

PENGARUH KEPADATAN CACING TANAH TERHADAP EMISI CO₂ *mesocosm* PADA KONVERSI LAHAN HUTAN KE PERTANIAN

Sri Dwiastuti, Sajidan, Suntoro, Prabang Setyono
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui: (1) pengaruh Sistem Penggunaan Lahan terhadap kepadatan cacing tanah, (2) pengaruh kepadatan cacing tanah terhadap emisi CO₂ *mesocosm* (3) kontribusi kepadatan cacing terhadap emisi CO₂ *mesocosm*. Lokasi penelitian Didaerah Gondangrejo dengan enam Sistem Penggunaan Lahan yaitu: (1) Hutan, (2) Agroforestri Kompleks, (3) Agroforestri Sederhana, (4) Monokultur Jati, (5) Polikultur Jati-Akasia dan (6) Tanaman semusim kacang tanah. Penelitian ini bersifat eksploratif-deskriptif-eksperimental. Inventori cacing tanah dilakukan dengan metode handsorting dengan monolit dari enam Sistem Penggunaan Lahan tersebut diatas. Data penelitian dianalisis secara kuantitatif menggunakan metode statistik dengan alat bantu SPSS 0.16. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) Sistem Penggunaan lahan berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kepadatan cacing tanah musim penghujan dan berpengaruh sangat signifikan ($sig < 0,01$) terhadap kepadatan cacing tanah musim kemarau, (2) Kepadatan cacing tanah berpengaruh sangat signifikan ($sig < 0,01$) terhadap emisi CO₂ *mes* vegetatif dan emisi CO₂ *mesocosm* total, (3) Kontribusi kepadatan cacing tanah musim hujan memberikan kontribusi sangat kecil yaitu pada emisi CO₂ *mes* vegetatif 1,8 % sedang pada emisi CO₂ *mes* total 6,3 %, sedang kontribusi kepadatan cacing kemarau memberikan kontribusi lebih besar yaitu pada emisi CO₂ *mes* veg 71,8 % dan pada emisi CO₂ *mes* total 49,7 %

Keyword: cacing tanah, emisi CO₂ *mesocosm*.

PENDAHULUAN

Konversi lahan hutan ke lahan pertanian mengakibatkan penurunan kepadatan populasi cacing tanah yang diakibatkan berkurangnya jumlah pohon sehingga produksi seresah sebagai faktor makanan cacing tanah pun juga ikut berkurang. Dikatakan oleh Baker (1998) bahwa kepadatan, biomasa dan diversitas cacing tanah dipengaruhi oleh sistem penggunaan lahan. Hal ini bisa kita lihat bahwa cacing tanah yang berada di hutan memiliki kepadatan yang tinggi karena adanya tutupan tajuk yang berfungsi mengurangi evaporasi dan menjaga kelembaban serta suhu tanah.

Konversi hutan ke lahan pertanian menyebabkan terganggunya ekosistem seperti berkurang dan berubahnya vegetasi menyebabkan perubahan dari ekosistem tertutup menjadi ekosistem terbuka yang diikuti juga oleh perubahan iklim mikro dan faktor-faktor diatas maupun dibawah tanah baik secara fisik maupun kimia. Maka dari perubahan kondisi tersebut akan didapatkan variasi kepadatan cacing tanah pada berbagai tutupan lahan pada tanaman budidaya,

Alih guna hutan rakyat menjadi lahan pertanian merupakan bentuk degradasi dan kerusakan lahan sebagai satu ekosistem lingkungan. Sistem manajemen penggunaan lahan dapat mempengaruhi emisi CO₂ yang berkaitan erat dengan produksi pertanian. (Flessa *et al.* 2002; Dalgaard *et al.* 2003). Berbagai pengolahan lahan dengan variasi tanaman budidaya yang ada saat ini memiliki sumbangan yang berbeda-beda terhadap konsentrasi emisi CO₂ yang ada di atmosfer dan CO₂ di permukaan tanah. Akumulasi dari emisi CO₂ akan menimbulkan dampak pemanasan global dan perubahan iklim yang saat ini merupakan isue global. Tingkat pemanasan global terjadi karena tidak berimbangnya jumlah emisi CO₂ dengan serapan CO₂ ditingkat global dikarenakan rendahnya biodiversitas flora dan fauna. Hal ini memprihatinkan karena banyak alih guna hutan menjadi lahan pertanian.

