

**SISTEM TUMPANGSARI DAN INTEGRASI TERNAK TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIK DAN KIMIA TANAH LITOSOL**  
**(Intercropping and Livestock Integration System : Changes in Physical and Chemical Properties of Litosol)**

**Suroyo<sup>1)</sup>, Suntoro<sup>2)</sup>, dan Suryono<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana UNS Surakarta

<sup>2)</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Contact Author : pak\_suroyo@yahoo.com

**ABSTRACT**

*Study sites located in the village Geneng duwur, District Gemolong, Sragen regency, Central Java with litosol soil type. Study sites are located between 7 ° 23'10 "latitude and 7 ° 23'17" latitude and 110 ° 50'28 "E to 110 ° 50'24" E with altitude between 150 masl to 155 masl. The experiment was conducted in February 2010 to November 2010. The purpose of the study: (1) Knowing the integrated effect of intercropping with cattle on soil physical properties, (2) Knowing the effect of intercropping systems are integrated with livestock on soil chemical properties. The study design used in this study is complete randomized block design consisting of two factors: factor 1: integration of cattle consisting of 4 standard (I0 = no cattle integration (0 years); I1 = 1 year of integration of cattle ; I2 = integration of cattle 2 years; I3 = integration of cattle 3 years) and factor 2: cropping system consisting of a 3 stage (K = monoculture cropping systems with groundnut crop; J = monoculture cropping systems with corn; KJ = cropping system intercropped with maize crop peanuts). Research results indicate that: (1) intercropping system does not significantly affect the improvement of soil physical properties include: soil density, volume weight of soil, field capacity, porosity; integration of livestock significantly affect the improvement of soil physical properties include: density of the soil, volume weight of soil, field capacity and soil porosity, (2) intercropping system did not significantly affect the chemical properties of soil improvement which include: soil organic matter, total soil N and soil pH; integration of livestock significantly affect the chemical properties of soil improvement material covering soil organic matter, total soil N and soil pH.*

*Keywords: cropping, livestock integration, physical properties, chemical properties, litosol*

**PENDAHULUAN**

Tanah Litosol merupakan jenis tanah yang relatif masih muda. Solum tanah Litosol umumnya dangkal (<10 cm) dan berada diatas batuan induk (Darmawijaya 1996; Hardjowigeno, S. 2003). Menurut Sarief (1986) produktivitas tanah Litosol tergolong rendah, yang dikarenakan sifat fisik, kimia, dan biologi tanahnya jelek.

Tekstur tanah Litosol yang kasar cenderung menjadikan tanah tersebut

bersifat sarang. Kesarangan yang tinggi menjadikan tanah memiliki daya memegang air yang rendah. Oleh karenanya unsur-unsur hara yang tidak mudah terikat koloid atau yang sangat larut dalam air menjadi mudah terlindi.

Struktur tanah Litosol umumnya berbutir tunggal yang mencirikan tingkat agregasi yang rendah antara partikel-partikel atau zarah-zarah penyusun padatan tanah terikat sangat lemah. Oleh karenanya stabilitas atau

kemantapannya sangat rendah sehingga mudah sekali hancur dan terkikis atau tererosi.

Kandungan bahan organik tanah Litosol sangat rendah dan bahkan nihil. Mengingat bahan organik merupakan pemasok unsur-unsur N, P, K; dan unsur-unsur mikro maka dengan rendahnya kandungan bahan organik dalam tanah menjadikan tanah tersebut miskin akan unsur-unsur N-P-K dan unsur mikro. Rendahnya unsur-unsur tersebut selain dikarenakan rendahnya kadar bahan organik tanah juga disebabkan oleh pelapukan batuan induk yang belum lanjut. Hal ini nampak sangat nyata pada tanah Litosol yang berkembang dari batuan napal. Pada dasarnya napal hanya tersusun dan lempung dan gamping sehingga miskin akan unsur-unsur kimia yang bermanfaat bagi tanaman.

Dengan rendahnya kandungan bahan organik pada tanah Litosol diperlukan penambahan bahan organik yang sangat banyak dan kontinyu. Salah satu penghasil bahan organik yang tinggi dan kontinyu adalah ternak sapi. Dengan memanfaatkan bahan organik yang bersumber dari beternak sapi yang kontinyu menyebabkan tanah Litosol dapat menjadi subur yang ditandai dengan peningkatan bahan organik tanah, kandungan hara dalam tanah serta perbaikan sifat fisik dan kimia tanah. Tanah yang subur akan menghasilkan berat barngkasan (berupa limbah) yang banyak yang dapat digunakan sebagai sumber pakan ternak yang nilainya sangat murah.

