

PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN TERHADAP POPULASI DAN BIOMASSA CACING TANAH PADA PERTANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) DI LLT GEDUNG MENENG

THE EFFECT OF SOIL SYSTEM AND FERTILIZATION ON EARTHWORM POPULATION AND BIOMASS ON GREEN BEAN PLANTATION (*Vigna radiata* L.) AT INTEGRATED FIELD LABORATORY GEDUNG MENENG

Shafira Fatimah¹, Syamsul Arif^{2*}, Muhajir Utomo², dan Ainin Niswati²

¹ Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

² Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

* Corresponding Author. E-mail address: syamsul.arif@fp.unila.ac.id

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 15 Juni 2023

Direvisi: 21 Juli 2023

Disetujui: 29 September 2023

KEYWORDS:

Earthworm, minimum tillage, *Pheretima*

ABSTRACT

Earthworms are one of the important soil biota that can be used as bioindicators of healthy soil. The application of tillage and fertilization systems on agricultural land can affect earthworms. The purpose of this study was to determine the effect of tillage and fertilization systems on the population and biomass of earthworms in mung bean plantations. This research was conducted at the Integrated Field Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. This study used a Randomized Block Design (RAK) which was arranged in a factorial manner with two treatment factors. The first factor is the tillage system (T) which consists of minimum tillage (T1) and intensive tillage (T2). The second factor is fertilization consisting of no fertilizer (P0) and application of fertilizer (P1), 1 ton ha⁻¹ of chicken manure and 200 kg ha⁻¹ of compound fertilizer. The homogeneity of the data was tested by the Barlett test and the additivity of the data by the Tukey test. After the analysis of variance was carried out, the comparison of the mean values between treatments was carried out using the BNT test at the 5% level. Correlation test was carried out between soil temperature, soil moisture content, C-organic and soil pH with earthworm population and biomass. The results showed that the tillage system had a significant effect on the total population of earthworms at 80 HST observations and total worm biomass at 40 HST and 80 HST observations. The population and biomass of earthworms on T1 were significantly higher than those on T2. There was a correlation between soil water content and earthworm population at 80 HST observations. The identification of earthworms showed that the earthworm species belonged to the family Megascolicidae with the genus *Pheretima*.

ABSTRAK

Cacing tanah merupakan salah satu biota tanah penting yang dapat dijadikan sebagai bioindikator dari tanah yang sehat. Penggunaan sistem olah tanah dan pemupukan pada lahan pertanian mampu mempengaruhi cacing tanah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanaman kacang hijau. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu (LLT) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah sistem olah tanah (T) yang terdiri dari olah tanah minimum (T1) dan olah tanah intensif (T2). Faktor kedua yaitu pemupukan terdiri dari tanpa pupuk (P0) dan aplikasi pupuk (P1) yaitu 1 ton ha⁻¹ pupuk kandang kotoran ayam dan 200 kg ha⁻¹ pupuk majemuk. Homogenitas data diuji dengan Uji Barlett dan aditivitas data dengan Uji Tukey. Setelah dilakukan analisis ragam, perbandingan nilai tengah antar perlakuan dilakukan dengan uji BNT pada taraf 5%. Uji korelasi dilakukan antara suhu tanah, kadar air tanah, C-organik tanah dan pH tanah dengan populasi dan biomassa cacing tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem olah tanah berpengaruh nyata terhadap populasi total cacing tanah pada pengamatan 80 HST dan biomassa total cacing pada pengamatan 40 HST dan 80 HST. Populasi dan biomassa cacing tanah pada lahan T1 nyata lebih tinggi dibandingkan dengan T2. Terdapat korelasi antara kadar air tanah dengan populasi cacing tanah pada pengamatan 80 HST. Identifikasi cacing tanah pada penelitian ini menunjukkan bahwa jenis cacing tanah tergolong dalam famili Megascolicidae dengan genus *Pheretima*.