CO₂ merupakan salah satu Gas Rumah Kaca (GRK) penyebab pemanasan global. CO₂ dapat dimanfaatkan oleh berbagai vegetasi untuk proses fotosintesis, oleh karena itu keberadaan tutupan lahan berperan penting dalam mereduksi emisi CO₂. Tutupan lahan ini akan mempertahankan iklim mikro terutama kelembaban udara (Hairiah.K. *et.al* 2004).

Isu peningkatan suhu global menunjukkan pentingnya fungsi ekologis hutan sebagai penyerap karbon atmosferik. Hal ini menambah arti penting konservasi hutan untuk menyelamatkan keanekaragaman hayati. Dalam melihat fungsi hutan sebagai penyerap karbon, informasi mengenai jumlah karbon yang ditambat oleh suatu kawasan hutan (stok karbon) menjadi penting.

Cacing tanah merupakan makrofauna yang keberadaannya di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tutupan lahan. Populasinya dipengaruhi oleh makanan yang tersedia pada ekosistem tersebut, yang berasal dari serasah tanaman dan berbagai sisa organik dari organisme lain, serta kondisi iklim mikro. Kotoran cacing tanah (*Cast*) banyak mengandung karbon (C), hal ini sesuai dengan yang dikatakan oleh Dewi (2007) bahwa *cast* merupakan agregat tanah yang stabil sehingga mampu menyimpan C dalam waktu yang lama. Oleh karena itu jumlah *cast* yang semakin banyak akan berdampak pada mitigasi CO₂. Lebih lanjut Yulipriyanto (2010) menjelaskan bahwa *cast* cacing tanah memiliki kandungan C, hara tersedia yang tinggi dan populasi mikroorganisme dibanding mineral tanah sekitarnya. Oleh karena itu cacing tanah berperan sebagai penyimpan Carbon dalam *cast* sebagai upaya mitigasi CO₂. Makrofauna permukaan tanah dapat merespon perubahan lingkungan dengan cara bermigrasi ke tempat lain (Sugiyarto, 2003).

Hale *et al.*,(2006) menyatakan bahwa perubahan struktur kimia tanah dan dinamika hara akan mempengaruhi invasi cacing tanah. Oleh karena itu cacing tanah dapat dijadikan bioindikator produktivitas dan kesinambungan fungsi tanah, sehingga eksistensi dan peran cacing tanah dapat digunakan sebagai informasi awal dalam rangka meningkatkan kesuburan tanah di tanah marginal berbatu kapur yang miskin hara.

Eksistensi cacing tanah pada lahan yang alami akan menjaga proses siklus hara berlangsung secara terus menerus sebaliknya pada lahan pertanian pada umumnya memiliki cacing tanah yang mengalami penurunan populasi yang disebabkan oleh penurunan atau hilangnya sejumlah spesies tumbuhan, penurunan produksi serasah, perubahan sifat biologis, fisik dan kimia tanah, penurunan populasi fauna lain dan mikroorganisme tanah, dan perubahan iklim mikro ke arah yang kurang menguntungkan bagi pertumbuhan makhluk hidup di dalamnya (Nuril *et al.*, 1999). Adanya lingkungan tutupan lahan akan menambah kuantitas serasah dan yang dapat mengkondisikan iklim mikro untuk kehidupan cacing tanah. Namun demikian dikatakan oleh Foth (1994) bahwa cacing tanah tidak menyukai kondisi jenuh air dan peka radiasi sinar ultra violet. Perubahan konversi hutan tropis menjadi lahan pertanian dapat meningkatkan kepadatan cacing tanah *exotic* seperti *Pontoscolex corethurus* (Liu, and Zou., 2002).

Secara umum diversitas cacing tanah berperan dalam keberlanjutan ekosistem sebagai agen dalam siklus hara dan penyerapan C, serta memodifikasi struktur tanah dan kelembaban (Dewi, 2007). Serasah dianggap sebagai sumber makanan yang paling baik bagi cacing tanah karena karbohidratnya relatif tinggi dan rendah kandungan lignoselulosenya. Cacing tanah tidak mampu makan serasah segar yang baru jatuh dari pohon. Serasah tersebut membutuhkan periode tertentu untuk lapuk atau terurai sampai cacing tanah mampu memakannya (Edward & Lofty,1977). Lebih lanjut bahan organik

tanah sangat berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan aktivitas biologi tanah dan meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman (Suin, 1997).

