

## Konsentrasi Pelepasan CO<sub>2</sub> Cacing Tanah Kaitannya dengan Perilaku Petani dalam Penggunaan Lahan

Sri Dwiastuti, Sajidan

Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

dwiastuti54@gmail.com

**Abstract:** Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran cacing tanah terhadap konsentrasi CO<sub>2</sub>, kaitannya dengan perilaku petani dalam penggunaan lahan. Penelitian ini difokuskan pada cacing tanah musim kemarau dalam berbagai lahan. Lokasi penelitian adalah areal penggunaan lahan hutan, agroforestri kompleks, agroforestri sederhana, jati, jati-akasia dan kacang tanah di daerah Gondangrejo Karanganyar, merupakan lahan kering berbasis kapur yang miskin hara, yang semula hutan rakyat diubah menjadi lahan pertanian, alih guna lahan ini merupakan salah satu penyebab meningkatnya emisi CO<sub>2</sub>. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksperimental yang didukung oleh data kuantitatif dan kualitatif. Data yang dikumpulkan didapatkan dari dokumentasi, observasi, eksperimen lapang, wawancara dan angket. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kepadatan cacing tanah akan berdampak pada peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang akan diakhiri dengan peningkatan emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer. Ada hubungan yang sangat kuat antara perilaku petani dalam hal umur, pengalaman dalam bertani, pendidikan akhir dan aktivitas keikutsertaan dalam penyuluhan dengan kepadatan cacing tanah. Ada hubungan yang kuat antara perilaku manusia berupa umur petani dengan konsentrasi CO<sub>2</sub>, sedang perilaku berupa pengalaman bertani, pendidikan dan aktivitas penyuluhan, pemupukan dan pemakaian pestisida bergerak dari hubungan cukup sampai sangat rendah.

**Keywords:** CO<sub>2</sub>, Cacing tanah, penggunaan lahan

### 1. PENDAHULUAN

Saat ini perubahan iklim bukan hanya menjadi sebuah isu, tetapi telah berkembang menjadi suatu ancaman. Fenomena perubahan iklim ini terutama disebabkan karena terjadinya pemanasan global sebagai konsekuensi meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK), terutama gas CO<sub>2</sub> di atmosfer. Kini, usaha-usaha untuk menurunkan emisi CO<sub>2</sub> merupakan isu utama dari setiap pemerintahan dan industri di dunia. Negara-negara maju dan berkembang telah membuat kebijakan dan program-program penurunan emisi CO<sub>2</sub> sebagai usaha mitigasi mengatasi pemanasan global. Implementasi dari adanya kebijakan dan program-program tersebut tentunya akan memberikan dampak secara langsung terhadap kegiatan industri energi dan proses pengambilan keputusan dalam investasi. CO<sub>2</sub> merupakan salah satu gas rumah kaca (GRK) penyebab pemanasan global. Dikatakan oleh Hairiah, *et al.* 2006 bahwa adanya alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian dengan biodiversitas tanaman yang lebih rendah, menyebabkan berkurangnya tingkat layanan lingkungan baik pada skala plot (lahan) maupun pada skala lansekap

(Daerah Aliran Sungai, DAS) dan global. Cara untuk memelihara atau mempertahankan kesuburan adalah dengan menciptakan penggunaan lahan dalam kondisi ekosistem alami (Barrow, 1991, cit Maylinda *et al.*, 2003.) Peningkatan kepadatan populasi cacing tanah dapat dipengaruhi oleh kelembaban tanah dan vegetasi yang ada dipermukaan tanah (Römbke, J., Schmidt, P., Höfer, H. 2009). Dilaporkan oleh Fraser, M.P *et al.* (2003) dalam sebuah percobaan laboratorium bahwa interaksi antara cacing tanah, mikroba tanah dan akar tanaman mempengaruhi pemulihan dari tanah garapan yang terdegradasi. CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan oleh aktivitas cacing akan menurun bilamana tanah pertanian tersebut mengalami degradasi (Simek, M., dan Pizl, V. 2010).

