

# Pengaruh Pupuk NPK Majemuk (6:16:7) terhadap Sifat Kimia Tanah Thapic Epiaguands dan Hasil Ketimun

Sukristiyonubowo<sup>1</sup>, Ibrahim Adamy Sipahutar<sup>1</sup>, dan Ishak Achmad<sup>2</sup>

Makalah diterima 24 Maret 2009/ disetujui 2 September 2009

## ABSTRACT

**The effect of NPK Compound (6:16:7) on Chemical Soil Properties of Thapic Epiaguands and Cucumber Yield (Sukristiyonubowo, I.A. Sipahutar, and I. Achmad):** The effect of NPK compound (6:16:7) on chemical soil properties of Thapic Epiaguands, growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus*) has been studied in Punthuk Rejo Village, Karanganyar District. The aims were to study the influence of NPK fertiliser on chemical soil properties, growth and yield of cucumber. The treatments were arranged in Randomized Complete Block Design and replicated three times. The treatments were rate of NPK fertilisers including control, NPK standard, 150 kg NPK compound (6:16:7) ha<sup>-1</sup>, 300 kg NPK compound (6:16:7) ha<sup>-1</sup>, 450 kg NPK compound (6:16:7) ha<sup>-1</sup>, 600 kg NPK compound (6:16:7) ha<sup>-1</sup>, 300 kg NPK compound (6:16:7) ha<sup>-1</sup> + ¼ NPK standard, and 300 kg NPK compound (6:16:7) ha<sup>-1</sup> + ½ NPK standard. The NPK standard originated from single fertiliser, namely urea, SP-36 and KCl, while the NPK compound was Agrotop, containing 6.15% N, 16.23% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 6.87% K<sub>2</sub>O following named NPK compound (6:16:7). The rate of NPK standard was 100 kg urea ha<sup>-1</sup>, 100 kg SP-36 ha<sup>-1</sup> and 200 kg KCl ha<sup>-1</sup> referring to the local recommended fertiliser rate. Application of NPK, both NPK (6:16:7) and NPK Standard, improved the chemical soil properties, namely N, P and K total as well available P. So far, application of 300 kg NPK compound ha<sup>-1</sup> significantly increased the number of cucumber fruits and cucumber yield. Compared to the control, the increases were 13% and 44% for the number of cucumber fruits and cucumber yield, respectively. So far, combination of NPK compound (6:16:7) at the rate of 300 kg ha<sup>-1</sup> with half recommended rate of NPK standard yielded a significant effect on both the number of cucumber fruits and weight of cucumber. These improvements were comparable to the NPK standard under fully recommended rate. The relative agronomic effectiveness value of combination of NPK (6:16:7) at the rate of 300 kg ha<sup>-1</sup> with half recommended rate of NPK standard were about 100%, similar with the value of NPK standard. The economic analysis indicated that NPK standard with recommended application rate and combination of NPK Agrotop at the rate of 300 kg ha<sup>-1</sup> with half recommended rate of NPK standard gave high benefit, B/C ratio and IBCR. The B/C ratio and IBCR were higher than one.

**Keywords:** Cucumber, NPK fertilizers, Relative Agronomic Effectiveness, Thapic Epiaguands

## PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk anorganik di bidang pertanian yang semakin meningkat telah menimbulkan kontroversi, bahkan telah menciptakan masalah sosial, ekonomi dan lingkungan. Ketegangan antar pelaku usaha tani, meningkatnya ongkos produksi, menurunnya kualitas hasil pertanian, dan menurunnya kualitas lingkungan akibat polusi air, tanah dan udara telah banyak diteliti (Clark *et al.*, 1998; Phomassack *et al.*, 2003 *et al.*, 2003; Kish and Martin, 2006; Wood

*et al.*, 2006). Di daerah pertanaman sayur, pemberian pupuk, terutama pupuk N telah dianggap melampaui takaran, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan pemupukan yang berimbang untuk menuju sistem usaha tani yang menguntungkan dan berkelanjutan (Anonim, 2006). Dilaporkan pula bahwa pemberian pupuk yang tidak berimbang, hanya pupuk N saja, cenderung menurunkan hasil sorgum, gandum dan kesuburan tanah. Namun demikian, hal ini tidak terjadi pada petak yang diberi perlakuan dengan pupuk NPK dan NPK + FYM (*farm yard*

<sup>1</sup>Balai Penelitian Tanah, Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Jl. Ir. H. Juanda 98, Bogor 16123  
e-mail: sukristiyonubowo@yahoo.com, Tel.: 08995293743

<sup>2</sup>UD Teguh Tani Mandiri, Bosowa Permai B1/18 Makasar  
*J. Tanah Trop.*, Vol. 14, No. 3, 2009: 229-238  
ISSN 0852-257X

*manure*). Bahkan kombinasi tersebut juga nyata mencegah terjadinya kemunduran kualitas tanah (Manna *et al.*, 2007). Hasil yang sama didapatkan oleh Sukristiyonubowo *et al.* (1993) bahwa kombinasi pupuk NPK dengan kapur dan bahan organik memperbaiki sifat kimia tanah Ultisols (pH, kadar bahan organik dan KTK tanah) dan hasil kacang tanah. Selanjutnya, kesimpulan yang sama didapat pada sistem sawah berteras. Pemberian NPK saja dengan dosis 100 kg ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup> dan kombinasi pupuk NPK pada dosis tersebut dengan jerami padi meningkatkan secara nyata serapan hara N, P dan K, komponen hasil (berat 1.000 butir gabah isi, jumlah gabah per malai, dan jumlah gabah isi per malai) dan hasil padi baik pada musim hujan maupun pada musim kemarau (Sukristiyonubowo, 2007). Pendapat yang sama dilaporkan oleh Amin *et al.* (2004) bahwa pemberian pupuk NPK yang berasal dari pupuk tunggal secara nyata meningkatkan tinggi tanaman, komponen hasil dan hasil padi varietas IR-6. Selanjutnya, Guha *et al.* (2008) menyimpulkan bahwa kombinasi ½ dosis rekomendasi pupuk NPK yang berasal dari pupuk tunggal + pupuk hayati + 3 Mg FYM ha<sup>-1</sup> menunjukkan peningkatan kesuburan tanah, hasil serat *Corchorus olitorius* L., pendapatan, dan B/C ratio lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian NPK dengan dosis rekomendasi (30 kg N: 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 25 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) dan NPK dosis rekomendasi + 3 Mg FYM ha<sup>-1</sup>.