KATA KUNCI:

Cacing tanah, olah tanah minimum, *Pheretima*

1. PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu komoditas tanaman leguminosae di Indonesia yang memiliki manfaat sebagai bahan pangan dan pakan terkan (Cahyono, 2008). Menurut data Badan Pusat Statistik (2016), produksi kacang hijau di Lampung mengalami penurunan produksi dari tahun 2013 hingga 2015. Produksi kacang hijau tahun 2013 mencapai 2.643 ton dengan luas areal panen 2.941 ha. Sedangkan pada tahun 2015 produksi kacang hijau sebesar 1.450 ton dengan luas areal panen 1.608 ha. Hal ini menunjukkan bahwa produksi kacang hijau di Lampung masih rendah.

Salah satu upaya untuk meningkatkan tanaman kacang hijau yaitu dengan intensifikasi pertanian. Intensifikasi pertanian merupakan suatu usaha untuk meningkatkan hasil pertanian dengan cara mengoptimalkan lahan yang sudah ada di antaranya dengan pengolahan tanah dan pemupukan. Pengolahan tanah merupakan kegiatan manipulasi tanah dengan tujuan untuk menciptakan keadaan tanah yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Arsyad, 2010). Secara umum, sistem olah tanah dibagi menjadi 2 bagian yaitu olah tanah intensif (OTI) dan olah tanah konservasi (OTK). Olah tanah konservasi yang terdiri dari tanpa olah tanah (TOT) dan olah tanah minimum (OTM).

Olah tanah intensif (OTI) merupakan sistem olah tanah yang ditujukan untuk penggemburan tanah dan pengendalian gulma. Penggunaan sistem olah tanah intensif dalam jangka panjang dapat menjadi penyebab utama degradasi lahan. Menurut Utomo (2012), permukaan lahan OTI yang bersih mampu memudahkan akar tanaman untuk melakukan penetrasi tetapi lahan yang bersih juga memiliki kapasitas infiltrasi yang rendah sehingga kemungkinan terjadi erosi meningkat. Hal ini berakibat pada kehilangan bahan organik tanah dan rusaknya struktur tanah (Suwardjo *et al.*, 1989).

Penggunaan sistem olah tanah minimum (OTM) mampu memperbaiki kualitas tanah akibat dari penggunaan olah tanah intensif yang berlebih. Sistem olah tanah minimum merupakan sistem olah tanah yang menggunakan sisa tanaman sebagai mulsa. Menurut Hanafiah (2013), adanya mulsa di permukaan tanah mampu menetralkan daya rusak butir-butir hujan ke tanah, menekan aliran permukaan dan erosi sehingga ketersediaan air, unsur hara dan bahan organik dapat terjaga dibandingkan pengolahan tanah intensif.

Bahan organik merupakan sumber energi bagi cacing tanah. Manurung (2014), menjelaskan bahwa ketersediaan bahan organik sebagai sumber energi cacing tanah sangatlah berpengaruh terhadap cacing tanah. Berkurangnya populasi cacing tanah pada pengolahan tanah intensif terjadi karena adanya perubahan suatu lingkungan tanah dan menimbulkan tanah kehilangan bahan organik (Chan, 2001).

Cacing tanah merupakan salah satu biota tanah yang dapat dijadikan sebagai bioindikator dari tanah yang sehat di suatu lahan pertanian. Cacing tanah berperan penting terhadap perbaikan sifat fisik yaitu dalam penghancuran bahan organik dan mencampuradukannya dengan tanah, sehingga agregat tanah terbentuk dengan baik yang berakibat pada perbaikan struktur tanah (Buck, Langmack & Schrader, 1999). Cacing tanah juga memperbaiki aerasi tanah melalui aktivitas geraknya di dalam tanah yaitu membuat lubang-lubang sebagai komposisi ruang pori makro tanah yang dapat mendukung perbaikan kondisi tanah dan kesuburan tanah (Edwards and Lofty, 1977). Selain dengan penggunaan sistem olah tanah, kesuburan tanah dapat ditingkatkan dengan pemupukan.

