

**KERAGAMAN CACING TANAH PADA LAHAN DENGAN BERBAGAI MASUKAN
BAHAN ORGANIK DI DAERAH LAMPUNG UTARA**
*(Earthworms Diversity on Land with Different Resources of Organic Matter
in North Lampung Area)*

Wibowo, S.

Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya
Telpon : 081352932946 Email : satrio5430ik@gmail.com

Diterima : 25/08/2016

Disetujui : 25/10/2016

A study has been done to know earthworms diversity on land with different resources of organic matter in North Lampung area, Sumatera. The land were secondary forrest, alley cropping with organic mater resources from gamal (*Gliricidia sepium*), soga (*Peltophorum dasyrrachis*) and mixture of *G. sepium* and *P. dasyrrachis* andrest land (without other organic matter resources except from harvest residues of yellow corn (*Zea mays*)). It have found seven species totaly in the research land. On the secondary forrest was found seven species perfect. Changing it to alley cropping was consequence one species lost (*Metapheretima carolinensis*) and changing it to general agriculture without other organic matter resources except from plant harvest residues was consequence two spesies lost (*M. carolinensis* and *Dichogaster crawi*). Different resources of organic matter on land were made inquire factor of earthworms diversity that lived in the soil.

Keywords : Diversity, Earthworms, Soil Organic Matter

ABSTRAK

Penelitian telah dilakukan untuk mengetahui keragaman cacing tanah pada lahan dengan berbagai masukan bahan organik di daerah Lampung Utara. Lahan yang diteliti yakni hutan sekunder, lahan budidaya lorong dengan masukan bahan organik asal tanaman gamal (*Gliricidia sepium*), soga (*Peltophorum dasyrrachis*) dan campuran antara gamal dan soga, di samping dari sisa panen tanaman jagung kuning (*Zea mays*), serta lahan bera (lahan yang diistirahatkan pasca panen, tanpa masukan bahan organik lain, selain dari sisa panen tanaman jagung). Ditemukan total tujuh spesies cacing tanah pada lahan penelitian di daerah Lampung Utara. Pada hutan sekunder ketujuh spesies lengkap masih ditemukan. Perubahan hutan menjadi lahan budidaya lorong telah mengakibatkan hilangnya satu spesies cacing tanah (*Metapheretima carolinensis*) dan perubahan menjadi lahan budidaya biasa (tanpa masukan bahan organik lain kecuali dari sisa panen) berakibat hilangnya dua spesies cacing tanah (*M. carolinensis* dan *Dichogaster crawi*). Keragaman masukan bahan organik pada tanah telah menjadi faktor penentu keragaman spesies cacing tanah yang hidup di dalamnya.

Kata kunci : Bahan Organik Tanah, Cacing Tanah, Keragaman

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan peningkatan kebutuhan pangan. Upaya pemenuhan kebutuhan pangan tersebut seringkali diawali dengan cara membuka lahan hutan untuk dijadikan lahan pertanian. Perubahan dari hutan menjadi lahan pertanian yang ditanami terus menerus berdampak perubahan terhadap kondisi fisik

dan kimia tanah yang mengakibatkan perubahan yang sangat berarti terhadap makroorganisme (termasuk keragaman dan populasi cacing tanah), serta mikroorganisme (di antaranya bakteri dan jamur).

Sekitar 95 persen populasi cacing tanah hidup pada horizon permukaan yang mencapai kedalaman hingga 20-30 cm dari permukaan tanah (Jopkiewicz, 1993). Berdasarkan sifat ekologi dan distribusinya, Bouche (1977) dalam

Marino *et al.* 1992) membagi cacing tanah menjadi tiga kelompok yakni epigeik (peliang dangkal), aneksik (tidak tetap atau berpindah-pindah) dan endogeik (peliang dalam).

