

Pemanfaatan Cacing Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Ultisols Lahan Kering

Use of Earthworm to Increase Upland Ultisols Productivity

SUBOWO¹, I. ANAS², G. DJAJAKIRANA², A. ABDURACHMAN¹, DAN S. HARDJOWIGENO²

ABSTRAK

Penelitian pemanfaatan cacing tanah untuk meningkatkan produktivitas Ultisols lahan kering telah dilakukan melalui empat tahap kegiatan : 1) identifikasi habitat dan populasi cacing tanah, 2) pengaruh amelioran terhadap habitat cacing tanah, 3) evaluasi aktivitas cacing tanah, dan 4) pemanfaatan cacing tanah untuk meningkatkan produksi kedelai. Penelitian menggunakan tanah Typic Palehumults, cacing tanah *Pheretima hupiensis*, dilaksanakan di lapangan dan rumah cungkup, serta terarium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi cacing tanah didominasi oleh *P. hupiensis*. Faktor pembatas utama populasi *P. hupiensis* pada musim hujan adalah rendahnya kandungan P₂O₅ dan tingginya temperatur permukaan tanah pada pukul 12.00 siang. Pada peralihan musim hujan ke musim kemarau, faktor pembatas utama adalah tingginya tingkat ketahanan tanah (penetrabilitas) dan nisbah C:N bahan organik tanah. Faktor pembatas pada musim kemarau adalah rendahnya ketersediaan air. Tanpa pengolahan tanah dengan pemberian bahan organik dan kapur secara vertikal merupakan pengelolaan terbaik untuk memperbaiki aktivitas *P. hupiensis* di horison argilik. Cacing tanah *P. hupiensis* menurunkan berat isi horison argilik. Penempatan *casting* di daerah rhizosfir dapat memperbaiki serapan hara tanaman, sehingga meningkatkan produktivitas Ultisols. Populasi *P. hupiensis* mempunyai korelasi nyata dan positif dengan pertumbuhan tanaman kedelai *var. Willis* pada Typic Palehumults, dengan berat isi 1,19 g/cm³ dan kedalaman horison argilik 12 cm dari permukaan tanah.

Kata Kunci : Produktivitas Ultisols, Lahan kering, Horison argilik, Berat isi, Pheretima hupiensis

ABSTRACT

Research conducted to identify the habitat and population of earthworm in upland Ultisols, was to study the effect of ameliorant (lime and organic matter) on Ultisols as earthworm habitat in simple bamboo house experiment, to evaluate the activity of earthworm (*Pheretima hupiensis*) at various ameliorant amendment in a terrarium, the use of earthworm to increase soybean yield on Typic Palehumults. The results showed that earthworm population in Ultisols was dominated by *P. hupiensis*. The constraints of *P. hupiensis* population in wet season are low P₂O₅ content and high soil surface temperature at noon time. In transition from wet to dry season the constraints are high soil strength and C:N ratio soil organic matter. In dry season the constraint is low availability of water. No tillage with vertical application of organic matter and lime was the best treatment to improve the *P. hupiensis* activities in the argillic horizon. *P. hupiensis* decrease argillic horizon bulk densities, deposits *casting* around the *rhizosfer* area to improve soil nutrients absorption; hence, increase the

upland Ultisols productivity. Population of *P. hupiensis* has a positive significant correlation with soybean *var. Willis* growth in upland Typic Palehumults with 1.19 g/ml bulk density and 12 cm-deep argillic horizon.

Key words : Ultisols productivity, Argillic horizon, Bulk density, Pheretima hupiensis.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, Ultisols mempunyai luas sekitar 45,8 juta ha atau kurang lebih 24% luas daratan (Subagyo *et al.*, 2000) dan merupakan lahan alternatif untuk pengembangan usaha pertanian. Pemanfaatan Ultisols banyak menghadapi faktor pembatas produksi. Horison argilik yang padat dan dekat dengan permukaan tanah mengakibatkan laju perkolasi terhambat, tanah cepat jenuh air dan mudah tererosi serta terbatasnya daerah perakaran, sehingga produktivitas tanah menjadi rendah. Rendahnya kesuburan tanah dan adanya lapisan padat akibat akumulasi liat, maka pemecahan horison argilik penting untuk dilakukan. Laju infiltrasi dan perkolasi meningkat, sehingga erosi dan pencucian hara melalui aliran permukaan dapat ditekan. Afandi *et al.* (1997) menyatakan bahwa selain erosi masalah yang dihadapi Ultisols untuk usaha pertanian adalah kepadatan tanah pada lapisan di bawah lapisan olah.

Ultisols banyak ditemukan di daerah dengan topografi berombak sampai berbukit, bersifat masam, Al-dapat ditukar (Al-dd) tinggi, kejenuhan basa rendah, didominasi oleh liat kaolinit, dan merupakan bagian terluas dari lahan kering yang masih dapat dikembangkan (Hardjowigeno, 1993).

¹ Staf Peneliti Puslitbang Tanah dan Agroklimat.

² Staf Pengajar Jurusan Tanah FAPERTA IPB.

Topografi berombak sampai berbukit mengakibatkan Ultisols tidak mudah untuk diolah secara mekanik. Rendahnya kesuburan tanah juga menyebabkan kemampuan petani untuk melakukan pengolahan tanah secara mekanik yang membutuhkan biaya dan keahlian (*skill*) yang tinggi sulit dilakukan.