Menurut Kariyasa (2005), pemupukan dapat menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan tanaman, meningkatkan produksi, dan memperbaiki kualitas tanah. Padmanabha *et al.* (2014) menyimpulkan bahwa interaksi antara pupuk organik dengan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Jayanthi (2014) juga melaporkan bahwa cacing tanah banyak ditemukan di lahan pertanian organik dibandingkan lahan pertanian anorganik.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah serta mempelajari interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu (LLT) Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan April 2017 hingga bulan April 2018. Penelitian disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu sistem olah tanah (T) terdiri dari olah tanah minimum (T1) dan olah tanah intensif (T2). Sedangkan faktor kedua yaitu pemupukan (P) terdiri dari tanpa pupuk (P0) dan aplikasi pupuk (P1) sehingga diperoleh 4 kombinasi perlakuan yaitu T1P0 = olah tanah minimum + tanpa pupuk, T1P1 = olah tanah minimum + aplikasi pupuk (pupuk kandang = 625 g perpetak dan pupuk majemuk = 125 g perpetak), T2P0 = olah tanah intensif + tanpa pupuk, dan T2P1 = olah tanah intensif + aplikasi pupuk (pupuk kandang = 625 g perpetak dan pupuk majemuk = 125 g perpetak). Semua perlakuan dibagi ke dalam empat kelompok yang disusun secara acak sehingga diperoleh 16 petak satuan percobaan dengan luas perpetak 2,5 x 2,5 m.

Data yang diperoleh kemudian diuji homogenitas ragamnya dengan menggunakan Uji Bartlett dan uji aditivitas data dengan menggunakan Uji Tukey. Apabila asumsi terpenuhi maka dilanjutkan dengan uji lanjut dengan Uji Beda Nyata (BNT) pada taraf nyata 5%. Untuk mengetahui hubungan antara suhu tanah, C-organik tanah, kadar air tanah dan pH tanah dengan populasi dan biomassa cacing tanah, maka dilakukan Uji Korelasi.

Pengolahan tanah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu sistem olah tanah intensif, dimana tanah diolah secara intensif atau sempurna dengan menggunakan cangkul hingga tanah menjadi gembur dan sisa tanaman sebelumnya dikeluarkan dari petak lahan sehingga lahan bersih. Sedangkan pada sistem olah tanah minimum, tanah diolah seminimal mungkin dan sisa tanaman sebelumnya dikembalikan ke petak lahan dijadikan sebagai mulsa penutup tanah. Pemupukan dilakukan 7 HST yaitu untuk perlakuan aplikasi pupuk, pemberian pupuk berupa pupuk kandang 625 g per petak dan pupuk majemuk 125 g per petak. Sedangkan pada perlakuan tanpa pupuk, tidak dilakukan pemupukan pada lahan.

Pengambilan cacing tanah dilakukan sebanyak 3 kali yaitu sebelum olah tanah, masa vegetatif maksimum dan setelah panen. Pengambilan cacing tanah dilakukan dengan metode monolith yaitu dengan menandai tanah menggunakan patok kayu berukuran 2,5 x 2,5 cm kemudian tanah digali per kedalaman yaitu kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm. Tanah hasil galian dihitung populasi cacing tanahnya kemudian ditimbang biomasanya. Untuk cacing tanah yang sudah dewasa dapat diidentifikasi menggunakan mikroskop berdasarkan letak klitelium, tipe mulut dan setae. Analisis tanah berupa kadar air tanah, pH tanah dan C-organik tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi total cacing tanah didapat dari jumlah cacing tanah pada semua kedalaman yaitu kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm. Hasil uji BNT pada taraf 5% (Tabel 1) menunjukkan bahwa populasi total cacing tanah pada pengamatan 80 HST dengan perlakuan olah tanah minimum (T1) lebih tinggi yaitu sebanyak 394 ekor m⁻² dibandingkan dengan perlakuan olah tanah intensif (T2) hanya 86 ekor m⁻². Hal ini diduga akibat adanya pengembalian sisa tanaman pada lahan OTM yang dijadikan sebagai mulsa penutup tanah. Menurut Hanafiah (2013), jaringan organik tanaman

Tabel 1. Hasil Uji BNT Taraf 5% Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap Populasi Total Cacing Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Pengamatan 80 HST Kedalaman 0-30 cm

Perlakuan	Populasi Cacing Tanah (ekor m ⁻²)
Olah Tanah Minimum (T ₁)	394 (2,55) a
Olah Tanah Intensif (T ₂)	86 (1,90) b
BNT 5%	0,24

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%; angka dalam kurung menunjukkan nilai transformasi ($\sqrt{\sqrt{(x+0,5)}}$).

