9
KK %	18,7	16,1	19,7	52,8	12,7

Tabel 4. Bobot buah baik, buah busuk, dan total buah tanaman tomat per petak dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk

Perlakuan	Bobot buah kg/15 m ²		
	Baik	Busuk	Total
Penggunaan <i>Trichoderma</i> :			
Tanpa <i>Trichoderma</i>	30,7	1,6	33,5
Dengan <i>Trichoderma</i>	30,2	1,5	32,9
Dosis pupuk majemuk :			
0 kg NPK/ha	24,4 b	1,5	27,2 b
250 kg NPK/ha	30,1 a	1,8	33,1 a
500 kg NPK/ha	33,9 a	1,5	36,6 a
750 kg NPK/ha	32,6 a	1,5	35,2 a
1000 kg NPK/ha	31,5 a	1,4	35,1 a
Rerata	30,5	1,5	33,2
LSD 0.05 (dosis pupuk majemuk)	5,4	0,4	5,5
KK %	18,6	15,5	17,0

Tabel 5. Jumlah buah baik, buah busuk, dan total buah tomat per petak dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk

Perlakuan	Jumlah buah #/15 m ²		
	Baik	Busuk	Total
Penggunaan <i>Trichoderma</i> :			
Tanpa <i>Trichoderma</i>	380,0	52,0	436,8
Dengan <i>Trichoderma</i>	381,2	49,6	435,6
Dosis pupuk majemuk :			
0 kg NPK/ha	316,8 b	50,8 ab	371,0 b
250 kg NPK/ha	384,7 a	54,0 a	442,5 a
500 kg NPK/ha	429,0 a	46,9 a	480,7 a
750 kg NPK/ha	398,3 a	48,1 a	451,2 a
1000 kg NPK/ha	377,5 a	54,3 a	435,6 a
Rerata	381,6	50,8	436,2
LSD 0.05 (dosis pupuk majemuk)	62,4	6,8	61,2
KK %	15,9	12,9	13,7

Tabel 6. Bobot buah baik, buah busuk, dan total buah tomat per tanaman dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk

Perlakuan	Bobot buah per tanaman kg		
	Baik	Busuk	Total
Penggunaan <i>Trichoderma</i> :			
Tanpa <i>Trichoderma</i>	5,1	0,8	5,9
Dengan <i>Trichoderma</i>	5,1	0,9	6,0
Dosis pupuk majemuk :			
0 kg NPK/ha	4,6 b	0,9 ab	5,5 b
250 kg NPK/ha	4,4 b	0,8 b	5,3 b
500 kg NPK/ha	5,8 a	0,7 b	6,6 a
750 kg NPK/ha	5,1 ab	1,0 a	6,1 ab
1000 kg NPK/ha	5,6 a	0,9 ab	6,4 a
Rerata	5,1	0,9	5,9
LSD 0.05 (dosis pupuk majemuk)	0,8	0,2	0,9
KK %	16,2	17,9	14,2

baik, buah busuk, dan total buah tomat per tanaman dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk, tidak terjadi interaksi, disajikan pada Tabel 6.

Hasil analisis statistik pengaruh *Trichoderma* sp. dan dosis pupuk majemuk terhadap Jumlah buah baik, buah busuk, dan total buah tomat per tanaman dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk, tidak terjadi interaksi, disajikan pada Tabel 7. Tabel 8 merupakan hasil analisis laboratorium serapan fosfor pada tanaman tomat.

Hasil analisis laboratorium tanah dan tanaman di Balai Penelitian Tanaman Sayuran sebelum percobaan berlangsung menunjukkan karakter seperti yang disajikan pada Tabel 9.

PEMBAHASAN

Beberapa ciri kimia tanah sebelum penelitian disajikan pada Tabel 9. Jenis tanah penelitian tergolong andisol. Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa tanah ini telah mengalami degradasi kesuburan sesuai dengan hasil penelitian Hilman (2001), unsur makro dan mikro dan kapasitas tukarkation yang mengalami penurunan dari tahun ke tahun.

