

PENGELOLAAN KESUBURAN TANAH PADA PERTANAMAN KENTANG DENGAN APLIKASI PUPUK ORGANIK DAN ANORGANIK

Yudhi Ahmad Nazari¹, Soemarno^{1,2}, Lily Agustina^{1,3}

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang

Abstrak

Salah satu upaya untuk meningkatkan hasil kentang adalah dengan mengontrol tingkat kesuburan tanah dengan penggunaan pupuk organik dan anorganik. Penelitian bertujuan untuk memperoleh nilai tertinggi dari sisa unsur hara tanah pada beberapa dosis dan beberapa pupuk organik. Perlakuan dilapangan dilakukan dengan rancangan acak. Perlakuan pada penelitian ini menggunakan pupuk anorganik, kotoran ayam, biomasa *Tithonia diversifolia* dan *Calopogonium Colopogonium*. Kadar N pupuk organik yang digunakan berdasar kebutuhan kentang, tanah adalah 60kg/ha (D1), 120kg/ha (D2), dan 250kg/ha (D3). Kadar pupuk anorganik yang direkomendasikan adalah 120kg N/ha, 165kg P₂O₅/ha dan 120kg K₂O/ha. Setiap perlakuan diulangi tiga kali. Karakteristik yang dilihat meliputi: pH, C Organik, total N, C/N Rasio, ketersediaan P, ketersediaan K, dan KTK. Tidak ada yang berbeda dari pH, C-organik, N-Total, C / N Ratio, ketersediaan P, ketersediaan K dan KTK tanah antara pupuk anorganik dan berbagai jenis pupuk organik pada rasio 120kg N/ha. Nilai residu nutrisi tanah sama dengan perlakuan dari pupuk organik dan anorganik.

Kata kunci: kentang, pupuk organik, pupuk tanah

Abstract

One effort to reach optimal potato yield is to control soil fertility through application of organic and anorganic fertilizers. This research was aimed to get the highest value of the soil nutrient residue at different dosages and kinds of organic fertilizers. Field experiment was arranged in the Randomized Block Design. The experimental treatments consists of anorganic fertilizer, chicken manure, Tithonia diversifolia biomass and Calopogonium muconoides biomass. The N rates were 60 kg N/ha (D1), 120 kg N/ha (D2) and 250 kg N/ha (D3) organic fertilizer dosage based on N requirement of potato, soil N, and N content of organic fertilizer. Anorganic fertilizer was used based on recommendation dosage (120 kg N/ha, 165 kg P₂O₅ /ha dan 120 kg K₂O/ha). Each treatments replicated three times. Soil characteristics: pH, Organic C, Total N, C/N Ratio, available P, available K, and CEC. There is no different of pH, C-Organic, N-total, C/N Ratio, available P, available K and soil CEC between anorganic fertilizer and different kinds of organic fertilizer at 120 kg N/ha. Value of soil nutrient residues are similar among the treatment of organic fertilizers and anorganic fertilizer.

Keywords: organic fertilizer, soil fertility, potato

PENDAHULUAN

Bahan organik tanah mempunyai peran yang sangat penting dalam menentukan tingkat kesuburan tanah (Russell, 1977; Craswell dan Lefroy, 2001; Diacono dan Montemurro, 2010). Tanah yang optimal bagi pertumbuhan tanaman mensyaratkan kandungan bahan organik di lapisan atas paling sedikit 2 % (Hairiah, Kasniari, Noordwijk, Foresta, Syekhfani, 1996). Agar mempertahankan keadaan bahan organik tanah tersebut, tanah pertanian harus selalu ditambahkan bahan organik minimal 8 – 9 ton/ha setiap tahunnya. Macam bahan organik yang digunakan sebagai masukan unsur hara dalam penelitian ini meliputi pupuk kotoran ayam, biomas hijauan *Tithonia* dan biomas hijauan