Lebih lanjut dikatakan oleh Dewi (2007) bahwa perubahan iklim mikro dan ketersediaan makanan cacing tanah dipengaruhi oleh: tutupan lahan oleh tajuk, jumlah dan kualitas masukan seresah, ketebalan seresah di permukaan tanah, sistem perakaran, dan kandungan bahan organik. Cacing tanah mempunyai peranan penting dalam dekomposisi bahan organik tanah dalam penyediaan unsur hara. Cacing tanah akan meremah-remah substansi nabati yang mati, kemudian bahan tersebut akan dikeluarkan dalam bentuk kotoran (Rahmawaty, 2004).

Dikawasan Gondangrejo Kabupaten Karanganyar ditemukan adanya indikasi perubahan dari lahan hutan rakyat sebagai ekosistem tertutup menjadi lahan pertanian yang merupakan ekosistem terbuka. Semula hutan yang ada disekitar merupakan hutan jati sehingga sebagian penduduk menggunakan kayunya sebagai mata pencaharian untuk kerajinan dan kebutuhan sehari-hari. Dituntut kebutuhan ekonomi keluarga maka kawasan tersebut beralih fungsi menjadi lahan pertanian semusim. Dampaknya adalah tanah marginal berbau induk kapur tersebut semakin miskin hara bilamana dibiarkan maka semakin parah kerusakan lingkungan hidup. Padahal telah kita sadari bahwa hutan berperan penting dalam menyerap CO₂ dari atmosfer dan menyimpannya dalam ekosistem hutan. Produktivitas hutan merupakan gambaran kemampuan hutan dalam mengurangi emisi CO₂ melalui aktivitas fisiologinya.

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian dilakukan di daerah Gondangrejo dengan berbagai Sistem Penggunaan Lahan. Penelitian lapang dilakukan di enam SPL yaitu SPL Hutan Krendowahono (SPL 1), SPL Agroforestri Kompleks (SPL 2), SPL Agroforestri Sederhana (SPL2), SPL Monokultur *Tectona grandis* (SPL 4), SPL Polikultur *Tectona grandis-Acacia sp* (SPL 5) dan SPL Monokultur tanaman semusim *Arachis hypogea* (SPL 6).

Pengambilan Sampel cacing tanah menggunakan monolit yang dilakukan dengan metode *hand sorting* yaitu tanah dari monolith dipisahkan secara manual (*hand sorting*) dari tanah, kemudian cacing dimasukkan ke dalam flakon yang berisi formalin 4% selama beberapa detik hingga tubuhnya kaku. Terakhir cacing tanah siap dimasukkan dalam flakon yang berisi alkohol 70% dan sudah diberi label. Pengambilannya dilakukan 2 kali selama penelitian, yaitu pada awal penelitian (musim penghujan) dan akhir penelitian (musim kemarau) dengan menghitung kepadatan.

Untuk mencari kepadatan cacing tanah dengan cara menghitung jumlah spesies/populasi (ekor/m²). Menghitung kepadatan (*density*, ekor/m²) dengan mengkonversi dari hitungan metode monolit dengan cm² ke satuan m² yaitu 10.000/625x jumlah cacing.

Untuk pengukuran iklim mikro dilakukan setiap pagi dan siang hari seminggu dua kali. Iklim Mikro yang diamati meliputi suhu, kelembaban dan intensitas cahaya. Pengukuran suhu tanah pada setiap lokasi pengamatan dengan cara menggunakan pH meter dan dilakukan pada setiap titik ulangan pada pagi dan siang hari, dan pengamatan dilakukan dua kali setiap minggu selama 6 bulan. Pengukuran suhu udara dengan menggunakan termohigrometer. Kelembaban udara diukur dengan menggunakan termohigrometer. Setiap titik dilakukan dua kali pengukuran setiap minggu selama enam bulan. Pengukuran tutupan lahan dilakukan dengan menggunakan meteran, dimana setiap pohon diukur sebanyak 4 kali pengukuran diameter dengan batang utama pohon

