

PERAN CACING TANAH KELOMPOK ENDOGAESIS DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI PENGOLAHAN TANAH LAHAN KERING

Subowo G.

Balai Penelitian Tanah, Jalan Ir. H. Juanda No. 98, Bogor 16123
Telp. (0251) 8336757, Faks. (0251) 8321608, E-mail: balittanah@litbang.deptan.go.id

Diajukan: 25 Januari 2011; Diterima: 13 Mei 2011

ABSTRAK

Tanah lahan kering di Indonesia didominasi tanah berlereng dengan lapisan bawah padat, lapisan atas tipis, serta miskin bahan organik dan fauna tanah. Pengolahan tanah lahan kering berlereng secara mekanis selain dapat memadatkan tanah lapisan bawah dan menurunkan populasi fauna tanah, juga mahal dan sulit dilakukan. Aktivitas cacing tanah yang membuat liang di dalam tanah dengan memakan massa tanah dan bahan organik dapat mencegah pemadatan tanah serta mencampur tanah lapisan atas dan bawah (bioturbasi). Liang-liang cacing tanah meningkatkan infiltrasi dan aerasi serta menurunkan aliran permukaan dan erosi. Melalui kasting, cacing tanah kelompok endogaesis meningkatkan stabilitas agregat tanah, mengonservasi bahan organik, dan menempatkan hara maupun bahan organik di daerah rhizosfir sehingga nilai fungsi hara maupun bahan organik untuk pertumbuhan tanaman menjadi efektif. Dengan pemberian bahan organik yang cukup jumlah dan jenisnya serta penempatan yang tepat, cacing tanah endogaesis dapat meningkatkan efisiensi pengolahan tanah dan memperbaiki kesuburan tanah lahan kering. Untuk itu, perlu penelitian mengenai potensi cacing tanah kelompok endogaesis, kesesuaian habitat, cara perbanyakannya, cara inokulasi, dan cara perbaikan habitat sesuai permasalahan yang perlu diatasi.

Kata kunci: Lahan kering, pengolahan tanah, pemadatan tanah, cacing tanah endogaesis

ABSTRACT

The role of endogeic earthworms to increase upland soil tillage efficiency

Indonesian upland soils are dominated by sloping soils having high compaction layer in subsoil, thin top soils, poor organic matters, and low fauna. Mechanical sloping upland soil tillage beside increases subsoil compaction and reduces soil fauna population, is also expensive and difficult to be operated. Burrowers earthworm which consume soils and organic matters will prevent soil compaction and mix the soil materials between top and subsoils. The holes of earthworm increase water infiltration and soil aeration, decrease run-off and erosion. Casting of endogeic earthworm increases soil aggregate stability, conserves soil organic matter, and lays nutrients and organic matters in rhizosphere area so that the nutrients and organic matters can function effectively for plant growth. Application of appropriate kind, amount and placement of organic matters in soil as an earthworm food will increase soil tillage efficiency and upland soil fertility. Therefore, research on the potential of endogeic earthworm, habitat suitability, rearing method, inoculation systems, and habitat improvement as the soil problems are important.

Keywords: Upland, soil tillage, soil compaction, endogeic earthworm

Indonesia yang berada di kawasan vulkanik tropis basah dengan bentuk lahan bergelombang, sebagian besar memiliki kemiringan lereng yang cukup tinggi dan didominasi oleh tanah lahan kering marginal. Pengembangan pertanian lahan kering memerlukan pengolahan tanah yang intensif agar daya dukung tanah untuk tanaman tetap tinggi.

Pada tanah tropis basah, setelah pembukaan lahan dan pengolahan tanah,

kandungan humus menyusut secara cepat dan habitat fauna tanah rusak sehingga kesuburan tanah menurun tajam (Martin 1991). Ketergantungan pada pasokan pupuk dari luar dan upaya memperbaiki sifat fisik tanah secara mekanis semakin besar sehingga pengelolaan usaha tani menjadi mahal.

Mekanisasi menggunakan alat berat untuk pengolahan tanah selain dapat memadatkan tanah lapisan bawah juga

mengganggu populasi organisme tanah, terutama makro- dan mesofauna. Subowo *et al.* (1988) menyatakan, pada tanah Oxisol di Jambi pemulihan populasi fauna tanah 2 tahun setelah pembukaan lahan lebih cepat pada pembukaan lahan secara manual dibanding yang dibuka dengan menggunakan alat berat. Abbot *et al.* (1979) dalam McCredie *et al.* (1992) melaporkan, kondisi fisik tanah lahan budi daya merosot sangat tajam dan fauna

tanah yang memiliki ukuran panjang > 2 mm menurun, padahal fauna tanah sangat bermanfaat bagi vegetasi alami untuk menjaga kondisi fisik tanah.

Barus dan Suwardjo (1988) melaporkan, upaya menurunkan kepadatan tanah dengan mekanisasi hanya mampu mengemburkan tanah sampai kedalaman < 10 cm dan berlangsung sementara. Hal ini karena tanah lapisan atas miskin bahan organik dan populasi organisme tanah mengalami penurunan atau musnah sehingga stabilitas agregat yang terbentuk bersifat labil. Barus *et al.* (1988) juga melaporkan, pengolahan tanah Haplorthox dengan alat berat meningkatkan kepadatan tanah sampai lapisan bawah (Tabel 1). Pemulihan kembali aktivitas organisme tanah, terutama fauna tanah pada lahan pertanian intensif penting dilakukan.