Hasil penelitian Alice *et al.* (2003) menunjukkan bahwa kombinasi 120-50-50 kg NPK ha<sup>-1</sup> dan *Azospirillum* tidak hanya menunjukkan jumlah anakan, berat 1.000 butir isi dan hasil padi yang tertinggi, akan tetapi juga memperlihatkan paling sedikit mendapatkan serangan *Brown Plant Hopper* (*Nilaparvata lugens*). Secara spesifik, Singh *et al.* (2001) mengamati bahwa pemberian pupuk hijau *Sesbania* sp. pada berbagai tingkat pemberian NPK meningkatkan serapan hara N, P dan K serta hasil padi. Pendapat yang sama dilaporkan oleh Clark *et al.* (1998) bahwa, usaha tani yang dikerjakan secara organik dengan masukan rendah dan cara konvensional di Lembah Sacramento memperlihatkan bahwa pada usaha tani dengan sistem organik (*organic farming system*) dan dengan sistem masukan rendah (*low input farming system*) meningkatkan kadar C organik tanah (*soil organic C*) dan kadar hara tanah (*Soluble P, Exchangeable K and pH*) selama delapan tahun. Selanjutnya, Ayoola dan Adeniyani (2006) mengemukakan bahwa pemberian 500 kg pupuk NPK (15:15:15) ha<sup>-1</sup> dan kombinasi 200 kg

pupuk NPK (15:15:15) ha<sup>-1</sup> + 2 ton pupuk dari kotoran unggas ha<sup>-1</sup> meningkatkan secara nyata pertumbuhan dan hasil ketela pohon, jagung dan melon jika dibandingkan dengan kontrol dan pemberian 2 Mg ha<sup>-1</sup> pupuk dari kotoran unggas. Hasil tertinggi juga ditunjukkan oleh kombinasi 200 kg pupuk NPK (15:15:15) ha<sup>-1</sup> + 2 Mg pupuk dari kotoran unggas ha<sup>-1</sup>.

Semakin mahal dan langkanya pupuk urea, SP-36 dan KCl di pasaran bebas, dan ditemukannya produk pupuk anorganik yang tidak sesuai dengan labelnya akan sangat berpengaruh terhadap keberlanjutan sistem usaha tani dan kualitas produk pertanian di negara kita. Salah satu produk pupuk anorganik baru yang mulai beredar di pasaran bebas dan di kalangan petani adalah pupuk NPK majemuk Agrotop (6:16:7). Untuk itu dipandang perlu mengetahui efektivitas pupuk NPK baru ini, baik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, mengefisienkan penggunaan pupuk anorganik yang diberikan bersamaan, atau dalam memperbaiki kesuburan tanah. Atas dasar itu dilakukan penelitian terhadap pupuk NPK majemuk Agrotop (6:16:7) dengan tujuan mempelajari efektivitas pupuk NPK majemuk Agrotop (6:16:7) terhadap sifat kimia tanah, pertumbuhan dan hasil ketimun dan melakukan analisis usaha tani dari penggunaan pupuk NPK majemuk Agrotop (6:17:7).

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi dan Desain Percobaan

Penelitian dilaksanakan pada tanah Thapic, epiaquands, medial, isohyperthermic di Desa Punthuk Rejo, Kecamatan Ngargoyoso, Kabupaten Karanganyar pada musim kemarau 2008, mulai Mei sampai dengan Agustus 2008. Desa Punthuk Rejo merupakan salah satu sentra produksi sayur yang terletak di sebelah barat Gunung Lawu pada ketinggian antara 550 m dan 750 m dpl (diatas permukaan laut) yang membentang antara 07°36'25" dan 07°37'30" LS dan dari 111°05'10" sampai 111°06'45" Bujur Timur. Topografi bergelombang dengan kemiringan bervariasi antara 8 % dan 15 %.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan delapan perlakuan, masing-masing diulang 3 kali. Sebagai perlakuan adalah takaran pupuk NPK, yang mencakup kontrol, NPK standar, 150 kg NPK majemuk ha<sup>-1</sup>, 300 kg NPK majemuk ha<sup>-1</sup>, 450 kg NPK majemuk ha<sup>-1</sup>,

600 kg NPK majemuk ha<sup>-1</sup>, 300 kg NPK majemuk ha<sup>-1</sup> + ¼ NPK standar, 300 kg NPK majemuk ha<sup>-1</sup> + ½ NPK standar. Pupuk NPK majemuk yang digunakan adalah NPK Agrotop yang mengandung 6,15% N, 16,23% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 6,87% K<sub>2</sub>O, selanjutnya disebut pupuk NPK majemuk (6:16:7). Sebagai pupuk NPK standar digunakan pupuk tunggal yang berasal dari urea, SP-36, dan KCl, masing-masing dengan dosis rekomendasi, yaitu 100 kg urea ha<sup>-1</sup>, 100 kg SP-36 ha<sup>-1</sup> dan 200 kg KCl ha<sup>-1</sup>. Penetapan dosis pupuk NPK (6:16:7) didasarkan pada kisaran yang disarankan oleh produsen pupuk 400-500 kg ha<sup>-1</sup>. Setiap petak perlakuan mendapatkan pupuk kandang sebanyak 20 Mg ha<sup>-1</sup> yang diberikan seminggu sebelum tanam dengan cara disebar dan diaduk merata. Perlakuan dan dosis pupuk masing-masing selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

**Pelaksanaan Percobaan**

Pengolahan tanah dilakukan dua kali. Pengolahan pertama dilakukan pada 19 Mei 2008 yang dilanjutkan dengan pembuatan guludan. Seminggu setelah pengolahan tanah pertama dilakukan pengolahan tanah kedua yang bertujuan untuk membersihkan gulma, mengaduk dan meratakan pupuk kandang yang dilanjutkan dengan pemasangan mulsa plastik pada setiap guludan. Ukuran guludan yang digunakan adalah panjang 4 m, lebar 1 m dan tinggi 30-40 cm. Setiap perlakuan terdiri atas 3 buah guludan dengan jarak antar guludan adalah 50 cm dan jarak antar ulangan 1 m, sesuai saran dari Balai Penelitian Sayuran.

