

UJI PEMBERIAN JENIS TAKARAN PUPUK ORGANIK DAN PUPUK AN-ORGANIK TERHADAP KESUBURAN TANAH TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)

Budi Santosa^{1*} dan Yurma Metri²

Program Studi Penyuluhan Pertanian, Universitas Prima Nusantara Bukittinggi

E-mail : budisolok02@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk mencapai hasil yang optimal tanaman adalah mengendalikan lingkungan tumbuh yang ideal bagi pertumbuhan tanaman dan sekaligus menjaga kesuburan tanah dengan pemberian pupuk organik. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan potensi unsur hara di dalam tanah yang tertinggal setelah panen tertinggi pada dosis dan jenis pupuk organik. Metode penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), dimana perlakuan yang diberikan adalah jenis pupuk dan dosis pupuk. Jenis pupuk terdiri dari : pupuk an-organik, pupuk kotoran ayam, biomas *Tithonia diversifolia*, dan *Calopogonium muconoides*. Dosis pupuk dihitung berdasarkan kebutuhan N untuk tanaman kentang dan kandungan N tanah serta kandungan N pada setiap bahan organik yang digunakan. Dosis N yang digunakan adalah D1 = 60 kg N/ha, D2 = 120 kg N/ha dan D3 = 250 kg N/ha. Sedangkan pupuk an-organik yang digunakan adalah pupuk Urea, SP-36 dan KCl sesuai dengan dosis anjuran (120 kg N/ha, 165 kg P₂O₅ /ha dan 120 kg K₂O/ha). Masing-masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Analisa tanah meliputi : pH, C Organik, N Total, C/N rasio, P tersedia, K tersedia, dan KTK tanah. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan pH, C Organik, N Total, C/N Rasio, P, K dan KTK tanah antara perlakuan pupuk an-organik dengan berbagai jenis bahan organik pada dosis 120 kg N/ha. Potensi unsur hara yang tertinggal dari pupuk organik tidak berbeda dengan pupuk an-organik yang terdapat di dalam tanah.

Kata Kunci : Takaran, Pupuk Organik, An-Organik

ABSTRACT

*One effort to achieve optimal plant results is to control the ideal growing environment for plant growth and at the same time maintain soil fertility by applying organic fertilizer. The research aims to obtain the potential nutrients in the soil that remain after harvest at the highest dose and type of organic fertilizer. This research method uses a randomized block design (RAK), where the treatment given is the type of fertilizer and fertilizer dose. Types of fertilizer consist of: inorganic fertilizer, chicken manure, *Tithonia diversifolia* biomass, and *Calopogonium muconoides*. Fertilizer doses are calculated based on the N requirements for potato plants and the N content of the soil as well as the N content of each organic material used. The N doses used are D1 = 60 kg N/ha, D2 = 120 kg N/ha and D3 = 250 kg N/ha. Meanwhile, the inorganic fertilizers used are Urea, SP-36 and KCl fertilizers according to the recommended doses (120 kg N/ha, 165 kg P₂O₅/ha and 120 kg K₂O/ha). Each treatment consisted of 3 replications. Soil analysis includes: pH, Organic C, Total N, C/N ratio, available P, available K, and soil CEC. The research results showed that there were no differences in soil pH, Organic C, Total N, C/N Ratio, P, K and CEC between treatments of inorganic fertilizer with various types of organic material at a dose of 120 kg N/ha. The potential nutrients left behind from organic fertilizer are no different from inorganic fertilizers found in the soil.*

Keywords : Dosage, Organic Fertilizer, Inorganic

PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan tanaman dikotil yang bersifat semusim dan berbentuk semak/herba. Batangnya yang berada di atas permukaan tanah ada yang berwarna hijau, kemerah-merahan, atau ungu tua. Akan tetapi, warna batang ini juga dipengaruhi oleh umur tanaman dan keadaan lingkungan. Pada kesuburan tanah yang lebih baik atau lebih kering, biasanya warna batang tanaman yang lebih tua akan lebih menyolok. Bagian bawah batangnya bisa berkayu. Sedangkan batang tanaman muda tidak berkayu sehingga tidak terlalu kuat dan mudah roboh. Kentang sangat digemari hampir semua orang. Bahkan di beberapa daerah, ada yang menjadikannya makanan pokok. Selain itu, kentang juga banyak mengandung vitamin B, vitamin C, dan sejumlah vitamin A. Sebagai sumber karbohidrat yang penting, di Indonesia, kentang masih dianggap sebagai sayuran yang mewah.

