

Biodiversitas dan Sifat Kimia Tanah pada Ekosistem Lada dan Ubi Kayu di Lampung Timur

Soil Biodiversity and Chemistry at Pepper and Cassava Ecosystems in East Lampung

Arfi Irawati^{1,2}, Rahayu Widyastuti³, Atang Sutandi³, Komaruddin Idris³

¹ Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Jl. Raya Dramaga Bogor 16680, Jawa Barat

² Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, Jl. Zaenal Abidin Pagar Alam No. 1A, Bandar Lampung 35145, Lampung

³ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor, Jl. Raya Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel :

Diterima : 30 April 2015

Direview : 20 Mei 2015

Disetujui : 13 Maret 2016

Katakunci :

Biodiversitas
Sifat kimia tanah
Ekosistem ubi kayu
Ekosistem lada

Keywords :

Biodiversity
Soil chemical properties
Cassava ecosystem
Pepper ecosystem

Abstrak. Biodiversitas tanah dipengaruhi oleh ekosistem lahan pertanian dan biodiversitas menggambarkan kesuburan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh ekosistem lada (*Piper nigrum*) dan ubi kayu (*Manihot esculenta*) terhadap keragaman fauna tanah, mikroba tanah fungsional dan sifat kimia tanah. Pengambilan contoh tanah dilaksanakan di Kabupaten Lampung Timur pada akhir musim kemarau pada bulan Agustus 2013. Hasil identifikasi pada ekosistem lada dan ubi kayu menunjukkan bahwa terdapat 11 taksa biota tanah yang terdiri dari kelompok mesofauna (Acari dan *Collembola*) dan kelompok makrofauna (*Aranea*, *Chilopoda*, *Coleoptera*, *Diplura*, *Diplopoda*, *Hymenoptera*, *Isopoda*, *Isoptera* dan *Pseudoscorpion*). Total kelimpahan fauna tanah yang ditemukan sebanyak 17529 individu terdiri dari 7210 individu pada ekosistem lada dan 10319 individu pada ekosistem ubi kayu. Populasi azotobacter, mikroba selulolitik dan total bakteri pada ekosistem lada berbeda secara signifikan dengan ekosistem ubi kayu, sedangkan populasi bakteri pelarut fosfat dan total fungi tidak berbeda nyata. Sifat kimia tanah tidak berbeda signifikan antara kedua ekosistem ini. Berdasarkan analisis diskriminan diketahui bahwa KTK, I_{ad} , C-organik, pasir, liat dan total bakteri memiliki nilai fungsi sebagai faktor pembeda dan sifat-sifat ini dapat dimanfaatkan sebagai basis untuk pengelolaan tanah pada ekosistem lada dan ubi kayu.

Abstract. Soil biodiversity is influenced by agricultural ecosystems and the biodiversity is an indicator of soil fertility. The objective of this research were to evaluate the effects of pepper (*Piper nigrum*) and cassava (*Manihot esculenta*) ecosystems on soil fauna biodiversity, population of functional microbes, and soil chemical properties. Soil samples were taken from East Lampung District in the end of dry season (August) 2013. The identification revealed 11 taxa of soil biota, i.e. group of mesofauna (Acari and *Collembola*) and group of macrofauna (*Araneae*, *Chilopoda*, *Coleoptera*, *Diplura*, *Diplopoda*, *Hymenoptera*, *Isopoda*, *Isoptera*, and *Pseudoscorpion*). The total abundance of soil fauna was 17529 individuals; 7210 in pepper and 10319 in cassava, but there was no significant difference in mean soil fauna abundance between the two ecosystems. Azotobacter, cellulolytic and total bacteria showed significant differences in the abundance between pepper and cassava ecosystems, but the significant difference was not detected for phosphate solubilizing bacteria and total fungi. The soil chemical characteristics were not different between the two ecosystems. Based on the discriminant analysis, the variables that differentiated the two ecosystems were cation exchange capacity, exchangeable Al, organic carbon content, sand content, clay content, and total bacteria. These variables can be used as the basis for managing the pepper and cassava ecosystems.

Pendahuluan

Biodiversitas tanah pada lingkungan tumbuh tanaman akan melengkapi data sifat kimia dan fisika tanah yang telah lebih dahulu menjadi fokus perhatian dalam pengelolaan tanah pertanian. Menurut Breure (2004), biodiversitas tanah ditujukan terhadap semua organisme yang hidup di dalam tanah yang dapat dikelompokkan ke dalam makro, meso maupun mikro fauna dan kelompok mikroorganisme yaitu bakteri, jamur, protozoa dan alga. Sebagai bagian penting dari ekosistem, tanah memiliki keragaman biologi yang sangat tinggi dan organisme tanah merupakan faktor kunci yang akan dipengaruhi oleh tanah sebagai habitatnya (Havlicek *et al.* 2012). Suatu ekosistem

yang berfungsi sebagai ekosistem pertanian dapat diketahui dari keberadaan tanaman sebagai produsen tingkat 1 dan keragaman dekomposer (mikroba dan kelompok fauna tanah) (Schloter *et al.* 2003).