Calopogonium. Pemberian berbagai jenis bahan oraganik tersebut dapat meningkatkan kesuburan tanah serta dapat meningkatkan hasil tanaman kentang (Lynch *et al.*, 2008). Aplikasi pupuk kandang sapi pada tanaman kentang menghasilkan umbi dengan kandungan pati dan protein paling tinggi, demikian juga kandungan hara P, K, Ca, Mg, dan Zn pada umbi dan batang tanaman kentang (Islam dan Nahar, 2012). Kompos dan pupuk kandang ayam juga dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman kentang dan hasil umbi kentang, serta serapan N,P, dan K tanaman kentang (Jaipaul, Sharma dan Sharma, 2011). Hasil penelitian Nyiraneza dan Snapp (2007) membuktikan bahwa pupuk kandang yang dikombinasikan dengan pupuk nitrogen (pupuk anorganik) menghasilkan umbi kentang paling banyak dan serapan N tanamanpaling besar. Kombinasi antara pupuk kandang sapi dengan pupuk anorganik NPK juga menghasilkan umbi kentang (ukuran komersial) paling banyak,

* Alamat Korespondensi

Yudhi Ahmad Nazari

Email : nazari.a@gmail.com

Alamat : Program Studi Ilmu Tanaman, Program Pascasarjana, Universitas Brawijaya

demikian juga jumlah umbi per tanaman (Borchardt, 2011). Selanjutnya hasil penelitian Taheri et al. (2012) menunjukkan bahwa kompos dan pupuk kandang yang dikombinasikan dengan pupuk fosfat dan pupuk mikro Zn menghasilkan paling banyak umbi kentang yang berukuran besar.

Hasil-hasil penelitian di atas membuktikan bahwa aplikasi pupuk organik (pupuk kandang, kompos dan pupuk hijau) dan kombinasinya dengan pupuk anorganik mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman kentang, hasil umbi dan kualitas umbi (Snapp *et al.*, 2003). Hal ini mengisyaratkan pentingnya bahan organik tanah dalam sistem produksi kentang. Hasil analisis tanah awal lahan di daerah Sumber Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu menunjukkan kandungan bahan organiknya rendah yaitu 1.18 %. Berdasarkan keadaan kandungan bahan organik tersebut, maka dilakukan pemberian berbagai jenis bahan organik yang diharapkan dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan ketersediaan unsur hara dalam tanah serta menunjang pertumbuhan dan hasil umbi kentang (Granstedt dan Kjellenberg, 1997; Willekens et al., 2008; Zaman, *et al.*, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek aplikasi kombinasi pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan, hasil umbi kentang dan residu hara yang tertinggal dalam tanah.

METODE PENELITIAN

Percobaan ini dilaksanakan di Dusun Sumber Brantas Kelurahan Tulung Rejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Ketinggian tempat kurang lebih 1650 di atas permukaan laut, suhu rata-rata 20oC, dengan jenis tanah Andisol. Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan yang diberikan meliputi : Jenis pupuk dan dosis pupuk. Untuk jenis pupuk terdiri dari : Pupuk anorganik, Pupuk kotoran ayam, Biomas *Tithonia*, Biomas *Calopogonium*. Sedangkan untuk dosis pupuk dihitung berdasarkan kebutuhan N untuk tanaman kentang dan kandungan N pada masing-masing bahan organik yang digunakan. Pada percobaan ini dosis N yang digunakan adalah D1 = 60 kg N/ha, D2 = 120 kg N/ha dan D3 = 250 kg N/ha. Sedangkan pupuk anorganik yang digunakan adalah pupuk N, P, K yang diberikan sesuai dengan dosis anjuran (120 kg N/ha, 165 kg P₂O₅/ha, 120 kg K₂O/ha). Jumlah perlakuan ada 10 yang masing-masing perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 30 unit percobaan.

Pengamatan pada tanah untuk mengetahui pengaruh nutrisi pupuk yang diberikan, meliputi : Analisa Tanah yang dilakukan sebelum panen (umur 45 hst) , pertengahan panen (umur 75 hst) dan sesudah panen (umur 105 hst) meliputi peubah : pH tanah, C organik, Kandungan Nitrogen (N total), C/N rasio, P tersedia, K tersedia, dan KTK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH Tanah

Hasil analisis pH tanah menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang dan pupuk hijau menghasilkan nilai pH tanah lebih tinggi dibandingkan dengan aplikasi pupuk anorganik. Perlakuan pupuk kandang ayam dosis setara dengan 120 kg N/ha memberikan nilai pH tanah tertinggi pada 105 hari setelah tanam, dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 1).