sebagai titik tengahnya. Pengukuran emisi CO₂ dengan menggunakan adalah boks penangkap gas CO₂ (sungkup), termometer, jarum suntik, alat tulis dan blangko pengamatan. Sedang bahan yang diperlukan adalah gas standard CO₂ 10600 ppm. Penetapan emisi dengan menggunakan Gas Chromatografi. Pengambilan sampel gas CO₂ dilakukan pada pukul 06.00-08.00 WIB dengan metode *Dynamic Closed Chamber* (sungkup) berukuran 40 x 20 x 20 cm. Pengambilan sampel gas dilakukan dengan menggunakan suntikan volume 10 ml yang ditutup dengan *septum* dan dilapisi *aluminium foil*. Untuk mengetahui variasi emisi gas rumah kaca karbon dioksida (CO₂) pengambilan dilakukan pada rentang waktu tertentu. Pengambilan CO₂ dilakukan sebanyak 3 fase pengambilan yang mengacu pada fase pertumbuhan tanaman kacang tanah, yaitu 20 hari (fase vegetative), 30 hari (fase vegetative maksimal), 40 hari (fase generative). Waktu yang dilakukan untuk pengambilan sampel gas adalah dengan rentangan waktu masing-masing 15 menit, yaitu pada menit ke 15, ke 30, ke 45, dan 60. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui dinamika emisi gas rumah kaca. Setelah sample diambil kemudian dikirim ke Balingtan (2007) Jakenan, Pati untuk dianalisis. Sedang bahan yang diperlukan adalah gas standard CO₂ 10600 ppm.

Untuk mengetahui bahwa emisi yang dikeluarkan dari cacing tanah maka menggunakan mesocosm yaitu merupakan lubang di tanah dengan ukuran 50 x 40 x 30 cm yang dilapisi dengan plastik yang telah dilubangi dibagian bawahnya. Mesocosm berbahan plastik yang dilubangi 1 mm di bagian bawah berfungsi untuk drainase, mengontrol populasi cacing, dan sebagai alas tambahan pada kondisi lapangan. Di bawah plastik diberi paranet yang berfungsi untuk menghambat keluarnya cacing melalui lubang-lubang plastik yang telah dibuat.

Sterilisasi tanah dilakukan dengan tujuan untuk mengeliminasi biota-biota tanah sehingga tanah yang diaplikasikan dalam mesocosm merupakan tanah steril tanpa adanya biota tanah. Sterilisasi tanah dilakukan dengan menggunakan larutan *formaldehyde*.

Pemberian seresah dilakukan pada permukaan. Pemberian seresah dilakukan setelah tanah disterilkan. Banyaknya seresah yang ditambahkan dalam mesocosm pada setiap SPL berbeda-beda. Setelah disterilkan dan mendapat perlakuan seresah, tanah diinkubasi.

Jenis cacing yang ada di Kecamatan Gondangrejo adalah *Pontoscolex corethrurus* dan *Metaphire javanica*. Kepadatan populasi dan biomassa cacing tanah disetiap SPL berbeda-beda tergantung pada tutupan lahannya. Cacing tanah *Pontoscolex corethrurus* diperoleh dari membeli cacing yang ada di wilayah Surakarta yang sebelumnya telah diidentifikasi untuk memastikan jenisnya. Sedangkan *Metaphire javanica* diperoleh dari mengumpulkan cacing tanah yang ada di lokasi penelitian. Kemudian dipelihara dalam ember yang berisi tanah Vertisols dan kotoran sapi. Aklimatisasi cacing tanah dalam mesocosm dilakukan setelah tanah diinkubasi.

Data penelitian dianalisis secara kuantitatif menggunakan metode statistik dengan alat bantu SPSS 0.16 dengan urutan sebagai berikut:

Untuk mengetahui pengaruh Sistem Penggunaan Lahan terhadap faktor lingkungan yang memungkinkan adanya perbedaan eksistensi cacing tanah perlu diuji dengan *analysis of variance* (ANOVA). Dari hasil uji ANOVA dicari yang signifikan kemudian diuji lanjut dengan uji DUNCAN. Keeratan hubungan antar variabel diuji dengan analisis KORELASI. Bila hubungan dari korelasi tersebut sangat nyata atau nyata dilanjutkan dengan uji REGRESI untuk mengetahui bentuk hubungannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Sistem Penggunaan Lahan terhadap kepadatan cacing tanah

