

## EMISI CO<sub>2</sub> DAN PENURUNAN KARBON ORGANIK PADA CAMPURAN TANAH DAN KOMPOS (SKALA LABORATORIUM)

### CO<sub>2</sub> EMISSION AND ORGANIC CARBON DEGRADATION IN SOIL AND COMPOST MIXTURE (LABORATORIUM SCALE)

<sup>\*1</sup>Dwina Lubna dan <sup>2</sup>Emenda Sembiring

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,

Jl. Ganesha 10 Bandung 40132

e-mail : <sup>\*1</sup>dwinalubna79@gmail.com dan <sup>2</sup>emenda@ftsl.itb.ac.id

**Abstrak:** Kenaikan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer memberikan efek terhadap temperatur global. Salah satu GRK yang diatur keberadaannya oleh Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Emisi CO<sub>2</sub> dihasilkan dari kegiatan antropogenik dan sumber alami. Penelitian ini berfokus pada sumber emisi CO<sub>2</sub> dari kegiatan antropogenik, yaitu pertanian. Aplikasi kompos adalah suatu hal yang umum dilakukan pada sektor pertanian. Kompos merupakan bentuk akhir dari bahan organik yang telah terdekomposisi sehingga bermanfaat sebagai sumber substrat bagi mikroorganisme dalam tanah. Kegiatan mikroorganisme dalam tanah ini menghasilkan produk akhir berupa CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan melalui respirasi tanah. Selain itu, kompos juga berperan dalam meningkatkan carbon sequestration. Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur emisi CO<sub>2</sub> dan mengetahui penurunan kandungan karbon organik pada campuran tanah dan kompos serta melihat perbedaan antara kompos yang dicampur rata dengan tanah dan kompos yang tidak dicampur rata dengan tanah. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan incubator vessel yang diinkubasi selama 90 hari. Ada tiga jenis kompos yang digunakan, yaitu Kompos Domestik Kampus, Kompos Cacing dan Kompos Daun. Ketiga kompos ini merupakan kompos komersil. Dosis kompos yang digunakan adalah 0,2 gram kompos/10 gram tanah dan 0,5 gram kompos/ 10 gram tanah. Campuran tanah dan kompos memiliki kandungan karbon organik yang lebih besar daripada tanah. Setelah inkubasi selama 90 hari, kandungan karbon organik pada campuran tanah dan kompos mengalami penurunan. Penurunan kandungan karbon organik sebagai sumber substrat diikuti dengan penurunan aktivitas mikroorganisme dalam menghasilkan CO<sub>2</sub> pada campuran tanah dan kompos. Emisi CO<sub>2</sub> mengalami peningkatan dari awal penelitian (t<sub>0</sub>) hingga hari ke-20 (t<sub>20</sub>), setelah itu terjadi penurunan kadar emisi CO<sub>2</sub> hingga akhir penelitian (t<sub>90</sub>). Selama masa penelitian, campuran tanah dan 0,5 gram Kompos Domestik Kampus mengemisikan CO<sub>2</sub> yang paling tinggi yaitu 0,32-0,64 mg/hari.

**Kata kunci:** emisi CO<sub>2</sub>, karbon organik tanah, kompos, respirasi tanah

**Abstract :** Increasing GHGs concentrations affects the global temperature. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), one of GHGs, has been regulated by Intergovernmental Panel on Climate Change. CO<sub>2</sub> emissions is produced by anthropogenic activities and natural sources. This research focuses on CO<sub>2</sub> emissions from anthropogenic activities, especially agricultural activities that uses compost as a common practise. Compost is the end product of decomposed organic matter that can be used by soil microorganism as substrate source. Microorganism's activity produces CO<sub>2</sub> which is emitted through soil respiration. Besides, compost also affects the increasing of carbon sequestration. The objectives of this research are to measure the CO<sub>2</sub> emissions, to determine the decreasing of organic carbon in soil-and-compost mixture, and to observe the difference between compost that is equally mixed with soil and that is not. This research was conducted in laboratory using incubator vessel for 90 days long. There are three kinds of compost which are used in this research, Domestic Campus Compost,

*Vermin Compost and Green Compost. All of the composts are commercial. The doses of compost are 0.2 gram compost/10 grams soil and 0.5 gram compost/10 grams soil. The soil-and-compost mixture has more organic carbon than the soil. After 90 days of incubation, organic carbon in the mixture has been decreased. The degradation of organic carbon as substrate source decreases the microorganism activities in producing CO<sub>2</sub> at soil-and-compost mixtures. CO<sub>2</sub> emissions increased until the 20<sup>th</sup> day of incubation (t<sub>20</sub>), and decreased until the end of research (t<sub>90</sub>). During the research, soil with 0,5 gram of Domestic Campus Compost has emitted the highest concentration of CO<sub>2</sub>, that is 0.32-0.64 mg/day.*