Tabel 1. pH Tanah pada awal pertumbuhan dan akhir pertumbuhan

Perlakuan	pH Tanah	
	45 hst	105 hst
Pupuk Anorganik	6.06 (S)	6.07 (S)
PK Ayam setara 60 kg N/ha	6.41 (S)	6.35 (S)
PK Ayam setara 120 kg N/ha	6.34 (S)	6.41 (S)
PK Ayam setara 250 kg N/ha	6.34 (S)	6.24 (S)
<i>Tithonia</i> setara 60 kg N/ha	6.45 (S)	6.31 (S)
<i>Tithonia</i> setara 120 kg N/ha	6.38 (S)	6.29 (S)
<i>Tithonia</i> setara 250 kg N/ha	6.32 (S)	6.09 (S)
<i>Calopogonium</i> setara 60 kg N/ha	6.33 (S)	6.34 (S)
<i>Calopogonium</i> setara 120 kg N/ha	6.28 (S)	6.09 (S)
<i>Calopogonium</i> setara 250 kg N/ha	6.30 (S)	6.08 (S)

Keterangan : kategori Sedang (S) = 5.5 – 6.5

C–Organik dan N–Total Tanah

Hasil analisis C – Organik tanah menunjukkan bahwa aplikasi kotoran ayam dengan dosis setara 120 kg N/ha menghasilkan nilai C–Organik tanah yang tertinggi pada 105 hari setelah tanam, dibandingkan dengan berbagai perlakuan lainnya. Kandungan N – Total tanah yang tertinggi terjadi pada 105 hari setelah tanam, pada perlakuan kotoran ayam dengan dosis setara 60 kg N/ha, meskipun nilai ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 2).

C/N Rasio dan P₂O₅ Tanah

Hasil analisis C/N Rasio tanah menunjukkan bahwa aplikasi kotoran ayam dengan dosis setara 120 kg N/ha memberikan nilai tertinggi C/N Rasio pada 105 hari setelah tanam dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tabel 2. C – Organik dan N – Total pada awal pertumbuhan dan akhir pertumbuhan

Perlakuan	C – Organik Tanah (%)		N - Total Tanah (%)	
	45 hst	105 hst	45 hst	105 hst
Pupuk Anorganik	4.61 (t)	2.59 (S)	0.22 (S)	0.21 (S)
PK Ayam setara 60 kg N/ha	5.71 (St)	2.91 (S)	0.36 (S)	0.25 (S)
PK Ayam setara 120 kg N/ha	4.80 (t)	3.37 (t)	0.34 (S)	0.21 (S)
PK Ayam setara 250 kg N/ha	4.75 (t)	2.96 (S)	0.36 (S)	0.22 (S)
Tithonia setara 60 kg N/ha	4.49 (t)	3.09 (t)	0.34 (S)	0.22 (S)
Tithonia setara 120 kg N/ha	4.70 (t)	2.85 (S)	0.35 (S)	0.21 (S)
Tithonia setara 250 kg N/ha	4.60 (t)	2.82 (S)	0.38 (S)	0.22 (S)
Calopogonium setara 60 kg N/ha	5.08 (t)	2.45 (S)	0.35 (S)	0.19 (r)
Calopogonium setara 120 kg N/ha	5.14 (St)	2.76 (S)	0.37 (S)	0.22 (S)
Calopogonium setara 250 kg N/ha	4.87 (t)	3.10 (t)	0.38 (S)	0.21 (S)

Keterangan : kategori Rendah (r) 0.1 – 0.2 Sedang (S) 2.1% – 3.0 % ; Tinggi (t) 3.1% – 5.0 % ; Sangat Tinggi (St) > 5.0.