Tanaman budidaya dapat menjadi penciri spesifik bagi suatu daerah. Oleh sebab itu untuk mendukung upaya pengembangan komoditas unggulan di Lampung Timur yaitu lada (*Piper nigrum*) dan ubi kayu (*Manihot esculenta*) maka dilakukan penelitian terhadap keragaman sifat-sifat tanah yang dalam hal ini dibatasi pada ekosistem lada dan ubi kayu yang masih produktif. Menurut Breure (2004), pada suatu ekosistem terdapat mikroorganisme tanah yang memiliki peranan penting dalam mempertahankan kemampuan tanah secara terus menerus dengan menjaga fungsi ekologi tanah melalui hubungan

*Corresponding author : Email. arfiirawati@yahoo.co.id

timbang balik dengan tanaman. Tanaman lada merupakan komoditas asli Daerah Lampung yang dikenal sebagai Lada Hitam Lampung (*Lampung Black Pepper*) dan ubikayu merupakan tanaman yang memiliki nilai investasi di bidang agribisnis dan memiliki peranan penting untuk ketahanan pangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh ekosistem lada dan ubi kayu terhadap biodiversitas fauna tanah, populasi mikroba fungsional dan sifat kimia tanah. Hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai data dasar kondisi tanah sekarang yang dapat menjadi bagian dari bahan pertimbangan untuk pengambilan keputusan dalam melakukan pengelolaan tanah bagi tanaman lada dan ubi kayu di Lampung Timur.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian di Kabupaten Lampung Timur, terletak pada posisi 105°15' BT – 106°20' BT dan 4°37' LS – 5°37' LS. Wilayah Lampung Timur berada pada ketinggian 25 meter di atas permukaan laut (m dpl) dan memiliki bulan basah selama 6 bulan yaitu Desember – Juni dan bulan kering selama 6 bulan yaitu Juli – Nopember sehingga dikategorikan ke dalam tipe curah hujan B (Smith dan Ferguson, 1951).

Pengambilan contoh tanah dilakukan pada bulan Agustus 2013 yaitu pada awal musim kemarau ketika kondisi curah hujan 2 mm.bl⁻¹ di wilayah Kecamatan Sukadana dan 1 mm.bl⁻¹ di wilayah Kecamatan Margatiga. Contoh tanah yang diambil berasal dari wilayah non rizosfer yaitu bagian tanah tanpa akar dan tanah yang melekat pada akar (Husen, 2007). Dari 20 lokasi pengambilan contoh tanah terdiri dari 10 ekosistem lada dan 10 ekosistem ubi kayu. Berdasarkan jenis tanah, sebanyak 18 lokasi dikelompokkan ke dalam ordo Inceptisols dan 2 lokasi ordo Ultisols. Pada kategori great group terdiri dari eutropepts sebanyak 4 lokasi, dystropepts sebanyak 14 lokasi dan tropudults sebanyak 2 lokasi.

Ekstraksi fauna tanah dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Identifikasi fauna tanah dan analisis mikroba tanah fungsional dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Tanah, Insitut Pertanian Bogor (IPB) dan analisis kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, IPB.

Untuk pengamatan fauna tanah, dilakukan pengambilan contoh tanah pada masing-masing lokasi yang diambil secara diagonal dari 5 titik pengambilan contoh tanah pada kedalaman 0 – 20 cm sehingga

diperoleh 100 contoh tanah. Bahan kimia untuk mengekstraksi fauna tanah adalah etilen glikol dan alkohol 70% untuk mengidentifikasi dan menyimpan fauna tanah. Alat yang digunakan adalah *Berlese funnel extractor*. Pengamatan fauna tanah menggunakan stereomikroskop dan diidentifikasi dengan mengacu kepada Borror *et al.* (1989); Coleman *et al.* (2004). Perhitungan dilakukan terhadap jumlah fauna tanah (individu.m⁻²) (Meyer, 1996), indeks keragaman (Shannon index), indeks pemerataan (Pielou index), indeks dominansi (Simpson index) (Margurran 2004) dan bobot biomassa fauna tanah (mg.m⁻²) (Widyastuti, 2002).

Untuk analisis mikroba, contoh tanah komposit berasal dari 5 titik pengambilan, kemudiandikemasdi dalam *cool box* untuk menjaga suhu tetap kondusif bagi kehidupan mikroba tanah (2-4°C). Pengamatan terhadap mikrobatanah fungsional (azotobacter, bakteri pelarut fosfat, mikroba selulolitik, total fungi dan total bakteri) yaitu dengan menumbuhkannya pada media spesifik Nitrogen Free Manitol (NFM) (Anas, 1989), Pikovskaya (Anas, 1989), Carboxymethyl cellulose (CMC) (Anas, 1989), Martin agar (Anas, 1989) dan Nutrient agar (Anas, 1989). Tingkat pengenceran untuk azotobacter, bakteri pelarut fosfat, mikroba selulolitik dan total fungi adalah 10⁻³ dan 10⁻⁴, sedangkan untuk total bakteri adalah 10⁻⁶ dan 10⁻⁷. Populasi mikroba dihitung berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh di dalam cawan petri pada tingkat pengenceran tertentu sehingga diperoleh nilai *colony forming unit*/berat kering mutlak (cfu/bkm).

$$\text{Populasi mikroba (cfu/bkm)} = \frac{\text{Jumlah koloni} \times \left(\frac{1}{\text{faktor pengenceran}}\right)}{\text{bkm}}$$

Analisis sifat kimia tanah menggunakan contoh tanah komposit dan bahan-bahan kimia serta alat laboratorium yang disesuaikan dengan metode analisis yang dilakukan untuk mengetahui kadar air, pH, N-total (destilasi), P-tersedia (Bray-1), P-total (HCl 25%), K-total (HCl 25%), C organik (Walkey-Black), dan aluminium dapat dipertukarkan (Al_{dd}) serta H⁺. Sedangkan NH₄OAc pH 7 digunakan dalam analisis kapasitas tukar kation (KTK), Ca_{dd}, Mg_{dd}, K_{dd}, Na_{dd}, dan kejenuhan basa (KB). Tekstur tanah tiga kelas dianalisis dengan metode pipet.