Pengaruh penggunaan *Trichoderma* sp. dan dosis pupuk majemuk terhadap tinggi tanaman tomat

pada beberapa periode pengamatan disajikan pada Tabel 1. Pada semua periode pengamatan, rerata tinggi tanaman tomat yang diberi cendawan *Trichoderma* lebih tinggi dari pada tanaman tomat yang tidak diberi cendawan *Trichoderma*, namun secara statistik perbedaan tersebut hanya nyata pada umur 42 dan 56 HST. Pengaruh penggunaan *Trichoderma* yang tidak konsisten pada pengamatan tinggi tanaman kemungkinan berhubungan dengan aplikasi *Trichoderma* pada percobaan ini yang kurang optimal. *Trichoderma* diaplikasikan dengan cara ditempatkan di samping lubang tanaman pada saar sebelum tanam di lapangan. Dalam rangka meningkatkan keefektifan penggunaan *Trichoderma*, disarankan penggunaan cendawan *Trichoderma* pada tanaman tomat diaplikasikan pada saat tanaman masih di persemaian sehingga pada saat tanaman dipindahkan ke lapangan cendawan *Trichoderma* telah menginfeksi akar tanaman tomat (Simarmata *et al.*, 2004).

Dosis pupuk majemuk juga tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman tomat sampai umur 56 hst (Tabel 1). Pengaruh dosis pupuk majemuk nyata terhadap tinggi tanaman tomat hanya terlihat pada pengamatan umur 63 HST, dimana dosis pupuk majemuk di atas 500-750 kg NPK/ha secara nyata meningkatkan tinggi tanaman tomat dibandingkan

Tabel 7. Jumlah buah baik, buah busuk, dan total buah tomat per tanaman dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk

Perlakuan	Jumlah buah per tanaman		
	Baik	Busuk	Total
Penggunaan <i>Trichoderma</i> :			
Tanpa <i>Trichoderma</i>	64,7	14,3	79,0
Dengan <i>Trichoderma</i>	65,5	14,7	80,2
Dosis pupuk majemuk :			
0 kg NPK/ha	61,1	14,7 a	75,9
250 kg NPK/ha	63,7	14,6 a	78,4
500 kg NPK/ha	69,2	11,0 b	80,2
750 kg NPK/ha	67,7	15,6 a	83,4
1000 kg NPK/ha	63,7	16,6 a	80,4
Rerata	65,1	14,5	79,6
LSD 0.05 (dosis pupuk majemuk)	13,1	2,7	13,9
KK %	19,6	18,4	16,9

Tabel 8. Serapan P pada tanaman tomat dengan penggunaan cendawan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk dan P tersedia di tanah

Perlakuan	Serapan P per tanaman mg	P tersedia di tanah (Bray 1) Ppm P ₂ O ₅
Penggunaan <i>Trichoderma</i> :		
Tanpa <i>Trichoderma</i>	50,59	9,50
Dengan <i>Trichoderma</i>	55,42	9,54
Dosis pupuk majemuk :		
0 kg NPK/ha	48,09	13,02
250 kg NPK/ha	52,43	7,67
500 kg NPK/ha	52,39	9,72
750 kg NPK/ha	50,35	6,77
1000 kg NPK/ha	61,83	10,42
Rerata	53,00	9,52