Cacing tanah geofagus endogaesis dalam siklus hidupnya dapat membuat liang dalam tanah dengan memakan massa tanah dan bahan organik. Aktivitas cacing tanah akan menghancurkan atau mencegah terjadinya pematatan tanah dan mengangkat liat maupun bahan-bahan lain dari horison argilik kembali ke lapisan atas (bioturbasi). Kepadatan tanah secara nyata dapat menurunkan berat, volume, kerapatan dan panjang akar, serta nisbah antara akar dan batang (Rakhman dan Ito 1996). Fanning dan Fanning (1989) menyatakan, pedoturbasi oleh fauna tanah dapat mencegah terbentuknya horison argilik pada beberapa ekosistem. Sementara itu Scholes *et al.* (1994) menyatakan, untuk memperbaiki dan mempertahankan kesuburan tanah tropis dapat dilakukan dengan memanipulasi populasi biologi tanah. Namun demikian, masih sedikit penelitian tentang peran cacing tanah pada ekosistem tanah pertanian tropis dan tanggapannya terhadap kegiatan pertanian modern (Reddy *et al.* 1995).

Berdasarkan jenis makanannya, secara fungsional cacing tanah dikelompokkan menjadi tiga, yaitu 1) *litter feeder* (pemakan bahan organik sampah, kompos, pupuk hijau), 2) limifagus (pemakan tanah subur/*mud* atau tanah basah), dan 3) geofagus (pemakan tanah). Berdasarkan tempat hidupnya, cacing tanah dikelompokkan menjadi 1) epigaesis (hidup di permukaan tanah), 2) anasaesis (hidup dengan liang permanen di dalam tanah), dan 3) endogaesis (hidup di dalam tanah dengan membuat liang terus-menerus). Spesies cacing tanah epigaesis dan anasaesis banyak ditemukan di daerah subtropis, dan di daerah tropis yang dominan adalah endogaesis (meso- dan oligohumik) (Lavelle 1983 dalam Lavelle dan Barois 1988).

Dalam upaya meningkatkan efisiensi pengolahan tanah lahan kering, cacing tanah kelompok endogaesis penting untuk dimanfaatkan. Selain memperbaiki sifat fisik tanah dan mengonservasi bahan organik tanah, cacing tanah juga meningkatkan kesuburan tanah secara alami dan berlangsung secara terus-menerus.

MEKANISME CACING TANAH ENDOGAESIS MENGOLAH TANAH

Tanah lahan kering di Indonesia didominasi oleh Ultisol dengan luas lebih kurang 45,8 juta ha atau 24% luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.* 2000). Ultisol mempunyai topografi berombak sampai berbukit dengan horison argilik/kandik, bersifat masam, Al dapat ditukar tinggi, kejenuhan basa rendah, dan didominasi liat kaolinit (Hardjowigeno 1993). Adanya horison argilik dengan kepadatan yang tinggi dan dekat permukaan tanah akan menghambat laju perkolasi air hujan

maupun penetrasi akar tanaman. Apabila terjadi hujan, tanah lapisan atas akan cepat menjadi jenuh air dan selanjutnya akan mengalami erosi dan pencucian. Demikian pula kegiatan penyiapan lahan dengan menggunakan alat berat akan menambah kepadatan tanah lapisan bawah dan menurunkan populasi fauna tanah. Lal (1986) menyatakan, kepadatan tanah merupakan masalah penting pada tanah pertanian tropis. Tala'ohu *et al.* (1988) melaporkan erosi tanah selama satu musim tanam kacang tanah pada pembukaan lahan dengan alat berat lebih tinggi dibandingkan dengan cara manual (Tabel 2).

Pelapukan bahan organik dan pencucian hara di daerah tropis basah berlangsung intensif sehingga kandungan bahan organik tanah cepat menurun dan pH tanah menjadi masam. Sudharto *et al.* (1988) menyatakan, inokulasi cacing tanah pada Haplorthox Jambi yang baru dibuka secara mekanis tidak mampu hidup. Kandungan bahan organik tanah yang rendah akan menekan populasi organisme tanah dari kelompok detritivor sehingga populasi cacing tanah pada tanah lahan pertanian intensif menjadi rendah dan perbaikan kesuburan tanah secara alami tidak dapat berlangsung. Penurunan jumlah dan kualitas bahan organik serta aktivitas biologi dan keanekaragaman fauna tanah merupakan bentuk degradasi tanah yang penting di wilayah tropis basah (Lal 1995). Ganggunya aktivitas biologi tanah menyebabkan pendauran hara dan perbaikan sifat fisik dan kimia tanah secara alami tidak berjalan sebagaimana mestinya.

Liang cacing tanah meningkatkan infiltrasi dan aerasi, menurunkan aliran permukaan dan erosi. Pembuatan liang di dalam tanah tidak hanya untuk mendukung pergerakan cacing tanah menghindari tekanan lingkungan, tetapi juga sebagai tempat menyimpan dan mencerna makanan (Schwert 1990). Setelah melalui pencernaan, sisa-sisa bahan yang termakan dilepaskan kembali sebagai buangan padat (kasting). Dengan adanya perbaikan aerasi tanah, respirasi akar tanaman maupun mikroba aerobik berlangsung dengan baik. Selain itu, cacing tanah endogaesis geofagus mampu mengonsumsi bahan organik dari fraksi ringan sampai berat, selanjutnya diakumulasi dalam kasting dan dideposit di daerah rhizosfir. Dalam kasting yang padat dan stabil, C-organik terlindung dari dekomposisi untuk dilepaskan sebagai CO₂.