Pigmentasi tubuh spesies epigeik di bagian dorsal, hidup pada serasah atau pada kedalaman 0-10 cm dari permukaan tanah, pelaku fragmentasi serasah daun yang efisien dan transformasi bahan organik yang stabil ke dalam tanah (Barois, 1992; Bouche (1977 dalam Fragoso dan Lavelle, 1992). Prawasti dan Hidayat (1992) menemukan salah satu jenis spesies ini kerap merayap ke atas pohon besar.

Pigmentasi tubuh spesies aneksik (*anexique*) terjadi di bagian anteriodorsal dan diameter tubuhnya semakin mengecil di bagian posterior, hidup dalam tanah dan membuat lubang dalam arah vertikal atau mendekati vertikal. Spesies *Lumbricusterrestris* mampu melakukan distribusi vertikal hingga kedalaman satu meter. Spesies aneksik menimbulkan dua pengaruh utama terhadap tanah : (a) memodifikasi kondisi fisik tanah melalui aktivitas pembuatan lubangnya karena memiliki perototan yang kuat, lubang tersebut mempermudah penyerapan air dan pertukaran gas di permukaan tanah; (b) mempertinggi komposisi hancuran tanaman (*debris*) dengan cara mengubur dan mencampurnya pada tanah (Bouche, 1977 dalam Lavelle, 1988; Bouche, 1977 dalam Fragoso dan Lavelle, 1992; Lee, 1992).

Spesies endogeik tubuhnya hampir tidak berpigmen (pucat), umumnya hidup dalam tanah pada kedalaman 5-20 cm dari permukaan tanah, membuat lubang dalam arah horizontal sehingga memudahkan pergerakan lateral air dan gas di dalam tanah (Barois, 1992; Fragoso dan Lavelle, 1992; Lee, 1992; Morgan dan Morgan, 1992).

Keragaman bahan organik pada tanah sebagai sumber makanan juga menentukan keragaman cacing tanah pada lahan tersebut. Pizl (1992) menemukan tujuh spesies cacing tanah pada lahan tumpang sari antara tanaman jagung, ercis dan trifolium lain, selanjutnya menurun menjadi enam spesies pada hutan tanaman oak dan lahan yang diterlantarkan hingga menjadi padang rumput.

Dalam upaya menjaga ketersediaan lahan pertanian yang berkelanjutan, sistem budidaya lorong (*alley cropping*) merupakan alternatif. Dalam sistem ini tanaman pangan ditanam pada lahan di antara dua baris tanaman pagar yang membentuk lorong. Secara berkala (dua kali dalam setahun) tanaman pagar (*hedgerows*) dipangkas dan hasil pangkasannya (*pruning*) dikembalikan ke tanah, demikian pula sisa panen tanaman budidaya selalu dikembalikan ke tanah di lahan tersebut. Menurut Prijono *et al.* (1996), gamal (*Gliricidia sepium*) dan sogi (*Peltophorum dasyrrachis*) memadai sebagai tanaman pagar pada *alley cropping* (AC).

Di Indonesia telah banyak hutan diubah menjadi lahan pertanian. Oleh sebab itu manfaat yang diharapkan yakni dari hasil penelitian ini dapat menjadi indikator untuk mengetahui ada atau tidaknya tekanan lingkungan terhadap komunitas cacing tanah sehingga dapat menjadi masukan bagi kebijakan pengelolaan lahan dalam bidang pertanian dan kehutanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat yang digunakan di antaranya larutan formalin 3,7 persen, sekop, cangkul, *loop*, mikroskop dan panduan identifikasi menurut Stephenson (1923), Edwards dan Lofty (1977) dan Easton (1979).

Koleksi cacing dilakukan dengan cara menggali tanah hingga kedalaman 30 cm dari permukaan tanah di 78 titik pengambilan sampel berbentuk kuadran seluas 25x25 cm² pada musim hujan (Februari) dan diulangi kembali pada musim kemarau (Agustus) tahun 1998. Penelitian ini dilakukan di kebun percobaan proyek *Biological of Management Soil Fertility* (BMSF), yang merupakan proyek penelitian kerjasama antara Universitas Brawijaya dengan *Wye College* (UK), *AB-DLO* (Belanda) dan *Khon Kaen University* (Thailand) di Desa Karta, Kecamatan Sungkai Selatan, Ketapang, Kabupaten Kotabumi, Lampung Utara.