Tabel 9. Beberapa ciri kimia tanah sebelum percobaan berlangsung

Ciri kimia tanah	Nilai
Tekstur :	
Pasir (%)	51
Debu (%)	23
Liat (%)	26
pH H ₂ O	5.5
pH KCl	5.5
C organik (%)	3.33
N total (%)	0.43
C/N rasio	8
P Bray-1 (mg/100 g)	13.3
K oks (mg/100 g)	62.9
Ekstraksi amonium acetat 1 N pH 7 :	
Ca (me/100 g)	1.15
Mg (me/100 g)	0.13
K (me/100 g)	0.18
Na (me/100 g)	0.15
Jumlah (me/100 g)	1.61
KTK (me/100 g)	23.49
KB (%)	7
Al dd (me/100 g)	1.17
Ekstraksi morgan venema pH 4.8 :	
Fe (mg/kg)	60.6
Mn (mg/kg)	5.5
Cu (mg/kg)	1.8
Zn (mg/kg)	7.3
S (mg/kg)	806
Al (mg/kg)	370
Ekstraksi H ₂ O :	
Bo (mg/kg)	0.38

Sumber: Hasil analisis Laboratorium Tanah dan Tanaman, Balitsa.

dengan perlakuan tanpa menggunakan pupuk majemuk, tetapi dosis pupuk majemuk sampai 1000 kg NPK/ha pengaruhnya terhadap tinggi tanaman tomat tidak nyata dibandingkan perlakuan tanpa

pupuk majemuk. Pengaruh yang tidak nyata dosis pupuk majemuk terhadap tinggi tanaman sampai umur 56 HST kemungkinan berhubungan dengan pengaruh penggunaan *Trichoderma* yang kurang

optimal sehingga pengaruhnya tidak konsisten sampai umur 56 HST. Apabila cendawan *Trichoderma* telah menginfeksi akar tanaman inang, maka cendawan *Trichoderma* membantu tanaman induk/inang menyerap unsur hara tertentu terutama fosfat (Harrison dan van Buuren, 1995; Bryla dan Koide, 1998).

Rerata luas daun, jumlah tandan bunga, dan jumlah bunga tanaman tomat akibat pengaruh penggunaan *Trichoderma* dan beberapa dosis pupuk majemuk disajikan pada Table 2.

Seperti pada pengamatan tinggi tanaman, walaupun penggunaan *Trichoderma* mampu meningkatkan luas daun dan jumlah tandan bunga per tanaman, namun perbedaannya tidak nyata dibandingkan dengan luas daun dan jumlah tandan bunga per tanaman pada perlakuan tanpa penggunaan *Trichoderma*. Rerata luas daun dan jumlah tandan bunga per tanaman pada percobaan ini berturut-turut adalah 1523,0 cm² dan 2,3 tandan bunga. Perbedaan yang nyata penggunaan *Trichoderma* diperoleh pada pengamatan jumlah bunga per tanaman. Jumlah bunga per tanaman pada perlakuan dengan *Trichoderma* adalah 1,6 yang berbeda nyata dengan jumlah bunga per tanaman pada perlakuan tanpa *Trichoderma* hanya berjumlah 13,1 (Tabel 2).

Dosis pupuk majemuk tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tandan bunga dan jumlah bunga per tanaman. Pengaruh nyata perlakuan dosis pupuk majemuk hanya terlihat pada pengamatan luas daun (Tabel 2). Penggunaan pupuk majemuk dengan dosis 250 sampai 1000 kg NPK/ha secara nyata meningkatkan luas daun tanaman tomat dibandingkan dengan perlakuan tanpa penggunaan pupuk majemuk.

Pengaruh penggunaan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk terhadap bobot kering daun, batang, akar, buah, dan total tanaman tomat pada umur 63 HST disajikan pada Tabel 3. Penggunaan *Trichoderma* secara nyata meningkatkan bobot kering bagian-bagian tanaman seperti batang, akar dan buah serta bobot kering total tanaman dibandingkan tanpa penggunaan *Trichoderma*. Bobot kering daun

juga meningkat dengan penggunaan *Trichoderma*, tetapi perbedaannya tidak nyata dibandingkan dengan tanpa penggunaan *Trichoderma* (Tabel 3). Adanya pengaruh yang nyata penggunaan *Trichoderma* terhadap peningkatan bobot kering total tanaman sejalan dengan hasil penelitian penggunaan *Trichoderma* pada tanaman kedelai, melaporkan bahwa mampu meningkatkan bobot kering tanaman (Simanungkalit 1988; Simanungkalit, 1993). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *Trichoderma* pada tanaman tomat yang ditanam pada tanah salin nyata meningkatkan bobot kering tanaman bila dibandingkan dengan bobot kering tanaman yang tidak diberi *Trichoderma* (Poss *et al.*, 1985).

