

PENGARUH SISTEM OLAH TANAH DAN PEMUPUKAN NITROGEN JANGKA PANJANG TERHADAP POPULASI DAN BIOMASSA CACING TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI LAHAN POLINELA BANDAR LAMPUNG, LAMPUNG

Jamaluddin Al Afgani, Ainin Niswati, Muhajir Utomo & Sri Yusnaini

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, No. 1 Bandar Lampung 35145
Email: ghanialaf@gmail.com

ABSTRAK

Di dalam budidaya terdapat dua faktor penting yaitu olah tanah dan pemupukan. Secara umum olah tanah dapat dibedakan atas olah tanah intensif (OTI) dan olah tanah konservasi (OTK), olah tanah intensif adalah olah tanah dimana gulma dan sisa-sisa tanaman sebelumnya dibersihkan, lalu tanah diolah dengan cara dicangkul minimal dua kali sedalam 0-20 cm, lalu permukaan tanah diratakan, sementara olah tanah konservasi adalah dengan mengembalikan sisa-sisa tanaman setelah panen sebagai sumber bahan organik dalam bentuk mulsa yang mampu menjaga sifat fisik tanah. Pengolahan tanah yang intensif akan menghilangkan sisa tanaman yang dapat berperan sebagai mulsa organik dan sumber bahan organik yang menjadi tempat tumbuh dan berkembangnya biota tanah seperti cacing tanah. Oleh karena itu, pengolahan tanah sebaiknya dilakukan seminimum mungkin. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh olah tanah dan pemupukan nitrogen serta interaksinya terhadap populasi dan biomassa cacing tanah. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial 3×2 dengan 4 ulangan. Faktor pertama adalah sistem olah tanah jangka panjang yaitu T1 = Olah Tanah Intensif (OTI), T2 = Olah Tanah Minimum (OTM), T3 = Tanpa Olah Tanah (TOT), dan faktor kedua adalah pemupukan nitrogen jangka panjang yaitu No = 0 kg N ha^{-1} , dan N1 = 100 kg N ha^{-1} . Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan uji Bartlett dan adifitasnya dengan uji Tukey setelah asumsi terpenuhi data diolah dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antara beberapa sifat kimia dan fisik tanah dengan populasi dan biomassa cacing tanah dilakukan uji korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi cacing tanah pada pengambilan sampel 0-10 cm berbeda nyata, sementara populasi cacing pada kedalaman 10-20 cm memiliki nilai yang sama dengan biomassa pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm. Tidak terdapat interaksi antara sistem pengolahan tanah dan pemupukan N terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.

Kata kunci: Jagung, pemupukan nitrogen, sistem olah tanah

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor yang menopang kehidupan khususnya manusia karena di dalam pertanian akan mengolah berbagai sumber energi yang diperlukan dalam siklus kehidupan. Tanaman pangan, hortikultura, dan tanaman perkebunan adalah contoh hasil produk yang dihasilkan dari pertanian.

Jagung adalah salah satu tanaman pangan kedua yang paling banyak dibudidayakan petani di Indonesia setelah padi, produksi jagung di suatu negara sering mengalami pasang surut. Hal ini dapat terjadi sebagai akibat perubahan areal penanaman jagung. Namun demikian dengan ditemukannya varietas-varietas unggul sebagai imbalan berkurangnya lahan, maka totalitas produksi tidak akan terlalu berubah irigasi dan pemupukan sangat penting untuk mendapatkan produksi

yang baik. Walaupun potensi hasil cukup tinggi, cara untuk mendapatkan produksi pada tingkat optimal yang dilakukan oleh petani baru memberikan hasil 7 ton ha^{-1} (Purwono dan Hartono, 2008 dalam Ekowati dan Nasir, 2011).