Benih ketimun Varitas Herkules digunakan sebagai tanaman indikator yang dikecambahkan terlebih dahulu dalam tempat persemaian/kantong bibit. Setelah tanaman berdaun 3 helai (umur 14 hari) dilakukan penanaman. Penanaman dilakukan pada 2 Juni 2008 dengan cara memindahkan bibit yang sehat dan vigor pertumbuhannya. Jarak tanam antar barisan 75 cm dan dalam baris 50 cm.

Pupuk NPK diberikan sebanyak 3 kali, masing-masing ¼ dosis saat tanam dengan cara ditugal, ½ dosis saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam dengan cara ditugal dekat dengan tanaman, dan ¼ dosis sisanya diberikan setelah panen pertama dengan cara dikocor (dilarutkan air lalu disiramkan disekitar perakaran tanaman).

Pemanenan dilakukan sebanyak 5 kali, panen pertama dilakukan tanggal 14 Juli, panen kedua 19 Juli dan panen ketiga 24 Juli, panen keempat 30 Juli dan panen terakhir 8 Agustus 2008. Data yang dikumpulkan setiap kali pemanenan adalah jumlah dan berat buah segar ketimun. Disamping itu juga dilakukan pengamatan terhadap tinggi tanaman umur 4 minggu setelah tanam dan saat panen ke 4 serta pengambilan contoh tanah sebelum percobaan dan pada panen terakhir.

**Analisis Data**

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diuji terhadap tinggi tanaman, jumlah buah dan hasil ketimun dilakukan analisis sidik ragam (*Anova*) yang dilanjutkan dengan pengujian beda antar perlakuan dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test*

Tabel 1. Takaran pupuk pada penelitian pengaruh pupuk NPK terhadap sifat kimia, jumlah buah dan hasil ketimun, di Desa Puntuk Rejo, Ngargoyoso, Karanganyar.

Perlakuan	Dosis Pupuk (kg ha <sup>-1</sup> )				
	NPK (6:16:7)	Urea	SP-36	KCl	Pukan
Kontrol	0	0	0	0	20.000
NPK standar dari pupuk tunggal	0	100	100	200	20.000
NPK majemuk (6:16:7)	150	0	0	0	20.000
NPK majemuk (6:16:7)	300	0	0	0	20.000
NPK majemuk (6:16:7)	450	0	0	0	20.000
NPK majemuk (6:16:7)	600	0	0	0	20.000
NPK majemuk (6:16:7) + ¼ NPK standar	300	25	25	50	20.000
NPK majemuk (6:16:7)+ ½ NPK standar	300	50	50	100	20.000

(DMRT) dengan selang kepercayaan 95%. Sementara efektivitas pupuk dihitung dengan menggunakan *relative agronomic effectiveness* (RAE) adalah perbandingan antara kenaikan hasil karena penggunaan pupuk yang diuji dengan kenaikan hasil pada pupuk standar dikalikan 100% (Machay et al., 1984).

$$RAE = \frac{\text{Hasil pd pupuk yg diuji} - \text{Hasil pd kontrol}}{\text{Hasil pd pupuk standar} - \text{Hasil pd kontrol}} \times 100\%$$

Analisis usahatani dilakukan dengan menghitung input tenaga kerja dan saprodi yang digunakan serta nilai hasil panen yang diperoleh. Tingkat keuntungan yang diperoleh dianalisis dengan menghitung nilai B/C ratio (*Benefit Cost ratio*) dan IBCR (*Incremental Benefit Cost ratio*) dengan rumus sebagai berikut (Kadariah, 1998; Suriadikarta et al., 2004) :

$$B/C \text{ rasio} = \frac{\text{Nilai Keuntungan hasil panen}}{\text{Biaya total yang dikeluarkan}}$$

$$IBCR = \frac{\text{Penerimaan perlakuan} - \text{Penerimaan kontrol}}{\text{Biaya total perlakuan} - \text{Biaya total kontrol}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Pupuk NPK terhadap Sifat Tanah

Pengaruh pemberian pupuk NPK terhadap kandungan N total, P total, K total dan P tersedia

dalam tanah disajikan pada Tabel 2. Secara umum, pemberian pupuk NPK majemuk (6:16:7) pada berbagai takaran yang diuji dan NPK standar dosis rekomendasi memperbaiki kandungan N total, P total, K total dan P tersedia dalam tanah, jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol maupun sebelum percobaan. Tergantung pada dosis pemupukan NPK, kenaikan bervariasi mulai dari 7% sampai dengan 47%, 9 % sampai dengan 54%, 20% sampai dengan 59 % dan 6 % sampai dengan 13%, masing-masing untuk N total, P total, K total dan P tersedia, jika dibandingkan dengan sebelum digunakan percobaan. Meningkatnya kandungan N total, P total, K total dan P tersedia dalam tanah diduga erat berkaitan dengan pengaruh langsung dari penambahan pupuk NPK itu sendiri (baik NPK majemuk (6:16:7) maupun NPK standar yang berasal dari pupuk tunggal). Sementara, untuk hara N dan K kemungkinan juga dari kontribusi air irigasi dan sisa akar dan batang padi (yang dalam istilah lokal disebut *bonggol padi*) yang relatif sangat signifikan. Disamping, adanya efek residu pupuk dari tanaman sebelumnya, yaitu padi. Dilain pihak, pengambilan hara oleh tanaman (*nutrients uptake*) tidak lebih tinggi dari tambahan input tersebut. Berkaitan dengan air irigasi, Sukristiyonowo (2007) melaporkan bahwa kontribusi hara dari air irigasi sangat berarti, yaitu berkisar 7,2 – 13,6 kg N dan 7,3 – 13,4 kg K ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup> atau setara dengan 16 – 30 kg urea dan 15 – 25 kg KCl ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup>. Selanjutnya, dari hasil penelitian keseimbangan hara N pada areal

Tabel 2. Pengaruh pupuk NPK terhadap kandungan N, P dan K total tanah.