Dosis pupuk majemuk berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar, bobot kering buah, dan bobot kering total tanaman, sedangkan terhadap bobot kering daun dan bobot kering batang, pengaruh dosis pupuk majemuk tidak nyata (Tabel 3). Dosis pupuk 500 kg NPK/ha meningkatkan bobot kering akar dibandingkan dengan penggunaan dosis yang lebih rendah dari 500 kg NPK/ha. Penggunaan pupuk majemuk sebesar 250 kg NPK/ha secara nyata meningkatkan bobot kering buah dibandingkan dengan tanpa penggunaan pupuk majemuk. Sejalan dengan pengamatan bobot kering buah, dosis pupuk majemuk berpengaruh secara nyata terhadap bobot kering total tanaman. Penggunaan dosis pupuk majemuk sebesar 1000 kg NPK/ha secara nyata meningkatkan bobot kering total tanaman dibandingkan dengan tanpa penggunaan pupuk majemuk, sedangkan penggunaan pupuk majemuk dari 250-750 kg NPK/ha tidak nyata meningkatkan bobot kering total tanaman dibandingkan dengan tanpa penggunaan pupuk majemuk.

Pengaruh penggunaan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk terhadap bobot buah baik, bobot buah busuk, dan bobot buah total tanaman tomat per petak percobaan disajikan pada Tabel 4. Penggunaan *Trichoderma* pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata terhadap bobot buah baik, bobot buah busuk serta bobot buah total per petak (15 m²).

Perbedaan nyata pada pengamatan komponen

hasil ditunjukkan pada perlakuan dosis pupuk majemuk. Penggunaan dosis pupuk majemuk dari 250-1000 kg NPK/ha nyata meningkatkan bobot buah baik per petak dibandingkan dengan tanpa penggunaan pupuk majemuk, tetapi dosis pupuk majemuk diatas 250 kg NPK/ha tidak nyata meningkatkan bobot buah baik per petak. Pada penelitian ini, dosis pupuk majemuk tidak berpengaruh nyata terhadap bobot buah busuk per petak, Rerata bobot buah busuk per petak pada penelitian ini adalah 2,7 kg per 15 m². Sejalan dengan pengamatan bobot buah baik per petak, penggunaan dosis pupuk majemuk 250-1000 kg NPK/ha meningkatkan bobot buah total per petak secara nyata dibandingkan dengan tanpa penggunaan pupuk majemuk. Pemupukan majemuk dengan dosis 500-1000 kg NPK/ha tidak memberikan bobot buah yang nyata lebih tinggi dari pada bobot buah yang dipanen dari tanaman yang mendapatkan perlakuan 250 kg NPK/ha.

Pengaruh penggunaan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk terhadap jumlah buah baik, jumlah buah busuk dan jumlah buah total tanaman tomat per petak disajikan pada Tabel 5.

Seperti pada pengamatan bobot buah, penggunaan *Trichoderma* tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah buah, baik jumlah buah baik, jumlah buah busuk maupun jumlah buah total per petak. Rerata jumlah buah baik, jumlah buah busuk, dan jumlah buah total per petak berturut-turut adalah 381,6, 50,8 dan 436,2 buah per 15 m².