Cacing tanah yang diperoleh diamati secara visual menggunakan *loop*, selanjutnya dikelompokkan berdasarkan kesamaan morfologinya, kemudian

dilakukan pengamatan lebih lanjut dan

mendalam di bawah mikroskop sehingga dapat teridentifikasi spesiesnya berdasarkan panduan identifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil identifikasi secara keseluruhan ditemukan tujuh spesies cacing tanah dengan ciri-ciri seperti dicantumkan pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 terlihat tujuh spesies cacing tanah yang ditemukan pada lahan dengan berbagai masukan bahan organik di daerah Lampung Utara dengan proses identifikasinya. Hal ini diperjelas dengan Gambar 1-7. Sebaran spesies cacing tanah pada musim hujan dan musim kemarau dicantumkan pada Tabel 2.

Ketujuh spesies cacing tanah yang ditemukan di lokasi penelitian seluruhnya didapati pada hutan sekunder. Pada hutan yang telah diubah menjadi lahan pertanian, cacing tanah hanya ditemukan enam spesies pada lahan budidaya lorong, sedangkan pada lahan bera (lahan budidaya biasa yang diistirahatkan setelah tanaman jagung dipanen) hanya didapati lima spesies.

Pasca perubahan hutan menjadi lahan budidaya dalam bentuk apa pun diduga mengakibatkan *Metapheretima carolinensis* tidak mampu bertahan hidup sehingga spesies ini menghilang (tidak didapati), sedangkan *Drawida crawi* masih mampu hidup jika hutan diubah menjadi lahan budidaya lorong, namun spesies ini tidak didapati pada lahan bera *non alley cropping*.

Hilangnya satu spesies endogeik (*D. crawi*) diduga tidak banyak berpengaruh terhadap dekomposisi bahan organik pada lahan budidaya karena aktivitasnya masih dapat digantikan oleh tiga spesies endogeik lainnya (*D. papillatus*, *D. affinis* dan *P. corethrurus*), akan tetapi hilangnya spesies epigeik *M. carolinensis* sangat merugikan, karena tidak ditemukan adanya spesies epigeik lain pada lahan tersebut. Diketahui bahwa spesies epigeik merupakan *fragmenter* awal dari bahan organik. Sebelum bahan organik didekomposisi oleh *decomposer*, terlebih dahulu mengalami fragmentasi oleh cacing tanah, rayap atau pun Myriapoda. Oleh sebab itu hilangnya *M. carolinensis* tanpa adanya

substitusi dari spesies epigeik lain dapat mematahkan salah satu rantai makanan dan memperlambat dekomposisi bahan organik pada lahan tersebut.

Berdasarkan hal tersebut di atas terlihat, bahwa aktivitas pertanian tanpa pemberian masukan bahan organik lain kecuali dari sisa panen dapat mengganggu lingkungan hidup, bahkan pada lahan yang diberikan masukan bahan organik selain dari sisa panen, seperti pada lahan budidaya lorong pun masih belum dapat menjamin kelestarian lingkungan hidup.