Tabel 2. Hasil Uji BNT Taraf 5% Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap Biomassa Total Cacing Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Pengamatan 40 HST Kedalaman 0-30 cm

Perlakuan	Biomassa Cacing Tanah (g m ⁻²)	
	40 HST	80 HST
Olah Tanah Minimum (T ₁)	24,20 (4,49) a	5,92 a
Olah Tanah Intensif (T ₂)	6,40 (2,24) b	2,90 b
BNT 5%	1,93	2,10

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%; angka dalam kurung menunjukkan nilai transformasi ($\sqrt{(x+0,5)}$).

Tabel 3. Hasil Uji BNT Taraf 5% Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap Kadar Air Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) 40 HST

Perlakuan	Kadar air tanah (%)
Olah Tanah Minimum (T ₁)	37,87 a
Olah Tanah Intensif (T ₂)	36,32 b
BNT 5%	1,35

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

baik berupa daun, batang/cabang, ranting, buah maupun akar merupakan sumber primer bahan organik tanah. Tanah yang kaya bahan organik akan lebih banyak dihuni oleh organisme tanah salah satunya cacing tanah. Cacing tanah menyukai bahan organik sisa tanaman seperti seresah yang mudah terdekomposisi (terurai) karena lebih mudah dicerna oleh tubuhnya (Rukmana, 1999; Batubara, 2012).

Biomassa total cacing tanah didapat dari bobot total cacing tanah pada semua kedalaman yaitu kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm. Hasil uji BNT pada taraf 5% (Tabel 2) menunjukkan bahwa biomassa total cacing tanah nyata lebih tinggi pada perlakuan olah tanah minimum (T₁) dibandingkan dengan olah tanah intensif (T₂). Pertambahan biomassa cacing tanah merupakan indikasi dari pertumbuhan populasi cacing tanah yang baik karena mendapatkan energi yang cukup dari bahan organik berupa seresah segar atau kering. Menurut Nurida (2001), ketersediaan sumber energi sangat menentukan tingkat populasi, keragaman dan aktivitas organisme tanah. Adanya seresah mampu memberikan kondisi tanah yang lembab. Tanah yang lembab memberikan kondisi baik untuk perkembangbiakan cacing tanah sehingga biomassa cacing tanah dapat meningkat (Ansyori, 2004; Siddique, 2005).

Hasil uji BNT pada taraf 5% (Tabel 3) menunjukkan bahwa kadar air tanah pada pengamatan 40 HST perlakuan olah tanah minimum (T₁) lebih tinggi yaitu sebesar 37,87% dibandingkan dengan olah tanah intensif (T₂) hanya sebesar 36,32%. Hal ini diduga terjadi karena pada pengamatan 40 HST, tajuk tanaman yang semakin luas dan seresah dari tanaman kacang hijau yang kering jatuh ke tanah berperan sebagai penutup tanah sehingga menyebabkan kondisi tanah yang lembab. Hal ini dibuktikan oleh Irawan (2018) yang melakukan penelitian pada lahan yang sama, namun dengan variabel pengamatan yang berbeda. Irawan (2018) menyatakan bahwa perlakuan olah tanah

minimum menghasilkan kadar air yang lebih tinggi yaitu sebesar 44,8 %, dibandingkan perlakuan olah tanah intensif sebesar 43,3 %.