Selain mendekati kandungan karbohidrat dari padi, jagung juga merupakan salah satu komoditas strategis dan bernilai ekonomis serta mempunyai peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras. Menurut Badan Statistika (2015), produksi jagung Sulawesi Selatan tahun 2005 sebesar 706.785 ton, dengan luas areal panen 206.879 ha, produksi jagung nasional tahun 2005 sebesar 12,41 juta ton, dengan luas areal panen 3,60 juta ha. Peningkatan produksi jagung dalam 10 tahun ke depan masih dapat dilakukan dengan memanfaatkan potensi sumberdaya. Dengan menciptakan tingkat

pertumbuhan produksi 2% sampai 6,57% per tahun maka pada tahun 2010 Indonesia akan dapat mengeksport jagung. Dengan penggunaan benih hibrida untuk meningkatkan produktivitas dari rata-rata 3,7 ton ha⁻¹ menjadi lebih dari 6,5 ton ha⁻¹ pengolah produksi jagung unggul masih sangat rasional, apalagi agribisnis jagung telah didukung dengan tersedia dan kesiapan *stake holder* dari hulu sampai hilir (Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia, 1997).

Untuk meningkatkan produktivitas perlu teknik budidaya yang tinggi, salah satu yang ada di dalam budidaya adalah dengan pengolahan tanah. Untuk mempertahankan kualitas tanah agar tetap baik, dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip olah tanah konservasi (OTK). Olah tanah konservasi merupakan cara penyiapan lahan yang dapat mengurangi mineralisasi bahan organik, erosi, dan penguapan dibandingkan dengan cara-cara penyiapan lahan konvensional (Abdurachman, dkk., 1998). Keberhasilan OTK dalam menekan mineralisasi bahan organik, erosi, dan penguapan disebabkan karena keberadaan sisa-sisa tanaman dalam jumlah yang memadai di permukaan tanah (Adnan, dkk., 2012).

Selain dengan sistem olah tanah konservasi (OTK), usaha untuk meningkatkan produksi tanaman pangan juga dapat dilakukan dengan pemupukan. Pemupukan merupakan suatu tindakan pemberian unsur hara ke dalam tanah atau tanaman sesuai yang dibutuhkan untuk pertumbuhan normal tanaman (Pulung, 2005).

Hakim, dkk. (1986), menyatakan bahwa dari semua unsur hara, nitrogen dibutuhkan paling banyak, tetapi ketersediannya selalu rendah, karena mobilitasnya yang sangat tinggi. Nitrogen umumnya dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak, namun jumlahnya dalam tanah sedikit sehingga pemberian pupuk nitrogen yang tepat merupakan suatu keharusan untuk dapat memperoleh efisiensi dan hasil yang tinggi. Oleh sebab itu penyiapan lahan dengan sistem OTK dan pemupukan nitrogen merupakan upaya yang tepat untuk meningkatkan serapan hara dan hasil tanaman.

Hal ini dapat terjadi karena kelembaban tanah yang tinggi pada sistem OTK dapat memacu serapan pupuk N, sehingga efisiensi pemupukan N meningkat selain itu adanya mulsa pada OTK dapat menjaga dan juga tidak merusak populasi cacing tanah, sehingga dalam jangka panjang dapat menyuburkan tanah (Utomo, 2012).

Berkaitan dengan masalah di atas, untuk menunjukkan kesehatan tanah akibat sistem olah tanah dan pemupukan pupuk N jangka panjang, perlu dilakukan pengamatan tanah secara biologi. Cacing

tanah merupakan makroorganisme tanah yang memiliki peran penting dalam memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Sifat fisik tanah dapat terjaga baik dengan adanya lubang jalan yang dibuat oleh cacing tanah yang dapat memperbaiki aerasi dan drainase sehingga tanah menjadi lebih gembur dan sifat kimia melalui kotoran cacing tanah yang mengandung unsur hara yang sangat baik untuk tanaman. Cacing tanah juga berperan dalam peningkatan aerasi tanah karena aktivitas mereka membuat lubang di dalam tanah (Hanafiah, dkk., 2003).

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini dapat dirumuskan masalah yaitu Apakah sistem olah tanah jangka panjang berpengaruh terhadap populasi dan biomassa cacing pada tanaman jagung? Apakah pemupukan nitrogen jangka panjang berpengaruh terhadap populasi dan biomassa cacing pada tanaman jagung? dan apakah interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang berpengaruh terhadap populasi cacing dan biomassa pada tanaman jagung?