Variabilitas data pada setiap lokasi pengambilan contoh tanah diuji menggunakan standar deviasi dan uji t (p<0,05) untuk membandingkan dua nilai tengah variabel pengamatan. Analisis diskriminan dilakukan untuk mengetahui peranan dari variabel pengamatan yang dapat menjadi penciri/pembeda antara ekosistem lada dan ubi kayu. Keseluruhan data dianalisis menggunakan program *Statistical Product and Service Solution* (SPSS 16).

Hasil dan Pembahasan

Fauna Tanah

Berdasarkan hasil indentifikasifauna tanah, terdapat 11 taksa yang terdiri dari kelompok mesofauna yaitu *Acari* dan *Collembola*, sedangkan yang termasuk kelompok makrofauna adalah *Aranea*, *Coleoptera*, *Diplura*, *Diplopoda*, *Chilopoda* (*Centipedes*), *Hymenoptera* (*Formicidae*), *Isopoda*, *Isoptera* dan *Pseudoscorpion*. Total kelimpahan fauna tanah pada ekosistem lada 7210 individu (mesofauna=860 individu dan makrofauna=6350 individu). Pada ekosistem ubi kayu lebih tinggi yaitu terdapat 10319 individu (mesofauna=447 individu dan makrofauna=9872 individu.). Total jumlah fauna adalah 17529 individu.

Pada ekosistem lada, berdasarkan lama penggunaan lahan tidak terdapat perbedaan terhadap rata-rata jumlah fauna tanah masing-masing taksa, antara lama penggunaan lahan ≤10 tahun dan 11-20 tahun (Tabel 1). Tetapi terjadi pengurangan jumlah taksa pada lama penggunaan lahan 11-20 yaitu menjadi 10 taksa karena tidak ditemukan *Diplopoda*. Indeks keragaman Shannon sedang ($H' = 1.96$) dan kategori tinggi untuk indeks kemerataan Pielou ($E = 0.85$). Indeks dominansi Simpson rendah ($D = 0.16$) menunjukkan bahwa ekosistem dapat didominasi oleh lebih dari satu jenis fauna tanah. Fauna tanah yang mendominasi pada lama penggunaan lahan ≤10 tahun

adalah *Hymenoptera* dan *Diplura*, sedangkan pada lama penggunaan lahan 11-20 adalah *Coleoptera*, *Isopoda*, *Diplura* dan *Hymenoptera*. Berkurangnya jumlah taksa pada penggunaan lahan 11-20 tahun dapat disebabkan adanya kompetisi antar jenis fauna tanah. Persaingan dalam memanfaatkan sumber makanan maupun energi dan persaingan dalam pemangsa terhadap fauna tanah yang ukurannya lebih kecil. Kecenderungan tersebut menyebabkan terjadinya penurunan kemampuan mempertahankan populasi, sehingga suatu jenis hanya bertahan dalam beberapa generasi. Kecepatan penambahan dan pengurangan jenis dapat terjadi karena populasi yang padat atau terjadi perpindahan ke tempat lain.

Pada ekosistem ubi kayu, menunjukkan bahwa pengaruh lama penggunaan lahan ≤5 tahun tidak berbeda nyata dengan lama penggunaan lahan 6-13 tahun terhadap rata-rata kelimpahan fauna tanah (Tabel 2). Keragaman fauna tanah padamasing-masing taksa menunjukkan heterogenitas antar lokasi pengambilan contoh tanah. Indeks keragaman Shannon sedang, indeks kemerataan Pielou tinggi dan indeks dominansi Simpson rendah baik pada lama penggunaan lahan ≤5 tahun maupun 6-13 tahun. Pada lama penggunaan lahan ≤5 tahun lebih didominasi oleh *Hymenoptera*. Hal ini disebabkan ordo *Hymenoptera* memiliki rata-rata jumlah fauna tanah yang tertinggi. Sedangkan pada lama penggunaan lahan 6-13 tahun memiliki indeks dominansi Simpson sedang yaitu didominasi oleh *Hymenoptera* dan *Isopoda*.

Tabel 1. Rata-rata kelimpahan fauna tanah pada ekosistem lada berdasarkan lama penggunaan lahan (≤10 tahun dan 11-20 tahun) di Lampung Timur(n=50)

Table 1. *Everage soil fauna abundance in pepper ecosystem based on the length of time under pepper landuse (≤10 yearsvs11-20 years) in East Lampung(n=50).*

Taksa	10 thn		11-20 thn	
	Rata-rata	STD	Rata-rata	STD
	------(individu.m ⁻²)-----			
Mesofauna				
<i>Acari</i>	52 a	37	85 a	95
<i>Collembola</i>	26 a	27	9 a	14
Makrofauna				
<i>Araneae</i>	20 a	25	31 a	16
<i>Chilopoda</i>	28 a	14	14 a	14
<i>Coleoptera</i>	6 a	14	172 a	167
<i>Diplura</i>	152 a	144	121 a	54
<i>Diplopoda</i>	22 a	13	0 b	0
<i>Hymenoptera</i>	191 a	169	112 a	77
<i>Isopoda</i>	88 a	73	163 a	302
<i>Isoptera</i>	46 a	102	6 a	11
<i>Pseudoscorpion</i>	40 a	47	52 a	44
Jumlah taksa		11		10
Indeks Keragaman Shannon (H')		2,04		1,96
Indeks Kemerataan Pielou (E)		0,85		0,85
Indeks Dominansi Simpson (D)		0,17		0,16