Gas CO<sub>2</sub> dapat dimanfaatkan oleh berbagai vegetasi untuk proses fotosintesis, oleh karena itu keberadaan tutupan lahan berperan penting dalam mereduksi emisi CO<sub>2</sub>. 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. Masukan serasah

sangat berpengaruh terhadap aktivitas cacing penggali tanah dan rendahnya kandungan bahan organik tanah akan membatasi populasi cacing tanah (Dewi *et. al.*, 2006). Aktivitas cacing tanah diakui sebagai faktor penting dalam mengatur karbon (C) dan nitrogen (N) siklus dalam tanah (Edwards et al, 1998; Marhan *et. al.*, 2007) dan CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>O fluks dari tanah ke atmosfer (Bertora *et. al.*, 2007; Speratti dan Whalen, 2008). Namun, efek dari cacing tanah pada respirasi tanah adalah tidak signifikan yang menunjukkan respirasi yang lebih kuat dipengaruhi oleh fluktuasi lingkungan (iklim mikro, substrat ketersediaan) kondisi daripada kegiatan cacing tanah. Selain itu, cacing tanah diferensial dapat mempengaruhi emisi CO<sub>2</sub> tergantung pada kelompok fungsional (Lardy, L. C., Brauman, Bernard, L., Pablo, A. L., Touce, J. , Mano, M. J., Weber, L. Brunet, D., Razafimbelo, T., Chotte, J. L., Blanchart, E., 2010). Kuantitas serasah pada permukaan tanah mempunyai pengaruh terhadap penutupan permukaan lahan . Dilaporkan oleh Monde *et. al.* (2008) bahwa ada korelasi positif antara jumlah serasah persatuan luas dengan tingkat penutupan lahan, yang berarti bertambahnya jumlah serasah yang ada dipermukaan lahan akan mengakibatkan meningkatnya prosentase penutupan permukaan tanah.

Tingkat produktivitas lahan sangat dipengaruhi oleh kesuburan tanah, curah hujan, suhu, kelembaban, sistem pengelolaan lahan, serta pemilihan *landcover* (Djaenuddin, 2006). Perilaku petani dalam pengelolaan tutupan lahan memiliki peran penting terhadap keberadaan cacing tanah yang akhirnya berdampak terhadap mitigasi emisi CO<sub>2</sub>. Dikatakan oleh Yulnafatmawita (2004), bahwa pelepasan CO<sub>2</sub> dari tanah atau lahan pertanian dapat dipercepat oleh sistem penggunaan lahan, seperti hutan alami maupun yang telah dikonversi menjadi lahan pertanian. Dilaporkan oleh Minardi, 2011 bahwa peningkatan lepasnya CO<sub>2</sub> ke atmosfer antara lain disebabkan oleh kegiatan manusia dalam pengelolaan lahan pertaniannya. Kegiatan budidaya pertanian akan merubah kondisi tanah sehingga akan membuat kondisi lebih buruk daripada kondisi alami, hal ini akan menurunkan diversitas dan kepadatan populasi fauna tanah (cacing tanah). Hasil dari pengelolaan lahan dapat dipakai sebagai indikator produksi namun secara berkelanjutan lahan ini membutuhkan pemeliharaan dan kesuburan kualitas tanah. Kondisi makrofauna tanah bisa berbeda-beda bila pengelolaan tanahnya juga berbeda-beda. Kondisi budidaya tanaman monokultur dengan pengolahan tanah dan pemupukan yang intensif akan menyebabkan terjadinya penurunan biodiversitas makrofauna tanah (Croosley *et al.*, 1992; Paoletti *et al.*, 1992; Pankhurst, 1994). Praktek pengelolaan tanah yang