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dikemukakan, maka penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh sistem olah tanah jangka panjang terhadap populasi dan biomassa cacing pada pertanaman jagung, mempelajari pengaruh pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap populasi dan biomassa cacing pada pertanaman jagung, dan mempelajari pengaruh interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen jangka panjang terhadap populasi dan biomassa cacing pada pertanaman jagung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian jangka panjang tahun ke-28 akan dilakukan di kebun percobaan Politeknik Negeri Lampung terletak pada 105°13'45,5" – 105°13'48,0" BT dan 05°21'19,6" – 05°21'19,7" LS, dengan elevasi 122 m di atas permukaan laut (Utomo, 2012). Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Desember 2015 sampai dengan Maret 2016. Analisis tanah dan tanaman dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Jurusan Agroteknologi dan Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan 4 ulangan. Faktor pertama adalah pemupukan nitrogen jangka panjang yaitu N₀ = 0 kg N ha⁻¹ dan N₁ = 100 kg N ha⁻¹, dan faktor kedua adalah sistem olah tanah jangka panjang yaitu T₁ = Olah Tanah Intensif (OTI), T₂ = Olah Tanah Minimum (OTM), T₃ =

Tanpa Olah Tanah (TOT). Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan uji Bartlett dan adifitasnya dengan uji Tukey setelah asumsi terpenuhi data diolah dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antara beberapa sifat kimia dan fisik tanah dengan populasi dan biomassa cacing tanah dilakukan uji korelasi.

Pada petak tanpa olah tanah (TOT) tanah tidak diolah sama sekali, gulma yang tumbuh dikendalikan dengan menggunakan herbisida berbahan aktif glifosat dengan dosis 3 - 5 l ha⁻¹ pada dua minggu sebelum tanam dan gulma dari sisa-sisa tanaman sebelumnya digunakan sebagai mulsa. Pada petak olah tanah minimum (OTM) gulma yang tumbuh dibersihkan dari petak percobaan menggunakan koret, kemudian gulma dari sisa-sisa tanaman sebelumnya digunakan sebagai mulsa. Pada petak olah tanah intensif (OTI) tanah dicangkul dua kali sedalam 0 - 20 cm setiap awal tanam dan gulma dibuang dari petak percobaan.

Lahan dibagi menjadi 24 petak percobaan dengan ukuran tiap petaknya 4 m x 6 m dan jarak antarpetak percobaan yaitu 1 m. Penanaman benih jagung varietas P-27 dengan cara membuat lubang tanam dengan jarak 75 cm x 25 cm, setelah itu ditanami 1 benih jagung per lubang tanam. Pemupukan dilakukan dengan cara dilarik diantara barisan tanaman. Aplikasi pupuk P dan K dilakukan pada 1 minggu setelah tanam, sedangkan pupuk urea dengan dosis 0 kg N ha⁻¹, 100 kg N ha⁻¹ diberikan dua kali yaitu sepertiga dosis pada saat jagung berumur satu minggu setelah tanam dan dua per tiga dosis pada saat jagung memasuki fase vegetatif maksimum yakni delapan minggu setelah tanam. Pemeliharaan meliputi penyulaman, penyiangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyulaman dilakukan pada lubang tanam yang tidak tumbuh benih jagung dan dilaksanakan satu minggu setelah tanam.

Penyiangan dilakukan dengan diberikan herbisida herbisida berbahan aktif glifosat dengan dosis 3 - 5 liter ha⁻¹ dan mencabut, mengoret gulma yang tumbuh di petak percobaan. Analisis C-Organik tanah, pH tanah, kadar air tanah dan suhu tanah dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sedangkan untuk suhu tanah dilakukan langsung di lahan bersamaan pengambilan sampel tanah dengan menggunakan alat termometer tanah. Variabel utama yang diamati adalah jumlah populasi cacing tanah (individu m⁻²), biomassa cacing tanah (g m⁻²), keanekaragaman cacing tanah atau jenis-jenis cacing tanah.