Tabel 3. C/N Rasio dan P2O5 Tanah pada awal pertumbuhan dan akhir pertumbuhan

Perlakuan	C/N Rasio Tanah		P2O5 Tanah (ppm)	
	45 hst	105 hst	45 hst	105 hst
Pupuk Anorganik	20.94 (t)	12.08 (S)	30.03 (S)	29.73 (S)
PK Ayam setara 60 kg N/ha	14.33 (S)	11.62 (S)	38.75 (S)	30.40 (S)
PK Ayam setara 120 kg N/ha	14.09 (S)	15.97 (S)	42.55 (t)	36.93 (S)
PK Ayam setara 250 kg N/ha	13.20 (S)	13.37 (S)	38.35 (S)	33.90 (S)
Tithonia setara 60 kg N/ha	13.17 (S)	13.82 (S)	34.80 (S)	32.50 (S)
Tithonia setara 120 kg N/ha	13.27 (S)	13.28 (S)	54.80 (t)	37.73 (S)
Tithonia setara 250 kg N/ha	12.08 (S)	12.80 (S)	60.40 (t)	46.83 (t)
Calopogonium setara 60 kg N/ha	14.51 (S)	12.65 (S)	58.75 (t)	50.80 (t)
Calopogonium setara 120 kg N/ha	13.89 (S)	12.60 (S)	65.05 (St)	51.50 (t)
Calopogonium setara 250 kg N/ha	12.81 (S)	14.52 (S)	59.75 (t)	40.53 (S)

Keterangan : kategori Sedang (sdg) 11 – 15 , Tinggi 16 – 25 ; (S) 21 – 40 Tinggi (t) 41 - 60, Sangat tinggi (St) > 60

Tabel 4. K2O dan KTK Tanah pada awal pertumbuhan dan akhir pertumbuhan

Perlakuan	K2O Tanah (ppm)		KTK Tanah (C mol/kg)	
	45 hst	105 hst	45 hst	105 hst
	Kategori			
Pupuk Anorganik	0.42 (Sr)	0.68 (Sr)	32.91 (t)	54.64 (St)
PK Ayam setara 60 kg N/ha	0.45 (Sr)	0.66 (Sr)	37.61 (t)	39.32 (t)
PK Ayam setara 120 kg N/ha	0.47 (Sr)	0.73 (Sr)	32.57 (t)	27.81 (t)
PK Ayam setara 250 kg N/ha	0.41 (Sr)	0.80 (Sr)	31.23 (t)	41.07 (St)
Tithonia setara 60 kg N/ha	0.32 (Sr)	0.33 (Sr)	33.25 (t)	38.85 (t)
Tithonia setara 120 kg N/ha	0.36 (Sr)	0.44 (Sr)	35.93 (t)	38.46 (t)
Tithonia setara 250 kg N/ha	0.35 (Sr)	0.48 (Sr)	29.92 (t)	37.89 (t)
Calopogonium setara 60 kg N/ha	0.51 (Sr)	0.48 (Sr)	31.90 (t)	38.84 (t)
Calopogonium setara 120 kg N/ha	0.51 (Sr)	0.44 (Sr)	30.89 (t)	38.61 (t)
Calopogonium setara 250 kg N/ha	0.46 (Sr)	0.49 (Sr)	31.57 (t)	37.97 (t)

Keterangan : kategori Sangat rendah (Sr) < 10 ; Tinggi (t) 25 - 40 , Sangat Tinggi (St) > 40

Kandungan P-tanah tertinggi terjadi pada 105 hari setelah tanam pada perlakuan pupuk biomas Calopogonium dengan dosis setara 120 kg N/ha (Tabel 3).

Hara Kalium dan KTK Tanah

Hasil analisis K-tanah menunjukkan bahwa perlakuan kotoran ayam dengan dosis setara 250

kg N/ha memberikan nilai tertinggi K2O pada 105 hari setelah tanam, dibandingkan dengan berbagai perlakuan lainnya. Nilai KTK tanah yang tertinggi terjadi pada 105 hari setelah tanam, pada perlakuan pupuk anorganik dengan dosis setara 120 kg N/ha (Tabel 4).

