

EFISIENSI SERAPAN P TANAMAN KENTANG PADA TANAH ANDISOL DENGAN PENAMBAHAN VERMIKOMPOS

Efficiency of P Uptake by Potato in Andisols by Vermicompost Addition

Hery Widijanto^{*i}, Jauhari Syamsiah^{*}, dan Betta Dwi Isti Ferela^{**}

^{*} Staf Pengajar Jurusan Ilmu Tanah FP-UNS

^{**} Alumni Mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah FP-UNS
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta, Jawa Tengah 57126

ABSTRACT

Mostly potatoes (*Solanum tuberosum* L.) are planted on Andisols that have problem in phosphate fixation. The aim of this research were to know the efficiency of P fertilizing in Andisols that were added vermicompost and SP36 and to know potatoes yield in Andisol.

This research was conducted at Tawangmangu, Karanganyar on October until December 2007. The method used was split plot design, as a main plot was vermicompost, i.e. no vermicompost and 10 ton.ha⁻¹ vermicompost. Sub plot consist of four levels of P fertilizer (SP36), i.e. 100, 250, 400, 550 kg.ha⁻¹ and control. The observation variables are available P, efficiency of P absorption, weight and diameter percentage of potato tuber. F test, Kruskal-Wallis test, and DMRT 5% test is used to analysis data.

The result of this research shows that there is interaction between vermicompost and 400 kg.ha⁻¹ doses SP36 to highest available P in the soil is 2.157 ppm P₂O₅, but there is no interaction on yield. The addition of 10 ton.ha⁻¹ vermicompost can increase weight of potato tuber (30.83 %) and decreased percentage of potato tuber amount diameter in < 9 cm (48.05 %). Addition of 250 kg.ha⁻¹ SP36 can increase percentage of potato tuber amount diameter in 12-15 cm (57.46%). The highest result of potato is reached on tuber diameter > 15 cm (37.16%) with 10 tons.ha⁻¹ vermicompost additions.

Keywords: vermicompost, P fertilizer, potato, Andisols

ⁱ Korespondensi: herywid_uns@plasa.com

PENDAHULUAN

Permasalahan di Andisol adalah ketersediaan fosfor yang rendah, karena sebagian besar (90%) fosfor dijerap oleh mineral liat alofan dan Al, sehingga menyebabkan rendahnya efisiensi pemupukan (Tan, 1991). Menurut Nursyamsi *et al.*(1996), efisiensi pupuk fosfor (P) pada tanah masam umumnya sangat rendah hanya 10-15% dari sejumlah pupuk P yang diberikan.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kekahatan P pada Andisols tersebut adalah dengan pemberian pupuk P dan penambahan bahan organik, meskipun pada Andisols mengandung bahan organik yang tinggi, sehingga dapat

meningkatkan terlepasnya P dari dalam humus tanah akibat dekomposisi bahan organik tambahan seperti vermicompos. Hasil penelitian Mulat (2005) menyatakan bahwa pemberian vermicompos ini merangsang pemecahan ikatan – ikatan P dengan Al sehingga P yang semula tidak tersedia dalam tanah menjadi tersedia bagi tanaman. Lebih lanjut dijelaskan bahwa penggunaan vermicompos lebih efisien daripada pupuk organik lain karena vermicompos mempunyai pengaruh lebih cepat dan dosis pemakaiannya lebih sedikit. Hal ini karena kualitas vermicompos lebih baik dan pemakaian vermicompos dapat menghemat pemakaian pupuk anorganik (Mulat, 2005)

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan tanaman umbi-umbian yang tumbuh baik pada suhu 16-18°C dan hidup di daerah pegunungan. Kondisi tanah yang diperlukan adalah berdrainase baik dan agak terhambat dengan kapasitas pertukaran kation > 16 cmol⁽⁺⁾/kg, kejenuhan basa >35% dan pH tanah berkisar 5,6-7,0. Kentang juga membutuhkan bahan organik tanah yang cukup tinggi untuk mendukung pertumbuhannya (Anonim, 2007). Tanaman kentang dengan umur 90-100 Hari Setelah Tanam (HST) mempunyai serapan unsur P sebesar 34 kg/ha. Namun, dosis ini masih perlu dihitung lagi karena masih dapat diubah dalam bentuk oksidanya. Apabila sumber pupuk P₂O₅ diambil dari pupuk SP36 maka dosis per hektar adalah 169 kg (FAO, 1982).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka perlu kajian lebih lanjut mengenai pemanfaatan vermikompos yang dikombinasikan dengan pupuk P agar efisiensi pemupukan dapat meningkat. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui efisiensi pemupukan P pada Andisols yang diberi vermikompos dan untuk mengetahui apakah ada dosis pupuk SP36 yang memberikan hasil maksimal tanaman kentang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Oktober 2007 sampai Desember 2007 di Andisols Tawangmangu Kabupaten Karanganyar. Analisis kimia dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah RPT (Rancangan Petak Terbagi). Untuk tiap-tiap perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 24 perlakuan. Kombinasi perlakuannya yaitu DOP1 (tanpa vermikompos + pupuk P 100 kg/ha), DOP2 (tanpa vermikompos + pupuk P 250 kg/ha),