Organisme pembuat lubang dalam tanah (*burrower*) seperti cacing tanah dapat menghancurkan struktur horison argilik, sehingga menurunkan kepadatan tanah. Cacing tanah selain dapat mencampur bahan organik dengan tanah juga antara tanah lapisan atas dan lapisan bawah. Kotoran cacing (*casting*) dapat melindungi bahan organik dari peruraian yang cepat oleh mikroorganisme tanah. Hal ini terjadi karena C-organik dalam *casting* terlindung secara fisik karena padat dan hidrofobik (Martin, 1991, Fragoso *et al.*, 1997). Lubang yang dibuat oleh cacing tanah juga dapat memperbaiki aerasi, meningkatkan porositas, serta kapasitas infiltrasi, dan mengurangi aliran permukaan dan erosi. Selain itu, kotoran cacing tanah merupakan makroagregat yang stabil dan mengandung unsur hara yang tinggi dibanding tanah di sekitarnya serta ditimbun di lubang cacing yang sudah ditinggalkan.

Minnich (1977a) menyatakan bahwa pembuatan lubang dalam tanah oleh cacing tanah dilakukan dengan mendesak masa tanah ataupun dengan memakan masa tanah untuk selanjutnya di lepaskan kembali sebagai *casting*. Pada lubang-lubang bekas cacing ini juga merupakan tempat yang mudah ditembus oleh akar tanaman (*rizosfir*), sehingga kontak antara *casting* yang kaya hara dengan akar tanaman menjadi efektif. Tingginya mobilitas dan adanya mekanisme pertahanan hidup yang tinggi dari cacing tanah dengan melakukan phase diapous (istirahat), maka cacing tanah memiliki kemampuan bertahan hidup dan berkembang yang tinggi untuk mempertahankan populasinya. Cacing tanah dapat hidup pada pH antara 4,5 – 6,5, tetapi dengan kandungan bahan organik tanah yang tinggi mampu berkembang sampai pada pH 3,0 (Fender dan Fender, 1990). Dengan kondisi ini cacing tanah sangat baik untuk

dapat dimanfaatkan sebagai agen pembaik tanah. Perluasan areal pertanian dapat dikembangkan pada tanah yang memiliki kepadatan dan laju dekomposisi bahan organik yang tinggi.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui jenis dan populasi cacing tanah serta kondisi habitatnya, meneliti potensi cacing tanah untuk menurunkan kepadatan horison argilik, dan memanfaatkan cacing tanah untuk meningkatkan produktivitas Ultisols lahan kering.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama 1 tahun mulai bulan Maret 2001 sampai dengan Maret 2002 dengan menggunakan Ultisols lahan kering dari Desa Malangsari, Kecamatan Cipanas, Kabupaten Lebak, Propinsi Banten. Tipe hujan termasuk dalam tipe hujan A dengan curah hujan tahunan antara 2.150 sampai dengan 3.881 mm/ tahun, curah hujan terendah/puncak musim kemarau terjadi pada bulan Agustus dan curah hujan tertinggi/puncak musim hujan terjadi pada bulan Februari (Tabel 1).

Penelitian dilaksanakan dalam 4 tahap kegiatan, masing-masing adalah :

1. Inventarisasi jenis, populasi, dan habitat cacing tanah

Inventarisasi jenis dan populasi cacing tanah dilakukan di dua subgrup tanah dan 6 jenis penggunaan lahan, yaitu Typic Haplohumults dengan jenis penggunaan lahan (1) kebun karet, dan Typic Palehumults dengan jenis penggunaan lahan (2) semak belukar, (3) lapangan rumput, (4) kebun sengon, (5) kebun pisang, dan (6) padi gogo.

Pengamatan dilakukan pada musim hujan (Maret 2001), musim peralihan MH-MK (Juli 2001), dan pada musim kemarau (Agustus 2001). Koleksi populasi cacing tanah dilakukan secara pemilahan dengan tangan (*hand sorting*). Luas sampel 1,0 x 1,0 m² dengan dipisahkan antara

Tabel 1. Sebaran curah hujan bulanan daerah Cipanas-Lebak*Table 1. Monthly rainfall distribution of Cipanas-Lebak area*

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah
	mm												
1995	456	266	440	383	370	433	236	23	333	317	340	284	3.881
1996	305	266	329	360	364	155	155	87	96	421	262	442	2.742
1997	375	227	158	396	158	197	28	62	8	116	317	108	2.150
1998	442	462	554	245	353	198	126	249	189	354	198	271	3.641
1999	274	216	133	201	307	175	287	19	175	130	240	195	2.352
2000	220	440	148	155	248	156	104	70	155	136	257	116	2.195
2001	395	618	477	210	364	112	154	40	277	503	286	291	3.727
Rata-rata	352	358	316	222	318	204	158	77	178	282	272	244	2.981

Keterangan : Data 1995 – 1999 diambil dari Stasiun Cikopomayak (Jasinga)

Data 2000 – 2001 diambil dari Stasiun Muncang (Lebak)

lapisan atas (0 – 12 cm) dan lapisan bawah (12 – 20 cm, 20 – 30 cm, dan seterusnya sampai tidak ditemukan adanya cacing tanah) untuk setiap penggunaan lahan. Pengamatan populasi cacing tanah meliputi jenis, jumlah, bobot, dan sebaran cacing tanah. Sedang pengamatan lainnya meliputi sifat fisik-kimia tanah habitat cacing tanah dan sejarah pengelolaan lahan.

2. Ameliorasi habitat dan inokulasi cacing tanah di rumah cungkup

Penelitian dilakukan dalam kolom plastik PVC tanpa tanaman selama 2 bulan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara kapur dan bahan organik terhadap perkembangan populasi cacing tanah pada Typic Palehumults dari lapangan rumput

Faktor pertama terdiri atas empat perlakuan ameliorasi, yaitu :

1. Kontrol (tanpa pemberian amelioran).
2. Pemberian kapur (CaCO_3) sebanyak 2 g/kolom (1 t/ha).
3. Bahan organik (isi rumen sapi potong) 10 g/kolom (5 t/ha).
4. Pemberian kapur 2 g/kolom + bahan organik 10 g/kolom (1 t/ha).