Pembahasan umum

Bahan organik merupakan salah satu komponen tanah yang sangat penting bagi ekosistem tanah, dimana bahan organik merupakan sumber pengikat hara dan substrat bagi mikrobia tanah. Bahan organik tanah merupakan bahan penting untuk memperbaiki kesuburan tanah, baik secara fisik, kimia maupun biologi. Usaha untuk memperbaiki dan mempertahankan kandungan bahan organik untuk menjaga produktivitas tanah-tanah di daerah tropis perlu dilakukan (Sanches, 1992; Ross, 1993; Lavelle *et al.*, 2001; Kaur, Kapoor dan Gupta, 2005; Onunka *et al.*, 2012).

Bahan organik yang berasal dari sisa tumbuhan dan binatang, secara terus menerus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh proses fisika, kimia dan biologi. Bahan organik tersebut terdiri dari karbohidrat, protein kasar, selulose, hemiselulose, lignin dan lemak. Penggunaan pupuk organik dapat memperbaiki struktur tanah dan mendorong perkembangan populasi mikro organisme tanah. Bahan organik secara fisik mendorong granulasi, mengurangi plastisitas dan meningkatkan daya pegang air (Brady, 1990). Apabila tidak ada masukan bahan organik ke dalam tanah akan terjadi masalah pencucian sekaligus kelambatan penyediaan hara. Pada kondisi seperti ini penyediaan hara hanya terjadi dari mineralisasi bahan organik yang masih terdapat dalam tanah, sehingga mengakibatkan cadangan total C tanah semakin berkurang (Hairiah, 1999).

Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa penambahan berbagai jenis bahan organik pada tanaman kentang memberikan pengaruh terhadap peningkatan pH, C organik, N total, C/N rasio, P₂O₅, K₂O dan KTK tanah. Dimana setiap jenis bahan organik yang diberikan menunjukkan nilai yang bervariasi terhadap masing-masing peubah tanah yang diamati. Peningkatan pH disebabkan adanya proses dekomposisi dari berbagai jenis bahan organik yang diberikan. Hasil perombakan tersebut akan menghasilkan kation-kation basa yang mampu meningkatkan pH. Soepardi (1983) menyatakan bahwa hasil akhir sederhana dari perombakan bahan organik antara lain kation-kation basa seperti Ca, Mg, K dan Na. Pelepasan kation-kation basa ke dalam larutan tanah akan menyebabkan tanah jenuh dengan kation-kation tersebut dan pada akhirnya akan meningkatkan pH tanah. Selanjutnya Richie (1989) menyatakan bahwa peningkatan pH akibat penambahan bahan organik karena proses mineralisasi dari anion organik menjadi CO₂ dan H₂O atau karena

sifat alkalin dari bahan organik tersebut. Jadi dapat dikatakan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan pH tanah namun besarnya peningkatan tersebut sangat tergantung dari kualitas bahan organik yang dipergunakan.

Perbedaan kecepatan dekomposisi dan mineralisasi dari masing-masing jenis bahan organik pada akhirnya berkorelasi dengan sumbangan C dan N ke dalam tanah, meskipun dari semua jenis bahan organik yang digunakan termasuk dalam bahan organik yang berkualitas tinggi atau berkategori labil dimana paruh waktu (turn over) berkisar 0,1 – 0,05 tahun.

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa perlakuan berbagai jenis bahan organik menunjukkan nilai kontribusi unsur hara ke dalam tanah yang tidak berbeda jika dibandingkan dengan perlakuan pupuk anorganik. Menurut Hairiah *et al.* (2000), kecepatan dekomposisi bahan organik tergantung perbandingan carbon dan nitrogen dari bahan organik tersebut. Bahan yang memiliki C : N rasio kecil akan mengalami proses pelapukan yang lebih cepat bila dibanding bahan organik yang memiliki C : N rasio lebih besar. Kualitas bahan organik berkaitan dengan penyediaan unsur N, ditentukan oleh besarnya kandungan N. Bahan organik dikatakan berkualitas tinggi bila kandungan N tinggi, konsentrasi lignin dan polifenolnya rendah. Kecepatan dekomposisi bahan organik berkorelasi sangat nyata dengan kandungan C organik (Pratikno, 2001). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan C organik pada bahan organik akan menurunkan kecepatan dekomposisi. Bahan organik dengan kandungan C organik tinggi menunjukkan banyaknya fraksi tahan lapuk dalam biomasa pangkasan.