Perlakuan	N (%)	P Total (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg <sup>-1</sup> )	P Bray I (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg <sup>-1</sup> )	K Total (mg K <sub>2</sub> O kg <sup>-1</sup> )
Sebelum Percobaan	0,13	900	36	350
Setelah Percobaan:				
Kontrol	0,12	899	30	383
NPK standar dari pupuk tunggal	0,18	1048	37	486
150 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	0,14	988	38	513
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	0,19	999	45	558
450 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	0,14	1147	40	501
600 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	0,16	1388	83	545
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ¼ NPK standar	0,16	1123	42	421
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ½ NPK standar	0,13	1167	59	464

Tabel 3. Pengaruh NPK majemuk (6:16:7) terhadap tinggi tanaman ketimun umur 4 minggu setelah tanam (MST) dan saat panen ke 4 di Desa Puntuk Rejo, Kecamatan Ngargoyoso, Kabupaten Karanganyar.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	
	4 MST	Panen 4
Kontrol	45,33 d <sup>*)</sup>	89,30 b
NPK standar dari pupuk tunggal	82,73 a	96,23 ab
150 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	46,30 d	92,83 b
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	54,42 c	97,27 ab
450 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	61,83 bc	102,10 ab
600 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	54,97 c	110,44 ab
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ¼ NPK standar	67,10 ab	109,91 ab
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ½ NPK standar	78,07 ab	115,98 a
CV (%)	17,6	11,5

Keterangan: <sup>\*)</sup> Angka dalam kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

pertanaman sayur dilaporkan bahwa total hara N yang diambil oleh tanaman ketimun sekitar 59 kg N ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup> (Anonim, 2008).

Menarik juga untuk dicatat bahwa pada perlakuan kontrol terjadi peningkatan K total dalam tanah, sebesar 33 mg K<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> atau sekitar 9% jika dibandingkan dengan K total tanah sebelum percobaan. Seperti disebutkan di atas, meningkatnya K total tanah ini diduga karena kontribusi dari air pengairan dan sisa-sisa akar dan batang padi mengingat sebelumnya areal percobaan ditanami padi. Dilaporkan bahwa sisa tanaman padi yang terdiri atas akar dan batang menyumbang hara bervariasi antara 21,02 ± 1,58 dan 43,13 ± 7,29 kg N, 2,29 ± 0,60 dan 5,23 - 0,55 kg P, antar 81,84 ± 16,47 dan 152,81 ± 59,10 kg K ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup> (Sukristiyonubowo, 2007). Data ini sangat penting untuk menerangkan terjadinya peningkatan hara N total, P total K total dan P tersedia pada tanah yang diberi perlakuan pupuk NPK. Untuk mendapatkan gambaran yang utuh, analisis keseimbangan hara pada skala plot sangat menarik untuk dilakukan. Oleh karena setiap guludan mendapatkan bahan organik yang sama besarnya, yaitu 20 Mg ha<sup>-1</sup>, maka kontribusi hara dari pupuk kandang dianggap relatif sama sehingga variasi perbaikan sifat tanah yang terjadi lebih disebabkan oleh perlakuan dosis NPK.

### **Pengaruh Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan Tanaman**

Pengaruh pupuk NPK terhadap tinggi tanaman disajikan pada Tabel 3. Pada umur 4 minggu setelah tanam, tinggi tanaman ketimun yang hanya mendapatkan perlakuan pupuk NPK majemuk (6:16:7) dan kombinasinya dengan pupuk NPK standar (yang berasal dari pupuk tunggal urea, TSP dan KCl) secara nyata meningkatkan tinggi tanaman jika dibandingkan dengan petak kontrol. Secara statistik, pemberian pupuk NPK majemuk (6:16:7) saja mulai takaran 300 kg ha<sup>-1</sup> meningkatkan tinggi tanaman ketimun jika dibandingkan dengan kontrol sebesar 20-83%. Sementara, kombinasi pupuk NPK majemuk (6:16:7) dengan ¼ - ½ dosis NPK standar sebanding dengan perlakuan NPK standar dosis rekomendasi. Hal ini berarti bahwa hara dari pupuk NPK majemuk (6:16:7) mampu dimanfaatkan untuk memacu pertumbuhan tanaman ketimun sama baiknya dengan hara yang berasal dari pupuk NPK standar, yang berasal dari pupuk tunggal urea, TSP dan KCl.

Pada saat panen ke empat, penambahan pupuk NPK majemuk (6:16:7) mulai takaran 300 kg ha<sup>-1</sup> meningkatkan tinggi tanaman ketimun. Peningkatan tinggi tanaman bervariasi antara 8 sampai dengan 14 cm atau 9 - 15% tergantung dosis pupuk NPK majemuk (6:16:7) jika dibandingkan kontrol dan lebih

tinggi 1 – 14 cm dibandingkan dengan pupuk NPK standar. Sementara kombinasi NPK majemuk (6:16:7) dengan NPK standar dosis ½ dosis rekomendasi pengaruhnya lebih nyata dari pada pupuk NPK standar. Data ini mengindikasikan bahwa pupuk NPK majemuk (6:16:7) mempunyai efektivitas yang sama baik dengan NPK standar jika diberikan dengan takaran lebih dari 300 kg ha<sup>-1</sup> atau akan lebih nyata jika dikombinasikan dengan pupuk NPK standar mulai takaran ½ dari dosis rekomendasi.