Dosis pupuk majemuk berpengaruh nyata terhadap jumlah buah per petak (Tabel 5). Penggunaan dosis pupuk majemuk dari 250-750 kg NPK/ha meningkatkan jumlah buah baik per petak dibandingkan dengan tanpa penggunaan pupuk majemuk. Dosis pupuk majemuk diatas 750 kg NPK/ha tidak nyata meningkatkan jumlah buah baik per petak dibandingkan dengan tanpa penggunaan pupuk majemuk. Terhadap jumlah buah busuk per petak, dosis pupuk majemuk tidak berpengaruh secara nyata. Seperti pada pengamatan bobot buah total per petak, penggunaan dosis pupuk majemuk dari 250 kg NPK/ha sampai 1000 kg NPK/ha meningkatkan

jumlah buah total per petak secara nyata dibandingkan dengan tanpa penggunaan pupuk majemuk, tetapi respon jumlah buah total per petak percobaan yang mendapatkan dosis pupuk majemuk antara 500-1000 kg NPK/ha memberikan jumlah buah total yang tidak berbeda nyata dengan petak percobaan yang dipupuk 250 kg NPK/ha.

Tabel 6 menyajikan pengaruh penggunaan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk terhadap bobot buah baik, bobot buah busuk, dan bobot buah total tomat per tanaman.

Seperti pada pengamatan bobot buah per petak, penggunaan *Trichoderma* tidak berpengaruh nyata terhadap bobot buah per tanaman, baik bobot buah baik per tanaman, bobot buah busuk per tanaman maupun bobot buah total per tanaman. Rerata bobot buah baik, bobot buah busuk, dan bobot buah total per tanaman berturut-turut adalah 5,1, 0,9 dan 5,9 kg per tanaman.

Bobot buah per tanaman nyata dipengaruhi oleh dosis pupuk majemuk (Tabel 6). Dosis pupuk majemuk di atas 750 kg NPK/ha sampai 1000 kg NPK/ha secara nyata meningkatkan bobot buah baik per tanaman, namun pada dosis 750 kg NPK/ha bobot buah per tanaman tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pupuk majemuk dan 250 kg NPK/ha. Pengaruh yang sama pemupukan majemuk juga terlihat pada pengamatan bobot buah total per tanaman. Dosis pupuk majemuk diatas 500-1000 kg NPK/ha secara nyata meningkatkan bobot buah total per tanaman, namun pada dosis pupuk majemuk 750 kg NPK/ha bobot buah total per tanaman tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pupuk majemuk dan 250 kg NPK/ha.

Pengaruh penggunaan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk terhadap jumlah buah baik, jumlah buah busuk, dan jumlah buah total tanaman tomat per tanaman disajikan pada Tabel 7.

Penggunaan *Trichoderma* tidak mempengaruhi secara nyata jumlah buah per tanaman, baik jumlah buah baik per tanaman, jumlah buah busuk per tanaman, maupun jumlah buah total per tanaman. Demikian pula dosis pupuk majemuk tidak

berpengaruh secara nyata terhadap jumlah buah baik per tanaman dan jumlah buah total per tanaman. Pengaruh dosis pupuk majemuk secara nyata terlihat pada pengamatan jumlah buah busuk per tanaman. Jumlah buah busuk per tanaman terkecil dicapai pada dosis pupuk majemuk sebesar 750 kg NPK/ha yang berbeda nyata dengan dosis pupuk majemuk lainnya.

Tabel 8 menyajikan pengaruh penggunaan *Trichoderma* dan dosis pupuk majemuk terhadap serapan P pada tanaman tomat dan P tersedia di tanah. Pada tabel tersebut, penggunaan *Trichoderma* mampu meningkatkan serapan P pada tanaman, walaupun data tidak dianalisis secara statistik. Demikian pula, P tersedia di tanah meningkat dengan penggunaan *Trichoderma*, walaupun peningkatan P tersedia tersebut relatif kecil.

Dosis pupuk majemuk dari 250-1000 kg NPK/ha meningkatkan serapan P pada tanaman dan peningkatan serapan P pada tanaman yang tertinggi dicapai pada perlakuan dosis pupuk majemuk sebesar 1000 kg NPK/ha. Walaupun P tersedia pada perlakuan tanpa pupuk majemuk lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan penggunaan pupuk majemuk lainnya, namun serapan P pada perlakuan tanpa pupuk majemuk ternyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan penggunaan pupuk majemuk dari 250-1000 kg NPK/ha.