Faktor kedua terdiri atas perlakuan inokulasi cacing tanah, yaitu :

1. Kontrol (tanpa cacing tanah) (tanpa ino).
2. *Eisenia foetida* 6 ekor + *Metapheretima elongata* 2 ekor/kolom (E.f. + M.e.).
3. *M. elongata* 2 ekor + *P. hupiensis* 8 ekor/kolom (M.e. + P.h).
4. *E. foetida* 6 ekor + *M. elongata* 2 ekor + *P. hupiensis* 8 ekor/kolom (E.f. + M.e. + P.h.).

3. Pengaruh cara pemberian amelioran terhadap aktivitas *P. hupiensis*

Penelitian menggunakan terarium dari kaca transparan 3 mm, jarak antar kaca (tebal) 3 mm, panjang 250 mm dan tinggi 400 mm. Pengisian tanah menggunakan Typic Palehumults yang diambil dari lapangan rumput sesuai kondisi lapang. Hasil analisa tanah disajikan pada Tabel 2. Lapisan atas pada terarium diatur dengan ketebalan 0 – 10 cm dengan berat isi 1,10 g/cc (80 g/terarium) dan lapisan bawah 10 – 30 cm berat isi 1,20 g/cc (180 g/terarium). Cacing tanah yang digunakan adalah *P. hupiensis* 2 ekor/terarium. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat cara aplikasi amelioran :

Tabel 2. Sifat fisik, kimia, dan biologi Ultisols lapangan rumput Lebak - Banten

Table 2. Physical, chemical, and biological properties of pastural Ultisols of Lebak - Banten

Parameter	Kedalaman	
	0 – 12 (A)	12 – 20 (Bt)
	cm	
A. Sifat Fisik :		
Tekstur (%) :		
Pasir	9,00	7,00
Debu	57,00	40,00
Liat kasar	15,00	15,00
Liat halus	19,00	38,00
Berat isi (g/cc)	1,04	1,19
Ruang pori total (% vol.)	63,80	55,10
Kadar air (% vol.) :		
pF 1,0	49,80	50,60
pF 2,0	42,80	44,20
pF 2,54	37,90	39,20
pF 4,2	23,30	22,20
Pori drainase (% vol.) :		
Cepat	20,90	4,90
Lambat	10,90	4,90
Permeabilitas (cm/jam)	1,62	0,57
Stabilitas agregat :		
Agregat (%)	56,70	55,40
Indeks stabilitas	172,00	294,00
B. Sifat Kimia :		
pH : H ₂ O		
	4,59	4,65
KCl		
	3,86	3,83
Bahan organik :		
C (%)	2,67	1,73
N (%)	0,20	0,14
C/N	13,35	12,36
P ₂ O ₅ (ppm) :		
HCl 25%	230,00	220,00
Bray I	2,20	1,50
K ₂ O (HCl 25%) (ppm)	12,00	12,00
Kation dapat tukar (me/100 g) :		
Ca	7,81	7,31
Mg	1,11	0,97
K	0,12	0,12
Na	0,11	0,11
KTK	10,15	10,07
Al ³⁺ (me/100 g)	1,21	4,84
C. Populasi Mikroba :		
Bakteri <i>Rhizobium</i> (SPK/g)	1,39 x 10 ⁵	1,23 x 10 ⁵
Bakteri pelarut – P (SPK/g)	1,97 x 10 ⁶	1,32 x 10 ⁶

- A. Kapur 1 g/terarium (3,85 g/kg) dicampur tanah lapisan atas + bahan organik isi rumen sapi potong segar (80% kadar air) 10 g/terarium (38,50 g/kg) di permukaan tanah.
- B. Kapur dicampur bahan organik di permukaan tanah.
- C. Kapur vertikal + bahan organik di permukaan tanah.
- D. Kapur dicampur bahan organik secara vertikal.

Percobaan dilaksanakan selama sembilan minggu pada kondisi kapasitas lapang, temperatur ruangan dan terarium ditutup kain hitam. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan memonitor aktivitas jelajah/penggalian cacing tanah dengan ditandai melalui dinding luar kaca terarium.

4. Inokulasi cacing tanah untuk meningkatkan produktivitas Ultisols di lapang

Penelitian lapang dilakukan pada Typic Palehumults, halus, kaolinitik, isohipertermik, bekas lapangan rumput di Desa Malangsari. Bahan organik isi rumen sapi potong segar sebanyak 5 ton kering/ha dan kapur 1 t/ha digunakan sebagai bahan amelioran, serta dilakukan inokulasi *P. hupiensis* 70 ekor/m² (5 ekor/titik boring penempatan bahan organik). Kapur dicampur merata di permukaan tanah dengan kedalaman 0 – 3 cm setelah perlakuan pengolahan tanah.

Percobaan dilaksanakan pada musim hujan (Nopember 2001 sampai Maret 2002) dengan rancangan RAK. Inokulasi cacing tanah *P. hupiensis* dilakukan mengikuti penempatan bahan organik dengan disebar merata.

Faktor pertama terdiri atas cara penempatan bahan organik, yaitu :

1. Penempatan secara vertikal (V).
2. Penempatan secara alur (A).
3. Penempatan secara sebar di permukaan tanah/mulsa (M).

Faktor kedua terdiri atas cara pengolahan tanah, yaitu :

1. Tanpa pengolahan tanah (PM).
2. Pengolahan tanah lapisan atas (0 - 12 cm) (PLA).
3. Pengolahan tanah sampai lapisan bawah (0 - 20 cm) (PLB).