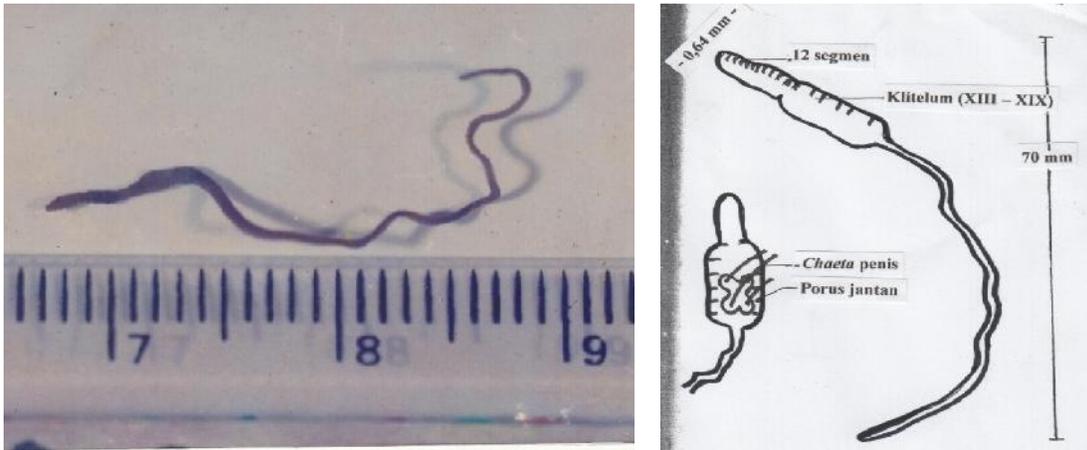
Menurut Hendrix *et al.* (1992), di Georgia Piedmont, USA juga telah terjadi penurunan terhadap populasi cacing tanah dari 573 ekor m⁻² pada hutan tanaman keras menjadi 127 ekor m⁻² di bawah tanaman monokultur kedelai. Hal seperti ini menurut Driessen dan Soepraptohardjo (1974), disebabkan pasca penebangan hutan, lahan yang ditanami dengan padi atau tanaman pangan lain tidak menutup tanah sebaik hutan, sehingga suplai bahan organik menurun dan terjadi peningkatan radiasi matahari terhadap tanah.

Tanah-tanah yang tertutup oleh biomassa bahan organik tinggi (serasah dan lain-lain) dengan kualitas rendah (rendah kandungan N dan tinggi kandungan lignin dan polifenolnya) umumnya lebih disukai oleh mikroflora dan fauna tanah. Bukan dalam hal kandungannya, namun yang disukai oleh mikroflora dan fauna tanah adalah karena lambatnya terdekomposisi, sehingga tanah tetap tertutup (ternaungi) oleh sinar matahari langsung (Wibowo, 2014).

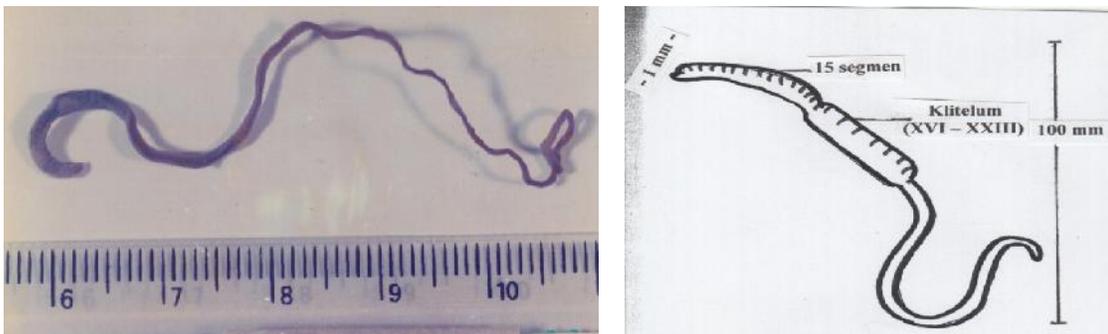
Hasil penelitian Wibowo (2015) telah menunjukkan, bahwa peningkatan suhu tanah berkorelasi negatif terhadap populasi, bobot basah, jumlah kokon dan bobot kasting cacing tanah. Sedangkan hasil penelitian Tian (1992) menunjukkan, bahwa dengan memasukan bahan organik yang berasal dari hasil pangkasan tanaman *Leucaena glauca* sekitar 5 ton ha⁻¹ pada lahan jagung mampu mendukung peningkatan populasi cacing tanah sebesar 67 persen pada tahun 1990 dan 82 persen pada tahun 1991 dibandingkan dengan lahan budidaya tanpa masukan bahan organik lain kecuali dari sisa panen jagung.