Tabel 1. Perkembangan kepadatan tanah setelah pembukaan lahan pada Haplorthox.

Pembukaan lahan	Kepadatan setelah 3 bulan (kpa)			Kepadatan setelah 2 tahun (kpa)		
	0-15 cm	15-30 cm	> 30 cm	0-15 cm	15-30 cm	> 30 cm
Manual	27,8	43,3	46,7	34,9	59,2	47,4
Tanah dibalik, diolah dan diratakan traktor	65,7	55,4	82,0	80,6	58,5	86,2

Sumber: Barus *et al.* (1988).

Tabel 2. Pengaruh cara pembukaan lahan terhadap erosi tanah selama satu musim tanam kacang tanah di Jambi.

Sistem pembukaan lahan	Erosi tanah (t/ha/musim)	
	Tanpa tanaman	Dengan tanaman
Manual	4,20	0,54
Tunggul dipotong gergaji mesin, tanah dibalik dan diolah traktor	143,80	1,85
Tunggul dipotong gergaji mesin, tanah dibalik, diolah dan diratakan traktor	59,60	1,43

Sumber: Tala'ohu *et al.* (1988).

Dengan demikian, nilai fungsi dan sebaran bahan organik untuk mendukung pertumbuhan tanaman menjadi lebih efektif dan lestari.

Pemberian bahan organik dan kapur 1,2 g/cm³ ke dalam tanah secara vertikal sampai lapisan bawah yang lebih padat dalam terarium meningkatkan aktivitas penggalian tanah oleh *Pheretima hupiensis* sampai lapisan bawah dan kasting yang dihasilkan ditimbun dalam liang-liang di dalam tanah. Pada perlakuan dengan menempatkan bahan organik di permukaan tanah, kasting yang dihasilkan banyak ditimbun di permukaan tanah (Subowo 2002; Gambar 1).

Cacing tanah dapat ditemukan pada lahan kering masam sampai alkali, biasanya hidup pada tanah bertekstur halus (liat, liat berdebu atau lempung berdebu) dan jarang ditemukan pada tanah berpasir (Fender dan Fender 1990). Aktivitas cacing tanah sangat membutuhkan bahan organik sebagai pakan, juga naungan dan air. Cacing tanah yang dapat membuat liang di dalam tanah dapat mengolah tanah secara biologi dan berlangsung terus-menerus sesuai dengan daya dukung dan tidak merusak akar. Pada kondisi kering (musim kemarau), cacing tanah akan menutup mulut liang untuk mencegah kehilangan air melalui evaporasi. Sebaliknya pada saat tergenang (musim hujan), cacing akan membuka mulut liang untuk mempercepat evaporasi (drainase).

Kretzschmar (1991) melaporkan, produksi kasting cacing tanah endogaesis meningkat dengan bertambahnya kepadatan tanah. Pada kepadatan 247 kpa dengan tekanan isapan air 0 kpa (kapasitas lapang), cacing tanah endogaesis mampu menghasilkan kasting tertinggi. Akar tanaman hanya mampu menembus

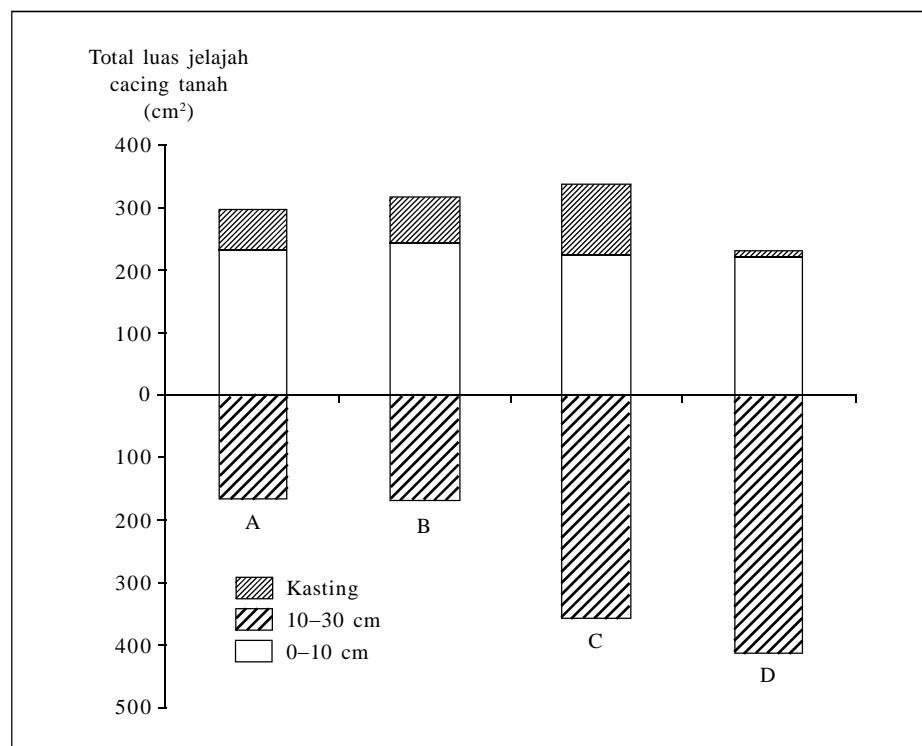
tanah pada kepadatan 100 kpa (Marshall dan Holmes 1975). Kegiatan penyiapan lahan pertanian dengan menggunakan alat berat dapat memadatkan tanah > 100 kpa sehingga menghambat penetrasi akar ke lapisan bawah.