Keterangan :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda menurut uji t pada taraf 5%; STD=Standar deviasi; n=jumlah sampel yang diamati

Menurut Borror *et al.* (1989), *Hymenoptera* merupakan kelompok taksa yang memiliki keragaman besar terhadap kebiasaan dan perilaku sosialnya (serangga eusosial). Coleman *et al.* (2004) bahwa *Hymenoptera* (*Formicidae*) memiliki pengaruh yang besar dalam suatu ekosistem (*ecosystems engineers*), mempengaruhi karakteristik tanah dan bersifat sebagai predator terhadap invertebrata kecil termasuk Oribatida Mites (Ordo Acari) serta dapat mengurangi kelimpahan predator lain (Spiders). *Isopoda* umumnya sebagai saprofor dan mendapatkan makanan dari akar atau dari daun yang berasal dari persemaian (Coleman *et al.* 2004) dan merupakan hama penting bagi tanaman yang dibudidayakan (Borror *et al.* 1989).

Keragaman populasi mesofauna (mikroarthropoda) sedikit dipengaruhi oleh pengolahan tanah (Mazzoncini *et al.* 2010) dan dapat menyebabkan ketidakseimbangan yang mempengaruhi biodiversitas fauna tanah pada seluruh taksa (Liiri 2012). Menurut Goede and Brussaard (2001) bahwa sejak terjadi keseimbangan yang baik pada kelompok arthropoda tanah maka akan bermanfaat dalam menguraikan residu tanaman menjadi humus dan menyediakan kembali unsur hara yang diperlukan untuk pertanaman berikutnya. Hasil penelitian Widyastuti (2005) menunjukkan bahwa fauna tanah dapat membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara pada lahan sawah tadah hujan selama musim kering yang akan digunakan oleh tanaman padi untuk musim tanam berikutnya.

Biomassa fauna tanah

Pada ekosistem lada, rata-rata biomassa fauna tanah pada lama penggunaan lahan ≤ 10 tahun tidak berbeda nyata dengan lama penggunaan lahan 11-20 tahun, kecuali terhadap *Diplopoda* yang berbeda nyata. Karena pada lama penggunaan lahan 11-20 tahun tidak ditemukan *Diplopoda* (Tabel 3). Pada lama penggunaan lahan ≤ 10 tahun indeks keragaman Shannon menunjukkan keragaman yang sedang ($H' = 1,69$), indeks kemerataan Pielou rendah ($E = 0,28$) dan indeks dominansi Simpson tinggi ($D = 0,70$). Biomassa fauna tanah yang mendominasi adalah *Hymenoptera*.

Pada ekosistem lada dengan lama penggunaan lahan 11-20 tahun, walaupun terdapat 10 taksa tetapi menunjukkan indeks keragaman Shannon yang sedang ($H' = 1,30$), indeks kemerataan Pielou yang termasuk rendah ($E = 0,40$) dengan indeks dominansi Simpson yang tinggi ($D = 0,56$) dan fauna tanah yang mendominasi dengan rata-rata biomassa yang tertinggi yaitu *Coleoptera*.

Pada ekosistem ubi kayu, lama penggunaan lahan mempengaruhi keragaman biomassa fauna tanah pada masing-masing taksa. Tetapi pengaruh lama penggunaan lahan terhadap rata-rata biomassa fauna tanah tidak berbeda nyata, baik pada lama penggunaan lahan ≤ 5 tahun maupun 6-13 tahun (Tabel 4). Pada ekosistem ubi kayu, indeks keragaman Shannon dan indeks kemerataan Pielou

Tabel 3. Rata-rata biomassa fauna tanah pada ekosistem lada berdasarkan lama penggunaan lahan (≤10 tahun dan 11-20 tahun) di Lampung Timur (n=50)

Table 3. Average soil fauna biomass in pepper ecosystem based on the length of time under pepper landuse (≤10 years vs 11-20 years) in East Lampung (n=50)

Taksa	≤10 thn		11-20 thn	
	Rata-rata	STD	Rata-rata	STD
----- (mg.m ⁻²) -----				
Mesofauna				
Acari	0,06 a	0,04	0,06 a	0,09
Collembola	12,80 a	13,39	5,80 a	6,56
Makrofauna				
Araneae	11,68 a	14,54	16,83 a	8,72
Chilopoda	1,46 a	0,74	0,80 a	0,84
Coleoptera	5,56 a	12,43	126,16 a	130,39
Diplura	3,03 a	2,88	2,55 a	1,03
Diplopoda	20,31 a	12,45	0,00 b	0,00
Hymenoptera	95,50 a	84,60	42,70 a	38,60
Isopoda	9,94 a	8,26	2,58 a	3,24
Isoptera	27,48 a	61,45	6,72 a	7,70
Pseudoscorpion	7,27 a	7,94	8,09 a	6,93
Jumlah taksa	11		10	
Indeks Keragaman Shannon (H')	1,69		1,30	
Indeks Kemerataan Pielou (E)	0,28		0,40	
Indeks Dominansi Simpson (D)	0,70		0,56	

Keterangan :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda menurut uji t pada taraf 5%; STD=Standar deviasi; n=jumlah sampel yang diamati