Adanya alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian mengakibatkan adanya perubahan kepadatan cacing tanah. Tutupan lahan akan menciptakan kondisi iklim mikro yang memberikan kontribusi pada kepadatan cacing tanah. Kondisi lahan hutan, cacing cenderung kehilangan biomassa dibanding kepadatannya hal ini disebabkan hutan tanpa adanya gangguan manusia untuk mengolah tanahnya, hal ini dikatakan oleh Hubbard, Jordan dan Syecker (1999). Dikatakan oleh Ansyori (2004) bahwa kepadatan dan distribusi cacing tanah tidak hanya berhubungan dengan pengelolaan lahan tetapi juga faktor tanah dan iklim. Lebih lanjut lingkungan yang terganggu atau terdegradasi pada umumnya memiliki fauna tanah yang mengalami penurunan komposisi maupun populasi yang disebabkan oleh penurunan atau hilangnya sejumlah spesies tumbuhan, penurunan kekayaan deposit seresah, perubahan sifat biologis, fisik dan kimia tanah dan perubahan iklim mikro (Erniwati, 2008; Nuril *et al.*, 1999). Faktor musim penghujan dan kemarau juga berpengaruh terhadap kepadatan cacing tanah yang akan berimbas juga pada emisi CO₂.

Dari hasil Anova menunjukkan bahwa sistem penggunaan lahan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kepadatan cacing tanah musim hujan.

Tabel 1. Kepadatan populasi Cacing Tanah pada berbagai Penggunaan Lahan

Jenis Penggunaan Lahan	Kepadatan Cacing Tanah	
	Kepadatan Cacing Tanah musim Hujan (ekor/ m ²)	Kepadatan Cacing Tanah Musim Kemarau (ekor/m ²)
1. Hutan	1579	144
2. Agroforestri Kompleks	773	368
3. Agroforestri Sederhana	197	32
4. Monokultur Jati	101	0
5. Polikultur Jati-Akasia	106	0
6. Tanaman semusim Kacang Tanah	629	496

Tanah sebagai habitat cacing akan menunjukkan kondisi iklim mikro yang berbeda antara musim penghujan dan musim kemarau. Musim hujan kondisi tanah selalu basah dan lembab cacing akan menuju ke permukaan tanah untuk mencari makan seresah yang jatuh disekitarnya, hal ini berbeda dengan musim kemarau cacing justru berada masuk didalam tanah.

Adanya perbedaan kepadatan pada musim hujan tersebut pada berbagai sistem penggunaan lahan bisa dipahami akan menambah faktor kelembaban bagi iklim mikro yang menguntungkan cacing dalam bereproduksi dan juga faktor makanan. Hal ini nampak adanya perbedaan kepadatan cacing tanah pada lahan hutan, agroforestri dan tanaman monokultur, polikultur maupun tanaman semusim bauk pada musim penghujan maupun musim kemarau (tabel 1).

Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian menurunkan kepadatan populasi cacing tanah, pada hutan terdapat 1579 ekor/ m² sedang lahan pertanian tanaman semusim hanya 629 ekor/m² (Tabel 1). Lahan tanaman semusim kacang tanah mampu memelihara kepadatan cacing tanah dari pada lahan tanaman monokultur jati, karena seresah tanaman jati kurang disukai cacing tanah. Rendahnya cacing tanah terutama disebabkan oleh mobilitasnya yang rendah, sehingga dengan adanya perubahan

lingkungan cenderung ditanggapi dengan kematian atau pembatasan laju reproduksinya. Sebaliknya makrofauna permukaan tanah dapat merespon perubahan lingkungannya dengan bermigrasi ketempat lain (Sugiyarto.2003).