Pengambilan cacing tanah dilakukan dengan membuat lubang dengan ukuran 25 cm x 25 cm dengan

kedalaman 0 - 10 cm, dan 10 - 20 cm dengan cara digali. Tanah hasil galian tersebut dihitung jumlah cacing tanahnya dengan menggunakan metode *hand sorting* (penghitungan dengan tangan), yaitu dengan cara memisahkan cacing dari tanahnya satu persatu. Setiap cacing yang didapat dihitung berapa jumlahnya kemudian dimasukkan ke dalam botol kecil, dihitung jumlah populasinya, dan diberi label sesuai dengan perlakuan. Setelah dibawa ke laboratorium, cacing tanah dicuci bersih dengan air dan dimasukkan kedalam botol berisi alkohol 70% dan cacing tanah siap untuk dihitung biomasnya, dan siap untuk diidentifikasi. Sedangkan pengambilan tanah dilakukan dengan mengambil tanah dengan tiga titik yang berbeda di plot yang digunakan sebagai ulangan, pengambilan tanah untuk *soil moisture* digunakan dengan alat *soil moisture meter*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji BNT Tabel 1 menunjukkan bahwa tanpa olah tanah mempunyai populasi cacing lebih tinggi dari pada olah tanah intensif pada sampel pengambilan 0-10 cm. Hal ini diduga bahwa sistem olah tanah intensif yang digunakan berdampak pada berkurangnya bahan organik didalam tanah. Utomo (1994) menjelaskan pada sistem olah tanah intensif, sisa-sisa tanaman pada permukaan tanah dihilangkan. Sebaliknya pada TOT dan OTM sisa-sisa tanaman pada permukaan tanah dapat berperan sebagai mulsa penutup tanah sehingga dapat melindungi tanah dari suhu tinggi pada siang hari. Selain itu sisa-sisa tanaman tersebut dapat juga berperan sebagai tempat berkembangnya kehidupan biologis di dalam tanah seperti cacing tanah. Tersedianya tempat tumbuh dan energi bagi kehidupan biologi di dalam tanah dapat dijadikan sebagai indikator tingkat kesuburan tanah. Hal tersebut selaras dengan penelitian lain oleh Chan (2001) dalam Batubara (2012), yang menunjukkan bahwa seringkali terjadi perubahan lingkungan yang disebabkan oleh pengolahan tanah intensif mengakibatkan menurunnya populasi dan biomassa cacing tanah.

Hasil uji korelasi Tabel 2 menunjukkan populasi dan biomassa cacing tanah pada kedalaman 10-20 cm berkorelasi dengan pH tanah, suhu tanah, kadar air tanah, dan C-organik. Biomassa cacing tanah pada kedalaman 0-10 cm perlakuan tanpa olah tanah memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan olah tanah intensif dan olah tanah minimum. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hanafiah dkk., (2005) pada umumnya cacing tanah tumbuh baik pada pH sekitar 7,0. Selain itu juga suhu tanah sangat mempengaruhi aktivitas, pertumbuhan, metabolisme, respirasi, dan

Tabel 1. Pengaruh sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap populasi cacing tanah pada pertanaman jagung.

Olah Tanah	Populasi Cacing Tanah (ekor m ⁻²)	
	0-10 cm	
T ₁	16 (3,16) b	
T ₂	22 (3,73) b	
T ₃	46 (6,25) a	
BNT 5%	19,49 (2,23)	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf nyata 5 %. Angka di dalam kurung adalah angka (Transformasi $\sqrt{x + 1}$)

Tabel 2. Hubungan variabel pendukung dengan populasi dan biomassa cacing tanah.