memberikan kontribusi pada degradasi tanah antara lain pemgarapan tanah yang berlebihan, penanaman yang terus menerus, pemindahan sisa-sisa tanaman, pemindahan vegetasi, penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan ini akan mengancam agroekosistem berkelanjutan (Yulipriyanto, 2010). Pengolahan tanah juga dapat mempengaruhi populasi cacing tanah dengan cara mempengaruhi persediaan makanan, air tanah dan temperatur, lingkungan kimia dalam bentuk pemberian pupuk. Pada tanah yang tidak diolah, sisa-sisa tanaman pada permukaan tanah (serasah) sebagai persediaan makanan cacing tanah dan juga dapat digunakan untuk menahan kekeringan dan juga memberi kesempatan cacing untuk beradaptasi dengan perubahan musim. Kegiatan makrofauna tanah seperti cacing tanah ikut memberikan sumbangan secara alami pada kualitas tanah hal ini penting sebagai indikator keberlanjutan dan memelihara ekosistem tanah sebagai habitat cacing sekaligus tempat tumbuhnya tanaman. Sehubungan dengan hal tersebut perlu adanya kesadaran pada masyarakat untuk mengupayakan kualitas tanah yang dicerminkan oleh penurunan produksi pertanian akibat kesalahan pengelolaan yang terus menerus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran cacing tanah terhadap konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam berbagai lahan serta hubungan antara kepadatan cacing tanah dan perilaku petani dalam pengelolaan lahan

## 2. METODE

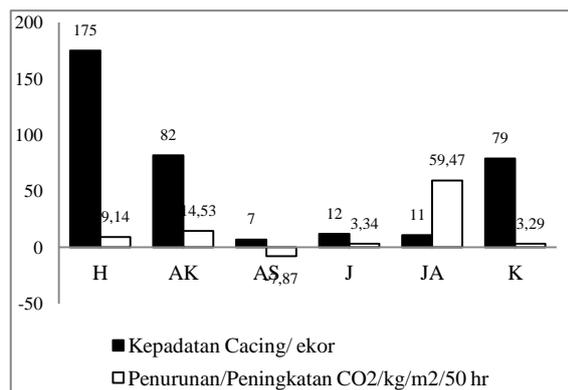
Penelitian dilakukan di areal enam penggunaan lahan yaitu hutan, agroforestri kompleks, agroforestri sederhana, jati, jati-akasia dan kacang tanah. Pengambilan cacing dilakukan pada musim kemarau disetiap lahan dengan tiga kali ulangan. Cacing dihitung jumlah kepadatannya disetiap lahan yang nantinya akan dihitung gas CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan dari hasil respirasinya. Induksi cacing jenis *Metaphire javanica* dan *Pontoscolex oethrurus* pada kelompok eksperimen dalam mesocosm kemudian diukur gas CO<sub>2</sub> pada hari ke 50 dan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Bila selisih antara eksperimen dan kontrol > 0 maka itu menunjukkan peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> dan bila selisih ke dua kelompok tersebut itu < 0 maka terjadi penurunan konsentrasi gas CO<sub>2</sub>.

Sampel petani berjumlah 60 orang yang meliputi petani pada enam sistem penggunaan lahan, data perilaku diambil melalui angket dan wawancara. Perilaku petani meliputi perilaku dalam pengolahan, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, keikutsertaan dalam penyuluhan

pertanian. Pengelolaan lahan pertanian tercermin dari bagaimana perilaku petani dalam mengolah dan memelihara lahan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ) antara penggunaan lahan terhadap kepadatan cacing tanah musim kemarau. Kemudian dari hasil uji *Duncan* menunjukkan ada perbedaan yang nyata kepadatan cacing musim kemarau pada lahan hutan, agroforestri kompleks dan lahan tanaman kacang tanah. Berturut-turut kepadatan cacing tanah musim kemarau diberbagai lahan hutan (175 ekor/m<sup>2</sup>), Agroforestri Kompleks (82 ekor/m<sup>2</sup>), Agroforestri Sederhana (7 ekor/m<sup>2</sup>), Jati (12 ekor/m<sup>2</sup>), Jati-Acacia (11 ekor/m<sup>2</sup>), Kacang tanah (79 ekor/m<sup>2</sup>). Dari kepadatan cacing tanah tersebut terdapat dua jenis/ spesies yaitu *Metaphire javanica* dan *Pontoscolex corethrurus*. Kemampuan cacing tanah terhadap pengeluaran CO<sub>2</sub> diduga tergantung pada banyak hal termasuk diantaranya adalah faktor lingkungan terutama kelembaban tanah.