Proses yang berlangsung secara demikian yang berlanjut secara terus menerus akan menyebabkan suatu siklus yang saling menguntungkan, yang dapat dikatakan juga merupakan suatu keterpaduan antara ternak, tanah dan tanaman sehingga dapat disebut juga suatu pertanian terpadu.

Pertanian terpadu (*integrated farming*) yang memadukan kegiatan pertanian meliputi pertanian, peternakan dan perikanan secara berlanjutsangat tepat dilakukan pada lahan litosol yang mempunyai solum tanah dangkal. Keterpaduan merupakan suatu bentuk saling berhubungan antara satu dengan lainnya yang membentuk suatu siklus yang berkelanjutan dan dapat saling menutup, sehingga tercipta pertanian berkelanjutan, yang hanya dapat dicapai dengan produktifitas tanah berkelanjutan, sedang produktifitas tanah yang berkelanjutan hanya dapat dicapai apabila dikelola secara terpadu dan salah satu kuncinya adalah dengan mempertahankan kandungan bahan organik tanah (BOT) (Hairiah et al., 2002; Wolf and Snyder, 2003).

Sistem tumpangsari banyak dilakukan pada pertanian lahan kering, sistem ini dengan menanam lebih dari satu macam tanaman pada lahan yang sama secara simultan, dengan umur tanaman yang relatif sama dan diatur dalam barisan atau kumpulan barisan secara berselang-seling, akan menjamin penutupan lahan secara sempurna, sehingga akan mengurangi degradasi lahan akibat erosi (Suntoro, 2009). Sistem tumpangsari diharapkan dapat

meningkatkan produktivitas lahan dan pendapatan petani lahan kering, karena pertanaman secara tumpangsari pada lahan kering dapat memelihara kelembaban dan kadar air tanah serta mengurangi erosi dan meningkatkan kesuburan tanah (Samosir, 1996).

Suntoro (2009) menyatakan bahwa, dalam sistem tumpang sari, intensitas tanaman dapat meningkat, setahun petani dapat panen lebih dari sekali dengan beraneka komoditas (deversifikasi hasil), juga resiko kegagalan panen dapat ditekan, pemanfaatan sumber daya air, sinar matahari dan unsur hara yang ada akan lebih efisien.

Agar diperoleh hasil yang maksimal maka tanaman yang ditumpangsarikan harus dipilih sedemikian rupa sehingga mampu memanfaatkan ruang dan waktu seefisien mungkin serta dapat menurunkan pengaruh kompetitif yang sekecil-kecilnya. Sehingga jenis tanaman yang digunakan dalam tumpangsari harus memiliki pertumbuhan yang berbeda, bahkan bila memungkinkan dapat saling melengkapi.

Berdasarkan dari uraian tersebut diatas maka perlu penelitian sistem tumpangsari dan integrasi ternak terhadap perubahan sifat fisik dan kimia tanah yang dapat menunjang produksi tanaman di tanah Litosol.

#### **BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini merupakan percobaan lapang yang bertempat di Kebun Pengembangan Pertanian Terpadu, Lembaga Pendidikan Pelatihan

dan Penelitian Wiyata Dharma yang berlokasi di Desa Geneng Duwur, Kecamatan Gemolong, Kabupaten Sragen, Jawa Tengah dengan jenis tanah Litosol. Lokasi penelitian terletak antara 7°23'10" LS sampai 7°23'17" LS dan 110°50'28" BT sampai 110°50'24" BT dengan ketinggian tempat antara 150 mdpl sampai 155 mdpl. Penelitian dilaksanakan bulan Februari 2010 sampai dengan November 2010.

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari 2 faktor, yaitu : faktor 1 : integrasi ternak sapi yang terdiri dari 4 taraf ( $I_0$  = tanpa integrasi ternak sapi (0 tahun);  $I_1$  = integrasi ternak sapi 1 tahun;  $I_2$  = integrasi ternak sapi 2 tahun;  $I_3$  = integrasi ternak sapi 3 tahun) dan faktor 2 : sistem tanam yang terdiri dari 3 taraf (K = sistem tanam monokultur dengan tanaman kacang tanah; J = sistem tanam monokultur dengan tanaman jagung; dan KJ = sistem tanam tumpangsari tanaman kacang tanah dengan jagung). Dari kedua faktor tersebut diperoleh 12 kombinasi perlakuan yang masing-masing diulang 3 blok.