Pada penelitian ini, ada indikasi serapan P meningkat dengan penggunaan *Trichoderma*, namun secara umum penggunaan *Trichoderma* tidak menunjukkan pengaruh yang nyata, baik terhadap beberapa peubah pertumbuhan maupun komponen hasil tanaman tomat. Pengaruh yang nyata penggunaan *Trichoderma* hanya didapatkan pada pengamatan bobot kering tanaman pada umur 63 HST. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan *Trichoderma* memberikan pengaruh yang nyata terhadap peubah pertumbuhan dan hasil tanaman tomat serta serapan hara terutama unsur P (Simarmata, 1994).

Penelitian sejenis yang dilakukan pada lahan salin yang dilakukan oleh Poss *et al.* (1985) menun-

jukkan bahwa penggunaan *Trichoderma* meningkatkan bobot kering tanaman secara nyata dibandingkan dengan tanpa penggunaan *Trichoderma*. Pengaruh yang tidak nyata penggunaan *Trichoderma* terhadap beberapa peubah pertumbuhan dan komponen hasil tanaman tomat pada penelitian ini kemungkinan disebabkan dosis penggunaan *Trichoderma* pada penelitian ini kurang optimal, sehingga pengaruh nyata penggunaan *Trichoderma* hanya pada beberapa peubah pertumbuhan dan tidak terhadap komponen hasil tanaman tomat. Kemungkinan lain disebabkan adanya variabilitas respons tanaman inang terhadap kolonisasi *Trichoderma* (Poulton *et al.*, 2001). Tiap kombinasi cendawan *Trichoderma* tanaman inang mempunyai fungsi dan tanggap yang berbeda pada tanaman dalam hal serapan P total, pertumbuhan dan/atau reproduksi tanaman (Smith *et al.*, 2003; Pearson dan Jacobsen 1993; Gao *et al.*, 2001) dan perbedaan ini juga nyata mempengaruhi interaksi tanaman dalam suatu ekosistem (van der Heijden *et al.*, 1998).

Pada penelitian ini *Trichoderma* diaplikasikan dengan cara menempatkan *Trichoderma* tersebut disamping lubang tanaman dengan konsentrasi masing-masing 10^{10} spora per tanaman Simarmata *et al.* (2004) menyatakan bahwa keefektifan cendawan *Trichoderma* berkaitan dengan berbagai factor lingkungan tanah abiotik (konsentrasi hara, pH, kadar air, temperatur, pengolahan tanah, dan penggunaan pupuk/pestisida) dan faktor biotik (interaksi mikroba, spesies cendawan, tanaman inang, dan kompetisi antara cendawan *Trichoderma*).

Berdasarkan hal tersebut untuk meningkatkan serapan hara P sebaiknya penggunaan cendawan *Trichoderma* pada tanaman tomat diaplikasikan pada saat persemaian sehingga pada saat tanaman dipindahkan ke lapangan cendawan *Trichoderma* telah menginfeksi akar tanaman tomat. Dengan cara tersebut diharapkan serapan hara P oleh tanaman tomat akan lebih baik seperti yang telah dilaporkan oleh penelitian lainnya. Kemungkinan lain yang menyebabkan pengaruh penggunaan cendawan *Tricho-*

derma tidak nyata adalah penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Margahayu, Lembang yang merupakan lahan terbuka yang berbeda dengan kondisi lingkungan penelitian-penelitian sebelumnya yang biasanya dilakukan di rumah kaca dengan lingkungan yang terkontrol, sehingga efisiensi penggunaan *Trichoderma* pada kondisi tersebut, relative lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi lahan terbuka seperti pada penelitian ini. Selain itu, derajat infeksi akar oleh *Trichoderma* pada penelitian ini kemungkinan rendah sehingga efisiensi simbiosis dari *Trichoderma* juga rendah, sehingga pengaruhnya tidak nyata pada beberapa peubah pertumbuhan dan komponen hasil tanaman tomat pada penelitian ini. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengamatan derajat infeksi akar oleh *Trichoderma* sehingga tidak dapat diketahui efisiensi simbiosis dari *Trichoderma*.