Tabel 1. Morfologi dan spesies cacing tanah yang ditemukan di lokasi penelitian

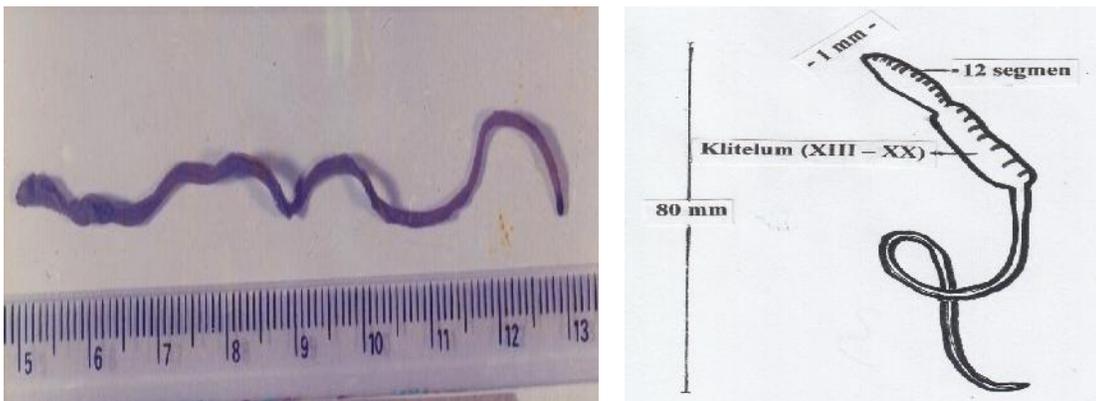
Morfologi	I	II	III	IV	V	VI	VII
Tipeprostomium (penjuluran mulut)	<i>epilobus</i>	<i>prolobus</i>	<i>prolobus</i>	<i>epilobus</i>	<i>epilobus</i>	<i>epilobus</i>	<i>epilobus</i>
Sebaran <i>chaeta</i> (duri)	<i>perichaetin</i>	<i>lumbricin</i>	<i>lumbricin</i>	<i>lumbricin</i>	<i>lumbricin</i>	<i>lumbricin</i>	<i>perichaetin</i>
Panjang tubuh (mm)	70	100	80-107	77	20-57	60-120	110-125
Diameter (mm)	0,64	1	0,9-1,5	1	0,4-1,1	0,6-3	3-7
Jumlah segmen di depan klitelum	12	15	12	14	11	13	13
Jumlah segmen klitelum (segmen genital)	7 (XIII-XIX)	8 (XVI-XXIII)	8 (XIII-XX)	8 (XV-XXII)	7 (XII-XIX)	9 (XIV-XXII)	3(XIV-XVI)
Jumlah total segmen	131	213	123-244	169	85-128	90-212	79-100
Warna	ungu (bagian depan), kelabu kebiruan (bagian belakang)	agak kelabu (tanpa pigmentasi yang kuat)	putih	kurang berpigmen (pigmentasi lemah)	kurang berpigmen (pigmentasi lemah)	tidak berpigmen, kecuali klitelum berornamen sangat kuat berwarna kekuningan	ungu, klitelum berwarna putih
Bentuk klitelum	<i>ring shape</i>	<i>ring shape</i>	<i>ring shape</i>	<i>ring shape</i>	<i>ring shape</i>	<i>ring shape</i>	<i>shadle shape</i>
Tanda-tanda genital	jelas, porus jantan pada segmen XV dan XVII, memiliki <i>chaeta</i> penis dan tanda genital khas)	tidak jelas	tidak jelas	tidak jelas	jelas, porus jantan pada septum 16/17, memiliki <i>chaeta</i> penis	jelas, porus jantan dalam region klitelum, tanpa <i>cheta</i> penis	jelas, sepasang porus jantan pada bagian ventral segmen XVIII
Pori dorsal I	ada, pada septum 5/6	tidak jelas	tidak jelas	ada, pada septum 5/6	ada, pada septum 3/4	tidak jelas	ada, pada septum 11/12
Ditemukan pada kedalaman tanah	0-30 cm	5-30 cm	0-30 cm	5-30 cm	5-30 cm	5-30 cm	0-20 cm
Sifat hidup	aneksik	endogeik	aneksik	endogeik	endogeik	endogeik	epigeik
Spesies teridentifikasi	<i>Megascolex filiciseta</i>	<i>Glyphidrilus papillatus</i>	<i>Drawida burchardi</i>	<i>Dichogaster affinis</i>	<i>Dichogaster crawi</i>	<i>Pontoscolex corethrurus</i>	<i>Metapheretima carolinensis</i>