Gambar 1. Histogram, jumlah cacing dan penurunan atau peningkatan gas CO<sub>2</sub>

Keterangan: H = hutan, AK = Agroforestri Kompleks, AS = Agroforestri Sederhana, J = Jati, JA = Jati Acasia, K = Kacang Tanah

Pengeluaran gas CO<sub>2</sub> oleh cacing tanah pada lahan hutan meningkat sebanyak 9,14 kg/m<sup>2</sup>/50hari (Gambar 1), namun pada agroforestri sederhana nampak terjadi penurunan CO<sub>2</sub> dengan jumlah cacing 7 ekor. Peningkatan gas CO<sub>2</sub> paling banyak terdapat pada lahan Jati-Acacia sebanyak 59,47 kg/m<sup>2</sup>/50 hari dan peningkatan terkecil terdapat pada lahan kacang tanah 3,29 kg/m<sup>2</sup>/50 hari.

Dari hasil analisis korelasi hubungan antara perilaku petani-jumlah cacing tanah-gas CO<sub>2</sub> sangat penting untuk diketahui. Menurut Marzuki (1999), perilaku adalah semua tingkah laku manusia yang

hakekatnya mempunyai motif, yaitu meliputi pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Biasanya perbuatan tersebut terdorong oleh suatu motif utama dan beberapa motif pendukung yang merupakan rincian dari motif utama. Motif utama perilaku petani dalam pengelolaan lahan adalah faktor kebutuhan keluarga. Perilaku ini berkaitan dengan umur, pendidikan akhir, lama bertani, pengetahuan mengenai seresah, pemupukan, penyuluan, penggunaan pestisida. Dari hasil penelitian perilaku petani berupa pengalaman bertani ( $r=1,000$ ) dan keikutsertaan penyuluan ( $r=0,841$ ), umur (0,841), tingkat pendidikan (-0,943) mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan kepadatan cacing. Jadi dapat dikatakan bahwa perilaku petani berupa umur, pengalaman bertani, tingkat pendidikan dan aktivitas ikut serta penyuluan mempunyai hubungan yang sangat kuat terhadap kepadatan cacing. Ada hubungan yang kuat antara perilaku petani (umur  $r=0,721$ ) kaitannya dengan emisi CO<sub>2</sub>. Ada hubungan yang cukup/ sedang antara perilaku petani meliputi pemahaman tentang tutupan lahan ( $r=0,537$ ) dengan emisi CO<sub>2</sub>. Hubungan yang rendah pada perilaku petani meliputi pengalaman bertani ( $r=0,348$ ), pemahaman tentang cacing ( $r=0,348$ ) dengan emisi CO<sub>2</sub>. Hubungan rendah dan arahnya hubungan negatif antara perilaku petani meliputi pemahaman tentang seresah ( $r= -0,426$ ), pemupukan ( $r=-0,399$ ) dengan emisi CO<sub>2</sub>.

Hal ini bisa dipahami bahwa dengan adanya umur yang muda dan pemahaman serta pengalaman yang tinggi akan memberikan implikasi nyata pada pengelolaan lahan. Sedangkan umur tua menerima penyuluan relatif sulit untuk mencerna pemahaman sehingga pengetahuan yang diterima kurang bisa diimplementasikan secara nyata pada pengelolaan lahannya.

Ketrampilan dan pengalaman dalam hal pertanian dapat diukur dari lamanya bertani. Dapat diasumsikan bahwa semakin lama dalam bertani petani akan memiliki ketrampilan yang lebih baik dan pengalaman yang lebih banyak sehingga memiliki perilaku yang baik dalam mengelola lahan pertaniannya. Faktor lama bertani yang berkaitan dengan tingkat pengalaman petani dalam mengelola lahan pertaniannya, menunjukkan adanya kecenderungan hubungan yang positif. Bahwa semakin lama bertani maka tingkat pengalaman yang dimiliki petani akan semakin tinggi dan akan memiliki perilaku dalam mengelola lahan yang baik. Faktor keikutsertaan petani dalam penyuluan pertanian memiliki kecenderungan yang bersifat positif terhadap perilaku petani dalam mengelola lahan pertanian. Bahwa petani yang pernah mengikuti penyuluan petani akan memiliki perilaku yang lebih baik atau yang berwawasan lingkungan dibanding dengan petani yang tidak pernah