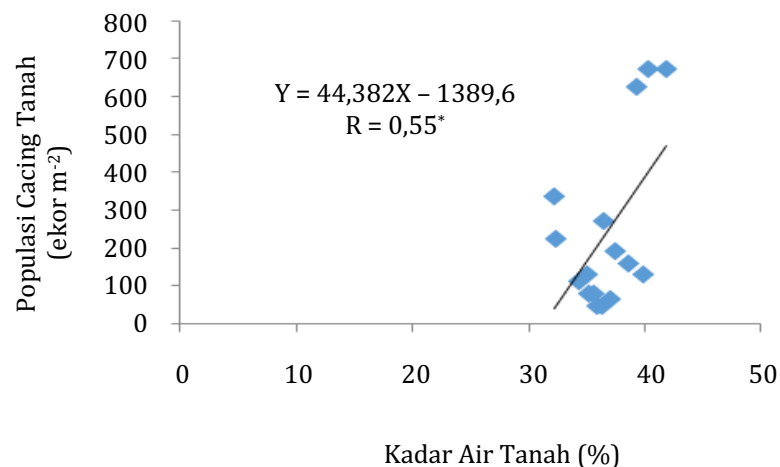
Hasil uji BNT pada taraf 5% (Tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan olah tanah minimum (T₁) dan perlakuan olah tanah intensif (T₂) memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap pH tanah pada pengamatan 80 HST. Hanafiah *et al.*, (2005), menyatakan cacing tanah dapat berkembang dengan baik pada pH optimum antara 6,0 - 7,2.

Hasil uji korelasi sifat fisik dan kimia tanah terhadap populasi dan biomassa cacing tanah (Gambar 1) menunjukkan bahwa kadar air tanah (%) berkorelasi nyata dengan populasi cacing tanah pada pengamatan 80 HST dengan nilai koefisien korelasi (*r*) sebesar 0,55 atau 55% yang menggambarkan bahwa antara kadar air tanah dan populasi cacing tanah memiliki hubungan positif.

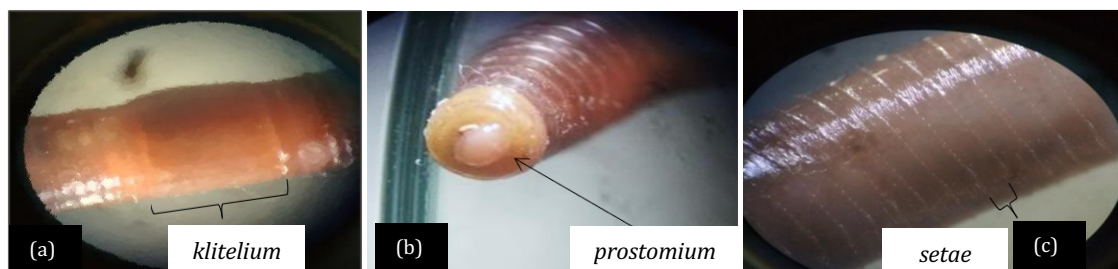
Tabel 4. Hasil Uji BNT Taraf 5% Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap Ph Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) 80 HST

Perlakuan	pH Tanah
Olah Tanah Minimum (T ₁)	6,27 a
Olah Tanah Intensif (T ₂)	6,40 a
BNT 5%	0,13

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.



Gambar 1. Korelasi Kadar Air Tanah dengan Populasi Cacing Tanah



Gambar 2. (a) Klitelum *Pheretima*, (b) Prostomium *epilobus*, (c) Setae perisetin.