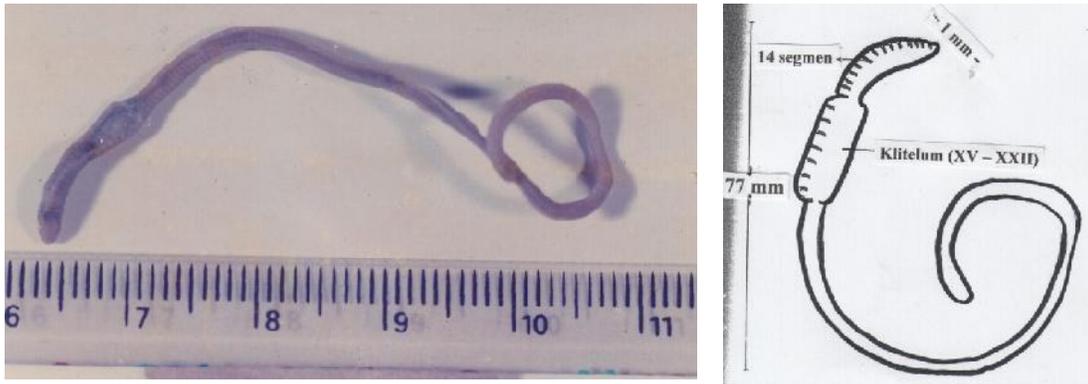
Gambar 1. *Megascolex filiciseta* Steph. (Famili : Megascolecidae; Subfamili : Megascolecinae)



Gambar 2. *Glyphidrilus papillatus* Rosa. (Famili : Lumbricidae; Subfamili : Microchaetinae)



Gambar 3. *Drawida burcardi* Mich. (Famili : Ocerodrilidae; Subfamili : Moniligastrinae)



Gambar 4. *Dichogaster affinis* Mich. (Famili : Megascolecidae; Subfamili : Diplocardiinae)



Gambar 5. *Dichogaster crawi* Eisen. (Famili : Megascolecidae; Subfamili : Diplocardiinae)



Gambar 6. *Pontoscolex corethrus* Fr. Mull. (Famili : Glossoscolecidae; Subfamili Glossoscolecinae)



Gambar 7. *Metapheretima carolinensis* Mich. (Famili : Megascolecidae; Subfamili : Megascolecinae)

Tabel 2. Sebaran spesies cacing tanah pada lahan dengan berbagai masukan bahan organik pada musim hujan dan musim kemarau

Spesies	AC-G. <i>sepium</i>		AC-P. <i>dasyrrachis</i>		AC-mix. (<i>G. sepium</i> dan <i>P. dasyrrachis</i>)		Lahan Bera		Hutan Sekunder	
	Kemar	Huja	Kemar	Huja	Kemar	Huja	Kemar	Huja	Kemar	Huja
	au	n	au	n	au	n	au	n	au	n
<i>M. filiciseta</i>										
<i>G. papillatus</i>										
<i>D. burchardi</i>										
<i>D. affinis</i>										
<i>D. crawi</i>	-		-		-		-		-	
<i>P. corethrurus</i>	-		-		-		-		-	
<i>M. carolinensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : : didapati
 - : tidak didapati