Kentang dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik bila ditanam pada kondisi lingkungan yang sesuai dengan persyaratan tumbuhnya. Keadaan iklim dan tanah merupakan hal penting yang perlu diperhatikan, di samping faktor penunjang lainnya. Kentang dapat tumbuh dengan baik di dataran tinggi antara 500-3.000 m dpl. dan yang terbaik adalah pada ketinggian 1.300 m dpl dengan suhu relatif sekitar 20°C. Selain itu daerah dengan curah hujan 200-300 mm setiap bulan atau 1.000 mm selama masa pertumbuhan kentang merupakan daerah yang baik untuk pertumbuhan kentang. Tanah yang baik untuk kentang adalah tanah yang subur, dalam, drainase baik, dan pH antara 5-6,5. Pada tanah yang pH-nya rendah, akan dihasilkan kentang yang mutunya jelek.

Menurut Hairiah, Kasniari, Noordwijk, Foresta, Syekhfani, (1996) dilaporkan bahwa keadaan tanah yang optimal bagi pertumbuhan tanaman kentang diperlukan adanya bahan organik tanah di lapisan atas paling sedikit 2 %. Untuk mempertahankan keadaan bahan organik tanah tersebut, tanah pertanian harus selalu ditambahkan bahan organik minimal 8 – 9 ton/ha setiap tahunnya. Beberapa macam bahan organik yang digunakan sebagai masukan unsur hara dalam penelitian ini meliputi pupuk kotoran ayam, biomas hijauan *Tithonia diversifolia* dan biomas hijauan *Calopogonium muconoides*. Pemberian berbagai jenis bahan organik tersebut dapat meningkatkan kesuburan tanah serta dapat meningkatkan hasil tanaman.

Hasil analisis tanah awal lahan di daerah Sukarami, Kecamatan Gunung Talang, Kab. Solok 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 maupun unsur hara lahan tersebut serta menunjang pertumbuhan dan hasil tanaman kentang. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan potensi unsur hara di dalam tanah yang tertinggal setelah panen tertinggi pada jenis bahan organik dan dosis tertentu.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Sukarami, Kecamatan Gunung Talang, Kab. Solok dengan ketinggian tempat kurang lebih 950 m di atas permukaan laut, suhu rata-rata 21°C, dengan jenis tanah Andisol. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan yang diberikan adalah : jenis pupuk dan dosis pupuk. Untuk jenis pupuk terdiri dari : pupuk an-organik, pupuk kotoran ayam, biomas *Tithonia diversifolia*, biomas *Calopogonium muconoides*. 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 an-organik 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 adalah 10 dimana masing-masing perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 30 unit percobaan.

Pengamatan pada tanah untuk mengetahui pengaruh nutrisi pupuk yang diberikan, adalah : Analisa Tanah. Analisa Tanah 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

Hasil Penelitian : pH Tanah

Hasil analisis terhadap pH tanah menunjukkan bahwa perlakuan pupuk kotoran ayam dengan dosis 120 kg N/ha memberikan nilai pH tanah tertinggi pada umur 105 hari setelah tanam (hst) dibandingkan dengan berbagai perlakuan lainnya, seperti yang disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. pH Tanah Pada Awal Pertumbuhan Dan Akhir Pertumbuhan

Perlakuan	pH Tanah	
	45 hst	105 hst
Pupuk an-organik	6,10 (S)	6,10 (S)
Pupuk kandang ayam setara 60 kg N/ha	6,30 (S)	6,35 (S)
Pupuk kandang ayam setara 120 kg N/ha	6,35 (S)	6,40 (S)
Pupuk kandang ayam setara 250 kg N/ha	6,40 (S)	6,25 (S)
<i>Tithonia diversifolia</i> setara 60 kg N/ha	6,45 (S)	6,30 (S)
<i>Tithonia diversifolia</i> setara 120 kg N/ha	6,40 (S)	6,30 (S)
<i>Tithonia diversifolia</i> setara 250 kg N/ha	6,35 (S)	6,10 (S)
<i>Calopogonium muconoides</i> setara 60 kg N/ha	6,35 (S)	6,35 (S)
<i>Calopogonium muconoides</i> setara 120 kg N/ha	6,30 (S)	6,10 (S)
<i>Calopogonium muconoides</i> setara 250 kg N/ha	6,30 (S)	6,10 (S)

Keterangan : Kategori Sedang (S) = 5,5 – 6,5

C–Organik dan N–Total Tanah

Hasil analisis terhadap C–organik tanah menunjukkan bahwa perlakuan pupuk kotoran ayam dengan dosis 120 kg N/ha memberikan nilai tertinggi pada C-organik pada saat umur 105 hari setelah tanam (hst) dibandingkan dengan beberapa perlakuan lainnya. Sedangkan pada nilai N–total tertinggi dihasilkan pada umur 105 hari setelah tanam (hst) pada perlakuan pupuk kotoran ayam dengan dosis setara 60 kg N/ha meskipun nilai tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, seperti yang disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut :

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 an-organik	4,60 (t)	2,60 (S)	0,20 (r)	0,20 (r)
Pk ayam setara 60 kg N/ha	5,70 (St)	2,90 (S)	0,35 (S)	0,25 (S)
Pk ayam setara 120 kg N/ha	4,80 (t)	3,35 (t)	0,35 (S)	0,20 (r)
Pk ayam setara 250 kg N/ha	4,75 (t)	2,95 (S)	0,35 (S)	0,22 (S)
<i>Tithonia</i> setara 60 kg N/ha	4,50 (t)	3,10 (t)	0,35 (S)	0,22 (S)
<i>Tithonia</i> setara 120 kg N/ha	4,70 (t)	2,85 (S)	0,35 (S)	0,20 (r)
<i>Tithonia</i> setara 250 kg N/ha	4,60 (t)	2,80 (S)	0,40 (S)	0,22 (S)
<i>Calopogonium</i> setara 60 kg N/ha	5,10 (St)	2,45 (S)	0,35 (S)	0,20 (r)
<i>Calopogonium</i> setara 120 kg N/ha	5,15 (St)	2,75 (S)	0,35 (S)	0,22 (S)
<i>Calopogonium</i> setara 250 kg N/ha	4,87 (t)	3,10 (t)	0,40 (S)	0,20 (r)

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

C/N Rasio dan P₂O₅ Tanah

Hasil analisis terhadap C/N Rasio tanah menunjukkan bahwa perlakuan pupuk kotoran ayam dengan dosis 120 kg N/ha memberikan nilai tertinggi pada C/N Rasio pada umur 105 hari setelah tanam dibandingkan dengan berbagai perlakuan lainnya, pada P₂O₅ tanah nilai tertinggi yang dihasilkan pada umur 105 hari setelah tanam (hst)

pada perlakuan pupuk biomas *Calopogonium muconoides* dengan dosis setara 120 kg N/ha, seperti yang disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. C/N Rasio Dan P₂O₅ Tanah Pada Awal Pertumbuhan Dan Akhir Pertumbuhan

Perlakuan	C/N Rasio Tanah		P ₂ O ₅ Tanah (ppm)	
	45 hst	105 hst	45 hst	105 hst
Pupuk an-organik	20,95 (t)	12,10 (S)	30,05 (S)	29,75 (S)
Pk ayam setara 60 kg N/ha	14,35 (S)	11,60 (S)	38,75 (S)	30,40 (S)
Pk ayam setara 120 kg N/ha	14,10 (S)	15,95 (S)	42,55 (t)	36,95 (S)
Pk ayam setara 250 kg N/ha	13,20 (S)	13,40 (S)	38,35 (S)	33,90 (S)
<i>Tithonia</i> setara 60 kg N/ha	13,20 (S)	13,80 (S)	34,80 (S)	32,50 (S)
<i>Tithonia</i> setara 120 kg N/ha	13,20 (S)	13,30 (S)	54,80 (t)	37,75 (S)
<i>Tithonia</i> setara 250 kg N/ha	12,10 (S)	12,80 (S)	60,40 (t)	46,85 (t)
<i>Calopogonium</i> setara 60 kg N/ha	14,50 (S)	12,65 (S)	58,75 (t)	50,80 (t)
<i>Calopogonium</i> setara 120 kg N/ha	13,90 (S)	12,60 (S)	65,05 (St)	51,50 (t)
<i>Calopogonium</i> setara 250 kg N/ha	12,80 (S)	14,50 (S)	59,75 (t)	40,55 (S)

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

K₂O dan KTK Tanah

Hasil analisis terhadap K₂O tanah menunjukkan bahwa perlakuan pupuk kotoran ayam dengan dosis 250 kg N/ha memberikan nilai tertinggi pada K₂O pada umur 105 hari setelah tanam (hst) dibandingkan dengan berbagai perlakuan lainnya, pada KTK tanah nilai tertinggi yang dihasilkan pada umur 105 hari setelah tanam (hst) pada perlakuan pupuk an-organik dengan dosis setara 120 kg N/ha, seperti yang disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. K₂O Dan KTK Tanah Pada Awal Pertumbuhan Dan Akhir Pertumbuhan