DOP3 (tanpa vermikompos + Pupuk P 400 kg/ha), DOP4 (tanpa vermikompos + pupuk P 550 kg/ ha), D1P1 (pemberian vermikompos 10 ton/ ha + pupuk P 100 kg/ ha), D1P2 (pemberian vermikompos 10 ton/ ha + pupuk P 250 kg/ ha), D1P3 (pemberian vermikompos 10 ton/ ha + pupuk P 400 kg/ha), D1P4 (pemberian vermikompos 10 ton/ ha + pupuk P 550 kg/ ha), dan DOP0 (kontrol /tanpa perlakuan). Pupuk dasar yang diberikan adalah urea 150 kg/ha dan KCl 300 kg/ha.

Variabel pengamatan utama yaitu ketersediaan P, efisiensi serapan P, berat umbi kentang per tanaman sampel tiap petak, dan persentase diameter umbi kentang per tanaman sampel tiap petak. Variable pendukungnya adalah pH H₂O dan NaF dengan metode Elektrometri, P total dengan metode metode ekstraksi HNO₃ dan HClO₄, P tersedia dengan metode *Bray I*, serta Al-dd dengan titrasi HCl.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel pengamatan dilakukan uji F 1% dan 5% jika data normal atau Kruskal-Wallis jika data tidak normal. Apabila ada pengaruh nyata, dilanjutkan dengan DMRT 5% jika data dengan sebaran normal atau Uji Mood Median jika sebaran data tidak normal untuk membandingkan antarkombinasi perlakuan. Untuk mengetahui keeratan hubungan dari variabel yang diamati maka digunakan Uji korelasi. Sedangkan untuk menentukan efisiensi maka digunakan rumus:

$$Eh = \frac{Sp - Sk}{Hp} \times 100 \% \text{ (Yuwono, 2004)}$$

Eh : efisiensi serapan hara

Sp : serapan hara pada tanaman yang dipupuk

Sk : serapan hara pada tanaman yang tidak dipupuk

Hp : kadar hara dalam pupuk yang diberikan

HASIL DAN PEMBAHASAN**1. Analisis Tanah dan Vermikompos**

Tabel 1 terlihat bahwa ketersediaan P dalam tanah rendah, tetapi kadar bahan organik pada tanah tersebut tinggi. Hal disebabkan karena laju dekomposisi bahan organik pada Andisols terhambat oleh hidroksi Al yang amorf (Darmawijaya, 1990).

Tabel 1. Beberapa sifat kimia Andisols

| No. | Hasil Analisis | Satuan | Hasil | Harkat |
|-----|---------------------|-------------------------|-------|------------|
| 1. | pH H ₂ O | - | 5,78 | Agak masam |
| 2. | pH NaF | - | 10,41 | Tinggi |
| 3. | P total | % | 0,26 | - |
| 4. | P tersedia | ppm | 1,56 | Rendah |
| 5. | Bahan Organik | % | 5,55 | Tinggi |
| 6. | C-organik | % | 3,22 | Tinggi |
| 7. | Al-dd | cmol ⁽⁺⁾ /kg | 0,799 | - |

Sumber : Hasil analisis Laboratorium Ilmu Tanah FP UNS Surakarta 2007

Keterangan : Pengharkatan menurut Pusat Penelitian Tanah (1983)

Nilai pH NaF sebesar 10,41 menunjukkan bahwa pada Andisols mengandung Al-OH alofan yang tinggi. Soepardi (1983) menyatakan jika pH NaF > 9,5 menandakan kandungan alofan dalam tanah tinggi yang akibatnya ketersediaan P dalam tanah menjadi rendah. Menurut Santoso (1985) kadar P dalam Andisols yang rendah terjadi karena adanya fiksasi yang kuat oleh bahan alofan dan lambatnya proses mineralisasi fosfat dari bahan organik. Kadar Al-dd sangat berhubungan dengan pH tanah. Makin rendah pH tanah, makin tinggi Al-dd dan sebaliknya. Nilai Al-dd yang terkandung dalam tanah yaitu 0,799 cmol/kg.