Ada pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) antara penggunaan lahan terhadap kepadatan cacing tanah musim kemarau. Musim hujan dan musim kemarau merupakan perbedaan musim yang sangat menyolok dan hal ini juga diikuti oleh perbedaan kepadatan cacing tanah. Pada musim kemarau banyak serasah digugurkan daripada musim hujan. Pada lahan monokultur jati dan jati-acasia pada musim kemarau tidak ditemukan cacing sama sekali. Pada musim kemarau kondisi tanah sangat kering padahal cacing suka tanah yang lembab basah karena air merupakan media untuk respirasi melalui kulitnya. Kondisi kering cacing akan berada didalam tanah yang lebih dalam dan serasah jati tidak disukai cacing. Cacing tanah umumnya memakan serasah daun dan juga materi tumbuhan lainnya yang telah mati, kemudian dicerna dan dikeluarkan berupa kotoran. Kemampuan hewan ini dalam mengkonsumsi serasah sebagai makanannya bergantung pada ketersediaan jenis serasah yang disukainya, disamping itu juga ditentukan oleh kandungan karbon dan nitrogen serasah (Sulistiyanto, Y. et al. 2005). Hal ini jelas bahwa kepadatan cacing tanah ditentukan oleh penggunaan lahan yang banyak pohon sebagai penghasil serasah.

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa kepadatan atau jumlah cacing pada musim hujan paling banyak terdapat pada sistim penggunaan lahan hutan dan paling sedikit pada Sistim Penggunaan Lahan monokultur jati, hal ini bisa difahami bahwa hutan memiliki banyak tutupan dan jenis pohon yang menghasilkan kualitas guguran serasah yang tinggi. Kondisi tersebut mendukung cacing untuk berkembang biak lebih cepat, sedang monokultur jati menghasilkan satu jenis pohon dengan guguran serasah yang kurang berkualitas sehingga daun-daun jati tersebut kurang disukai cacing karena mengandung lignin tinggi. Pada waktu musim kemarau pohon jati meranggas banyak menggugurkan daunnya. Pada musim kemarau jumlah cacing tanah tertinggi terdapat pada sistem penggunaan lahan tanaman semusim kacang tanah sedang pada sistem penggunaan lahan jati dan polikultur jati-akasia tidak ditemukan cacing sama sekali. Pada lahan kacang tanah media tanam selalu diberi pupuk dan disiram sehingga kondisi selalu basah maka mendukung untuk berkembang biakan cacing sedang pada lahan lainnya dibiarkan begitu saja sehingga media tanah disekitarnya tetap kering.

Tutupan lahan mempunyai hubungan positif ($r = 0,596$) dengan kepadatan cacing musim hujan yang berarti bahwa dengan adanya penambahan tutupan lahan maka diikuti oleh kenaikan jumlah cacing tanah. Tutupan lahan akan memberikan kontribusi pada kepadatan cacing tanah musim hujan sebesar 71,5 % dan pada kepadatan cacing tanah musim kemarau sebesar 52,2 %.

2. Pengaruh kepadatan cacing tanah terhadap emisi CO₂ mesocosm

Kepadatan cacing tanah musim hujan berpengaruh sangat signifikan ($p < 0,01$) terhadap emisi CO₂ mesocosm vegetatif dan berpengaruh sangat signifikan ($p < 0,01$) terhadap emisi CO₂ mesocosm total. Secara fisiologis CO₂ dikeluarkan oleh cacing dalam proses respirasi, bilamana jumlah cacing semakin meningkat maka jumlah CO₂ pun juga semakin meningkat; namun demikian cacing mempunyai kemampuan untuk membuat liang-liang dalam tanah dan ini merupakan jalur keluarnya CO₂ menuju atmosfer yang nantinya akan digunakan oleh tutupan lahan/ vegetasi untuk proses fotosintesis.

Laju produksi dan emisi CO₂ seiring dengan peningkatan suhu, ini tergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu kandungan bahan organik tanah, suhu tanah, ketersediaan oksigen dan ketersediaan nutrient sebagai faktor eksternal, sedangkan faktor internal yang berpengaruh adalah biomassa akar dan populasi mikroorganisme (Mengutip dari Ade Irawan yang mengacu pada Moren & Lindroth 2000). Kemudian yang paling berpengaruh adalah kelembaban dan suhu tanah, ini sesuai dengan pendapat Lessard et al. (1994). Hubungan laju emisi CO₂ dari tanah dengan suhu udara berkorelasi positif pada setiap kerapatan kanopi (Ade Irawan, 2000). Lebih lanjut Yulnafatmawita (2004) mengatakan bahwa pelepasan CO₂ dari tanah dan lahan pertanian dapat dipercepat oleh sistem penggunaan lahan seperti konversi hutan menjadi lahan pertanian. Kemudian Minardi (2011) melaporkan bahwa peningkatan lepasnya CO₂ ke atmosfer antara lain disebabkan oleh kegiatan manusia dalam pengolahan lahannya.