Penempatan bahan organik isi rumen segar vertikal dilakukan dengan membuat lubang (*boring*) sedalam 20 cm diameter 10 cm pada titik tengah antar baris tanaman kedelai varietas Willis dengan jarak tanam 20 x 30 cm². Sedang bahan organik alur ditempatkan pada lubang alur sedalam 5 cm dan lebar 5 cm memanjang di antara baris tanaman kedelai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan populasi cacing tanah dengan sifat fisik dan kimia Ultisols

Inventarisasi populasi cacing tanah pada enam tipe penggunaan lahan selama tiga musim didapatkan bahwa sebaran cacing tanah sampai kedalaman 20 cm. Jenis cacing tanah ada dua, masing-masing adalah *Pheretima hupiensis* dan *Metapheretima elongata* (Tabel 3). *P. hupiensis* pada penggunaan lahan dengan tanaman yang relatif permanen seperti kebun sengon, kebun karet, dan kebun pisang memiliki populasi lebih tinggi dibanding vegetasi rendah/semusim yang sering mendapat pengolahan.

Cacing tanah *P. hupiensis* ditemukan di seluruh penggunaan lahan. Hal ini disebabkan cacing ini merupakan jenis endogaesis dan *geofagus* dengan ukuran yang relatif kecil, sehingga mampu membuat lubang di dalam tanah dan terlindung dari tekanan panas ataupun air. Sedang *M. elongata* yang *anazesis* dan mobil hanya mampu membuat lubang dengan mendesak tanah yang lunak di kebun karet pada MH. Pada kondisi yang kurang menguntungkan seperti adanya kekurangan air, sehingga tanah menjadi lebih keras dan laju evaporasi yang tinggi *M. elongata* akan melakukan migrasi ke lokasi lain yang lebih basah.

Tabel 3. Populasi cacing tanah pada Ultisol Lebak-Banten

Table 3. Earthworm population in Ultisols of Lebak-Banten

Bulan (Musim)	Posisi pada lereng	Kedalaman lapisan	Cacing tanah	Penggunaan lahan					
				Belukar	Rumput	Sengon	Pisang	Karet	Padi
				ekor/m ²					
Maret 2001 (MH)	Atas	0 – 12	<i>P. hupiensis</i>	14	2	8	16	63	5
	Tengah	0 – 12	<i>P. hupiensis</i>	2	2	6	19	41	6
	Bawah	0 – 12	<i>M. elongata</i>	-	-	-	-	2	-
			<i>P. hupiensis</i>	6	2	42	85	40	2
			<i>M. elongata</i>	-	-	-	-	2	-
		12 – 20	<i>P. hupiensis</i>	-	-	5	15	-	-
Juli 2001 (MH – MK)	Atas	0 – 12	<i>P. hupiensis</i>	43	-	31	12	23	3
		12 – 20	<i>P. hupiensis</i>	28	-	2	-	9	-
	Tengah	0 – 12	<i>P. hupiensis</i>	-	-	67	3	30	2
		12 – 20	<i>P. hupiensis</i>	-	-	9	-	10	-
	Bawah	0 – 12	<i>P. hupiensis</i>	7	-	41	24	29	14
		12 – 20	<i>P. hupiensis</i>	-	-	5	11	5	-
Agustus 2001 (MK)	Atas	0 – 12	<i>P. hupiensis</i>	40	-	4	2	9	-
		12 – 20	<i>P. hupiensis</i>	6	-	2	-	4	-
	Tengah	0 – 12	<i>P. hupiensis</i>	-	-	23	15	8	4
		12 – 20	<i>P. hupiensis</i>	-	-	8	3	6	-
	Bawah	0 – 12	<i>P. hupiensis</i>	3	-	13	17	6	-
		12 – 20	<i>P. hupiensis</i>	-	-	7	5	2	-

Keterangan : - tidak ditemukan.

Pada musim hujan populasi *P. hupiensis* berkorelasi nyata dan positif dengan kandungan P₂O₅-HCl 25% dan berkorelasi nyata dan negatif dengan temperatur permukaan tanah pada pukul 12.⁰⁰ siang dan ketahanan tanah (Tabel 4). Tingginya pasokan air pada MH mengakibatkan ketahanan tanah rendah dan tidak mengganggu *P. hupiensis*. Semakin tinggi populasi cacing tanah tentunya juga diikuti oleh rendahnya kepadatan tanah dan ketahanan tanah. Akibatnya pada musim hujan ketahanan tanah berkorelasi nyata dan negatif dengan populasi *P. hupiensis*.

Sinar matahari yang masuk ke permukaan tanah pada pengamatan pagi hari maupun sore hari yang lebih ke arah horisontal tidak memberikan pengaruh pemanasan terhadap permukaan tanah yang berbeda di antara enam jenis penggunaan lahan. Sedangkan pada pukul 12.⁰⁰ siang, matahari berada pada posisi vertikal dengan permukaan tanah, sehingga memberikan jumlah pasokan panas

matahari berbeda di antara enam jenis penggunaan lahan. Permukaan tanah yang lebih terbuka menerima panas matahari lebih besar dan populasi *P. hupiensis* rendah.

Tabel 4. Matrik korelasi populasi *P. hupiensis* dengan beberapa sifat fisika dan kimia tanah

*Table 4. Correlation matrix of *P. hupiensis* population with some soil physical and chemical parameters*

Parameter tanah	Populasi <i>P. hupiensis</i>		
	Musim hujan	Musim peralihan	Musim kemarau
1. P ₂ O ₅ – HCl 25%.	0,68	-0,12	0,26
2. Pori aerasi	-0,06	0,16	-0,16
3. Kadar air pF 2,54	-0,04	0,16	0,38
4. Air tersedia	0,30	0,16	0,48
5. Ketahanan tanah	-0,48	-0,44	-0,33
6. Nisbah C:N tanah	-0,16	-0,41	-0,40
7. Temp. permukaan tanah pukul 12. ⁰⁰	-0,53	-0,24	0,09
Batas nyata 5% (1 sisi)	± 0,379	± 0,360	± 0,344