Tabel 2. Komposisi kimia verмикompos

| No. | Analisis | Satuan | Nilai |
|-----|---------------|---------------------------------|-------|
| 1. | N | % | 1,40 |
| 2. | P | % P ₂ O ₅ | 2,61 |
| 3. | K | % K ₂ O | 1,39 |
| 4. | Bahan organik | ppm | 47,13 |
| 5. | KPK | cmol ⁽⁺⁾ /kg | 27,81 |
| 6. | C Organik | % | 27,34 |
| 7. | Nisbah C/N | - | 19,53 |

Sumber : Hasil analisis Laboratorium Ilmu Tanah FP UNS Surakarta 2007

Keterangan : *Syarat mutu kompos menurut SNI 19-7030-2004 (Balittanah, 2005)

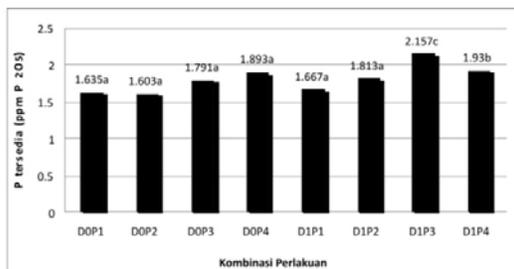
Dari Tabel 2 diketahui bahwa nisbah C/N verмикompos 19,5. Jadi verмикompos ini sudah matang, sehingga dapat langsung diaplikasikan ke tanah, di samping itu verмикompos memiliki kandungan C-organik yang memenuhi syarat mutu SNI, yaitu 27,34%. Kandungan hara yang dalam verмикompos menunjukkan bahwa verмикompos dapat berfungsi sebagai sumber hara

2. Kandungan P tersedia tanah

Hasil analisis dengan uji Kruskal Wallis diketahui bahwa interaksi antara verмикompos dan pupuk P meningkatkan kandungan P tersedia dalam tanah. Pupuk SP36 merupakan sumber unsur P bagi tanaman dan tanah karena mengandung kurang lebih 36% P₂O₅. Vermikompos dapat menyumbangkan P dan menghasilkan bahan-bahan terhumifikasi yang berperan untuk memperbesar ketersediaan P dari mineral karena membentuk P humik yang lebih mudah diserap tanaman (Mulat, 2005).

Berdasar Gambar 1 ketersediaan P dalam tanah yang paling tinggi adalah 2,157 ppm pada pemberian verмикompos 10 ton/ha + Pupuk P 400 kg/ha (D1P3), sedangkan nilai terendah adalah 1,603 ppm pada perlakuan tanpa verмикompos + Pupuk P 250 kg/ha (D0P2). Hal tersebut disebabkan pada pemberian verмикompos mengandung bahan organik yang tinggi sehingga dapat meningkatkan penyediaan unsur hara seperti N, P, dan K sehingga dapat dimanfaatkan oleh perakaran tanaman. Pemanfaatan verмикompos tersebut harus diimbangi dengan penggunaan pupuk anorganik sehingga unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman dapat tercukupi. Perlakuan D1P3 merupakan perlakuan yang paling optimal untuk ketersediaan P dalam tanah. Hasil uji

interaksi menunjukkan perlakuan ini yang paling berbeda nyata dan paling tinggi, karena interaksi vermikompos dosis 10 ton/ha dan pupuk SP36 dosis 400 kg/ha mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah.



Gambar 1. Pengaruh interaksi vermikompos dan pupuk SP36 terhadap P tersedia tanah

Ket : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Mood Median taraf 5 %

Berdasar uji korelasi diketahui bahwa P tersedia dalam tanah berkorelasi cukup erat dengan bahan organik tanah ($r = 0,330$). Hal ini menunjukkan hasil dekomposisi bahan organik dapat melepaskan asam-asam organik yang mampu membentuk ligan campuran dengan kation-kation tanah yang lain. Terbentuknya ligan campuran tersebut mampu mencegah terjadinya pengendapan Alumunium (Al) pada pH tinggi. Dengan demikian P yang dilepas dari pupuk SP36 akan bertahan dalam bentuk P tersedia (Schnitzer, 1983).