PERLINDUNGAN BAHAN ORGANIK TANAH

Peran penting bahan organik di dalam tanah adalah sebagai pemasok hara bagi

tanaman, meningkatkan kapasitas pertukaran ion, memantapkan agregat, meningkatkan kapasitas tanah menahan air, dan sebagai sumber energi biota tanah. Cacing tanah detritifora (pemakan serasah bahan organik), bersifat selektif dalam memilih bahan organik (palatabilitas), bergantung pada nilai C:N, kandungan lignin, dan polifenol. Sementara cacing tanah yang bersifat geofagus (pemakan bahan tanah) tidak secara nyata dipengaruhi oleh faktor palatabilitas jenis bahan organik (Hendriksen 1990). Dengan demikian, cacing tanah geofagus dapat melakukan proses pencernaan terhadap segala bentuk C-organik yang ada di dalam tanah.

Pelepasan C-organik harian melalui ekskresi mukus dari permukaan tubuh dan kotoran cacing tanah berkisar antara 0,2–0,5% dari total biomassa cacing tanah (Scheu 1991). Cacing tanah geofagus dapat mencerna bahan organik dalam spektrum yang luas dan 10–19% terasimilasi dalam biomassa dan sisanya dilepaskan kembali melalui kasting (Lavelle dan Barois 1988). Di savana Lamto (Ivory-USA), komunitas cacing tanah geofagus mampu mencerna tanah 800–1.100 t/ha/tahun, terutama pada tanah lapisan atas,



A = kapur + tanah, bahan organik (BO) di permukaan tanah, B = kapur + BO permukaan tanah C = kapur vertikal, BO permukaan tanah, D = kapur + BO vertikal

Gambar 1. Kemampuan jelajah *Pheretima hupiensis* dalam tanah pada terarium selama 9 minggu dengan berbagai perlakuan (Subowo 2002).

sehingga > 60% humus pool tanah lapisan atas hingga kedalaman 10 cm telah mengalami pencernaan oleh cacing tanah (Lavelle 1978 dalam Martin 1991). Pencernaan oleh cacing tanah menghasilkan kotoran yang merupakan makroagregat stabil dan agregat ini dapat bertahan lebih dari 1 tahun (Blanchart *et al.* 1991 dalam Martin 1991). Kandungan C-organik pada kotoran cacing dua kali lebih tinggi pada lapisan 0–5 cm dan tiga kali lebih banyak pada lapisan 5–10 cm dibandingkan tanah di sekitarnya.

Hasil penelitian Martin (1991) menunjukkan, mineralisasi C dari kotoran cacing tanah *Millsonia anomala (tropical geophagous earthworm)* di laboratorium empat kali lebih rendah (3%/tahun) dibandingkan pada tanah kontrol (11%/tahun). Untuk jangka panjang, *M. anomala* secara nyata dapat memperlambat penurunan C-organik tanah. Laju dekomposisi bahan organik tanah menurun karena C-organik terlindung dalam kasting yang padat dan hidrofobik. Selanjutnya Monreal *et al.* (1997) menyatakan, dekomposisi bahan organik yang lambat, erosi tanah yang rendah, adanya pasokan C-organik dari biomassa tanaman maupun dari eksudat organisme tanah yang diikuti tingginya efisiensi penggunaan C-organik oleh organisme tanah berperan penting dalam menjaga kelestarian fungsi bahan organik di dalam tanah. Tetap tingginya kandungan C-organik di dalam tanah tropis basah dapat mendukung kelestarian nilai fungsi bahan organik untuk meningkatkan produktivitas tanah. Dengan kemampuan menekan laju dekomposisi bahan organik, cacing tanah endogaesis dapat dimanfaatkan untuk mencegah penyusutan bahan organik tanah secara cepat.

PROSES PENINGKATAN KESUBURAN TANAH

Sebagian besar tanah di Indonesia merupakan tanah lahan kering dan memiliki lapisan subsoil yang padat sehingga akar tanaman sulit menembus lapisan bawah. Ketebalan tanah lapisan atas yang tipis serta bahan organik tanah yang cepat terdekomposisi dan tidak terdistribusi sampai ke lapisan bawah menyebabkan hara tidak tersebar merata dan pH tanah rendah (masam). Akar tanaman akan cenderung berada di lapisan atas sehingga hara tidak efektif tersedia untuk tanaman dan tegakan tanaman menjadi lemah, terutama untuk

tanaman tahunan. Lubis (1992) melaporkan, tanaman kelapa sawit roboh merupakan salah satu gangguan alami pada usaha perkebunan kelapa sawit di Indonesia yang sebagian besar berada di tanah Podsolik Merah Kuning akibat rendahnya daya dukung tanah untuk tanaman maupun organisme detritivor, termasuk cacing tanah. Hama penyakit tular tanah sebagai parasit akar berkembang dengan baik, terutama dari kelompok jamur benang seperti *Fusarium* yang menyerang akar. Pemberantasan hama penyakit tular tanah menggunakan pestisida sulit dilakukan dan mahal. Pengolahan tanah untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia serta pengendalian hama penyakit tular tanah mutlak diperlukan agar produksi pertanian tetap tinggi dan lestari.

Dengan memberikan bahan organik yang cukup dan menempatkannya secara tepat, cacing tanah dapat membuat liang di dalam tanah dan melakukan pengolahan tanah dengan mencampur bahan organik dan tanah hingga lapisan bawah serta menghasilkan kasting yang didepositkan pada rhizosfir. Subowo *et al.* (2003) menyatakan, pada kondisi normal/ideal pembuatan liang oleh cacing tanah endogaesis *P. hupiensis* lebih ditentukan oleh ketersediaan kapur (Ca), sedangkan pada kondisi kekeringan lebih membutuhkan fosfat (P).