Tabel 4. Rata-rata biomassa fauna tanah pada ekosistem ubikayu berdasarkan lama penggunaan lahan (≤ 5 tahun dan 6-13 tahun) di Lampung Timur (n=50)

Table 4. Average soil fauna biomass in cassava ecosystem based on the length of time under cassava landuse (≤ 5 years vs 6-13 years) in East Lampung (n=50)

Taksa	≤ 5 thn		6-13 thn	
	Rata-rata	STD	Rata-rata	STD
----- (mg.m ⁻²) -----				
Mesofauna				
Acari	0,04 a	0,01	0,04 a	0,03
Collembola	2,50 a	2,69	9,50 a	16,16
Makrofauna				
Araneae	10,76 a	7,76	10,30 a	7,92
Chilopoda	1,58 a	0,93	0,80 a	0,84
Coleoptera	38,58 a	26,96	15,47 a	14,34
Diplura	2,40 a	1,54	3,82 a	1,94
Diplopoda	14,30 a	31,97	1,13 a	2,52
Hymenoptera	276,60 a	480,50	264,40 a	311,50
Isopoda	4,32 a	7,79	37,43 a	42,87
Isoptera	6,12 a	13,68	7,56 a	16,90
Pseudoscorpion	3,65 a	3,41	0,79 a	1,31
Jumlah taksa		11		11
Indeks Keragaman Shannon (H')		0,90		0,97
Indeks Kemerataan Pielou (E)		0,38		0,40
Indeks Dominansi Simpson (D)		0,61		0,58

Keterangan :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda menurut uji t pada taraf 5%; STD=Standar deviasi; n=jumlah sampel yang diamati

pada kedua lama penggunaan lahan termasuk dalam kategori rendah. Terjadi dominansi yang tinggi pada lama penggunaan lahan ≤ 5 tahun (D=0,61) dan pada lama penggunaan lahan 6-13 tahun (D=0,58) yaitu oleh *Hymenoptera* yang memiliki nilai rata-rata biomassa tertinggi.

Mikroba Tanah Fungsional

Kelompok mikroba fungsional pada ekosistem lada dan ubi kayu menunjukkan rata-rata populasi azotobacter, mikroba selulotik dan total bakteri pada ekosistem lada lebih tinggi dan berbeda nyata dengan ekosistem ubi kayu,

tetapi tidak berbeda nyata terhadap rata-rata populasi bakteri pelarut fosfat dan total fungi (Tabel 5). Keragaman populasi pada tiap lokasi pengambilan contoh tanah dapat diketahui dengan melihat nilai standar deviasi yang bervariasi. Pada ekosistem lada dan ubi kayu, penambahan unsur N yang berasal dari pupuk dapat mempengaruhi kehidupan azotobacter. Keragaman antar lokasi pengambilan contoh tanah dapat disebabkan azotobacter akan memanfaatkan sumber N untuk mempertahankan hidupnya dan kemudian akan menyediakan N tersebut untuk tanaman. Menurut Groenigren *et al.* (2010) bahwa pengelolaan tanah dapat mempengaruhi keberadaan kelompok mikroba tanah dengan berbagai cara yang

Tabel 5. Populasi mikroba tanah fungsional pada ekosistem lada dan ubi kayu di Lampung Timur (n=40)

Table 5. Population of functional soil microbe in pepper and cassava ecosystem in East Lampung (n=40)

Mikroba Tanah Fungsional	Ekosistem lada		Ekosistem ubi kayu	
	Rata-rata	STD	Rata-rata	STD
----- (log cfu.bkm ⁻¹) -----				
Azotobacter	3,11 b	0,12	3,06 a	0,21
Bakteri Pelarut Fosfat	3,37 a	0,18	3,26 a	0,09
Mikroba Selulotik	3,53 b	0,14	3,31 a	0,12
Total Fungi	3,10 a	0,29	3,11 a	0,18
Total bakteri	6,56 b	0,13	6,21 a	0,27

Keterangan :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda menurut uji t pada taraf 5%; STD=Standar deviasi; n=jumlah sampel yang diamati pada tiap parameter pengamatan; bkm=berat kering mutlak.

mungkin diakibatkan karena kehilangan N, pertumbuhan tanaman dan karbon organik tanah.

Kehadiran bakteri pelarut fosfat pada kedua ekosistem dapat menjadi petunjuk bahwa ketersediaan P bagi tanaman dipengaruhi oleh bakteri pelarut fosfat dan sumber P yang digunakan. Menurut Narsian dan Patel (2000) bahwa pelarutan P oleh bakteri pelarut fosfat selain terjadi karena proses kelasi dan reaksi pertukaran, dapat pula disebabkan oleh menurunnya pH rizosfer sebagai akibat adanya asam organik. Penambahan pupuk majemuk NPK yang mengandung fosfat dapat mempengaruhi kelangsungan hidup bakteri pelarut fosfat yaitudengan memanfaatkan fosfat walaupun dari sumber yang sedikit untuk kepentingan metabolismenya. Sedangkan total fungi menjadi bahan pertimbangan tersendiri karena pada tanah yang diusahakan untuk kegiatan pertanian, fungi memiliki peranan penting dikaitkan dengan siklus unsur hara dan mineralisasi karbon (Anderson dan Cairney, 2004). Demikian halnya dengan hasil penelitian Schloter *et al.* (2003) bahwa populasi bakteri dan jamur kemungkinan dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan kualitas tanah.