Pada MH (Maret 2001) dengan curah hujan yang cukup tinggi (Tabel 1), *P. hupiensis* banyak berada di lapisan atas (Tabel 3) meskipun terganggu oleh adanya sinar/panas matahari yang terik (28°C – 45°C) pada pukul 12.⁰⁰ siang. Tingginya air bebas pada lapisan bawah/permukaan argilik mengakibatkan *P. hupiensis* tidak dapat berlindung ke lapisan bawah dan tetap bertahan di lapisan atas, sehingga pada MH cacing tanah banyak ditemukan pada lapisan atas (0 – 12 cm). Jika lubang-lubang cacing terisi air/tergenang, cacing tanah akan menghindari dan bergerak ke lapisan atas (Minnich, 1977b). Kokta (1992) juga menyatakan bahwa apabila mendapat tekanan lingkungan, cacing tanah akan melindungi diri dengan mengeluarkan bahan mukus/lendir untuk menyelimuti tubuhnya. Demikian pula Edwards dan Lofty (1977) menyatakan bahwa cacing tanah akan mengeluarkan fosforesen ataupun luminesen melalui anus atau prostomium apabila mengalami tekanan iritasi, fibrasi atau rangsangan-rangsangan yang lain. Fosfor/fosfat yang merupakan bahan penyusun utama fosforesen berpengaruh positif untuk melindungi *P. hupiensis* dari tekanan. Adanya kelebihan air pada musim hujan, populasi *P. hupiensis* berkorelasi nyata dan positif dengan P_2O_5 -HCl 25%. Demikian pula dengan cekaman air pada musim kemarau, *P. hupiensis* berkorelasi positif dengan P_2O_5 -HCl 25% (Tabel 4). Sebaliknya musim peralihan MH ke MK yang mempunyai ketersediaan air dan aerasi baik *P. hupiensis* tidak mengalami tekanan, sehingga meningkat dan memerlukan P untuk mendukung aktivitasnya. Populasi *P. hupiensis* pada musim peralihan berkorelasi negatif dengan P_2O_5 -HCl 25%.

Pengaruh inokulasi cacing tanah dengan pemberian bahan organik dan kapur terhadap sifat fisik dan kimia Ultisols

Inokulasi cacing tanah menurunkan berat isi tanah lapisan 12 – 20 cm (horison argilik) dan meningkatkan berat isi lapisan atas (0 – 12 cm) (Tabel 5). Sehubungan inokulasi cacing tanah

dilakukan melalui permukaan tanah, maka aktivitas penggalian diawali dari lapisan atas (0 – 12 cm) dan selanjutnya pada lapisan di bawahnya. Selama dua bulan inkubasi cacing tanah telah aktif melakukan penggalian pada lapisan bawah (horison argilik) dan *casting* yang dihasilkan ditimbun di lapisan atas, sehingga berat isi tanah horison argilik mengalami penurunan dan ruang pori total yang banyak berupa pori drainase cepat/pori aerasi mengalami peningkatan. Sebaliknya lapisan atas (3 – 12 cm) berat isi tanah mengalami peningkatan, pori drainase cepat menurun dan pori drainase lambat meningkat (Tabel 5).

Di antara perlakuan inokulasi, *Eisenia foetida* dan *Pheretima hupiensis* mampu menurunkan berat isi tanah lapisan bawah (12 – 20 cm) paling tinggi. Cacing tanah *E. foetida* yang merupakan jenis epigaesis dan *litter feeder* sangat membutuhkan bahan organik segar di permukaan tanah. Bahan organik yang ada selanjutnya dicerna dan dihasilkan *casting* yang masih banyak mengandung bahan organik. *P. hupiensis* yang geofagus selanjutnya akan mengkonsumsi bahan organik/*casting* yang telah dihasilkan oleh *E. foetida* untuk melakukan kegiatan penggalian tanah lapisan bawah. Asosiasi *E. foetida* yang epigaesis dan *P. hupiensis* yang endogaesis mampu menurunkan berat isi lapisan 12 – 20 cm (horison argilik) paling tinggi dibanding perlakuan inokulasi lainnya.

Perlakuan cara pemberian kapur dan bahan organik terhadap aktivitas pengolahan tanah lapisan atas selama 9 minggu memiliki kemampuan jelajah relatif sama (Gambar 1). Sedang untuk pengolahan tanah lapisan bawah (horison argilik) tampak bahwa perlakuan dengan pemberian kapur maupun bahan organik secara vertikal mampu memberikan total jelajah cacing tanah yang lebih besar dan nyata untuk kurun waktu 9 minggu. Pemberian bahan organik dan kapur secara vertikal menghasilkan volume jelajah/olahan lapisan bawah lebih luas (lebih dari 80% volume) dibanding dengan perlakuan kapur vertikal + BO permukaan. Sebaliknya pada perlakuan (kapur + BO) vertikal memberikan *casting* yang ditimbun di permukaan

Tabel 5. Pengaruh ameliorasi dan inokulasi cacing tanah terhadap berat isi dan pori drainase pada Ultisols Lebak-Banten

Table 5. The effects of amelioration and earthworm inoculation on soil bulk density and drainage pore of Ultisols in Lebak-Banten