Variabel	0-20 (cm)	
	Populasi (ekor m ⁻²)	Biomassa (g m ⁻²)
r (koefisien korelasi)		
Kadar Air (%)	4,64*	36,5**
Suhu Tanah (°C)	-7,12*	-89,1**
C-organik (%)	6,07*	92,8**
pH	6,75*	96,3**

Keterangan: tn = tidak berkorelasi dengan variabel utama, n = 24, * = berkorelasi nyata dengan variabel utama, ** = berkorelasi sangat nyata dengan variabel utama

reproduksi cacing tanah. Menurut Catalan dalam Batubara (2012), cacing tanah menyukai bahan organik sisa tanaman seperti serasah yang mudah terdekomposisi (terurai) karena lebih mudah dicerna oleh tubuhnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hanafiah, dkk., (2005) yang menyatakan bahwa suhu tanah sangat mempengaruhi aktivitas, pertumbuhan, metabolisme, respirasi, dan reproduksi cacing tanah.

Pada kedalaman 0-10 cm populasi cacing tanah tidak berkorelasi dengan variabel pendukung. Hal ini diduga terjadi karena perubahan lingkungan yang menyebabkan populasi cacing tanah pada kedalaman 0-10 cm memiliki nilai yang rendah sehingga menyebabkan tidak berkorelasi dengan variabel pendukung. Hal tersebut selaras dengan penelitian Firmansyah (2012) yang menyatakan bahwa pada lapisan 30-60 cm populasi cacing tanah nampak masih meningkat dari lapisan 20-30 cm. Hal ini menunjukkan bahwa cacing tanah mampu melakukan jelajah secara

vertikal hingga kedalaman 100 cm, dan juga toleransi cacing tanah terhadap sumber pakan lebih luas sehingga memiliki daya hidup yang tinggi. Pada musim kemarau kondisi tanah sangat kering padahal cacing menginginkan kondisi tanah yang lembab karena air merupakan media respirasi melalui kulitnya. Kondisi kering cacing akan berada didalam tanah yang lebih dalam (Dwiastuti, 2012).

Berdasarkan hasil dari identifikasi cacing tanah, Gambar 1 hanya terdapat satu jenis cacing tanah dari famili *Glossocolicidae*. Hal ini diduga karena kemampuan daya adaptasi *Glossocolicidae* terhadap lingkungan lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Firmansyah (2012) yang menyatakan bahwa toleransi cacing tanah famili *Glossocolicidae* terhadap sumber pakan menjadi lebih luas sehingga memiliki daya hidup yang tinggi. Hal ini dapat menyebabkan menurunnya diversitas dan kepadatan populasi fauna tanah (cacing tanah). Kegiatan makrofauna tanah seperti cacing tanah



Gambar 1. Identifikasi tipe mulut cacing tanah famili *Glossocolicidae*, *Zigolobous* (a), klitelium (b), dan posterior (c) pada perlakuan sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen.

ikut memberikan sumbangan secara alami untuk memperbaiki kualitas tanah.

Dengan meningkatnya kualitas tanah yang keberlanjutan, berarti juga memelihara ekosistem tanah sebagai habitat cacing sekaligus tempat tumbuh bagi tanaman. Sebelumnya, penelitian Sugiarto (2003) menyatakan bahwa penyebab dari menurunnya keanekaragaman hayati (*biodiversitas*) makrofauna tanah termasuk cacing tanah adalah semakin tingginya intensitas pengolahan tanah. Selain itu, cacing tanah yang ditemukan berukuran sangat kecil sehingga besar kemungkinan adanya jenis cacing tanah yang tidak teridentifikasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hanafiah (2005) berdasarkan hasil identifikasi, tidak semua cacing tanah dapat diidentifikasi, karena terdapat cacing tanah yang belum memiliki klitelum sebagai penciri dari masing-masing jenis cacing tanah.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan populasi dan biomassa cacing tanah kedalaman 0-20 cm berkorelasi dengan pH tanah, suhu tanah, kadar air tanah, dan C-organik. Biomassa cacing tanah pada kedalaman 0-20 cm perlakuan tanpa olah tanah memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan olah tanah intensif dan olah tanah minimum. Hal ini diduga karena cacing yang terdapat di lahan penelitian merupakan jenis cacing yang aktif di permukaan tanah.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Makalew (2001) dalam Batubara, dkk., (2013) yang menyatakan bahwa perubahan lingkungan yang dapat mempengaruhi populasi cacing tanah antara lain ketersediaan hara dalam tanah, kemasaman tanah (pH), kelembaban tanah, dan suhu atau temperatur tanah. Ekologi cacing tanah dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu kelompok cacing epigeik (*litter dwellers*), cacing endogeik (*shallow soil dwelling*) dan anecik (*deep burrowers*). Jenis cacing epigeik yaitu cacing tanah yang aktif di permukaan tanah terutama pada serasah lantai hutan, berpigmen dan pada umumnya tidak membuat liang dan menghuni lapisan