Sifat kimia tanah

Keragaman sifat kimia tanah pada ekosistem lada maupun ubi kayu ditunjukkan dari heterogenitas nilai pada

tiap parameter pengamatan (Tabel 6). Keragaman tersebut dapat disebabkan pada ekosistem lada tidak dilakukan pengolahan tanah dan pemupukan Nitrogen : Phosphat : Kalium (NPK) satu tahun sekali dengan kisaran dosis 100 kg.h⁻¹, sedangkan pada ekosistem ubi kayu dilakukan pengolahan tanah intensif dan pemberian pupuk NPK (50-150 kg.h⁻¹) dengan frekuensi satu hingga dua kali selama satu musim tanam (<1 tahun). Dari hasil wawancara pada penelitian ini, pemupukan NPK hanya dilakukan oleh sebagian kecil petani lada (3 orang : 10 orang) dibandingkan petani ubi kayu (7 orang : 10 orang). Penambahan bahan organik dilakukan satu tahun sekali, disesuaikan dengan ketersediaannya dan biasanya menggunakan pupuk kandang yang berasal dari kotoran sapi.

Pada penelitian ini, kondisi ekosistem lada masih ditutupi oleh serasah walaupun hanya tipis, tidak merata dan masih terdapat naungan. Sedangkan pada ekosistem ubi kayu, permukaan tanah hampir tidak ada serasah dan lebih terbuka karena tidak ada naungan. Kandungan P dan K total yang tinggi, dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengelolaan fosfat untuk tanaman lada dan ubi kayu.

Berkaitan dengan pengembangan tanaman lada maka untuk mencapai produksi lada sekitar 1500 kg ha⁻¹ di Lampung disarankan melakukan pemupukan dengan dosis 1600 g NPK+Mg (12-12-4-2). tnm⁻¹ per tahun (Zaubin *et*

Tabel 6. Sifat kimia tanah pada ekosistem lada dan ubi kayu di Lampung Timur

Table 6. Soil chemical properties in pepper and cassava ecosystems in East Lampung

Sifat Kimia Tanah	Ekosistem Lada		Ekosistem Ubi kayu	
	Inceptisol	Ultisol	Inceptisol	Ultisol
pH	5,14 ± 0,28	548 ± 0,04	5,34 ± 0,16	5,46 ± 0,04
N total (%)	0,18 ± 0,05	0,20 ± 0,04	0,17 ± 0,03	0,08 ± 0,01
P tersedia (ppm P)	5,50 ± 2,62	5,03 ± 0,52	4,79 ± 2,71	7,72 ± 0,97
P total (mg.100g ⁻¹)	75,25 ± 19,91	78,15 ± 1,47	75,24 ± 13,77	12,86 ± 2,64
K total (mg.100g ⁻¹)	165,28 ± 78,18	83,60 ± 3,02	124,44 ± 60,24	41,34 ± 0,02
C organik (%)	2,07 ± 0,29	1,82 ± 0,29	2,08 ± 0,28	0,82 ± 0,10
KTK (cmol (+) kg ⁻¹)	17,66 ± 1,43	17,61 ± 2,83	19,85 ± 5,08	15,98 ± 1,99
KB (%)	60,51 ± 10,97	52,29 ± 1,62	55,56 ± 15,13	38,83 ± 0,92
Al-dd (cmol (+) kg ⁻¹)	0,14 ± 0,11	0,17 ± 0,04	0,17 ± 0,19	0,19 ± 0,04
H-dd (cmol (+) kg ⁻¹)	0,17 ± 0,24	0,17 ± 0,05	0,12 ± 0,05	0,21 ± 0,04
Ca-dd (cmol (+) kg ⁻¹)	7,05 ± 1,45	6,60 ± 0,24	7,15 ± 1,64	3,89 ± 0,02
Mg-dd (cmol (+) kg ⁻¹)	1,81 ± 0,51	1,26 ± 0,45	1,71 ± 0,60	0,44 ± 0,13
K-dd (cmol (+) kg ⁻¹)	1,02 ± 0,31	0,86 ± 0,03	0,87 ± 0,25	0,53 ± 12,18
Na-dd (cmol (+) kg ⁻¹)	0,80 ± 0,05	1,06 ± 0,04	0,81 ± 0,09	0,97 ± 0,01
Pasir (%)	21,53 ± 4,70	37,05 ± 6,72	22,15 ± 5,33	60,31 ± 0,99
Debu (%)	27,45 ± 2,31	25,95 ± 1,67	26,94 ± 3,24	13,21 ± 3,02
Liat (%)	51,04 ± 3,95	41,85 ± 2,23	50,91 ± 4,23	28,26 ± 0,49

Keterangan :

Rata-rata ± Standar deviasi; Jumlah sampel ultisol=4; jumlah sampel inceptisol 18 pada masing-masing ekosistem;

al. 2005). Sedangkan untuk pengembangan tanaman ubi kayu maka kebutuhan terhadap unsur hara K melebihi kebutuhan terhadap N. Kebutuhan ubi kayu terhadap unsur hara K adalah sekitar 187 kg untuk menghasilkan 30 t ha⁻¹ (Ispandi 2003). Karena apabila terjadi kekurangan N dan K maka tidak akan diperoleh hasil umbi yang optimal. Menurut Radjit *et al.* (2014) bahwa untuk menghasilkan 15 ton ubi kayu maka unsur hara yang terangkut pada saat panen adalah 35 kg N; 5.8 kg P; 46 kg K; 7 kg Ca; dan 4.5 kg Mg.ha⁻¹.musim⁻¹. Sedangkan hasil penelitian Wargiono *et al.* (2006) menunjukkan bahwa hara yang terbawa pada saat panen ubi kayu pada tingkat hasil 30 ton.ha⁻¹ yaitu sebesar 147.6 kg N; 47.4 kg P₂O₅ dan 72.9 kg K₂O.ha⁻¹. Hasil penelitian lain yang mendukung adalah bahwa tekstur tanah dan kandungan C organik dapat menjadi indikator terhadap kelimpahan dan jumlah jenis fauna tanah (Zhu dan Zhu, 2015) dan fauna tanah berperan dalam ketersediaan N dan dekomposisi serasah (Li *et al.* 2004).