Masing-masing blok tanah diolah sampai gembur kemudian diratakan dan dibuat plot-plot dengan ukuran 5 x 7 meter sebanyak 3 plot pada masing-masing blok. Pemberian pupuk diberikan setiap awal musim penghujan (Oktober) dengan integrasi ternak 4 ekor/ 2000 m<sup>2</sup> atau 20 ekor/hektar. Petak yang telah dibuat kemudian dilubangi dengan taju sedalam 5 cm kemudian ditanami dengan tanaman

sesuai dengan perlakuan, dengan jumlah 3 biji/lubang. Benih jagung yang ditanam varietas Pioner 21 (P21). Benih kacang tanah yang ditanam varietas lokal. Jarak tanam untuk kacang tanah 20 x 20 cm, untuk jagung 25 x 70 cm, untuk tumpangsari jagung dan kacang tanah jarak kacang tanah 20 x 20 cm, jarak jagung 50 cm x 140 cm. Penjarangan dilakukan pada saat tanaman berumur 10 hari setelah tanam dengan menyisakan 1 (satu) tanaman. Penyiangan dilakukan pada saat tanaman berumur 21 hari setelah tanam. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan menggunakan pestisida organik.

Panen dilakukan pada saat tanaman sudah tua, berumur sekitar 90 hari untuk kacang tanah dan sekitar 110 hari untuk jagung. Pengukuran data tanaman meliputi produksi tanaman, yang terdiri dari berat brangkas basah jagung, berat brangkas basah kacang tanah, berat biji kering jagung, berat biji kering kacang tanah, berat tongkol

jagung, berat polong kacang tanah, berat biji panen jagung, dan jumlah polong kacang tanah. Pengukuran produksi tanaman dilakukan saat panen. Pengukuran data tanah meliputi sifat fisik dan sifat kimia tanah. Sifat fisik tanah yang diukur meliputi : berat jenis tanah, berat volume tanah, kapasitas lapang dan porositas. Sedangkan sifat kimia tanah yang diukur meliputi : bahan organik tanah, N total tanah dan pH tanah. Analisis data untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan (sistem tumpangsari dan integrasi ternak) menggunakan analisis varian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat fisik tanah

Hasil pengamatan sifat fisik tanah yang meliputi berat jenis tanah, berat volume tanah, kapasitas lapang dan porositas tanah disajikan dalam Tabel 1.

#### 1. Berat jenis tanah

Perlakuan integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap penurunan

Tabel 1. Hasil Pengamatan Sifat Fisik Tanah

Lama Integrasi	Sistem tanam	Berat Jenis Tanah (g/cm <sup>3</sup> )	Berat Volume Tanah (g/cm <sup>3</sup> )	Kapasitas Lapang (%)	Porositas (%)
l <sub>0</sub>	K	2.59	1.49	28.24	42.35
l <sub>0</sub>	J	2.60	1.50	28.42	42.40
l <sub>0</sub>	KJ	2.65	1.51	27.78	42.85
l <sub>1</sub>	K	2.41	1.32	30.63	45.37
l <sub>1</sub>	J	2.45	1.35	31.09	44.93
l <sub>1</sub>	KJ	2.44	1.33	30.52	44.86
l <sub>2</sub>	K	2.22	1.17	35.23	47.15
l <sub>2</sub>	J	2.22	1.11	36.00	47.11
l <sub>2</sub>	KJ	2.26	1.09	36.13	47.21
l <sub>3</sub>	K	2.18	1.01	37.99	48.98
l <sub>3</sub>	J	2.20	0.98	37.85	49.08
l <sub>3</sub>	KJ	2.18	1.03	37.99	49.12

Keterangan : l<sub>0</sub>, l<sub>2</sub>, dan l<sub>3</sub> adalah lama integrasi ternak masing-masing 0, 1, 2, dan 3 tahun. K, J dan KJ adalah monokultur kacang tanah, monokultur jagung dan tumpang sari kacang jagung.