Perlakuan	K ₂ O Tanah (ppm)		KTK Tanah (C mol/kg)	
	45 hst	105 hst	45 hst	105 hst
Pupuk an-organik	0,40 (Sr)	0,70 (Sr)	32,90 (t)	54,65 (St)
Pk ayam setara 60 kg N/ha	0,45 (Sr)	0,65 (Sr)	37,60 (t)	39,30 (t)
Pk ayam setara 120 kg N/ha	0,50 (Sr)	0,75 (Sr)	32,60 (t)	27,80 (t)
Pk ayam setara 250 kg N/ha	0,40 (Sr)	0,80 (Sr)	31,25 (t)	41,10 (St)
<i>Tithonia</i> setara 60 kg N/ha	0,30 (Sr)	0,35 (Sr)	33,25 (t)	38,85 (t)
<i>Tithonia</i> setara 120 kg N/ha	0,35 (Sr)	0,45 (Sr)	35,95 (t)	38,45 (t)
<i>Tithonia</i> setara 250 kg N/ha	0,35 (Sr)	0,50 (Sr)	29,95 (t)	37,90(t)
<i>Calopogonium</i> setara 60 kg N/ha	0,50 (Sr)	0,50 (Sr)	31,90 (t)	38,85 (t)
<i>Calopogonium</i> setara 120 kg N/ha	0,50 (Sr)	0,45 (Sr)	30,90 (t)	38,60 (t)
<i>Calopogonium</i> setara 250 kg N/ha	0,45 (Sr)	0,50(Sr)	31,60 (t)	37,95 (t)

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

Pembahasan Secara Umum : Pengaruh Pupuk An-Organik Dan Pupuk Organik Terhadap Kesuburan Tanah

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 mineral masam di daerah tropis perlu dilakukan (Sanches, 1992).

Bahan organik yang berasal dari sisa tumbuhan dan binatang yang 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 dalam kecepatan proses dekomposisi dan mineralisasi dari masing-masing jenis bahan organik tersebut 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 antara 0,1 – 0,05 tahun. Dari hasil analisis tanah berbagai jenis bahan organik menunjukkan nilai kontribusi berbagai unsur hara ke dalam tanah yang tidak berbeda jika dibandingkan dengan perlakuan pupuk anorganik. Menurut Hairiah *et al.*, (2000), kecepatan pelapukan bahan organik tergantung perbandingan carbon dan nitrogen dari bahan 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.

Hasil penelitian Pratikno (2001) bahwa kecepatan dekomposisi bahan organik berkorelasi sangat nyata dengan kandungan C organik. 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 pangkasan. Dari 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.

Evenson (1982) mengatakan bahwa mekanisme peningkatan dari berbagai P tersedia dari masukan bahan organik yang diberikan ke dalam tanah akan mengalami proses mineralisasi P sehingga akan melepaskan P anorganik ke dalam tanah. Selain itu, penambahan bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan aktivitas mikrobia tanah.

Menurut Palm, Myers dan Nandwan (1997) menyatakan bahwa 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 tersebut, sehingga membantu dalam pengikatan partikel-partikel tanah yang sangat membantu dalam peningkatan kesuburan tanah. Duxbury, Smith dan Doran (1989) mengemukakan bahwa dekomposisi bahan organik juga menghasilkan residu yang berupa humus dimana fraksi koloid organik yang mampu menggabungkan mineral-mineral tanah menjadi agregat, di mana bahan organik memiliki daya jerap kation yang lebih daripada koloid liat, sehingga penambahan bahan organik pada tanah akan meningkatkan nilai KTKnya.

KESIMPULAN

Nilai unsur N yang tertinggal didalam tanah dengan dosis setara 120 kg N/ha dari jenis Pupuk kandang ayam, biomas *Tithonia diversifolia* dan biomas *Calopogonium muconoides* memiliki nilai yang sama dengan unsur N dari pupuk an-organik sebesar 0,21 %, pada unsur P₂O₅ nilai tertinggi dihasilkan pada biomas *Calopogonium muconoides* 51,50 ppm > biomas *Tithonia diversifolia* 37,75 ppm > Pupuk kandang ayam 36,95 ppm > pupuk an-organik 29,75 ppm. Pada unsur K₂O nilai tertinggi dihasilkan pada Pupuk kandang ayam 0,75 ppm > pupuk an-organik 0,70 ppm > biomas *Calopogonium muconoides* 0,45 ppm = biomas *Tithonia diversifolia* 0,45 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Brady, N.C. 1990. The Natural and Properties Soils. Macmillan Publishing Company. New York.
- 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 Ekosystem. Dept. of Agro and Soil Sci. Univ. of Hawaii.
- Evenson, F. J. 1982. Humus Chemistry. John Wiley and Sons. New York.
- Hairiah, K. 1999. Dinamika C Dalam Tanah. Diktat Kuliah Kesuburan Tanah Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya, Malang.
- Hairiah, K., Widiyanto, Noordwijk, Cadisch, G. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi. ICRAF. Bogor.
- Hairiah, K., Kasniari, D. N., Van Noordwijk, M. dde Foresta, H. and Syekhfani. 1996. Litterfall, Above and Bellowground Biomass and Soil, Properties During the first Year of Chromolaena odorata fallow. Agrivita. XIX.
- Palm, A. C., R.J.K. Myers and 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.