Keberadaan fauna, mikroba dan sifat kimia tanah pada ekosistem lada dan ubi kayu

Analisis diskriminan dimaksudkan untuk mengetahui informasi mengenai variabel pengamatan yang paling berperan (berkontribusi) dalam melakukan diskriminasi pada kedua ekosistem yaitu lada dan ubi kayu. Nilai wilks' lambda (0,13) menunjukkan matriks keragaman (covarian matrix) variabel-variabel pengamatan pada kedua ekosistem tidak berbeda nyata. Artinya bahwa berdasarkan matriks keragaman tersebut maka dapat dilanjutkan untuk di uji diskriminasi (Tabel 7).

Tabel 7. Nilai Wilks' lamda terhadap ekosistem lada dan ubi kayu(n=16)

Table 7. Wilks' lamda value in pepper and cassava ecosystems(n=16)

Nilai Wilks' Lambda	Chi-square	Derajat bebas	Sig.
0,13	20,36	16	0,20

Dalam analisis diskriminan, terdapat nilai fungsi pada koefisien fungsi diskriminan terstandarisasi (Tabel 8) yang dapat menunjukkan bahwa secara relatif, variabel yang memiliki nilai koefisien yang lebih besar maka akan menyumbangkan kekuatan diskriminasi yang lebih besar pada kedua ekosistem tersebut. Variabel-variabel yang mempunyai kontribusi besar dalam membedakan kedua ekosistem tersebut adalah KTK, Al_{dd}, C-organik, liat, pasir dan total bakteri, dibandingkan dengan nilai koefisien variabel lain. Dalam hal ini keseluruhan variabel pengamatan diuji secara simultan (analisis multivariate).

Untuk melengkapi tahapan dalam analisis diskriminan, maka dilakukan uji klasifikasi terhadap keanggotaan (variabel pengamatan) dalam ekosistem yang menunjukkan bahwa hasil pengelompokan terhadap variabel pengamatan adalah 100% benar, baik keanggotaan untuk ekosistem lada maupun keanggotaan pada ekosistem ubi kayu (Tabel 9). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa fungsi keanggotaan variabel pengamatan telah benar-benar dapat mewakili dalam membedakan ekosistem lada maupun ubi kayu.

Tabel 8. Koefisien fungsi diskriminan terstandarisasi terhadap rata-rata kelimpahan fauna, mikroba fungsional dan sifat kimia tanah

Table 8. Standardized canonical discriminant function coefficients of average of soil fauna abundance, functional soil microbes and soil chemical properties

Variabel	Nilai koefisien fungsi diskriminan terstandarisasi
pH	0,20
N total	0,45
P total	-0,19
K potensial	-0,68
C organik	1,29
KTK	1,70
KB	0,27
Al _{dd}	1,54
Pasir	1,1
Liat	1,43
Fauna tanah	0,27
Azotobacter	-0,134
Bakteri pelarut fosfat	-0,249
Mikroba selulotik	-0,431
Total fungi	0,939
Total bakteri	-1,432

Tabel 9. Hasil klasifikasi terhadap keanggotaan dalam kelompok ekosistem(n=16)

Table 9. Classification results of predicted membership ecosystems group (n=16)

Lokasi	Keanggotaan dalam kelompok		Total
	Ekosistem lada	Ekosistem ubi kayu	
Ekosistem lada	100	0	100
Ekosistem ubi kayu	0	100	100

Keterangan : Pengelompokan secara benar (100%)

Kesimpulan

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara ekosistem lada dan ubi kayu dalam hal kelimpahan fauna tanah. Lama penggunaan lahan yang juga tidak

mempengaruhi kelimpahan fauna tanah, kecuali tidak ditemukannya *Diplopoda* pada ekosistem lada (lama penggunaan lahan 11-20 tahun). Pada ekosistem lada didapatkan bahwa azotobacter, mikroba selulolitik dan total bakteri memiliki populasi lebih tinggi dan berbeda nyata dengan ekosistem ubi kayu, sedangkan bakteri pelarut fosfat dan total fungi tidak berbeda nyata. Sifat kimia tanah tidak berbeda secara signifikan antara kedua ekosistem ini. KTK, Al_{td}, C-organik, pasir, liat, dan total bakteri memberikan kontribusi sebagai penciri/pembeda terhadap diskriminansi kedua ekosistem. Fungsi pembeda tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber data yang memiliki pengaruh yang penting dalam pengelolaan tanah pada ekosistem lada dan ubi kayu di Lampung Timur.