mengikuti penyuluhan pertanian. Penyuluhan pertanian diukur dengan sudah pernah dan tidak pernah mengikuti penyuluhan pertanian. Petani yang pernah mengikuti penyuluhan pertanian diasumsikan petani tersebut memiliki pengetahuan yang lebih dibandingkan dengan petani yang tidak pernah mengikuti penyuluhan pertanian.

Pendidikan akhir mempunyai hubungan negatif yang sangat kuat dengan kepadatan cacing tanah, ini berarti petani yang pendidikannya rendah menunjukkan perilaku yang baik untuk meningkatkan cacing tanah. Dengan pengertian bahwa petani yang mempunyai latar belakang pendidikan tinggi tidak menjamin untuk berperilaku baik dalam mengelola lahannya.

#### 4. KESIMPULAN

Kepadatan cacing tanah akan berdampak pada peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang akan diakhiri dengan peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer. Namun demikian cacing tanah mempunyai potensi menyimpan C dalam kascingnya sebagai upaya mitigasi.

Ada hubungan yang sangat kuat antara perilaku petani dalam hal umur, pengalaman dalam bertani dan aktivitas keikutsertaan dalam penyuluhan dengan kepadatan cacing tanah.

Ada hubungan yang kuat antara perilaku petani (umur) dengan konsentrasi CO<sub>2</sub>, hubungan sedang antara perilaku petani (pengetahuan tentang tutupan lahan) dengan konsentrasi CO<sub>2</sub>, hubungan rendah antara perilaku petani (pengalaman bertani dan pemahaman tentang cacing) dengan emisi CO<sub>2</sub>. Ada hubungan rendah dan negatif antara perilaku petani (pemahaman seresah dan pemupukan) dengan konsentrasi CO<sub>2</sub>.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Brown, G. G. & Doube, B. M. (2004). Part VI: Functional Interactions between Earthworm, Microorganism, Organic matter and Plants. In: Edwards, C. A. 2004. *Earthworm Ecology (second edition)*. Washington DC: CRC Press.
- Crossley, J.D.A., Mueller, B.R. & Perdue, J.C. (1992). Biodiversity of Microarthropods in Agriculture Soil. *Agriculture Ecosystem Environmental*, 40, 37-46.
- Dewi, W.S. (2007). *Dampak Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian: Perubahan diversitas cacing tanah dan fungsinya dalam mempertahankan pori makro tanah*. Unpublished PhD thesis, Universitas Brawijaya.
- Dewi, W. S., Yanuwiyadi, B., Suprayogo, D., & Hairiah, K. (2006). Alih Guna Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Dapatkah Sistem Agroforestri Kopi Mempertahankan Diversitas Cacing Tanah di Sumberjaya? *AGRIVITA*, 28(3).
- Djaenuddin, D., Marwan, H., Subagyo, H., Mulyani, A., Suharta, N. (2003). *Kriteria kesesuaian lahan untuk komoditas pertanian*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor, Indonesia: Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian.
- Fraser, M.P., Beare, M.H., Butler, R.C., Kirk, T.H., & Piercy, J.E. (2003). Interactions between earthworms (*Aporrectodea caliginosa*), plants and crop residues for restoring properties of a degraded arable soil. *Pedobiologia* 47,870–876.
- Hairiah, K., Rahayu, S., & Berlian. (2006). Layanan Lingkungan Agroforestri Berbasis Kopi: Cadangan karbon dalam biomasa pohon dan bahan organik tanah (Studi kasus dari Sumberjaya, Lampung Barat). *Agrivita*, 28, 298-309.
- Hairiah, K., Widiyanto, & Suprayoga, D. (2007). *Adaptasi dan Mitigasi Pemanasan Global. Bisakah Agroforestry mengurangi resiko longsor dan mitigasi gas rumah kaca?*. Jurusan tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- King, G.M. (2011). *Enhancing soil carbon storage for carbon remediation: potential contributions and constraints by microbes*. Department of Biological Sciences, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803, USA.
- Lardy, L.C, Brauman, Bernard, L., Pablo, A.L., Touce, J., Mano, M.J., Weber, L., Brunet, D., Razafimbelo, T., Chotte, J.L., Blanchart, E. (2010). Effect of the endogeic earthworm *Pontoscolex corethrurus* on the microbial structure and activity related to CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes from a tropical soil (Madagascar). *Applied Soil Ecology*, 45, 201–208
- Swift, M. J. & Wooper, P. (Eds). (1994). *The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility: In Tropical Soil Biology and Fertility*. New York: John Wiley Sayce.
- Edwards, C.A. (Ed.) (1998). Large-scale effect of earthworms on soil organic matter and nutrient dynamics. In., *Earthworm Ecology*. Ste Lucie Press, Columbus, pp. 103–122.
- Marhan, S., Langel, R., Kandeler, E., Scheu, S., (2007). Use of stable isotopes (13C) for studying the mobilisation of old soil organic carbon by endogeic earthworms (Lumbricidae). *Eur. J. Soil Biol.* 43, S201–S208.
- Marzuki, S. (1999). *Dasar-Dasar Penyuluhan Pertanian*. Jakarta: Universitas Terbuka.