Berat Jenis Tanah ( $H = 10.46 > P = 0.015$ ). Berat jenis tanah tertinggi pada perlakuan  $I_0$  (tanpa integrasi ternak) yaitu 2,61 disusul perlakuan  $I_1$  (integrasi ternak 1 tahun) yaitu 2,43 disusul perlakuan  $I_2$  (integrasi ternak 2 tahun) yaitu 2,23 dan terendah dicapai pada perlakuan  $I_3$  (integrasi ternak selama 3 tahun) yaitu 2,19.

Sedangkan perlakuan tumpangsari tidak berpengaruh nyata dalam penurunan berat jenis tanah ( $H = 0.26 < P = 0.877$ ), dari rata-rata 4 blok, berat jenis tanah monokultur jagung 2,37, monokultur kacang tanah 2,35 dan tumpangsari jagung kacang tanah 2,38.

## 2. Berat volume tanah

Perlakuan integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap penurunan berat volume tanah ( $H = 10.38 > P = 0.016$ ). Berat volume tanah tertinggi pada perlakuan  $I_0$  (tanpa integrasi ternak) yaitu 1,50 disusul perlakuan  $I_1$  (integrasi ternak 1 tahun) yaitu 1,33 disusul perlakuan  $I_2$  (integrasi ternak 2 tahun) yaitu 1,12 dan terendah dicapai pada perlakuan  $I_3$  (integrasi ternak selama 3 tahun) yaitu 1,01.

Sedangkan perlakuan tumpangsari tidak berpengaruh nyata dalam penurunan berat volume tanah ( $H = 0.04 < P = 0.981$ ), dari rata-rata 4 blok, berat volume tanah monokultur jagung 1,24, monokultur kacang tanah 1,25 dan tumpangsari jagung kacang tanah 1,24.

## 3. Kapasitas lapang

Perlakuan integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap

peningkatan kapasitas lapang tanah ( $H = 10.42 > P = 0.015$ ). Kapasitas lapang tanah terendah pada perlakuan  $I_0$  (tanpa integrasi ternak) yaitu 28,15 disusul perlakuan  $I_1$  (integrasi ternak 1 tahun) yaitu 30,75 disusul perlakuan  $I_2$  (integrasi ternak 2 tahun) yaitu 35,79 dan tertinggi dicapai pada perlakuan  $I_3$  (integrasi ternak selama 3 tahun) yaitu 37,94.

Sedangkan perlakuan tumpangsari tidak berpengaruh nyata dalam peningkatan kapasitas lapang tanah ( $H = 0.03 < P = 0.986$ ), dari rata-rata 4 blok, kapasitas lapang tanah monokultur jagung 33,34, monokultur kacang tanah 33,02 dan tumpangsari jagung kacang tanah 33,11.

## 4. Porositas

Perlakuan integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap peningkatan porositas tanah ( $H = 10.38 > P = 0.016$ ). Porositas tanah terendah pada perlakuan  $I_0$  (tanpa integrasi ternak) yaitu 42,53 disusul perlakuan  $I_1$  (integrasi ternak 1 tahun) yaitu 45,05 disusul perlakuan  $I_2$  (integrasi ternak 2 tahun) yaitu 47,16 dan tertinggi dicapai pada perlakuan  $I_3$  (integrasi ternak selama 3 tahun) yaitu 49,06.

Sedangkan perlakuan tumpangsari tidak berpengaruh nyata dalam peningkatan porositas tanah ( $H = 0.12 < P = 0.944$ ), dari rata-rata 4 blok, porositas tanah monokultur jagung 45,88, monokultur kacang tanah 45,96 dan tumpangsari jagung kacang tanah 46,01.

Dari hasil analisis Sifat Fisik tanah yang meliputi berat jenis tanah, berat volume tanah, kapasitas lapang, dan porositas tanah menunjukkan bahwa : perlakuan integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap penurunan berat jenis tanah, penurunan berat volume tanah, peningkatan kapasitas lapang, peningkatan porositas. Hal ini disebabkan karena perlakuan integrasi ternak menggunakan pupuk kandang sebagai sumber bahan organik, dari tahun ke tahun semakin banyak, sedangkan bahan organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman baik secara fisik, kimia maupun biologi. Sesuai penelitian Suntoro (2003) dan Suntoro (2001) bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan porositas tanah di tanah Litosol, perbaikan sifat fisik dan kimia tanah di tanah Litosol, meningkatkan ketersediaan air tanah Litosol, pemasok unsur hara tanah, sifat fisik, biologi dan kimia tanah, meningkatkan pH tanah masam dan mampu menurunkan Al

tertukur tanah inseptisol, ultisol dan andisol

Sedangkan perlakuan tumpangsari tidak berpengaruh nyata dalam terhadap penurunan berat jenis tanah, penurunan berat volume tanah, peningkatan kapasitas lapang, peningkatan porositas. Hal ini disebabkan karena perakaran jagung maupun kacang tanah yang ditanam monokultur maupun tumpangsari mempunyai daya jangkar akar yang sama serta kemampuan dalam penyerapan unsur hara yang sama pula.