Daftar Pustaka

- Anas, I. 1989. Petunjuk Laboratorium Biologi Tanah dan Praktek. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Anderson, I. C. dan J.W.G. Cairney. 2004. Diversity and ecology of soil fungal communities: increased understanding through the application of molecular techniques. *Environ. Microbiol.* 6 : 769-779
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Lampung Timur. 2014. Lampung Timur Dalam Angka. Lampung Timur (ID) : BPS.
- Borror, B.V., C.A. Triplehorn, dan N.F. Johnson. 1989. Pengenalan Pelajaran Serangga. Edisi ke-6. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 1084 Halaman.
- Breure, A.M. 2004. Soil Biodiversity : measurements, indicators, threats and soil functions. International Conference Soil and Compost Eco-Biology. 15-17 September 2004. Leon-Spain. Session 1. Paper 3: 83-96.
- Coleman, D.C., D.A. Crosley, dan P.F. Hendrix. 2004. Fundamentals of Soil Ecology. Second Edition. Institut of Ecology, University of Georgia. Elsevier Academic Press, Georgia. 386 Halaman.
- Cluzeau, D., M. Guernion, R. Chaussod, F.M. Laurent, C. Villenave, J. Cortet, N.C. Ruiz, C. Pernin, T. Maitelle, dan Philippot. 2012. Integration of biodiversity in soil quality monitoring: Baseline for microbial and soil fauna parameters for different land-use types. *European J of Soil Biology.* 49 : 63-72.
- Doran, J.W. dan M. Safley. 1997. Defining and assessing soil health and sustainable productivity in: Pankhurst CE. Doube BM. Gupta VVSR (Eds.). *Biological Indicators of Soil Health.* CAB International. New York. Hal 1-28.
- Doran, J.W. dan M. R. Zeiss. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology.* 15 : 3-11.
- Elliot, L.F., J.M. Lynch, dan R.I. Papendick. 1996. The microbial component of soil quality. G. Stotzky dan J.M. Bollag J.M (Eds.). *Soil Biochemistry.* 9 : 1-21.
- Goede, R. G. M., dan L. Brussaard. 2001. Soil Zoology: An indispensable component of integrated ecosystem studies. *European J of Soil Biology.* 38 : 1-6
- Groenigen, K.J., J. Bloem, E. Baath, P. Boeckx, J. Rousk, S. Bode, D. Forristal, dan M.B. Jones. 2010. Abundance, production and stabilization of microbial under conventional and reduce tillage. *Soil Biology and Biochemistry.* 42 : 48-55.
- Havlicek, E. 2012. Soil biodiversity and bioindication : from complex thinking to simple acting. *European J of Soil Biology.* 49 : 80-84.
- Husen, E. 2007. Pengambilan Contoh Tanah Untuk Analisis Mikroba. Hal 5-12. Saraswati R, Husen E dan Simanungkalit RDM (Editor). *Metode Analisis Biologi Tanah.* Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 271 Halaman.
- Ispandi, A. 2003. Pemupukan P, K dan waktu pemberian pupuk K pada tanaman ubi kayu di lahan kering vertisol. *Jurnal Ilmu Pertanian.* 10 (02) : 35 : 50.
- Li, X., F. Wu, W. Yang, L. Xia, dan B. Tan. 2014. Contribution of meso and macro fauna to nitrogen release in needle litter decomposition of *Abies faxoniana* during freeze thaw period. *Acta Ecologica Sinica.* 34 : 290-293.
- Liiri, M., M. Hasa, J. Haimi, dan Setala. 2012. History of land use intensity can modify the relationship between functional complexity of the soil fauna and soil ecosystem services – A microcosm study. *Applied Soil Ecology.* 55 : 53-61.
- Margurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell, Oxford. 215 Halaman.
- Mazzoncini, M., S. Canali, M. Giovannetti, M. Castagnoli, F. Tittarelli, D. Antichi, R. Nannelli, C. Cristani, dan P. Barberi. 2010. Comparison of organic and conventional stockless arable systems : A multidisciplinary approach to soil quality evaluation. *Applied Soil Ecology.* 44 : 124-132.
- Meyer, E. 1996. Meso fauna: Methods in Soil Biology. Schinner F., R. Ohlinger., E. Kandeler, and R. Margesin (Eds.). Springer-Verlag, Berlin. 437 Halaman.
- Narsian V. dan H Patel. 2000. *Aspergillus aculeatus* as a rock phosphate solubilizer. *Soil Biology and Biochemistry.* 32: 559-565.
- Radjit B.S., Y. Widodo, N. Saleh, dan N. Prasetyawati. 2014. Teknologi untuk meningkatkan produktivitas dan keuntungan usahatani ubi kayu di lahan kering Ultisols. *IPTEK Tanaman Pangan, Vol 9 No 1* : 51-62.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 585 Halaman.
- Schlöter, M., O. Dilly, dan J.C. Munch. 2003. Indicators for evaluating soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 9 : 255-262.
- Wargiono, A., Hasanuddin dan Suyamto. 2006. Teknologi produksi ubi kayu mendukung industri bioethanol. Puslitbangtan, Bogor. 42 Halaman.
- Widyastuti, R. 2002. Soil fauna in rainfed paddy field ecosystems: their role in organic matter decomposition and nitrogen mineralization. *Ecology and Development Series No 3.* Center for development research. University of Bonn, Göttingen. 115 Halaman.

- Widyastuti, R. 2005. Population dynamics of microarthropods (oribatida and *Collembola*) in rainfed paddy field ecosystem in Pati. Central Java. *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 7 (1) : 11-14.
- Zaubin, R., A. Hidayat, dan M. Sesda. 1995. Effect of NPK composition growth and health of black pepper. *Jour. Spice and Med. Crop.* 3 : 51-55.
- Zhu, X., and B. Zhu. 2015. Diversity and abundance of soil fauna as influenced by longterm fertilization in cropland of purple soil, China. *Soil and Tillage Research.* 146 : 39-46.