**Pengaruh Pupuk NPK terhadap Hasil Ketimun**

Pengaruh yang nyata dari kombinasi antara pupuk NPK majemuk (6:16:7) dengan pupuk NPK standar juga terjadi pada jumlah buah ketimun disetiap panen dan panen total jika dibandingkan dengan kontrol atau sebanding dengan guludan yang diperlakukan dengan pupuk NPK standar (Tabel 4). Sedangkan, pengaruh yang nyata secara statistik dari pemberian pupuk NPK majemuk (6:16:7) saja mulai terlihat mulai panen ke empat dan panen total. Jumlah buah ketimun pada petak yang mendapat perlakuan pupuk NPK majemuk (6:16:7) saja, mulai dosis 150 hingga 600 kg ha<sup>-1</sup> secara nyata lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah buah ketimun pada petak kontrol. Sementara, jumlah buah ketimun pada perlakuan NPK majemuk (6:16:7) + ¼ NPK standar

dan NPK majemuk (6:16:7) + ½ NPK standar tidak berbeda nyata jika dibandingkan guludan atau petak yang diperlakukan dengan pupuk NPK standar dosis rekomendasi. Data ini mendemonstrasikan bahwa pupuk NPK majemuk (6:16:7) akan lebih efektif jika dikombinasikan dengan pupuk NPK standar. Atau dapat dikatakan bahwa pupuk NPK majemuk (6:16:7) dapat mengurangi ketergantungan akan pupuk NPK standar yang berasal dari urea, SP-36 dan KCl hingga 50%. Peningkatan yang nyata jumlah buah ketimun pada guludan yang diperlakukan dengan pupuk NPK majemuk (6:16:7) dan yang dikombinasikan dengan pupuk NPK standar jika dibandingkan dengan kontrol diduga disebabkan terjadinya perbaikan sifat tanah (N total, P total, K total dan P tersedia) akibat dari pemberian pupuk NPK majemuk (6:16:7) dan NPK standar. Disamping itu, kebutuhan hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman ketimun serta peningkatan berat ketimun mampu dipenuhi oleh hara yang berasal dari pupuk NPK. Besarnya hara yang disediakan berkisar 9 – 36 Kg N, 24 – 96 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 10,5 – 102 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup> bergantung pada perlakuan NPK yang diberikan. Sementara hara yang disediakan dari perlakuan 300 kg NPK majemuk (6:16:7) + ¼ NPK standar sebesar 29 kg N, 57 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 51 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup> dan untuk 300 kg NPK majemuk (6:16:7) +

Tabel 4. Pengaruh pupuk NPK terhadap jumlah buah ketimun pada saat panen di Desa Puntuk Rejo, Kecamatan Ngargoyoso, Karanganyar.

Perlakuan	Jumlah Buah Ketimun					
	Panen I	Panen 2	Panen 3	Panen 4	Panen 5	Total
Kontrol	28,7 a <sup>*)</sup>	15,0 b	17,3 b	15,3 c	24,0 c	100,3 d
NPK standar dari pupuk tunggal	42,0 a	26,3 a	32,0 a	45,7 a	36,7 a	182,7 a
150 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	29,0 a	14,7 b	17,3 b	23,0 bc	29,3 bc	113,3 cd
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	26,7 a	18,6 ab	20,3 b	27,7 b	36,0 ab	129,3 bc
450 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	31,3 a	18,6 ab	23,6 b	28,3 b	31,0 b	131,3 bc
600 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	36,3 a	14,7 b	23,0 b	27,3 b	35,7 ab	137,0 b
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ¼ NPK standar	34,3 a	20,0 a	27,3 ab	40,3 a	31,7 b	152,4 ab
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ½ NPK standar	44,0 a	20,0 a	31,3 a	42,7 a	45,0 a	183,0 a
CV (%)	32,2	21,2	20,9	20,5	23,3 %	17,2

Keterangan: <sup>\*)</sup> Angka dalam kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT).

½ NPK standar sebesar 41 kg N, 66 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 81 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup>. Sementara, hasil penelitian keseimbangan hara N pada areal pertanaman sayur melaporkan bahwa total hara N yang diambil oleh tanaman ketimun sekitar 59 kg N ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup> (Anonim, 2008). Perbedaan kebutuhan hara N, diduga disebabkan oleh musim tanam, varietas ketimun yang ditanam, jenis tanah, dan kultur teknis yang diterapkan. Penting untuk dicatat bahwa oleh karena setiap guludan atau petak mendapatkan pupuk kandang yang sama, yaitu 20 Mg ha<sup>-1</sup>, maka variasi perbaikan sifat tanah, pertumbuhan tanaman, jumlah buah ketimun dan berat segar ketimun lebih disebabkan oleh perlakuan pupuk NPK.

Seperti halnya yang terjadi pada jumlah buah ketimun, peningkatan berat segar juga diamati pada guludan yang diperlakukan dengan kombinasi pupuk NPK majemuk (6:16:7) dan NPK standar. Perlakuan NPK majemuk (6:16:7) + ¼ NPK standar dan NPK majemuk (6:16:7) + ½ NPK standar secara nyata meningkatkan berat segar ketimun jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Besarnya kenaikan hasil ketimun pada setiap panen antara 60 % sampai 100 % dan lebih dari 100 % masing-masing untuk kombinasi perlakuan NPK majemuk (6:16:7) dengan ¼ dosis NPK standar dan NPK majemuk (6:16:7) + ½ dosis NPK standar, jika dibandingkan hasil ketimun pada petak kontrol (Tabel 4). Dan apabila

dibandingkan dengan NPK standar (dosis rekomendasi) berat segar ketimun pada setiap panen tidak berbeda nyata.