3. Efisiensi Serapan P

Berdasarkan hasil analisis terhadap efisiensi serapan P diketahui bahwa pemberian vermikompos dan interaksi antara vermikompos dan pupuk P berpengaruh tidak nyata terhadap efisiensi serapan P. Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa pemberian vermikompos atau tanpa vermikompos pada penggunaan pupuk SP36 100 kg/ha (P1) mempunyai efisiensi serapan P paling tinggi dibandingkan dengan pemberian pupuk P dosis lainnya. Hal ini

membuktikan bahwa dosis pupuk SP36 yang diberikan 250 kg/ha atau lebih memberikan hasil yang kurang efisien. Seperti penelitian FAO (1982) dalam Hartus (2001) bahwa dosis pupuk SP36 yang efisien untuk tanaman kentang adalah 169 kg/ha.

Tabel 3. Rata-rata efisiensi serapan P pada masing-masing perlakuan (%)

| Perlakuan | P1 | P2 | P3 | P4 | Rata-rata |
|-----------|------|------|------|------|-----------|
| D0 | 1,78 | 0,67 | 0,25 | 0,61 | 0,83 |
| D1 | 0,33 | 0,20 | 0,22 | 0,22 | 0,24 |
| Rata-rata | 1,06 | 0,44 | 0,24 | 0,42 | 0,54 |

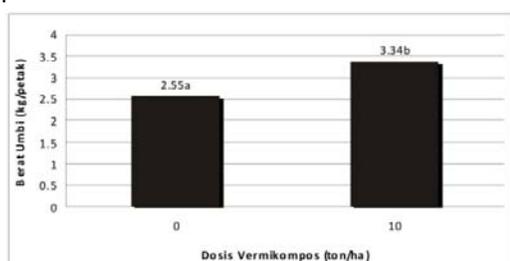
Efisiensi pupuk P menurut Nursyamsi et al. (1996) berkisar 10-15% sehingga efisiensi serapan P pada perlakuan P1 masih dibawah rata-rata. Hal ini karena pada pengambilan sampel daun untuk dianalisis dilakukan pada saat pembentukan umbi sedang berlangsung sehingga diduga unsur hara P tidak seluruhnya diserap ke daun. Seperti fungsi P dalam tanaman yang juga berguna untuk proses pembungaan dan pembuahan atau pembentukan umbi (Bradey dan Weil, 2004).

Menurut Nuryani et al. (1993), bahan organik yang diberikan pada Andisol mempunyai peranan yang lebih kecil dibandingkan bahan organik tanah asli. Hal ini memperkuat tabel di atas yang menyebutkan bahwa nilai efisiensi tanah yang diberikan vermikompos sebesar (0,33%) lebih rendah dari pada tanpa vermikompos sebesar (1,78%).

4. Hasil Tanaman Kentang

Berdasarkan analisis ragam berat umbi saat panen menunjukkan perlakuan pupuk P (P), serta interaksi antara vermikompos dan pupuk P mempunyai pengaruh yang tidak nyata, sedangkan pemberian vermikompos menunjukkan pengaruh nyata. Hal ini disebabkan karena vermikompos mengandung bahan organik yang tinggi

sehingga dapat meningkatkan penyediaan unsur hara seperti N, P, dan K sehingga dengan pelepasan secara lambat (*slow release fertilizer*) dapat dimanfaatkan oleh perakaran secara efisien (Mulat, 2005), yang akibatnya berat umbi meningkat karena terpenuhinya unsur-unsur yang dibutuhkan pembentukan umbi.