Berdasarkan identifikasi cacing tanah yang dikemukakan oleh Edwards & Lofty (1977), menunjukkan bahwa jenis cacing tanah pada lahan penelitian pertanaman kacang hijau merupakan cacing tanah dengan golongan famili Megascolicidae dalam genus *Pheretima*. Cacing tanah genus *Pheretima* yang diperoleh memiliki ciri-ciri lekukan antar segmen pada klitelum (alat reproduksi) terlihat jelas dan terletak pada segmen ke 14 (Gambar 2a), bentuk prostomium (alat mulut) tipe epilobus (Gambar 2b), dan setae (bulu halus) berpola perisetin (Gambar 2c). Jayanthi *et al.* (2014), berpendapat bahwa cacing tanah genus *Pheretima* termasuk dalam famili Megascolecidae, cacing ini memiliki panjang tubuh berkisar antara 150-185 mm dengan jumlah segmen antara 125-145, dengan klitelium berbentuk seperti cincin yang terletak pada segmen 14-16, memiliki setae dengan pola perisetin, dan tipe prostomium yaitu epilobus dan sangat luas penyebarannya di Indonesia dan banyak ditemukan pada semak belukar, padang rumput, tetapi tidak ditemukan di hutan yang lebat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa populasi dan biomassa cacing tanah perlakuan olah tanah minimum lebih tinggi dibandingkan olah tanah intensif. Tidak terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan terhadap populasi dan biomassa cacing tanah. Hasil identifikasi cacingb tanah dapat digolongkan ke dalam famili Megascolecodae dengan genus *Pheretima*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ansyori. 2004. *Potensi Cacing Tanah Sebagai Alternatif Bio-Indikator Pertanian Berkelanjutan. Makalah Pribadi Falsafah Sains (PPS 702)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air, Edisi Kedua*. IPB Press. Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Produksi Kacang Hijau di Lampung*. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/880>. Diakses pada 18 September 2018.
- Batubara, M.H., A. Niswati, S. Yusnaini, & M.A.S. Arif. 2012. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi mulsa bagas terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanaman tebu (*Saccharum officinarum*). *J. Agrotek Tropika*. 1 (1): 107–112.
- Buck, C., M. Langmaack, & S. Schrader. 1999. Nutrient Content of Earthworm Cast Influenced by Different Mulch Types. *Eur. Soil. Bio. J.* 55: 23–30.
- Edward, C.H & J.R. lofty. 1977. *Biology of Earthworm*. London. Chapman and Hall. pp 77–221.
- Cahyono. 2008. *Kacang Hijau, Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Aneka Ilmu. Semarang. 122 hlm.
- Chan, K.Y. 2001. An overview of some tillage impact on earthworm population abundance and diversity-implications for functioning in soils. *Soil and Tillage Research*. 57 (4): 179–191
- Hanafiah, K.A., A Napoleon, & N. Ghoffar. 2005. *Ekologi dan Mikrobiologi Tanah*. Rajawali Press. Jakarta. 157 hlm.
- Irawan, Y. 2018. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemupukan terhadap Biomassa Akar, Kepadatan Tanah, Kadar Air Tanah, dan Kerapatan Isi Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Lahan Gedung Meneng. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 89 hlm.
- Jayanthi, R., Widhiastuti, & E. Jumilawaty. 2014. Komposisi Komunitas Cacing Tanah pada Lahan Pertanian Organik dan Anorganik di Desa Raya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. *Jurnal Biotik*. 2 (1): 71–76.
- Kariyasa. 2005. Sistem Integrasi Tanaman - Ternak dalam Perspektif Reorientasi Kebijakan Subsidi Pupuk dan Peningkatan Pendapatan Petani. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian*. 2 (11): 1–6.

- Manurung, R.J., Yusfiati, & D.I. Roslim. 2014. Pertumbuhan Cacing Tanah (*Perionyx* sp) pada Dua Media. *JOM FMIPA*. 1 (2): 291–302.
- Nurida, N. L. 2001. Pembukaan Lahan Secara Tebas Bakar Hubungannya dengan Tingkat Populasi dan Aktivitas Organisme Tanah. *Makalah falsafah Sains (PPs 702)*. Program Pascasarjana/S3.IPB. 18 hlm.
- Padmanabha, I.G., I.M. Arthagama, & I.N. Dibia. 2014. Pengaruh dosis pupuk organik dan anorganik terhadap hasil padi (*Oryza sativa* L.) dan sifat kimia tanah pada inceptisol kerambitan tarahan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 3 (1): 41–50.
- Rukmana, H.R. 1999. *Budi Daya Cacing Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.
- Siddique, J. 2005. Growth and reproduction of earthworm (*Eisenia fetida*) in different organic media. *Journal of Zoology*. 37(3): 211–214.
- Suwardjo, H., A. Abdurachman, & S. Abujamin. 1989. The use of crop residue mulch to minimize tillage frequency. *Soil and Tillage Research*. 8: 31–37.
- Utomo, M., H. Buchari, & I.S. Banuwa. 2012. *Olah Tanah Konservasi: Teknologi Mitigasi Gas Rumah Kaca Pertanian Tanaman Pangan*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 94 hlm.