3. Kontribusi kepadatan cacing terhadap emisi CO₂

Semakin banyak populasi cacing tanah semakin banyak pula liang-liang atau makro pori sehingga memberi jalan emisi CO₂ tanah menuju ke atmosfer akibatnya CO₂ udara tanah berkurang. Sebaliknya CO₂ udara tanah akan meningkat kalau difusi udara dari tanah ke atmosfer terhambat. Liang-liang cacing dapat meningkatkan aerasi, infiltrasi air dan penetrasi akar. Keanekaragaman biota tanah dapat menciptakan keragaman fungsi dan proses dalam tanah. Kemudian cacing tanah yang membuat lubang dalam tanah akan mencegah pepadatan tanah.

Kontribusi cacing tanah terhadap emisi CO₂ *mesocosm* merupakan hubungan fisiologis dalam proses respirasinya dan merupakan hubungan tidak linier. Kepadatan cacing tanah musim hujan memberikan kontribusi terhadap emisi CO₂ *mesocosm* vegetatif sebesar 1,8 % dan terhadap emisi mesocosm total 6,3 %. Sedang kepadatan cacing tanah musim kemarau memberikan kontribusi terhadap emisi CO₂ *mesocosm* vegetatif sebesar 73,8 % dan terhadap emisi mesocosm total sebesar 49,7 %. Kontribusi cacing tanah pada musim kemarau terhadap emisi CO₂ *mesocosm* lebih tinggi dibanding pada musim penghujan. Perbedaan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: musim, kadar air, tekstur tanah, struktur tanah, dan kedalaman tanah (Kohnke .1980 diacu dalam Hanafiah KA .2004 dan Ade Irawan 2000).

Perbedaan musim penghujan dan kemarau identik dengan perbedaan suhu dan kelembaban tanah yang berperan penting dengan kepadatan dan emisi CO₂. Pada musim kemarau adanya intensitas cahaya matahari terus menerus maka akan meningkatkan suhu dan ini sejalan dengan meningkatnya CO₂. Pada musim penghujan akan melembabkan atau meningkatkan air tanah, maka kemungkinan CO₂ yang dikeluarkan oleh cacing akan terlarut bersama air hujan. Menurut Werner et al. (2006) yang diacu oleh Ade Irawan (2000) menyatakan bahwa kelembaban udara berhubungan linier dengan besarnya fluks CO₂ yang dilepaskan dari tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) Sistem Penggunaan lahan berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kepadatan cacing tanah musim penghujan dan berpengaruh sangat signifikan ($\text{sig} < 0,01$) terhadap kepadatan cacing tanah musim kemarau, (2) Kepadatan cacing tanah berpengaruh sangat signifikan ($\text{sig} < 0,01$) terhadap emisi CO₂ *mes* vegetatif dan emisi CO₂ *mesocosm* total, (3) Kontribusi kepadatan cacing tanah musim hujan memberikan kontribusi sangat kecil yaitu pada emisi CO₂ *mes* vegetatif 1,8 % sedang pada emisi CO₂ *mes* total 6,3 %, sedang kontribusi kepadatan