**Sifat Kimia Tanah**

Hasil pengamatan sifat kimia tanah yang meliputi bahan organik tanah, N total tanah dan pH tanah disajikan dalam Tabel 2.

Hasil analisis sifat kimia tanah yang meliputi bahan organik tanah, N total tanah dan pH tanah menunjukkan bahwa :

1. Bahan organik tanah

Perlakuan integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap peningkatan bahan organik tanah (H

Tabel 2. Hasil Pengamatan Sifat Kimia Tanah

Lama Integrasi	Sistem tanam	Bahan Organik Tanah (%)	N total tanah (%)	pH tanah
l <sub>0</sub>	K	0.78	0.04	7.8
l <sub>0</sub>	J	0.81	0.04	7.9
l <sub>0</sub>	KJ	0.74	0.03	7.9
l <sub>1</sub>	K	0.96	0.23	7.40
l <sub>1</sub>	J	0.95	0.28	7.60
l <sub>1</sub>	KJ	0.97	0.25	7.30
l <sub>2</sub>	K	1.57	0.39	6.90
l <sub>2</sub>	J	1.66	0.37	6.85
l <sub>2</sub>	KJ	1.58	0.38	6.95
l <sub>3</sub>	K	1.98	0.51	6.75
l <sub>3</sub>	J	1.87	0.56	6.73
l <sub>3</sub>	KJ	1.99	0.53	6.78

Keterangan : l<sub>0</sub>, l<sub>2</sub>, dan l<sub>3</sub> adalah lama integrasi ternak masing-masing 0, 1, 2, dan 3 tahun. K, J dan KJ adalah monokultur kacang tanah, monokultur jagung dan tumpang sari kacang jagung.

= 10.38 > P = 0.016). Bahan organik tanah terendah pada perlakuan I<sub>0</sub> (tanpa integrasi ternak) yaitu 0,78 disusul perlakuan I<sub>1</sub> (integrasi ternak 1 tahun) yaitu 0,96 disusul perlakuan I<sub>2</sub> (integrasi ternak 2 tahun) yaitu 1,60 dan tertinggi dicapai pada perlakuan I<sub>3</sub> (integrasi ternak selama 3 tahun) yaitu 1,95.

Sedangkan perlakuan tumpangsari tidak berpengaruh nyata dalam peningkatan bahan organik tanah (H = 0.04 < P = 0.981), dari rata-rata 4 blok bahan organik tanah monokultur jagung 1,32, monokultur kacang tanah 1,32 dan tumpangsari jagung kacang tanah 1,32.

## 2. N total tanah

Perlakuan integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap peningkatan N Total Tanah (H = 10.42 > P = 0.015). Bahan organik tanah terendah pada perlakuan I<sub>0</sub> (tanpa integrasi ternak) yaitu 0,04 disusul perlakuan I<sub>1</sub> (integrasi ternak 1 tahun) yaitu 0,25 disusul perlakuan I<sub>2</sub> (integrasi ternak 2 tahun) yaitu 0,38 dan tertinggi dicapai pada perlakuan I<sub>3</sub> (integrasi ternak selama 3 tahun) yaitu 0,53.

Sedangkan perlakuan tumpangsari tidak berpengaruh nyata dalam peningkatan N total tanah (H = 0.07 < P = 0.967), dari rata-rata 4 blok, N total tanah monokultur jagung 0,31, monokultur kacang tanah 0,29 dan tumpangsari jagung kacang tanah 0,30.

## 3. pH tanah

Perlakuan integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap

penurunan pH Tanah (H = 10.42 > P = 0.015). pH tanah tertinggi pada perlakuan I<sub>0</sub> (tanpa integrasi ternak) yaitu 7,87 disusul perlakuan I<sub>1</sub> (integrasi ternak 1 tahun) yaitu 7,43 disusul perlakuan I<sub>2</sub> (integrasi ternak 2 tahun) yaitu 6,90 dan terendah dicapai pada perlakuan I<sub>3</sub> (integrasi ternak selama 3 tahun) yaitu 6,75.