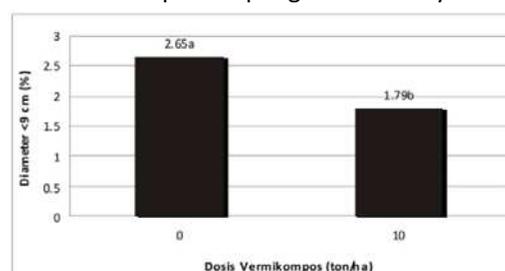
Gambar 2. Pengaruh vermikompos terhadap berat umbi kentang panen

Ket : Angka-angka yang diikuti huruf menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Mood Median taraf 5 %

Pada uji korelasi diketahui bahwa berat umbi kentang berkorelasi cukup erat dengan serapan P ($r = 0,429$). Hal ini disebabkan penyerapan P pada Andisols dilakukan secara optimal oleh perakaran tanaman sehingga mendukung pertumbuhan fase generatifnya yaitu memperbesar berat umbi. Serapan P berkorelasi terhadap berat umbi karena fosfor merupakan komponen struktur dari sejumlah senyawa penting, molekul pentransfer energi ADP dan ATP (adenosine di- dan trifosfat), NAD, NADPH dan senyawa sistem informasi genetik DNA dan RNA (asam desoksiribo dan ribonukleat). Ester fosfat terbentuk dengan gula, alkohol, asam atau fosfat lainnya (polifosfat). Senyawa kaya energi dari metabolit penting yang memperpanjang fosforilasi dan transfer energi. Asam sitrat merupakan senyawa cadangan fosfat penting yang umumnya ditemukan dalam umbi. Bentuk cadangan ini dapat diremobilisasi untuk menyokong laju metabolisme selama perkecambahan umbi (Gardner et al., 1991).

a. Diameter umbi < 9 cm

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap persentase diameter umbi < 9 cm diketahui bahwa pemberian vermikompos berpengaruh sangat nyata, sedangkan pemberian pupuk P maupun interaksi antara pupuk P dan vermikompos berpengaruh tidak nyata.



Gambar 3. Pengaruh pemberian vermikompos terhadap persentase diameter umbi < 9 cm

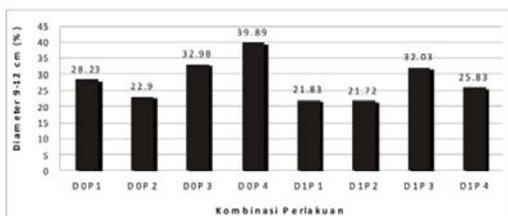
Ket : Angka-angka yang diikuti huruf menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Mood Median taraf 5 %

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa persentase jumlah umbi yang berdiameter < 9 cm pada pemberian vermikompos dosis 10 ton/ha lebih sedikit dibandingkan tanpa vermikompos. Vermikompos dapat mengurangi jumlah umbi kentang yang berdiameter < 9 cm karena terpenuhinya kebutuhan tanaman akan unsur hara terutama P dan proses metabolisme akan berjalan dengan baik. Hal ini terkait dengan fungsi P yaitu mendukung pertumbuhan generatif dalam meningkatkan berat umbi (Anonim, 2007) dimana berat umbi dipengaruhi oleh kondisi fase generatif yaitu terbentuknya umbi kecil-kecil sehingga dengan unsur P yang cukup maka persentase umbi yang berukuran kecil menurun karena umbi menjadi besar.

b. Diameter umbi 9-12 cm

Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui pemberian vermikompos,

Pupuk P maupun interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap persentase diameter umbi 9-12 cm. Berdasarkan Gambar 4, persentase diameter umbi 9-12 cm tertinggi dicapai pada dosis tanpa pemberian vermikompos + 550 kg/ha (DOP4) sebesar 39,89%, sedangkan yang terendah pada dosis pemberian vermikompos + 250 kg/ha sebesar 21,72%. Menurut Krishnawati (2003) bahwa peningkatan hasil umbi kentang ditentukan oleh pemberian vermikompos. Vermikompos mengandung berbagai unsur hara makro dan mikro yang sangat penting dalam kaitannya dengan pemeliharaan dan peningkatan hasil kentang. Berbagai unsur hara tersebut akan memacu pertumbuhan vegetatif, memperbesar bobot dan jumlah umbi, serta meningkatkan hasil dan kandungan protein umbi kentang, sehingga kentang yang di hasilkan besar-besar.