Selanjutnya, petak dengan perlakuan pupuk NPK majemuk (6:16:7) saja hanya mulai dari dosis 300 kg ha<sup>-1</sup> sampai dengan dosis 600 kg ha<sup>-1</sup> mulai menunjukkan kenaikan hasil yang nyata jika dibandingkan dengan kontrol (Tabel 5). Ini membuktikan bahwa mulai dosis 300 kg NPK majemuk (6:16:7) kebutuhan hara tanaman untuk perkembangan buah ketimun dapat dipenuhi, disamping pengaruhnya terhadap perbaikan sifat tanah yang ditunjukkan dengan meningkatnya ketersediaan hara N, P dan K. Pendapat yang sama dilaporkan oleh Clark *et al.* (1998), Guha *et al.* (2008) Manna *et al.* (2007), Sukristiyonubowo (2007) dan Sukristiyonubowo *et al.* (1993) yang menyatakan bahwa penambahan pupuk NPK dan yang dikombinasikan dengan bahan organik (jerami padi, *farm yard manure*, *ataupun green manure*) memperbaiki kualitas tanah dan hasil tanaman (padi, sorgum, gandum, kacang tanah dan *Corchorus olitorius* L.).

Dari pembahasan ini dapat diartikan bahwa 1) untuk mendapatkan hasil ketimun yang lebih tinggi dari kontrol, paling tidak 300 kg ha<sup>-1</sup> pupuk NPK majemuk (6:16:7) harus ditambahkan atau 2) secara agronomis untuk mendapatkan hasil ketimun yang

Tabel 5. Pengaruh pupuk NPK terhadap bobot ketimun pada saat panen di Desa Puntuk Rejo, Kecamatan Ngargoyoso, Karanganyar.

Perlakuan	Berat segar Ketimun (Mg ha <sup>-1</sup> )					
	Panen I	Panen 2	Panen 3	Panen 4	Panen 5	Total
Kontrol	1,4 c	1,3 d	1,6 b	1,9 c	1,4 c	7,6 c
NPK standar dari pupuk tunggal	8,2 a	4,0 a	2,4 ab	4,0 a	2,0 bc	20,7 a
150 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	4,2 bc	1,5 cd	2,1 ab	1,8 c	1,6 c	11,0 bc
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	3,7 bc	2,2 bcd	1,2 b	2,4 bc	2,3 bc	12,0 bc
450 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	4,1 bc	1,5 cd	2,1 ab	2,3 bc	2,1 bc	12,0 bc
600 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	5,3 ab	1,6 cd	2,0 ab	2,7 b	4,2 a	15,8 b
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ¼ NPK standar	6,4 ab	2,8 b	2,6 a	3,3 ab	2,1 bc	17,3 ab
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ½ NPK standar	8,6 a	2,5 b	3,3 a	3,9 a	3,3 ab	20,7 a
CV (%)	32,2	21,1	19,8	19,1	17,8	21,0

Keterangan: \*) Angka dalam kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Tabel 6. Nilai *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) pada saat panen pupuk NPK majemuk (6:16:7) di Desa Puntuk Rejo, Kecamatan Ngargoyoso, Karanganyar.

Perlakuan	RAE (%)					
	Panen I	Panen 2	Panen 3	Panen 4	Panen 5	Total
Kontrol						
NPK standar dari pupuk tunggal	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
150 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	41,2	7,4	62,5	-	33,3	26,0
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	33,8	33,3	-	23,8	150,0	33,6
450 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	39,7	7,4	62,5	19,0	116,7	33,6
600 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	57,4	11,1	50,0	38,1	466,7	62,7
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ¼ NPK standar	75,5	55,6	150,0	66,7	116,7	74,0
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ½ NPK standar	105,8	44,4	212,5	95,2	316,7	100,0

sama banyaknya dengan hasil yang dicapai oleh pemberian pupuk NPK standar dosis rekomendasi (100 kg urea, 100 kg SP-36 dan 200 kg KCl), maka kombinasi NPK majemuk (6:16:7) + ¼ NPK standar atau NPK majemuk (6:16:7) + ½ NPK standar harus diberikan.

*Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) untuk panen total, kombinasi NPK majemuk (6:16:7) + ½ NPK standar mempunyai nilai yang sebanding atau lebih tinggi dari pada nilai RAE NPK standar (Tabel 6). Kenyataan ini mengandung arti bahwa kombinasi NPK majemuk (6:16:7) + ½ NPK standar mempunyai efektivitas yang relatif sama baiknya dengan pupuk NPK standar. Besarnya nilai RAE NPK majemuk Agrotop (6:16:7) + ½ NPK standar pada panen total adalah 100%.

### Analisis Usahatani

Dalam analisis ini diasumsikan bahwa a) total biaya tenaga kerja yang digunakan untuk melaksanakan tindak agronomis, mulai dari pengolahan tanah sampai dengan panen dianggap sama, b) tenaga kerja keluarga tidak dimasukkan sebagai biaya tenaga kerja, c) dalam perhitungan biaya sarana produksi perbedaan hanya diberlakukan untuk input pupuk saja, mengingat takaran pupuk pada masing-masing perlakuan berbeda, d) analisis ekonomi dilakukan untuk unit luasan hektar (*scaling up*), dan e) kecuali untuk perlakuan kontrol, karena dalam penjualannya semua ketimun dari semua perlakuan yang berbeda dijadikan satu, maka harga jual ketimun dari setiap perlakuan yang diuji dianggap

sama, yaitu Rp 3.000,- kg<sup>-1</sup> sesuai harga yang diterima petani. Sedangkan harga jual ketimun pada perlakuan kontrol adalah Rp 2.500,- kg<sup>-1</sup>. Perbedaan harga ini disebabkan ukuran buah ketimun, pada perlakuan kontrol rata-rata lebih kecil dibandingkan perlakuan yang lain. Hasil perhitungan pengeluaran dan pendapatan dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 7.