Sedangkan perlakuan tumpangsari tidak berpengaruh nyata dalam penurunan pH tanah (H = 0.07 < P = 0.967), dari rata-rata 4 blok, pH tanah monokultur jagung 7,27, monokultur kacang tanah 7,21 dan tumpangsari jagung kacang tanah 7,23.

Pengamatan Sifat Kimia tanah yang meliputi bahan organik tanah, N total tanah dan pH tanah menunjukkan bahwa : Perlakuan integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap peningkatan bahan organik tanah, peningkatan N total tanah dan penurunan pH tanah. Hal ini disebabkan karena perlakuan integrasi ternak menggunakan pupuk kandang sebagai sumber bahan organik, dari tahun ke tahun semakin banyak, sedangkan bahan organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman baik secara fisik, kimia maupun biologi. Sesuai penelitian Suntoro (2003) dan Suntoro (2001) bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan porositas tanah di tanah Litosol, perbaikan sifat fisik dan kimia tanah di tanah Litosol, meningkatkan ketersediaan air tanah Litosol, pemasok

unsur hara tanah, sifat fisik, biologi dan kimia tanah, meningkatkan pH tanah masam dan mampu menurunkan Al tertukar tanah inceptisol, ultisol dan andisol.

Sedangkan perlakuan tumpangsari tidak berpengaruh nyata dalam terhadap peningkatan bahan organik tanah, peningkatan N total tanah dan penurunan pH tanah. Hal ini disebabkan karena perakaran jagung maupun kacang tanah yang ditanam monokultur maupun tumpangsari mempunyai daya jangkar akar yang sama serta kemampuan dalam penyerapan unsur hara yang sama pula.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan

1. Sistem tumpangsari tidak berpengaruh nyata terhadap perbaikan sifat fisik tanah yang meliputi : berat jenis tanah, berat volume tanah, kapasitas lapang , porositas; integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap perbaikan sifat fisik tanah yang meliputi: berat jenis tanah, berat volume tanah, kapasitas lapang , dan porositas tanah.
2. Sistem tumpangsari tidak berpengaruh nyata terhadap perbaikan sifat kimia tanah yang meliputi : bahan organik tanah, N total tanah dan pH tanah; integrasi ternak berpengaruh nyata terhadap perbaikan sifat kimia tanah yang meliputi bahan organik tanah, N total tanah dan pH tanah.

### **Saran**

Perlu penelitian lebih luas tentang integrasi ternak, harkat kesuburan tanah dan daya dukung lingkungan dalam sistem tumpangsari.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Darmawijaya, Isa. 1996. *Klasifikasi Tanah*. UGM Press. Yogyakarta.
- Hardjowigeno dan Sarwono, 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Hairiah, K., Arifin, J. Berlian, C. Prayogo, and M. van Noordwijk. 2002. *Carbon Stock Assessment for a Forest-to-coffee Conversion Landscape in Malang (East Java) and Sumberjaya (Lampung, Indonesia)*. Proceeding International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring, Taipei-Taiwan. 11-15 November 2002.
- Samosir, S.S.R., 1996. *Pengelolaan Lahan Kering*. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional II Budidaya Lahan Kering. Dalam Rangka Dies Natalis XV Unhalu, Kendari.
- Sarief, S. 1986. *Ilmu Tanah Pertanian*. Pustaka Guara Bandung. Bandung.
- Suntoro, 2001. *Kajian Imbangan K, Ca, Mg dan Ketersediaan P dalam Budidaya Kacang Tanah (Arachis hypogaea. L) melalui Penambahan Bahan Organik*. Disertasi Doktor Program Ilmu-ilmu Pertanian Kekhususan Ilmu Tanah dan Pemupukan Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya, Malang.



- , 2003. *Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah Dan Upaya Pengelolaannya* . Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- , 2009. *Pola usaha tani konservasi*.  
<http://suntoro.staff.uns.ac.id/2009/04/02/pola-usaha-tani-konservasi/>
- Wolf, B., and GH. Snyder. 2003. *Sustainable Soils. The Place of Organic Matter in Sustaining Soils and Their Productivity*. Food Product Press. Haworth Press, Inc