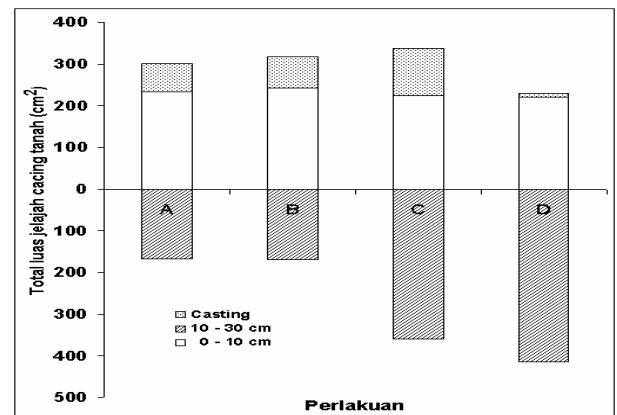
Perlakuan	Berat isi		Pori drainase cepat		Pori drainase lambat		
	3-12 cm	12-20 cm	3-12 cm	12-20 cm	3-12 cm	12-20 cm	
		g/ml		% vol			
Kontrol	<i>E. foetida</i> + <i>M. elongata</i>	1,11 ab	1,07 ab	14,53 ab	14,93 a	5,10 a	5,23 ab
	<i>E. f.</i> + <i>P. hupiensis</i>	1,16 b	1,02 a	11,40 a	21,30 b	5,53 a	4,90 a
	<i>E. f.</i> + <i>M. e.</i> + <i>P. h.</i>	1,08 a	1,01 a	15,17 ab	21,00 b	5,37 a	4,90 a
	<i>M. e.</i> + <i>P. h.</i>	1,04 a	1,09 b	17,13 ab	12,50 a	5,20 a	5,30 b
	Tanpa cacing tanah	1,04 a	1,20 c	19,73 b	10,10 a	4,97 a	5,10 ab
Bahan organik	<i>E. foetida</i> + <i>M. elongata</i>	1,03 a	1,09 b	19,13 b	11,70 a	4,87 a	5,40 b
	<i>E. f.</i> + <i>P. hupiensis</i>	1,02 a	0,97 a	18,70 ab	22,67 b	4,90 a	4,77 a
	<i>E. f.</i> + <i>M. e.</i> + <i>P. h.</i>	1,09 a	0,99 a	13,10 a	20,47 b	5,20 ab	4,77 a
	<i>M. e.</i> + <i>P. h.</i>	1,05 a	1,01 a	17,50 ab	18,27 b	5,07 ab	5,13 ab
	Tanpa cacing tanah	1,05 a	1,16 c	13,40 ab	11,87 a	6,07 b	5,27 ab
Kapur	<i>E. foetida</i> + <i>M. elongata</i>	1,06 a	1,06 b	15,40 a	15,83 ab	4,97 a	5,00 ab
	<i>E. f.</i> + <i>P. hupiensis</i>	1,08 a	0,96 a	13,07 a	20,77 bc	5,93 a	4,93 ab
	<i>E. f.</i> + <i>M. e.</i> + <i>P. h.</i>	1,06 a	0,97 a	15,03 a	18,93 ab	5,00 a	4,87 a
	<i>M. e.</i> + <i>P. h.</i>	1,09 a	0,95 a	12,83 a	23,57 c	5,60 a	4,67 a
	Tanpa cacing tanah	1,11 a	1,14 c	14,33 a	14,03 a	5,30 a	5,33 b
Kapur + bahan organik	<i>E. foetida</i> + <i>M. elongata</i>	1,12 b	1,00 b	13,67 a	19,93 b	5,37 a	5,00 ab
	<i>E. f.</i> + <i>P. hupiensis</i>	1,06 ab	0,90 a	15,83 a	27,17 c	5,20 a	4,57 a
	<i>E. f.</i> + <i>M. e.</i> + <i>P. h.</i>	1,06 ab	1,02 b	16,17 a	18,83 b	5,10 a	4,87 a
	<i>M. e.</i> + <i>P. h.</i>	1,06 ab	1,00 b	16,37 a	20,77 b	5,17 a	5,00 ab
	Tanpa cacing tanah	1,04 a	1,14 c	15,67 a	12,17 a	5,17 a	5,33 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam blok/kotak yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% (DMRT)

tanah paling rendah dan pada perlakuan kapur vertikal + BO permukaan paling tinggi. Hal ini disebabkan pada perlakuan pemberian (kapur + BO) vertikal *casting* sebagian besar ditimbun di areal bekas bahan organik atau bekas lubang yang sudah ditinggalkan yang berada di bawah permukaan tanah.

Pengaruh inokulasi *P. hupiensis* terhadap produktivitas Ultisols lahan kering

Pada perlakuan tanpa pengolahan tanah dan pemberian bahan organik vertikal (PM+V) memiliki populasi cacing tanah *P. hupiensis* tertinggi (Tabel 6) juga memberikan berat biji kering panen tertinggi (Tabel 7). Tingginya populasi *P. hupiensis* akan menghasilkan *casting* yang ditimbun pada lubang-lubang yang telah ditinggalkan dan meningkatkan



Gambar 1. Total kemampuan jelajah *P. hupiensis* pada terarium selama 9 minggu

*Figure 1. Total crushing capability of *P. hupiensis* on terrarium during 9 weeks*

Tabel 6. Pengaruh pengolahan tanah, pemberian bahan organik, dan inokulasi *P. hupiensis* terhadap total populasi *P. hupiensis**Table 6. The effects of soil tillage, organic matter application, and inoculation of *P. hupiensis* on total population of *P. hupiensis**

Cara pemberian bahan organik dan cacing tanah	Cara pengolahan tanah			Rata-rata
	PM	PLA	PLB	
	*ekor/m ²			
1. Vertikal (V)	B 7,59 b	B 5,86 b	A 3,56 a	5,67
2. Alur (A)	A 5,18 a	A 3,62 a	A 4,24 a	4,35
3. Mulsa (M)	A 5,35 a	A 4,56 a	A 4,72 a	4,88
Rata-rata	6,04	4,68	4,18	

*data ditransformasikan dalam akar ($\sqrt{\text{ekor}}$)

PM (tanpa pengolahan tanah), PLA (pengolahan tanah lapisan atas), PLB (pengolahan tanah sampai lapisan bawah).

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil dalam kolom dan huruf besar dalam baris yang sama tidak berbeda sampai taraf nyata 5% (DMRT).