Hasil penelitian juga terlihat bahwa pelepasan N oleh berbagai jenis bahan organik yang diberikan, berdampak pada peningkatan kandungan N tanah jika dibandingkan dengan kontrol selama proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, meskipun peningkatan tersebut dalam jumlah yang tidak terlalu besar. Pada kandungan P₂O₅ juga terjadi peningkatan dari berbagai masukan bahan organik yang diberikan. Bahan organik yang diberikan ke tanah akan mengalami proses mineralisasi P-organik dengan melepaskan P anorganik ke dalam tanah (Evenson, 1982). Selain itu, penambahan bahan organik ke tanah akan meningkatkan aktivitas mikrobia tanah. Menurut Palm, Myers dan Nandwan (1997), mikrobia akan menghasilkan enzim fosfatase yang merupakan

senyawa perombak P-organik menjadi P-anorganik. Enzim fosfatase selain dapat menguraikan P dari bahan organik yang ditambahkan, juga dapat menguraikan P dari bahan organik tanah. Hal ini berdampak pada peningkatan jumlah populasi mikroorganisme, sehingga membantu proses agregasi tanah, yang secara tidak langsung juga membantu kesuburan tanah. Menurut Duxbury, Smith dan Doran (1989), dekomposisi bahan organik juga menghasilkan residu yang berupa humus, fraksi koloid organik ini mampu menggabungkan partikel mineral tanah menjadi agregat. Koloid organik ini juga memiliki daya jerap kation yang lebih besar daripada koloid liat, sehingga penambahan bahan organik ke tanah dapat meningkatkan nilai KTKnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Residu hara N yang tertinggal dalam tanah dengan dosis setara 120 kg N/ha dari Rabuk kandang Ayam, Biomas Tithonia dan Biomas Calopogonium, memiliki nilai yang sama dengan hara nitrogen dari pupuk anorganik sebesar 0.21 %. Nilai tertinggi hara fosfat dihasilkan oleh Biomas Calopogonium 51.50 ppm > Biomas Tithonia 37.73 ppm > Rabuk kandang Ayam 36.93 ppm > Pupuk anorganik 29.73 ppm. Nilai hara kalium yang tertinggi dihasilkan oleh Rabuk kandang PK Ayam 0.73 ppm > pupuk Anorganik 0.68 ppm N > biomas Calopogonium 0.44 ppm N = biomas Tithonia 0.44 ppm N.