Edwards dan Lofty (1972) dalam Schwert (1990) menyatakan, sebagian besar bahan mineral yang dicerna cacing tanah dikembalikan ke dalam tanah dalam bentuk kotoran (kasting) yang lebih tersedia bagi tanaman. Dalam kasting,

kandungan Ca, Mg, dan K dapat ditukar serta K dan Mo tersedia meningkat. Subowo (2002) menyatakan, kasting *P. hupiensis* dari Ultisol mempunyai indeks stabilitas agregat, pH, kapasitas tukar kation, Ca, dan Mg lebih tinggi dibanding tanah di sekitarnya (Tabel 3), dan kasting tersebut didepositkan kembali dalam liang cacing yang ditinggalkan. Hal ini menunjukkan bahwa cacing tanah endogaesis mampu berperan sebagai agens pengumpul hara dan bahan organik tanah dan selanjutnya didistribusikan ke rhizosfir sehingga dapat lebih tersedia bagi tanaman.

Akar tanaman dapat menembus tanah lapisan bawah melalui liang cacing yang kaya hara. Aktivitas organisme aerobik, seperti bakteri *Rhizobium* dan *Azotobacter* yang mampu menambat N_2 -udara meningkat yang selanjutnya dapat meningkatkan hasil tanaman. Adanya N dalam bentuk NH_4^+ , K, dan pH yang tinggi pada kasting akan menekan jamur benang (fungi) sehingga dapat melindungi akar tanaman dari serangan *Fusarium*. Subowo (2002) melaporkan, populasi *P. hupiensis* berkorelasi nyata dan positif dengan produksi kedelai, berat bintil, dan berat akar lapisan bawah (20–30 cm) yang sebelumnya merupakan horizon argilik.

Cacing tanah berperan dalam dekomposisi bahan organik, baik secara langsung sebagai pemakan bahan organik maupun secara tidak langsung dengan mencampur bahan organik ke dalam tanah dan merangsang aktivitas mikroorganisme pada kotorannya dan sekitar liang. Pemberian cacing tanah *Lognettia sphagnetorum* pada humus mor steril dari

Tabel 3. Sifat fisik dan kimia kasting *Pheretima hupiensis* dan tanah di sekitarnya pada Palehumults.

Parameter	Kasting <i>P. hupiensis</i>	Tanah di sekitar
Sifat fisik		
Agregat (%)	90,00	56,00
Indeks stabilitas agregat	476,00	221,00
Sifat kimia		
pH: H ₂ O	6,70	4,55
KCl	6,00	3,85
Kation dapat ditukar (me/100 g)		
Ca	13,59	7,61
Mg	1,41	1,05
K	0,43	0,12
Na	0,82	0,11
KTK	13,20	10,12
Al ₃ ⁺ (me/100 g)	0,00	2,66

Sumber: Subowo (2002).

hutan *Mirtillus spruce* meningkatkan kandungan NH_4^+ dan NO_3^- kurang lebih 18% dibanding tanpa pemberian cacing tanah (Abrahamsen 1990).

Hendrix *et al.* (1987) dalam Parmelee *et al.* (1990) menyatakan, cacing tanah mempunyai andil 30% terhadap total respirasi heterotrofik pada sistem tanpa olah tanah dan hanya 5% pada sistem olah tanah pada musim dingin. Sementara menurut Spain *et al.* (1992) dalam Lavelle *et al.* (1992), pertumbuhan tanaman budi daya di daerah tropis dapat diperbaiki dengan kehadiran cacing tanah geofagus.

Brata (1999) menyatakan, inokulasi cacing tanah pada Oxic Dystropepts meningkatkan laju infiltrasi dan K dapat ditukar serta menurunkan Al dapat ditukar. Oleh karena itu, perbaikan pasokan bahan organik tanah dan pengendalian kadar air tanah yang sesuai untuk mendukung aktivitas cacing tanah akan memperbaiki kesuburan tanah secara alami dan berkelanjutan.

Melalui pencernaan cacing tanah, sejumlah besar partikel tanah dan bahan organik dicampur dengan mikroorganisme yang hidup di dalam pencernaan cacing, dan selanjutnya dilepaskan kembali sebagai kotoran (kasting). Cacing tanah sering kali dianggap memiliki manfaat yang sangat besar di dalam tanah. Liang-liang yang dihasilkan berperan sebagai saluran udara dan air atau tempat menembus akar tanaman serta memiliki struktur granula, berpori, dan stabil. Beberapa peneliti menyatakan, kotoran cacing lebih stabil dibanding agregat alami tanah (Peele 1940; Swaby 1949 dalam Didden 1990). Diperkirakan kotoran cacing tanah untuk denitrifikasi berkontribusi 10,1% dari 29,3 kg/ha/tahun pada tanah yang tidak dipupuk dan didrainase sampai 22% dari 82,5 kg/ha/tahun pada tanah yang dipupuk tanpa drainase. Umumnya kerapatan dan biomassa cacing tanah pada sistem pertanian tanpa olah tanah 70% lebih tinggi dibanding sistem pertanian dengan pengolahan tanah (Parmelee *et al.* 1990). Subowo (2002) melaporkan, inokulasi cacing tanah *P. hupiensis* 70 ekor/m² pada Palehumults tanpa pengolahan tanah meningkatkan hasil kedelai 18,5% dibanding dengan pengolahan tanah dalam (0–20 cm).