Pengeluaran usaha tani dihitung berdasarkan ongkos tenaga kerja dan biaya pembelian sarana produksi, yaitu pupuk kandang, benih, pupuk dan pestisida. Walaupun ada sedikit perbedaan pada ongkos tenaga kerja untuk masing-masing perlakuan, dalam analisis ekonomi ini semua dibulatkan menjadi Rp 6,75 juta ha<sup>-1</sup>. Hal ini tidak berlaku untuk perhitungan biaya pembelian sarana produksi. Sementara, perhitungan pendapatan usaha tani didekati dengan cara mengkalikan hasil ketimun yang dicapai pada masing-masing perlakuan yang diuji (Mg ha<sup>-1</sup>) dengan harga jualnya, yaitu Rp 3.000,- kg<sup>-1</sup> dan untuk perlakuan kontrol Rp 2.500,-.

Dari selisih antara pendapatan dengan biaya produksi dari masing-masing perlakuan ditunjukkan bahwa pada perlakuan NPK standar dan kombinasi pupuk NPK majemuk (6:16:7) + ½ dosis pupuk NPK standar memberikan keuntungan yang paling besar, yaitu masing-masing sebesar Rp 49,89,- dan Rp 44,82 juta ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup> dengan B/C ratio masing-masing 4,09 dan 2,60 dan IBCR sebesar 23,17 dan 6,62. Ini berarti bahwa pemberian NPK standar yang berasal dari pupuk tunggal urea, SP-36 dan KCl pada tingkat dosis rekomendasi dan kombinasi antara pupuk NPK

Tabel 7. Analisis usaha tani pemberian pupuk NPK majemuk (6:16:7) dan NPK standar terhadap hasil ketimun di Desa Punthuk Rejo, Kabupaten Karanganyar, MK 2008.

Perlakuan	Biaya Produksi (juta Rp ha <sup>-1</sup> )		Pendapatan (juta Rp ha <sup>-1</sup> )	Keuntungan (juta Rp ha <sup>-1</sup> )	IBCR	B/C ratio
	Tenaga Kerja	Sarana Produksi				
Kontrol	6,75	3,60	19,00	8,65		0,83
NPK standar dari pupuk tunggal	6,75	5,46	62,10	49,89	23,17	4,09
150 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	6,75	6,10	33,00	19,65	5,60	1,53
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	6,75	9,60	36,00	19,65	2,83	1,20
450 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	6,75	12,60	36,00	16,65	1,80	0,86
600 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup>	6,75	15,60	47,40	25,05	2,36	1,12
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ¼ NPK standar	6,75	10,08	53,10	37,28	5,26	2,22
300 kg NPK majemuk (6:16:7) ha <sup>-1</sup> + ½ NPK standar	6,75	10,53	62,10	44,82	6,62	2,60

Note: Harga 1 kg pupuk majemuk NPK Agrotop (6:16:7) adalah Rp 20.000,-, harga 1 kg urea, SP-36 dan KCl, masing-masing Rp 1.600,-, Rp 2.500,- dan Rp 7.000,-, dan harga 1 kg pupuk kandang Rp 150,-

majemuk (6:16:7) dengan ½ dosis pupuk NPK standar memberi jaminan bagi keberlanjutan usaha tani ketimun. Namun demikian, menyadari bahwa adanya kelangkaan pupuk urea, SP-36 dan KCl dipasaran, harganya yang berfluktuasi tinggi dan banyak pupuk palsu yang beredar, maka kehadiran pupuk NPK majemuk Agrotop (6:16:7) dapat menjadi pilihan yang menjanjikan bagi petani. Hal ini didasarkan bahwa kombinasi antara pupuk NPK majemuk (6:16:7) dengan ½ dosis rekomendasi NPK standar juga memperbaiki sifat kimia tanah dan meningkatkan hasil seperti telah disebutkan pada pembahasan sebelumnya. Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa kombinasi antara pupuk NPK majemuk Agrotop (6:16:7) + ½ NPK standar efektif meningkatkan produksi ketimun, baik dari aspek agronomis (t ha<sup>-1</sup>) maupun ekonomis (Rp ha<sup>-1</sup>). Temuan yang sama dilaporkan oleh Law-Ogbomo dan Emokaro (2009) bahwa pemberian 300 kg NPK (15:15:15) ha<sup>-1</sup> pada tanaman yam (*Dioscorea rotundata* Poir) yang ditanam pada ekologi savanna dan transisi hutan ke savanna memberikan keuntungan yang optimum dengan B/C ratio masing-masing 5,10 dan 3,76. Kesimpulan yang sama dilaporkan pada tanaman *Corchorus olitorius* L. oleh Guha *et al.* (2008).

Lebih rendahnya nilai B/C ratio dan IBCR dari perlakuan pupuk NPK majemuk (6:16:7) dengan NPK standar diduga harga per unit pupuk majemuk (6:16:7) masih tergolong tinggi. Apabila produsen bisa menekan harga jual pupuk sedikit lebih rendah, maka secara langsung akan menekan biaya produksi yang pada akhirnya akan meningkatkan nilai B/C ratio dan IBCR.

Tingginya keuntungan yang didapat, menurut petani juga dikarenakan harga jual ketimun yang relatif selalu tinggi dari tahun ke tahun. Tinggi rendahnya harga ini juga terkait dengan kebutuhan akan ketimun yang meningkat, sementara ketersediannya dipasaran tidak banyak. Walaupun belum dapat menjadi pegangan yang pasti, nampaknya waktu tanam yang dipilih oleh petani memberikan harapan yang baik untuk ditindak lanjuti musim depan.

### KESIMPULAN

Pemberian pupuk NPK, baik NPK majemuk (6:16:7) maupun pupuk NPK yang berasal dari pupuk tunggal N, P dan K, memperbaiki kandungan N total, P total, K total dan P tersedia tanah. Untuk kepentingan praktis, penggunaan pupuk NPK

majemuk (6:16:7) sebaiknya dikombinasikan dengan pupuk NPK standar untuk meningkatkan efektifitas agar sebanding dengan atau lebih tinggi dari NPK standar yang berasal dari pupuk tunggal dengan dosis rekomendasi .