Tabel 7. Pengaruh pengolahan tanah, cara pemberian bahan organik, dan inokulasi *P. hupiensis* terhadap berat kering biji kedelai panen*Table 7. The effect of soil tillage, organic matter application, and inoculation of *P. hupiensis* on soybean dry grain yield*

Cara pemberian bahan organik dan cacing tanah	Cara pengolahan tanah			Rata-rata
	PM	PLA	PLB	
	t/ha			
1. Vertikal (V)	B 2,36 b	B 2,17 a	A 1,77 a	2,10
2. Alur (A)	A 1,83 a	A 2,11 a	A 1,95 a	1,96
3. Mulsa (M)	A 1,90 a	A 1,88 a	A 2,06 a	1,95
Rata-rata	2,04	2,05	1,93	2,00

PM (tanpa pengolahan tanah), PLA (pengolahan tanah lapisan atas), PLB (pengolahan tanah sampai lapisan bawah).

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf kecil dalam kolom dan huruf besar dalam baris yang sama tidak berbeda sampai taraf nyata 5% (DMRT).

Tabel 8. Sifat fisik dan kimia casting *P. hupiensis*
*Table 8. Physical and chemical properties of *P. hupiensis* cast*

Parameter	Nilai penetapan
A. Sifat Fisik	
Tekstur (%) :	
Pasir	13
Debu	63
Liat	24
Berat isi (g/cc)	1,17
Stabilitas agregat :	
Agregat (%)	90
Indeks Stabilitas Agregat	476
Bentuk	campuran globular +
Volume (ml/casting)	granular 40 – 50
B. Sifat Kimia	
pH :	
H ₂ O	
KCl	6,70
Bahan organik :	6,00
C (%)	
N (%)	2,47
C/N	0,28
Kation dapat tukar (me/100 g)	9,00
Ca	13,59
Mg	1,41
K	0,43
Na	0,82
KTK	13,20
Kejenuhan basa (%)	100,00
Al ³⁺ (me/100 g)	tidak terdeteksi

aerasi tanah. Berkenaan dengan casting *P. hupiensis* yang memiliki KTK dan stabilitas agregat yang lebih tinggi dibanding tanah di sekitarnya (Tabel 8), akibatnya daya dukung tanah untuk pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik/meningkat. Tingginya kesuburan tanah pada *rhizosfir* oleh aktivitas *P. hupiensis* tersebut mengakibatkan berat akar tanaman kedelai berkorelasi nyata dan positif dengan jumlah populasi *P. hupiensis* (Tabel 9). Demikian pula dengan adanya perbaikan aerasi tanah akibat adanya lubang-lubang cacing di dalam tanah mengakibatkan aktivitas bakteri *Rhizobium* yang bersimbiosis secara mutualistik dalam bintil akar menjadi lebih aktif/berkembang.

Akibatnya total populasi cacing tanah juga berkorelasi nyata dan positif dengan berat kering bintil akar. Dengan kondisi tersebut menunjukkan bahwa *P. hupiensis* selain mampu menggemburkan tanah berliat padat, meningkatkan aerasi tanah, menahan hara dari pencucian serta meningkatkan ketersediaan hara baik dari bahan organik maupun dari mineral tanah itu sendiri juga dapat meningkatkan penambahan N oleh *Bradyrhizobium* yang berasosiasi dalam bintil akar.

Akar tanaman yang banyak di lubang-lubang cacing akan memperoleh hara lebih baik. Efisiensi pemupukan/pengapuran lebih terjamin dengan tersebar di *rhizosfir*. Selain itu *P. hupiensis* mempunyai korelasi nyata dan positif dengan kandungan P₂O₅-HCl 25% tanah akibat tekanan lingkungan, utamanya genangan pada musim hujan (Tabel 3). Pada kondisi habitat yang baik seperti halnya yang terjadi pada musim peralihan dari MH ke MK, *P. hupiensis* mengakumulasi P dan berkorelasi negatif dengan P₂O₅-HCl 25%. Dengan latar belakang tersebut pada prinsipnya *P. hupiensis* dapat dimanfaatkan sebagai fauna pengendali ketersediaan P tanah

untuk meningkatkan produktivitas tanah yang merupakan salah satu kendala penting pada Ultisols lahan kering. Faktor pengendali aktivitas *P. hupiensis* antara lain getaran, ketersediaan air, pemupukan, predator dan bahkan mungkin bunyi-bunyian. Cacing tanah mempunyai sistem susunan syaraf tangga tali (*ganglia*) dan sensor mata tersebar di bagian punggung (*dorsal*), sehingga sangat peka terhadap rangsangan-rangsangan yang ada di sekitarnya (Minnich, 1977^b). Perlakuan pemberian bahan organik secara vertikal sampai horison argilik tanpa pengolahan tanah mempunyai populasi *P. hupiensis* tertinggi dan menurunkan berat isi horison argilik dari 1,19 g/ml menjadi 1,08 g/ml. Ketebalan lapisan atas meningkat dan adanya

Tabel 9. Matrik korelasi sifat fisik, kimia, populasi cacing tanah, dan tanaman kedelai*Table 9. Correlation matrix of physical and chemical soil properties, earthworm population, and soybean growth*