Dosis pupuk majemuk 250-1000 kg NPK/ha meningkatkan serapan P pada tanaman. Hal ini yang menyebabkan adanya pengaruh yang nyata pada beberapa peubah pertumbuhan dan komponen hasil tanaman tomat. Peubah pertumbuhan seperti bobot kering tanaman dan komponen hasil seperti bobot buah total per petak dan jumlah buah per petak meningkat secara nyata dengan penggunaan dosis dari 250-1000 kg NPK/ha dibandingkan dengan tanpa penggunaan pupuk majemuk, tetapi peningkatannya tidak nyata dengan dosis diatas 250 kg NPK/ha, sehingga penggunaan pupuk majemuk dengan dosis 250 kg NPK/ha sudah memadai untuk meningkatkan secara nyata bobot kering tanaman, bobot buah total per petak, dan jumlah buah per petak. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk majemuk pada tanaman tomat masih diperlukan walaupun sudah menggunakan *Trichoderma*. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Simanungkalit (1993) yang mendapatkan bahwa hasil polong kedelai tertinggi dicapai dengan penggunaan dosis 250 kg NPK/ha. Dosis pupuk majemuk di atas 250 kg NPK/ha akan menurunkan tingkat efisiensi simbiosis dari *Trichoderma*. Kandungan P yang tinggi akan

menekan kolonisasi cendawan *Trichoderma* (Mosse 1981; Stribley *et al.*; 1980 dalam Simanungkalit 1993), kemungkinan melalui peningkatan konsentrasi P pada akar tanaman (Menge *et al.*, 1978 dalam Simanungkalit 1993, Furlan dan Bernier-Cardou, 1989; Koide, 1991; Mengel, 1983).

KESIMPULAN

Penggunaan *Trichoderma* tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap beberapa peubah pertumbuhan dan komponen hasil tanaman tomat. Pengaruh yang nyata dari penggunaan *Trichoderma* hanya didapatkan pada pengamatan bobot kering tanaman pada umur 63 HST. Penggunaan pupuk majemuk dengan dosis 250 kg NPK/ha meningkatkan secara nyata bobot kering tanaman, bobot buah total per petak (15 m²), dan jumlah buah per petak (15 m²).

DAFTAR PUSTAKA

- Bryla DR and RT Koide. 1998. Mycorrhizal response of two tomato genotypes relates to their ability to acquire and utilize phosphorus. *Annals Bot.* **82**, 894-857.
- Duriat AS, RS Basuki, RM Sinaga, Y Hilman dan Z Abidin, 1995. Upaya peningkatan produktivitas lahan marginal untuk usahatani sayuran. *Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komoditas Sayuran*, 219-287. S Basuki, Y Hilman dan Z Abidin (Ed.). Lembang 24 Oktober 1995. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Badan Litbang Pertanian.
- Furlan V and M Bernier-Cardao. 1989. Effect of N, P and K on formation of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae, growth and mineral content of onion. *Plant and Soil.* **113**, 167-174.
- Gao LL, G Delp and SE Smith. 2001. Colonization patterns in a mycorrhiza-defective mutant tomato vary with different arbuscular-mycorrhizal fungi. *New Phytologist* **151**(2), 477-491.
- Harrison MJ and ML van Buuren. 1995. A phosphate transporter from *Trichoderma* fungus versiforme. *Nature* **378**, 626-629.
- Hilman Y 2001. Kesuburan tanah andisol terhadap sifat fisik dan kimia pada tanaman kentang. *Jurnal Hortikultura* **24**(3), 127-135.
- Ismail IG dan S Effendi 1981. Hasil penelitian pola tanam pada lahan kering podzolik merah kuning. *Lokakarya V. Pola Tanam*, 24-25. Cibogo. BPTP Bogor.
- Koide RT 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to *Trichoderma*. *New Phytologist* **117**, 365-386.
- Mengel K. 1983. Responses of various crops species and cultivars to fertilizer application. *Plant and Soil* **72**, 305-319.
- Pearson JN and I Jacobsen. 1993. The relative contribution of hyphae and roots to phosphorus uptake by *Trichoderma* plants, measured by dual labeling with P-32 and P-33. *New Phytologist* **124**(3), 489-494.
- Poss JA, E Pond, JA Menge and WM Jarrell. 1985. Effect of