Kombinasi antara pupuk NPK majemuk (6:16:7) dosis 300 kg ha<sup>-1</sup> dengan NPK standar dosis 25-50 kg urea, 25-50 kg SP-36 dan 50-100 kg KCl ha<sup>-1</sup> dapat meningkatkan hasil ketimun sebanding dengan hasil ketimun yang dicapai pada pemberian NPK standar dosis rekomendasi (100 kg urea, 100 kg TSP dan 200 kg KCl ha<sup>-1</sup>), yaitu sebesar 20,7 Mg ha<sup>-1</sup>.

*Relative Agronomic Effectiveness*, kombinasi antara pupuk NPK majemuk (6:16:7) dosis 300 kg ha<sup>-1</sup> dengan NPK standar dosis 50 kg urea, 50 kg SP-36 dan 100 kg KCl ha<sup>-1</sup> sebanding dengan RAE NPK standar yang berasal dari pupuk tunggal dosis rekomendasi (100 kg urea, 100 kg SP-36 dan 200 kg KCl ha<sup>-1</sup>).

Pemberian pupuk NPK yang berasal dari pupuk tunggal urea, SP-36 dan KCl dengan dosis 100 kg urea, 100 kg SP-36 dan 200 kg KCl ha<sup>-1</sup> dan kombinasi pupuk NPK majemuk Agrotop (6:16:7) + ½ NPK standar memberikan keuntungan yang besar, yaitu Rp 49,89,- dan Rp 44,82 juta ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup> dengan B/C ratio 4,09 dan 2,60 dan IBCR sebesar 23,17 dan 6,62.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alice, J., Sujeetha, R.P., and Venugopal, M.S. 2003. Effect of organic farming on management of rice brown plant hopper. *IRRN* 28 (2): 36-37.
- Amin, M., M. Ayayas Khan, E. Ahmed Khan, and M. Ramzan. 2004. Effect of increased plant density and fertilizer dose on the yield of rice variety IR-6. *J. Res. Sci.* 15 (1): 9-16.
- Anonymous. 2008. Nitrogen balance: progress report year 3. Research collaboration between Indonesian Soil research Institute and University of Ghent, Belgium. 49 p.
- Anonymous. 2006. Nitrogen balance: progress report year 1. Research collaboration between Indonesian Soil research Institute and University of Ghent, Belgium. 47 p.
- Ayoola, O.T., and O.N. Adeniyani. 2006. Influence of poultry manure and NPK fertilizer on yield components of crops under different cropping systems in South West Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.* 5 (15): 1386-1392.
- Clark, M.S., W.R. Horwarth, C. Shennan and K.M. Scow. 1998. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low input farming practices. *Agron. J.* 20: 662-671.
- Guha, B., K. Das, A.S.N. Zaman, and B. Barman. 2008. Effect of integrated nutrient management on productivity of Tossa Jute (*Corchorus olitorius* L.) and on soil properties. *Madras Agric.J.* 95 (7): 359-363.
- Jager, A. De, D. Onduru, M.S. van Wijk, J. Vlaming, and G.N. Gachini. 2001. Assessing sustainability of low external input farm management systems with the nutrients monitoring approach: A case study in Kenya. *Agric. Sys.* 69: 99-118.
- Kadariah. 1988. Evaluasi proyek analisis ekonomi. Edisi ke dua. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kiss, S., and J. Martin. 2006. Organic and integrated farming key to lowering nitrogen leaching. *CSREES Research Results*.
- Law-Ogbomo, K.E., and C.O. Emokaro. 2009. Economic analysis of the effect of fertiliser application on the performance of White Guenia Yam in different ecological zones of Edo State, Nigeria. *World J. Agric. Sci.* 5(1): 121-125.
- Machay, A.D., J.K. Syers and P.E.H. Gregg. 1984. Ability of chemical extraction procedures to assess the agronomic effectiveness of phosphate rock material. *NZJAR* 27: 219-230.
- Manna, M.C., A.Swarup, R.H. Wanjari, and H.N. Ravankar. 2007. Long term effect of NPK fertilizer and manure on soil fertility and a sorghum-wheat farming system. *Aust. J. Exp. Agric.* 47 (6): 700-711.
- Phommassack, T., A. S. Chanthavongsa, C. Thonglatsamy, C. Valentine, A. de Rouw, P. Marchand, and V. Chaplot. 2003. An innovative approach to sustainable land management in Lao PDR. *MSEC-Lao PDR Annual Report*. In: Wani, S.P., Maglino, A.R., Ramakrisna, A., and Rego, T.J. (Eds.), *Integrated catchment management for land and water conservation and sustainable agricultural production in Asia*. CD-Rom (one CD).
- Singh, B., R.K. Niranjana, and R.K. Pathak. 2001. Effect of organic matter resources and inorganic fertilisers on yield and nutrient uptake in the rice-wheat cropping system. *IRRN*. 26 (2): 57-58.
- Sukristiyonubowo. 2007. Nutrient balances in terraced paddy fields under traditional irrigation in Indonesia. PhD thesis. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Ghent, Belgium, 184 p.
- Sukristiyonubowo, P. Wigena, Mulyadi, dan A. Kasno. 1993. Pengaruh pemberian bahan organik, kapur dan pupuk NPK terhadap sifat kimia tanah dan hasil kacang tanah. *Pemb. Pen. Tanah Pupuk* 11: 1-12.
- Suriadikarta, D. A., D. Setyorini, dan W.Hartatik. 2004. Uji mutu dan efektifitas pupuk alternatif anorganik. *Balai Penelitian Tanah*. 41 hlm.
- Wood, R., M. Lenzen, C. Dey, and S. Lundie. 2006. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. *Agric. Sys.* (89): 324-348.