Gambaran di atas menunjukkan bahwa keberadaan cacing tanah pada tanah tropis basah mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah yang selanjutnya memperbaiki kesuburan tanah. Perlu

diupayakan teknologi produksi inokulan cacing tanah sebagai pupuk hayati untuk memudahkan aplikasinya di lapangan.

TEKNOLOGI PRODUKSI PUPUK HAYATI CACING TANAH

Cacing tanah merupakan organisme tanah heterotrof, bersifat hermaphrodit biparental. Dalam sistem taksonomi hewan, cacing tanah termasuk filum Anelida, kelas Oligochaeta, famili Lumbricidae dan Megascolecidae.

Setelah melakukan kopulasi, cacing tanah akan membentuk kokon sebagai tempat berkembangnya embrio pada klitelum (Schwert 1990). Kokon selanjutnya dilepaskan ke dalam tanah dan menetas/pecah setelah embrio terbentuk secara sempurna. Kopulasi dan produksi kokon biasanya dilakukan pada bulan-bulan panas (Coleman dan Crossley 1996). Wibowo (2000) mendapatkan koleksi kokon di Ultisol Lampung sebanyak 22 butir/m² pada musim hujan dan 8 butir/m² pada musim kemarau.

Baret (1947) dalam Kuhnelt (1976) melakukan pembiakan (*rearing*) kokon *Eisenia foetida* dalam kotak kayu yang diisi tanah. Anakan cacing tanah menetas dari kokon setelah 2–3 minggu inkubasi dan 2–3 bulan kemudian anakan tersebut telah dewasa. Selama 1 tahun, setiap pasang cacing mampu menghasilkan 150 kokon.

Apabila kondisi tidak baik (kekeringan dan panas), kokon dapat bertahan tidak menetas dan menunggu sampai kondisi menjadi lebih baik (Minnich 1977). Cacing tanah merupakan fauna tanah yang mampu hidup panjang, 1–10 tahun (Coleman dan Crossley 1996). Cacing tanah endogaesis hanya mampu menghasilkan kokon sedikit (3–13 butir/tahun) demikian pula jumlah individu setiap kokon (1–3 ekor). Teknologi produksi kokon berikut bahan pembawa/pelindung yang sesuai untuk produksi pupuk hayati perlu diteliti lebih mendalam.

Perbanyak cacing tanah endogaesis (*Pontoscolex corethrus*) dalam bak menghasilkan 12.000 ekor/m²/tahun (1,6–2,8 kg) dengan biaya 3,6 euro/kg. Jika perbanyak dilakukan dengan koleksi lapang dengan *hand sorting*, biayanya berkisar antara 6–125 euro/kg cacing hidup. Media untuk perbanyak cacing tanah endogaesis adalah campuran tanah

dan bahan organik 3:1 dan diberi 40 ppm fosfat (Senapati *et al.* 1999). Inokulasi *P. corethrus* 15 ekor setelah 75 minggu menghasilkan 206 kokon pada kondisi kapasitas lapang. Perbanyak dapat dilakukan secara bertahap, dari skala kecil (kotak) sampai skala besar (lapang).

TEKNOLOGI APLIKASI CACING TANAH

Cacing tanah pada prinsipnya dapat ditemukan pada tanah lahan kering masam sampai alkali yang memiliki air cukup. Jenis-jenis cacing tanah asli biasanya hidup pada tanah bertekstur halus, umumnya liat, liat berdebu atau lempung berdebu, dan jarang ditemukan pada tanah berpasir. Umumnya cacing hidup pada pH 4,5–6,6, tetapi dengan bahan organik tanah yang tinggi mampu berkembang pada pH 3 (Fender dan Fender 1990).

Cacing tanah membutuhkan kelembapan yang cukup, dan tidak mampu hidup pada kondisi kering atau daerah padang pasir (Schwert 1990). Air diperlukan untuk ekskresi, pembasahan kulit untuk respirasi, dan melicinkan tubuh untuk bergerak dalam liang. Namun, sebagian cacing tanah mampu bertahan hidup pada kondisi kering dengan berdiam diri selama beberapa bulan atau berada pada kondisi diapause.

Daniel (1991) menyatakan, suhu dan tekanan air tanah yang optimum bagi *Lumbricus terrestris* untuk mengonsumsi makanan adalah pada 22°C dan -7 kpa, dan pada -40 kpa sudah tidak mampu makan. Cacing tanah tidak memiliki mekanisme untuk melindungi diri terhadap perubahan tekanan isapan air tanah. Isapan air tanah sampai 60 kpa tidak menurunkan berat cacing. Isapan air tanah 167 kpa merupakan kondisi perbedaan maksimum antara kandungan air dalam cacing tanah dengan kadar air tanah, dan bila melebihi 620 kpa cacing tanah mengalami diapause (Kretzschmar dan Bruchou 1991).

Cacing tanah endogaesis merupakan cacing tanah yang hidup dan berkembang di dalam tanah dengan aktif melakukan penggalian tanah dengan mengonsumsi massa tanah. Kasting didepositkan di liang yang ditinggalkan, baik liang vertikal maupun horizontal. Cacing tanah endogaesis umumnya memiliki pigmentasi yang rendah sehingga sangat peka terhadap sinar matahari, terutama sinar

ultraviolet. Pada saat musim kawin, cacing berada di permukaan tanah pada malam hari. Oleh karena itu, inokulasi di lapang sebaiknya dilakukan pada malam hari atau pada saat sinar matahari teduh.