Parameter	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A. Tinggi tanaman	1,00													
B. Berat tanaman	0,98	1,00												
C. Akar 0–3 cm	0,40	0,42	1,00											
D. Akar 3–12 cm	0,45	0,43	0,54	1,00										
E. Akar 12-20 cm	0,44	0,47	0,04	0,39	1,00									
F. Akar 20–30 cm	0,65	0,63	0,14	0,51	0,72	1,00								
G. Total berat akar	0,69	0,69	0,73	0,81	0,55	0,65	1,00							
H. Bintil 0-3 cm	0,52	0,57	0,40	0,15	0,02	0,21	0,35	1,00						
I. Bintil 3-12 cm	0,52	0,54	0,22	0,45	0,89	0,64	0,71	0,11	1,00					
J. Bintil 12-20 cm	0,49	0,47	0,13	0,27	0,32	0,42	0,38	0,09	0,47	1,00				
K. Total bintil akar	0,73	0,76	0,37	0,43	0,67	0,63	0,74	0,59	0,84	0,61	1,00			
L. Cacing tanah 0-3 cm	0,57	0,59	0,40	0,54	0,53	0,54	0,73	0,61	0,67	0,22	0,80	1,00		
M. Cacing tanah 3-12 cm	0,65	0,69	0,30	0,29	0,36	0,50	0,52	0,47	0,53	0,71	0,76	0,35	1,00	
N. TotalCacing tanah	0,74	0,78	0,42	0,50	0,54	0,63	0,76	0,66	0,73	0,56	0,94	0,82	0,82	1,00

Batas nyata 5% (dua sisi) = $\pm 0,38$

casting di lubang bekas galian yang kontinyu (bersambungan), maka daya dukung tanah terhadap jelajah akar tanaman menjadi lebih meningkat. Produksi kedelai pada perlakuan pemberian bahan organik vertikal paling tinggi (2,36 t/ha) dibanding perlakuan lainnya (Tabel 7).

Dari gambaran di atas menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi cacing tanah *P. hupiensis* sebanyak 70 ekor/m² tanpa pengolahan tanah dengan diberi kapur 1 t/ha yang dicampur pada lapisan 0 – 3 cm dan diberi bahan organik isi rumen segar sebanyak 5 ton kering/ha secara vertikal sampai pada horison argilik mampu mendorong penggalan tanah oleh cacing tanah sampai horison argilik. Peningkatan produktivitas Ultisols lahan kering Lebak untuk tanaman kedelai oleh cacing tanah *P. hupiensis* terjadi melalui penurunan kepadatan horison argilik, peningkatan stabilitas agregat lapisan atas, perbaikan aerasi tanah, pembentukan makroagregat yang stabil dan kaya hara yang ditempatkan di *rhizosfir*.

KESIMPULAN

1. Peningkatan produktivitas Ultisols lahan kering Lebak (*Typic Palehumults*, halus, kaolinitik, isohipertermik) oleh *P. hupiensis* yang dikombinasi dengan pemberian bahan organik dan kapur untuk tanaman kedelai terjadi melalui penurunan kepadatan horison argilik, peningkatan aerasi dan stabilitas agregat tanah lapisan atas, penempatan *casting* yang kaya hara pada lubang bekas galian dan mampu memberikan hasil biji kedelai 2,36 t/ha.
2. Inokulasi *P. hupiensis* 70 ekor/m² tanpa pengolahan tanah dengan diberi kapur 1 t/ha dan isi rumen segar sapi potong 5 ton kering/ha secara vertikal sampai horizon argilik menurunkan kepadatan horison argilik dari 1,19 g/cm³ menjadi 1,08 g/cm³.
3. Cacing tanah Ultisols lahan kering Lebak di dominasi oleh *P. hupiensis* dengan faktor pembatas populasi di musim hujan kandungan P₂O₅-HCl 25%, musim peralihan tingkat ketahanan tanah dan nisbah C:N bahan organik tanah, dan musim kemarau air tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, R. Widiastuty, dan M. Utomo. 1997.** Upaya Rehabilitasi Sifat Fisika Tanah Ultisols melalui Pencampuran Tanah Lapisan Atas, Lapisan Bawah, dan Bahan Organik. *J. Tanah Topika II* (4): 83 – 88.
- Edwards, C. A. and J. R. Lofty. 1977.** Biology of Earthworms. A Halsted Press Boo, John Wiley & Sons, New York. 333 p.
- Fender, W.M. and D. McKey-Fender. 1990.** Oligochaeta : Megascolecidae and Other Earthworms from Western North America. *In* Dindal, D. L., (Ed.). Soil Biology Guide. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons. New York. Chichaster. Brisbane. Toronto. Singapore. p: 379 – 391.
- Fragoso, C., G.G. Brown, J.C. Patron, E. Blanchart, P. Lavelle, B. Pashanasi, B. Senapati, and T. Kumar. 1997.** Agricultural Intensification, Soil Biodiversity and Agroecosystem Function in the Tropics: The Role of Earthworms. *Appl. Soil Ecol.* 6: 17 – 35.
- Hardjowigeno, S. 1993.** Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo; 274 p.
- Kokta, C. 1992.** Measuring Effects of Chemicals in the Laboratory : Effect Criteria and Endpoint. *In* Greig-Smith, P. W. et al., (Eds.). *Ecotoxicology of Earthworms*. Intercept, p: 55 – 62.
- Martin, A. 1991.** Short and Long-term Effects of the Endogeic Earthworm *Millsonia anomala* (Omodeo) (Megascolecidae, Oligochaeta) of Tropical Savanna, on Soil Organic Matter. *Biol. Fertil. Soils* 11: 234 - 238.
- Minnich, J. 1977a.** Behavior and Habits of The Earthworm (Chapter 4). *In* Minnich, J. (Ed.). *The Earthworm Book, How to Raise and Use Earthworms for Your Farm and Garden*. Rodale Press Emmanaus, P.A. p: 115 – 149.
- Minnich, J. 1977b.** Introducing the Earthworm (Chapter 1). *In* Minnich, J. (Ed.). *The Earthworm Book, How to Raise and Use Earthworms for Your Farm and Garden*. Rodale Press Emmanaus, P.A. p: 1 – 55.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2000.** Tanah-tanah Pertanian di Indonesia. *Dalam* (Tim Puslittanak, Ed.). *Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Puslittanak. Hlm. 21 – 65.