- Martinez-Zarzoso, Inmaculada, Bengochea-Morancho, Aurelia, Morales-Lage, & Rafael. (2006). *The Impact of Population on CO<sub>2</sub> Emission*: Nota Di Lavoro 98: Evidence from European Countries.
- Maylinda, S. (2003). *Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Dengan Sistem Agroforestri*. Makalah Falsafah Sains, Program Pasca Sarjana /S3 Institut Pertanian Bogor.
- Minardi, S. (2011). *Pengelolaan lahan pertanian dan emisi gas rumah kaca*. Jurusan Ilmu Tanah/Agroteknologi Fakultas Pertanian UNS.
- Monde A, Sinukaban, N., Murtilaksono, K., & Pandjaitan, N. H. (2008). Dinamika Kualitas Tanah, Erosi dan Pendapatan Petani Akibat Alih Guna Lahan Hutan menjadi Lahan Kakao di DAS Nopu, Sulawesi Tengah. *J. Forum Pascasarjana IPB. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor*, 215-225.
- Greenland, D.J. & Szabolcs. (Eds). (1994). *Biological Indicators of Soil Health and Sustainable Productivity: Soil Resiliense and Sustainable Land Use*. Oxon: CAB International.
- Paoletti, M.G., Pimentel, D., Stinner, B.R., & Stinner, D. (1992). Agroecosystem Biodiversity: Matching Production and Conservation Biology. *Agriculture Ecosystem Environmental*, 40, 3-23.
- Ranaweera, N., J. M. Dixon & Jodha, N. S. (1993). Sustainability and agricultural development: A farming system approach. *J. Asian Farming Systems Asso*, 2(1), 1-15.
- Römbke, J., Schmidt, P., Höfer, H. (2009). The earthworm fauna of regenerating forests and anthropogenic habitats in the coastal region of Paraná. *Pesq. agropec. Bras*, 44 (8).
- Rosa, E. A. & York, R. (2002). Internal and External Sources of Environmental Impacts: A Comparative Analysis of the EU with Other Nation Groupings, *National Europe Centre Paper No. 22*.
- Simek, M., & Pizl, V. (2010). Soil CO<sub>2</sub> flux affected by Aporetodea caliginosa earthworms. *Cent. Eur. J. Biol*, 5(3), 364–370. DOI: 10.2478/s11535-010-0017-1.
- Speratti, A.B., & Whalen, J.K. (2008). Carbon dioxide and nitrous oxide fluxes from soil as influenced by anecic and endogeic earthworms. *Soil Ecol*. 38, 27–33.
- Yulipriyanto, H. (2010). *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yulnafatmawita. (2004). Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Emission Following Cultivation of Two Contrasting Soils Under Natural Condition. *J. Stigma*, 12(2), 129-133.