Inokulasi cacing tanah endogaesis di lapangan dapat menggunakan cacing tanah dewasa atau kokon. Inokulasi dengan kokon dilakukan dengan membenamkan kokon di dalam tanah dan kadar air tanah dijaga pada kondisi kapasitas lapang. Bersamaan dengan inokulasi, diberikan bahan organik yang cukup jumlah maupun jenisnya pada tempat yang sesuai dengan area jelajah cacing yang dikehendaki. Untuk melakukan pengolahan tanah dalam, bahan organik harus juga tersedia pada lapisan tersebut dengan permukaan bahan organik tetap terbuka agar pelepasan gas ke udara tetap terjaga.

Senapati *et al.* (1999) menyatakan, untuk meningkatkan hasil tanaman, dapat diinokulasikan cacing tanah >30 ekor/m². Agar efisien, inokulasi cacing tanah endogaesis dilakukan terkonsentrasi pada area sempit, selanjutnya secara bertahap dikembangkan ke area yang lebih luas dengan memindahkannya langsung atau memperbaiki habitat agar cacing tanah bermigrasi. Demikian pula inokulasi dengan kokon sehingga aplikasinya lebih mudah dan murah.

KESIMPULAN

Tanah lahan kering di Indonesia didominasi tanah berlereng, erosi dan pencucian hara berlangsung intensif, kandungan bahan organik dan populasi

fauna tanah rendah. Pengolahan tanah secara mekanis sulit dilakukan dan efisiensi pemupukan rendah.

Pemberdayaan cacing tanah kelompok endogaesis diikuti pemberian bahan organik yang tepat jenis, jumlah, dan penempatannya mampu menurunkan kepadatan tanah, mengonservasi bahan organik tanah, dan mengonsentrasikan hara pada rhizosfir secara alami. Dengan demikian, pengolahan tanah lahan kering untuk meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah menjadi lebih efisien dan lestari. Inventarisasi dan evaluasi potensi cacing tanah kelompok endogaesis, kesesuaian daya dukung habitat, cara perbanyakan, cara inokulasi, serta perbaikan habitat diperlukan untuk mengarahkan aktivitas jelajah cacing tanah sesuai dengan yang dikehendaki.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahamsen, G. 1990. Influence of *Cognettia sphagnetorum* (Oligochaeta: Enchytraeidae) on nitrogen mineralization in homogenized mor humic. *Biol. Fertil. Soils* 9: 159–162.
- Barus, A. dan H. Suwardjo. 1988. Rehabilitasi tanah padat akibat pembukaan lahan secara mekanis dengan tanaman penutup dan pengolahan tanah. hlm. 7–16. Laporan Hasil Penelitian Pascapembukaan Lahan Menunjang Transmigrasi di Kuamang Kuning, Jambi. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Barus, A., Sutono, dan H. Suwardjo. 1988. Pengaruh tanaman penutup dan pengolahan tanah terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai pada beberapa cara pembukaan lahan. hlm. 127–136. Laporan Hasil Penelitian Pascapembukaan Lahan Menunjang Transmigrasi di Kuamang Kuning, Jambi. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Brata, K.R. 1999. The introduction of earthworm as biological tillage agent for the improvement of soil physical and chemical properties in upland agriculture. p. 80–85. Proc. International Seminar Toward Sustainable Agriculture in Humid Tropics Facing 21st Century, Bandar Lampung, Indonesia, 27–28 September 1999.
- Colleman, D.C. and D.A. Crossley, Jr. 1996. *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic Press, San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto. p. 98–105.
- Daniel, O. 1991. Leaf litter consumption and assimilation by juveniles of *Lumbricus terrestris* L. (Oligochaeta, Lumbricidae) under different environmental conditions. *Biol. Fertil. Soils* (12): 202–208.
- Didden, W.A.M. 1990. Involvement of Enchytraeidae (Oligochaeta) in soil structure evolution in agricultural fields. *Biol. Fertil. Soils* (9): 152–158.
- Fanning, D.S. and M.C.B. Fanning. 1989. Soil morphology, genesis, and classification. John Wiley and Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. 365 pp.
- Fender, W.M. and D. McKey-Fender. 1990. Oligochaeta: Megascolecidae and other earthworms from western North America. p. 379–391. In D.L. Dindal (Ed.). *Soil Biology Guide*. A Wiley-Interscience Publ., John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo, Jakarta. 274 hlm.
- Hendriksen, N.B. 1990. Leaf litter selection by detritivore geophagous earthworms. *Biol. Fertil. Soils* 10: 17–21.
- Kretzschmar, A. 1991. Burrowing ability of the earthworm *Aporrectodea longa* limited by soil compaction and water potential. *Biol. Fertil. Soils* 11: 48–51.
- Kretzschmar, A. and C. Bruchou. 1991. Weight response to the soil water potential of the earthworm *Aporrectodea longa*. *Biol. Fertil. Soils* 12: 209–212.
- Kuhnelt, W. 1976. *Soil Biology, with special reference to the animal kingdom*. Faber and Faber, London. p. 355.
- Lal, R. 1986. Soil surface management in the tropics for intensive land use and high sustained production. *Adv. Soil Sci.* Vol. 5. Springer Verlag, New York. p. 242.
- Lal, R. 1995. Sustainable management of soil resources in the humid tropics. United Nations Univ. Press, Tokyo, New York, Paris. p. 25–29.
- Lavelle, P. and I. Barois. 1988. Potential use of earthworms in tropical soils. In Edward and Neuhauser (Eds.). *Earthworm in Waste and Environmental Management*. SPB Academic Publ., the Hague, the Netherlands. p. 273–279.
- Lavelle, P., G. Melendez, B. Pashanasi, and R. Schaefer. 1992. Nitrogen mineralization and reorganization in casts of geophagous tropical earthworm *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae). *Biol. Fertil. Soils* 14: 49–53.
- Lubis, A.U. 1992. *Kelapa Sawit (Elaeis guineensis, Jacq) di Indonesia*. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat, Bandar Kuala. 435 hlm.
- Marshall, T.J. and J.W. Holmes. 1975. *Soil Physics*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney. 374 pp.
- Martin, A. 1991. Short and longterm effects of the endogeic earthworm *Millsosia anomala* (Omodeo) (Megascolecidae, Oligochaeta) of tropical savanna, on soil organic matter. *Biol. Fertil. Soils* 11: 234–238.
- McCredie, T.A., C.A. Parker, and I. Abbott. 1992. Population dynamic of the earthworm *Aporrectodea tropezoides* (Annelida: Lumbricidae) in Western Australia pasture. *Soil. Biol. Fertil. Soils* 12: 285–289.
- Minnich, J. 1977. Behavior and habitat of the earthworm. p. 115–149. In *the Earthworm Book; How to Raise and Use Earthworm for Your Farm and Garden*. Rodale Press Emmaus, P.A.