cacing kemarau memberikan kontribusi lebih besar yaitu pada emisi CO₂ mes veg 71,8 % dan pada emisi CO₂ mes total 49,7 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Irawan. 2009. *Hubungan iklim mikro dan bahan organik tanah dengan Emisi CO₂ dari permukaan tanah*. Skripsi. IPB Bogor.
- Ansyori. 2004. *Potensi Cacing Tanah Sebagai Alternatif Bio-Indikator Pertanian Berkelanjutan*. Makalah pribadi. S3 Institut Pertanian Bogor.
- Baker GH. 1998. *Recognizing and responding to the Influence of agriculture and other land use practices on soil fauna in Australia*. *App. Soil Ecol.* 9, 303-310
- Dalgaard R., T. Kelm, M. Wachendorf, F. Taube. 2003. *Energy, Balance Comparison of Organic and Conventional Farming*. In: OECD (ed) *Organic agriculture: sustainability, markets and policies*. CABI, Wallingford.
- Dewi, W.S. 2007. Dampak Alih Guna Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Perubahan Diversitas Cacing Tanah dan Fungsinya Dalam Mempertahankan Pori Makro Tanah. Malang. *Disertasi*: Program Pasca Sarjana Fakultas Pertanian Unibraw.
- Edwards, C.H & J.R. Lofty. 1977. *Biology of Earthworm*. London. Chapman and Hall. pp 77-221.
- Erniwati, 2008. Fauna Tanah Pada Stratifikasi Lapisan Tanah Bekas Penambangan Emas di Jampang, Sukabumi Selatan. *Zoo Indonesia*. 17(2): 85-95.
- Flessa H, Ruser R, P. Dörsch, T. Kampb, M.A. Jimenez, J.C. Munchb, F. Beese. 2002. Integrated Evaluation of Greenhouse Gas Emissions (CO₂, CH₄, N₂O) from Two Farming Systems in Southern Germany. *Agric Ecosyst Environ* 91:175-189.
- Foth, H.D., Adisoemarto, S. (alih Bahasa). 1994. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hairiah, K., Widiyanto, Suprayoga, D., Widodo, R.H., Purnomosidi, P., Rahayu, S., dan Van Noordwijk. 2004. *Ketebalan Seresah Sebagai Indikator Daerah Aliran Sungai (DAS) Sehat*. World Agroforestry Centre (ICRAF). Malang: Unibraw.
- Lessard R et al. 1994. Methane and carbon dioxide fluxes from poorly drained adjacent cultivated and forest sites. *Canadian Journal of Soil Science [CAN. J. SOIL SCI./REV. CAN. SCI.SOL]*. Vol. 74, no. 2, pp. 139-146.
- Liu, Z.G and Zou, X.M. 2002. Exotic earthworms accelerate Plant litter Decomposition in a Puerto Rican Pasture and a Wet Forest. *Journal Ecological Application* 12 (5). 2007. pp. 1406-1422 @ 2002 by the Ecological Society of America.
- Nuril, HB., Naiola, P., Sambas, E. Syarif., Sudiana, M. Rahayu JS, Suciati, M., Juhaeti T and Suharjono. 1999. *Perubahan Bioekofisik Lahan Bekas Penambangan Emas di Jampang dan Metoda Oendekatannya Untuk Upaya Reklamasi*. (Laporan Penelitian Pengembangan dan pendayagunaan Potensi Wilayah tahun 2998/1999 Puslitbang Biologi LIPI) Vewrtisol Yaang Diberi Pupuk
- Rachmawaty. 2004. *Studi Keanekaragaman Mesofauna Tanah di Kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit*. Universitas Sumatera Utara: Jurusan Kehutanan Program Studi Manajemen Hutan Fakultas Pertanian.
- Sugiyarto. 2003. *Konservasi Makrofauna Tanah dalam Agroforestry*. Surakarta: LPPM. Bioteknologi dan Biodiversitas.
- Suin, N.M. 1997. *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.
- Suprayoga, D., Hairiah, K., Wijayanto, N., Sunaryo dan Van Noordwijk. 2003. *Peran Agroforestri Pada Skala Plot: Analisis Komponen Agroforestri Sebagai Kunci*

Keberhasilan Atau Kegagalan Pemanfaatan Lahan. World Agroforestry Centre (ICRAFT). Bogor.

Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Yulnafatmawita. 2004. Carbon Dioxide (CO₂) Emission Following Cultivation of Two Contrasting Soils Under Natural Condition. *J. Stigma 12(2): 129-133*

Werner C. 2007. *Compilation of a global N₂O emission inventory for tropical rainforest soils using a detailed biogeochemical model*. Institut für Meteorologie und Klimaforschung. Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe.

DISKUSI

Penanya 1: Tutik Wuri Handayani

Pertanyaan :

Bagaimana mengurus CO₂ dengan sungkup ?

Jawaban :

Respirasi cacing mengeluarkan CO₂. Cara memisahkan CO₂ akar dengan CO₂ cacing dengan menggunakan sungkup. Untuk mengeliminir dan memisahkan maka menggunakan mesocosm.

Penanya 2: Budi Utami

Pertanyaan :

Bagaimana Kemampuan metabolisme cacing di daerah asal pada mesocosm?

Jawaban:

Cacing dibiarkan adaptif kemudian baru dipindah pada media mesocosm.