DAFTAR PUSTAKA

- Borchardt, L. 2011. Potato organic fertilization with bovine manure in Esperança county - PB. *Rev. Ciênc. Agron.* [online]. 2011, vol.42, n.2, pp. 482-487.
- Brady, N.C. 1990. *The Natural and Properties Soils.* Macmillan Publishing Company. New York.
- Craswell, E.T. dan R.D.B. Lefroy. 2001. The role and function of organic matter in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61: 7-18, 2001.
- Diacono, M. dan F. Montemurro. 2010. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development.* April 2010, Volume 30, Issue 2, pp 401-422 .
- Duxbury, J. M., M.S. Smith and J.W. Doran. 1989. Soil Organic Matter as a Source and a Sink of Plant Nutrient. In *Dynamic of Soil Organic Matter in Tropical Ecosystem.* Dept. of Agro and Soil Sci. Univ. of Hawaii.
- Evenson, F. J. 1982. *Humus Chemistry.* John Wiley and Sons. New York.
- Granstedt, A. and L. Kjellenberg. 1997. Long-Term Field Experiment in Sweden: Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on Soil Fertility and Crop Quality. *Proceedings of an International Conference in Boston, Tufts University, Agricultural Production and Nutrition, Massachusetts March 19-21, 1997.*
- Hairiah, K. 1999. *Dinamika C Dalam Tanah. Bahan Kuliah Kesuburan Tanah Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya, Malang.*
- Hairiah, K., Kasniari, D. N., Van Noordwijk, M. de Foresta, H. dan Syekhfani. 1996. Litterfall, Above and Below ground Biomass and Soil Properties During the first Year of *Chromolaena odorata* fallow. *Agrivita.* XIX.
- Hairiah, K., Widiyanto, Noordwijk, Cadisch, G. 2000. *Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi.* ICRAF. Bogor.
- Islam, M.R. dan B.S. Nahar. 2012. Effect of Organic Farming on Nutrient Uptake and Quality of Potato. *J. Environ. Sci. & Natural Resources*, 5(2): 219-224 2012.
- Jaipaul, J., S. Sharma, A.K.Sharma. 2011. Effect of organic fertilizers on growth, yield and quality of potato under rainfed conditions of central himalayan region of uttarakhand. *Potato J* (2011) 38 (2): 176-181.
- Kaur, K., K.K. Kapoor dan A.P. Gupta. 2005. Impact of organic manures with and without mineral fertilizers on soil chemical and biological properties under tropical conditions. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science.* Volume 168, Issue 1, pages 117-122, February, 2005.
- Lavelle, P., E. Barros, E. Blanchart, G. Brown, T. Desjardins, L. Mariani dan J.P. Rossi. 2001. SOM management in the tropics: Why feeding the soil macrofauna?. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61: 53-61, 2001.
- Lynch, D.H., Z. Zhong, B.J. Zebarth dan R.C. Martin. 2008. Organic amendment effects on

- tuber yield and quality, plant N uptake and soil mineral N under organic potato production. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 23(3), pp. 250-259.
- Nyiraneza, J. dan S. Snapp. 2007. Integrated Management of Inorganic and Organic Nitrogen and Efficiency in Potato Systems. *SSSAJ*. 2007. Vol. 71 No. 5, p. 1508-1515.
- Onunka, N. A., L. I. Chukwu, E. O. Mbanasor dan C.N. Ebeniro. 2012. Effect of organic and inorganic manures and time of application on soil properties and yield of sweetpotato in a tropical ultisoL. *Journal of Agriculture and Social Research (JASR)* Vol. 12, No. 1, 2012. p. 183-194.
- Palm, A. C., R.J.K. Myers dan S.M. Nandwa. 1997. Combined use organic and inorganic nutrient source for soil fertility maintenance and replenishment. *Am. Soc. Of Agronomy and Soil Sci. of America*.
- Pratikno, H. 2001. Studi Pemanfaatan Berbagai Biomasa Flora untuk Peningkatan Ketersediaan P dan Bahan Organik Tanah Berkapur di DAS Brantas Malang Selatan. Program PascaSarjana Universitas Brawijaya, Malang.
- Richie, G.S.P. 1989. The Chemical behaviour of Aluminium, Hydrogen and Manganese in acid soils in soil acidity and plant growth. Ed. Robson. A.D, *Soil Science and Plant Growth*. Soil Science and Plant Nutrition. School of Agricultural the University of Western. Australia.
- Ross, S.M. 1993. Organic matter in tropical soils: current conditions, concerns and prospects for conservation. *Progress in Physical Geography* September 1993 vol. 17 no. 3 265-305.
- Russell, E.W. 1977. The Role of Organic Matter in Soil Fertility. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 25 November 1977 vol. 281 no. 980 209-219.
- Snapp,S.S., J. Nyiraneza, M. Otto, dan W.W. Kirk. 2003. Managing Manure in Potato and Vegetable Systems. *MSU Extension Bulletin E2893*, New, June 2003.
- Taheri,N., H.H. Sharif-Abad, K. Yousefi dan S. Roholla-Mousavi. 2012. Effect of compost and animal manure with phosphorus and zinc fertilizer on yield of seed potatoes. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2012, 12 (4), 705- 714.
- Willekens, K., De Vliegheer, A., B.Vandecasteele dan L.Carlier. 2008. Effect of Compost versus Animal Manure Fertilization on Crop Development, Yield and Nitrogen Residue in the Organic Cultivation of Potatoes. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16-20, 2008.