Pada Gambar 1-7 terlihat bahwa kebanyakan spesies cacing tanah yang ditemukan termasuk ke dalam famili Megascolecidae. Hal ini sesuai dengan pendapat Barnes (1987), bahwa beberapa spesies dari Megascolecidae merupakan

spesies yang penyebarannya luas dan hampir ditemukan pada tanah-tanah di seluruh dunia, kecuali Eropa Barat, sedangkan genus *Pontoscolex* dari famili Glossoscolecidae memang biasa ditemukan di daerah beriklim hangat.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan, bahwa musim berpengaruh terhadap keragaman cacing tanah (Tabel 2). Hanya empat spesies ditemukan pada musim kemarau, sedangkan pada musim hujan bertambah tiga spesies lagi ditemukan. Sedikitnya jumlah spesies yang didapati pada musim kemarau diduga karena spesies cacing tanah tersebut banyak yang melakukan penetrasi lebih dalam lagi atau kurang dapat beradaptasi dengan cuaca panas sehingga banyak yang mengalami kematian dan sulit didapati.

Hal ini didukung oleh pendapat Wyss dan Glasstetter (1992), bahwa pada kebanyakan cacing tanah, individu yang bertubuh besar mempunyai tendensi untuk melakukan penetrasi jauh ke dalam tanah. Diduga hal yang sama telah terjadi pada penelitian ini yakni pada *M. carolinensis* yang berukuran paling besar di antara spesies-spesies lainnya. Spesies yang bertubuh besar tidak tahan terhadap suhu udara tinggi pada musim kemarau disebabkan permukaan tubuh yang lebih luas lebih memudahkan terjadinya penguapan sehingga jika tidak meliang lebih dalam lagi, spesies tersebut mudah mengalami dehidrasi yang dapat menyebabkan kematiannya.

Sebaliknya, musim hujan adalah yang paling disukai oleh cacing tanah. Menurut Sugiri (1988), musim perkawinan terjadi ketika tanah basah oleh hujan. Cacing ke luar dari liang ke permukaan tanah untuk mengadakan perkawinan. Sebagai contoh *Hyperiodrilus africanus* di Nigeria paling aktif memproduksi kokon pada awal musim hujan (Mei dan Juni), setelah itu produksinya makin menurun hingga November (Madge, 1969 dalam Edward dan Lofty, 1977). Sedangkan *L. terrestris*, *A. rosea*, *A. nocturna* dan *A. caliginosa* paling aktif memproduksi kokon pada akhir musim semi hingga awal musim panas (Gerard, 1967).

Meskipun sangat kecil keragaman cacing tanah pada lahan dengan berbagai masukan bahan organik di daerah Lampung Utara, namun hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Lavelle (1985 dalam Fragoso dan Lavelle, 1992) dan Lavelle (1988) yang hanya mendapati enam spesies di

hutan-hutan tropik hujan di Meksiko dan 10 spesies pada tanah aluvial.

KESIMPULAN

Keragaman masukan bahan organik pada tanah menjadi faktor penentu keragaman spesies cacing tanah yang hidup di dalamnya. Pada hutan sekunder ditemukan tujuh spesies cacing tanah.

Perubahan hutan menjadi lahan budidaya lorong telah mengakibatkan hilangnya satu spesies cacing tanah dan perubahan menjadi lahan budidaya biasa (tanpa masukan bahan organik lain kecuali dari sisa panen) berakibat hilangnya dua spesies cacing tanah.

Diperlukan penelitian lebih lanjut menyangkut pembuatan lahan pertanian yang ramah lingkungan sebagai dasar pemikiran untuk menentukan kebijakan dalam bidang pertanian yang tidak merusak lingkungan hidup, dalam hal ini tidak mengakibatkan punah satu jenis spesies pun yang berperan dalam rantai makanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Ibu Nawangsari Sugiri, Bapak Iswandi Anas dan Ibu Kurniatun Hairiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnes, R.D. 1987. Invertebrata zoology. Fifth ed. Saunders College Publ., Philadelphia, USA. 325-327.
- Barois, I. 1992. Mucus production and microbial activity in the gut of two species of *Amyntas* (Megascolecidae) from cold and warm tropical climates. Soil Biol. Biochem. 24(12) : 1507-1510.
- Driessen, P.M. and M. Soepraptohardjo. 1974. Soil for agricultural expansion in Indonesia. Soil Research Institute, Bogor. 2-14.
- Easton, E.G. 1979. A revision of "acaecate" earthworms of *Pheretima* group (Megascolecidae) :
 Oligochaeta) : *Archipheretima*,
Metapheretima, *Planapheretima*,