serasah. Beberapa cacing hidup di bawah serpihan kayu dapat dimasukkan dalam kategori ini. Cacing kelompok ini tidak dijumpai di tanah-tanah pertanian. Beberapa contoh dari kelompok cacing ini adalah *L. rubellus* dan *L. castaneus*.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian adalah yaitu pada kedalaman 0-10 cm, populasi cacing pada perlakuan tanpa olah tanah lebih tinggi dari olah tanah intensif dan olah tanah minimum, sedangkan biomassa tidak berbeda nyata. Pada kedalaman 10-20 cm, populasi dan biomassa cacing tanah pada semua perlakuan tidak berbeda nyata. Jumlah populasi cacing dan biomassa cacing tanah antara pemupukan nitrogen 0 kg N ha⁻¹ dan 100 kg N ha⁻¹ tidak berbeda nyata. Tidak terdapat interaksi antara sistem olah tanah dan pemupukan nitrogen terhadap populasi dan biomassa cacing tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Dariah, dan A. Rachman. 1998. Peranan Pengolahan Tanah dalam Meningkatkan Kesuburan (Fisika, Kimia, dan Biologi) Tanah. *Prosiding Seminar Nasional VI Budidaya Olah Tanah Konservasi*. Padang. hal: 14-25.
- Adnan, H. dan Manfarizah. 2012. Aplikasi beberapa dosis herbisida glifosat dan paraquat pada sistem tanpa olah tanah (TOT) serta pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah, karakteristik gulma dan hasil kedelai. *J. Agrista*. 16(3): 135-145.
- Badan Pusat Statistik. 2006. *Biro Pusat Sulawesi Selatan dalam Angka 2002 Statistik (BPS)*. Makassar.

- Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia. 1997. Intensifikasi jagung di Indonesia, peluang dan tantangan. Disajikan dalam *Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung*. Ujung Pandang.
- Batubara, M. 2012. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas terhadap Populasi dan Biomassa Cacing Tanah pada Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum*). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59 hlm.
- Dwiastuti, S. 2012. Kajian tentang kontribusi cacing tanah dan perannya terhadap lingkungan kaitannya dengan kualitas tanah. Disajikan dalam *Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Ekowati, D. dan M. Nasir,. 2013. Pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) varietas Bisi-2 pada pasir reject dan pasir asli di Pantai Trisik Kulon Progo. *J. Manusia dan Lingkungan*. 18(3): 220-231.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Diha, G.B. Hong, dan H. Bailey. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Hanafiah, K. A., A. Napoleon, dan N. Ghoffar. 2005. *Ekologi dan Mikrobiologi Tanah*. Rajawali Press. Jakarta. 157 hlm.
- Firmansyah, M.A., Suparman, Harmini, I.G.P. Wigena dan Subowo. 2012. *Karakterisasi Populasi dan Potensi Cacing Tanah untuk Pakan Ternak dari Tepi Sungai Kahayan dan Barito*. Balai Penelitian Tanah. Palangkaraya. BPTP Kalimantan Tengah.
- Pulung, M.A. 2005. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 287 hlm.
- Sugiarto. 2003. *Konservasi Makrofauna Tanah dalam Sistem Agroforestri*. Puslitbang Bioteknologi dan Biodiversitas LPPM UNS. Surakarta.
- Utomo, M. 2012. *Tanpa Olah Tanah: Teknologi Pengelolaan Pertanian Lahan Kering*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 110 hlm.