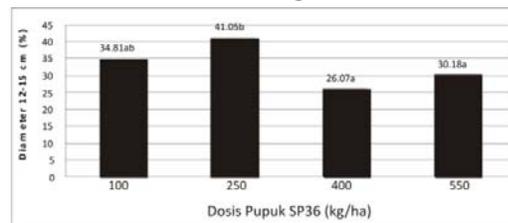


Gambar 4. Pengaruh interaksi vermikompos dan Pupuk SP36 terhadap persentase dia-meter umbi 9-12 cm

c. Diameter umbi 12-15 cm

Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa pemberian vermikompos dan interaksi antara vermikompos dan pupuk P berpengaruh tidak nyata terhadap persentase diameter umbi 12-15 cm sedangkan pemberian pupuk P berpengaruh nyata terhadap persentase diameter umbi 12-15 cm. Berdasarkan Gambar 5, persentase diameter umbi 12-15 cm tertinggi dicapai pada dosis 250 kg/ha (P2) sebesar 41,05%, sedangkan yang

terendah pada dosis 400 kg/ha (P3) sebesar 26,07%. Hal ini karena fosfor merupakan penyusun setiap sel hidup. Fosfor sangat berperan aktif mentransfer energi di dalam sel, juga berfungsi untuk mengubah karbohidrat (Hakim et al., 1986) sehingga persentase diameter umbi 12-15 cm meningkat.

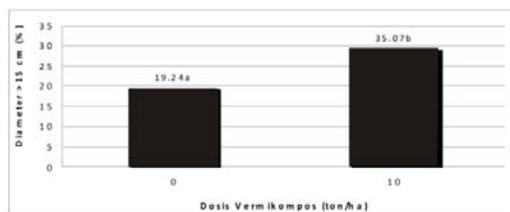


Gambar 5. Pengaruh pemberian pupuk SP36 terhadap persentase diameter umbi 12-15 cm

Ket : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Mood Median taraf 5 %

d. Diameter umbi > 15 cm

Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa pemberian vermikompos berpengaruh nyata terhadap persentase diameter umbi > 15 cm, sedangkan pemberian pupuk P dan interaksi antara vermikompos dan pupuk P berpengaruh tidak nyata. Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa persentase diameter > 15 cm terjadi peningkatan sebesar 82.28%. Hal ini disebabkan vermikompos mengandung berbagai bahan yang dibutuhkan tanaman yaitu hormon seperti giberelin, auksin, dan sitokinin. Hormon tersebut tidak hanya memacu pertumbuhan perakaran tetapi juga akan memacu pertumbuhan daun dan umbi. Hormon tersebut juga dapat meningkatkan hasil tanaman, khususnya diameter kentang (Anonim 2007).



Gambar 6. Pengaruh vermikompos terhadap persentase diameter umbi > 15 cm

Ket: Angka-angka yang diikuti huruf menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Mood Median taraf 5 %

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa interaksi antara vermikompos dan SP36 pada dosis 400 kg/ha menunjukkan ketersediaan P tanah tertinggi sebesar 2,157 ppm P_2O_5 . Pemberian vermikompos 10 ton/ha mampu meningkatkan berat umbi (30,83%), dan menurunkan persentase jumlah umbi berdiameter < 9 cm (48,05%) dibanding tanpa pemberian vermikompos. Pemberian pupuk SP36 mampu meningkatkan efisiensi serapan P pada dosis 100 kg/ha baik tanpa vermikompos (1,78%) ataupun dengan vermikompos (0,33%), dan persentase diameter umbi 12-15 cm (57,46%) pada dosis 250 kg/ha. Vermikompos dosis 10 ton/ha memberikan hasil panen tertinggi (37,16%) pada umbi yang berdiameter > 15 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. *Respon Pertumbuhan dan Produksi Kentang terhadap Efektifitas Pupuk Kalium Majemuk (ZK Plus)* http://jatim.litbang.deptan.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=170&Itemid=72, diakses 20 Juli 2007.
- Darmawijaya, I. 1990. *Klasifikasi Tanah*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Dwijoseputro. 1986. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT Radja Grafindo Persada. Jakarta.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Mulat, T. 2005. *Membuat dan Memanfaatkan Kascing Pupuk Organik Berkualitas*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Nursyamsi, D, S.M. Nanan, Sutisni dan IPG. Widjaja-Adhi. 1996. Erapan P dan Kebutuhan Pupuk P Untuk Tanaman Pangan pada Tanah-tanah Asam. *Jurnal Tanah Tropika II(2)*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Nuryani H.U., T. Notohadiningrat, R. Sutanto dan B. Radjaguguk. 1993. Faktor Jerapan dan Pelepasan fosfat di tanah Andosol dan Latosol. *Jurnal BPPS UGM: 6(4b)*.
- Santoso, B. 1985. *Sifat dan Ciri Andisol*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sitompul, S.M. dan D. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Yuwono, N.W. 2004. *Kesuburan Tanah*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