- Pleinogaster* and *Polypheretima*. Bull. Mus. Nat. Nist. (Zool.) 35(1) : 1-126.
- Edwards, C.A. and J.R. Lofty. 1977. Biology of earthworms. Second ed. Chapman and Hall Ltd., London. 1-71.
- Fragoso, C. and P. Lavelle. 1992. Earthworm communities of tropical rain forests. Soil Biol. Biochem. 24(12) : 1397-1408.
- Gerard, B.M. 1967. Factors affecting earthworms in pastures. J. Anim. Ecol. 36 : 235-252.
- Hendrix, P.F., B.R. Mueller, R.R. Bruce, G.W. Langdale and R.W. Parmelee. 1992. Abundance and distribution of earthworms in relation to landscape factors on the Georgia Piedmont, U.S.A. Soil Biol. Biochem. 24(12) : 1357-1361.
- Jopkiewicz, K. 1993. Lumbricidae. p : 203-217. In M. Gorny and L. Grum (ed.). Methods in soil zoology. PWN-Polish Scientific Publ., Warszawa.
- Lavelle, P. 1988. Earthworm activities and the soil system. Biol. Fertil. Soils 6 : 237-251.
- Lee, K.E. 1992. Some trends and opportunities in earthworm research or : Darwin's children-the future of our discipline. Soil Biol. Biochem. 24(12) : 1765-1771.
- Marino, F., A. Ligerio and D.J.D. Cosin. 1992. Heavy metals and earthworms on the border of a road next to Santiago (Galicia, Northwest of Spain). Initial results. Soil Biol. Biochem. 24(12) : 1705-1709.
- Morgan, J.E. and A.J. Morgan. 1992. Heavy metal concentrations in the tissues ingesta and faeces ecophysiologicaly different earthworm species. Soil Biol. Biochem. 24(12) : 1691-1697.
- Pizl, V. 1992. Effect of soil compaction on earthworms (Lumbricidae) in apple orchard soil. Soil Biol. Biochem. 24(12) : 1573-1575.
- Prawasti, T.S. dan N. Hidayat. 1992. Beberapa aspek biologi cacing sondari yang dapat menunjang pelestarian dan budidayanya. Lembaga Penelitian bekerjasama dengan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor, Bogor. 1-11.
- Prijono, S., E. Listyarini and Dawam. 1996. Soil physical properties and soil moisture retention related to organic matter input. Agrivita 19(4) : 150-153.
- Stephenson, J. 1923. Fauna of Brithis India including Ceylon and Burma. Taylor and Francis, Red Lion, Fleet Street, London. 518 p.
- Sugiri., N. 1988. Zoologi avertebrata I. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor bekerja sama dengan Lembaga Sumber Daya Informasi IPB, Bogor. 1-14.
- Tian, G. 1992. Biological effects of plant residues on plant and soil. Kluwer Academic Publ. and Pergamon Press Ltd., Den Haag. 115 p.
- Wibowo, S. 2014. Pembentukan lahan budidaya lorong untuk memperbaiki kesuburan tanah masam ultisol di daerah Lampung Utara. Agrienvi (8)1 : 1-12.
- _____ 2015. Hubungan cacing tanah dengan kondisi fisik, kimia dan mikrobiologis tanah masam ultisol di daerah Lampung Utara. Agri Peat (16)1 : 45-55.
- Wyss, E. and E. Glasstetter. 1992. Tillage treatments and earthworm distribution in Swiss experimental corn field. Soil Biol. Biochem. 24(12) : 1635-1639.