- Monreal, C.M., R.P. Zentner, and J.A. Robertson. 1997. An analysis of soil organic matter dynamics in relation to management, erosion and yield of wheat in longterm crop rotation plots. *Can. J. Soil Sci.* 77(4): 553–563.
- Parmelee, R.W., M.H. Beare, W. Cheng, P.F. Hendrix, S.J. Rider, D.A. Crossley Jr, and D.C. Coleman. 1990. Earthworm and enchytraeids in conventional and no-tillage agroecosystems: A biocide approach to asses their role in organic matter breakdown. *Biol. Fertil. Soils* 10: 1–10.
- Rakhman, M.H. and M. Ito. 1996. Effect of compaction on soil three phase distribution and soybean growth in ando soils. *Japan J. Trop. Agric.* 40(4): 182–188.
- Reddy, M.V., V.P.K. Kumar, V.R. Reddy, P. Balashouri, D.F. Yule, A.L. Cogle, and L.S. Jangawad. 1995. Earthworm biomass response to soil management in semiarid tropical Alfisols agroecosystems. *Biol. Fertil. Soils* 19: 317–321.
- Scheu, S. 1991. Mucus excretion and carbon turnover of endogeic earthworms. *Biol. Fertil. Soils* 12: 217–220.
- Scholes, M.C., M.J. Swift, O.W. Heal, P.A. Sanchez, J.S. Ingram, and R. Dalal. 1994. Soil fertility research in respons to the demand for sustainability. p. 1–15. *In* P.L. Woormer and M.J. Swift (Eds.). *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*. John Wiley & Sons, New York, Chichaster, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Schwert, D.P. 1990. Oligochaeta: Lumbricidae. p. 341–356. *In* D.L. Dindal (Ed.). *Soil Biology Guide*. A Wiley Interscience Publ., John Wiley & Sons, New York, Chichaster, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Senapati, B.K., P. Lavelle, S. Giri, and B. Pashanasi. 1999. Soil Earthworm Technologies for Tropical Agroecosystems. p. 199–237. *In* Lavelle, P., L. Brussard, and P. Hendrix (Eds.). *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems* CABI Publ.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2000. Tanah-tanah Pertanian di Indonesia. hlm. 21–65. *Dalam* Tim Puslittanak (Ed.) *Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Subowo, M. Suhardjo, dan H. Suwardjo. 1988. Pengaruh humus hutan dan pestisida tanah terhadap pemulihan kesuburan tanah rusak akibat pembukaan lahan secara mekanis. hlm. 37–45. *Laporan Hasil Penelitian Pasca-pembukaan Lahan Menunjang Transmigrasi di Kuamang Kuning, Jambi*. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Subowo. 2002. Pemanfaatan Cacing Tanah (*Pheretima hupiensis*) untuk Meningkatkan Produktivitas Ultisols Lahan Kering. Disertasi, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 94 hlm.
- Subowo, A. Kentjanasari, dan E. Sumantri. 2003. Aktivitas cacing tanah (*Pheretima hupiensis*) pada bahan tanah Ultisol lapisan atas di terarium. hlm. 137–156. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Sumberdaya Tanah dan Iklim*. Buku II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Sudharto, T., H. Suwardjo, A. Barus, dan D. Supardy. 1988. Pemberian cacing tanah (*Perionyx excavatus*, E. Perr.) dalam usaha rehabilitasi lahan rusak akibat pembukaan lahan secara mekanis. hlm. 93–98. *Laporan Hasil Penelitian Pascapembukaan Lahan Menunjang Transmigrasi di Kuamang Kuning, Jambi*. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Tala'ohu, S.D., H. Suwardjo, dan A. Barus. 1988. Pengaruh cara pembukaan lahan terhadap erosi serta pertumbuhan dan hasil kacang tanah. hlm. 67–75. *Laporan Hasil Penelitian Pascapembukaan Lahan Menunjang Transmigrasi di Kuamang Kuning, Jambi*. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.
- Wibowo, S. 2000. Keragaman dan Populasi Cacing Tanah pada Lahan dengan Berbagai Masukan Bahan Organik di Daerah Lampung. Tesis, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. hlm. 203.