- salinity on *Trichoderma* onion and tomato in soil with and without additional phosphate. *Plant and Soil* **88**, 307-319.
- Poulton JL, RT Koide and AG Stephenson. 2011.** Effects of *Trichoderma* infection and soil phosphorus availability on in-vitro and in-vivo pollen performance in *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). *American J. Botany* **88**, 1786-1793.
- Rosewarne G, SJ Barker, SE. Smith, FA Smith and DP Schachtman. 1999.** A *Lycopersicon esculentum* phosphate transporter (LePT1) involved in phosphorus uptake from a *Trichoderma* fungus. *New Phytologist* **144**, 507-516.
- Simanungkalit RDM 1988.** Potensi mikoriza vesikular-arbuskular dalam peningkatan produktivitas tanaman pangan. *Prosiding Symposium Penelitian Tanaman Pangan II*, 46-59. Bogor, 21-23 Maret 1988. S Suping, IB Aribawa dan M Sugiono (Ed.).
- Simanungkalit RDM 1993.** Efficiency of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi-soybean symbiosis at various levels of P fertilizer. *Proceedings of Second Asian Conference on Mycorrhiza*. Biotrop. Special Publication No. 42. M. Syam and BH Siwi (Eds.). SEAMEO Biotrop, Bogor, Indonesia.
- Sutarya R. 2010.** *Daftar Koleksi Isolat Mikroba Sayuran di Laboratorium Entomologi Phytopatology*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Tidak dipublikasi.
- Soepardi G 1983.** *Sifat dan Ciri Tanah*, Halaman 254-310. Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian-IPB.
- Smith SE, FA Smith and I Jacobsen. 2003.** *Trichoderma* fungi can dominate phosphate supply to plants irrespective to growth responses. *Plant Physiology* **133**, 16-20.
- Simarmata T. 1994.** Teknologi Pupuk Organik. Dalam: Akyas, AMT Pudjianto, T Simarmata, D Widayat dan C Tjahyadi (Ed.). *Penulisan Budidaya Buah-Buahan (Mangga)*, 143-152. Dirjen Tanaman Pangan, Departemen Pertanian:
- Simarmata T, R Hindersah, M Setiawati, B Fitriani, P Suriatmana, Y Surmarni dan D Hudaya Arief. 2004.** Strategi Pemanfaatan Pupuk Hayati CMA dalam Revitalisasi Ekosistem Lahan Marjinal dan Tercemar. *Workshop Produksi Inokulan CMA*, Lembang, 22-23 Juli 2004.
- Van der Heijden MGA, JN Kironomos, M Ursic, P Moutoglis, R Streitwolf-Enggel, T Boller, A Weimken and IR Sanders. 1998.** *Trichoderma* fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* **396**, 69-72.
- Widjaja, IG P Wigeno, W Hartatik dan A Sofyan. 1990.** Efisiensi penggunaan pupuk lahan kering. *Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk V*, 85-105. Cisarua, 12-13 Nopember 1990. Abdurachman, H Suhardjo dan D Santoso (Ed.). Lembaga Penelitian Tanah.