**Key words:** *compost, CO<sub>2</sub> emissions, soil respiration, soil organic carbon*

## **PENDAHULUAN**

Peningkatan konsentrasi GRK telah mengubah komposisi dari atmosfer sehingga berpengaruh pada temperatur, curah hujan, iklim, dan muka air laut (IPCC, 2007). Salah satu GRK yang paling signifikan adalah karbon dioksida yang merupakan gas non kondensasi. Gas ini bertanggung jawab atas 80% radiasi yang membuat GRK bertahan di atmosfer. CO<sub>2</sub> dinilai sebagai GRK yang paling signifikan dan potensial (Hansen, 2010).

Emisi CO<sub>2</sub> dihasilkan dari kegiatan antropogenik dan sumber alami. Pembusukan merupakan salah satu contoh dari sumber alami yang mengemisikan CO<sub>2</sub> ke atmosfer. Emisi CO<sub>2</sub> dari kegiatan antropogenik berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, kegiatan pertanian dan lain-lain. Sektor pertanian memberikan sekitar sepertiga dari emisi CO<sub>2</sub> total dalam aktivitas konversi hutan untuk tanaman tahunan atau padang rumput (FAO, 2010).

Respirasi tanah merupakan salah satu dari sekian banyak aktivitas pertanian yang mengemisikan CO<sub>2</sub> ke atmosfer. Respirasi tanah juga dapat menjadi pertimbangan utama dalam menentukan aktivitas biologi dalam tanah untuk mendeskripsikan kualitas dari tanah tersebut (Doran & Parkin, 1994 dalam Rochette & Hutchinson, 2005). Selain untuk menunjukkan aktivitas mikroba pada kondisi aerob, respirasi tanah juga pernah digunakan untuk mendeskripsikan mineralisasi dan stabilisasi karbon setelah penambahan materi organik dalam tanah (ASA, 1982). Tiga komponen utama dari respirasi tanah adalah respirasi akar, respirasi permukaan tanah, dan degradasi materi organik tanah (Raich & Schlesinger, 1992).

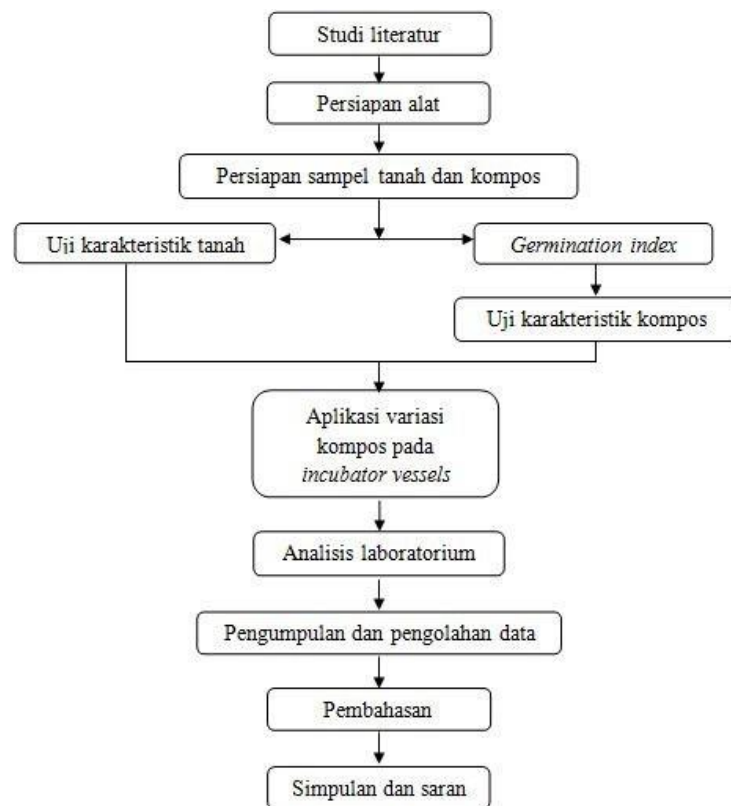
Materi organik tanah didegradasi oleh mikroorganisme dalam tanah dengan produk akhir berupa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Notodarmojo, 2005). Penambahan materi organik tanah juga mempunyai pengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme yang berada dalam tanah. Menurut Bell dkk. (2009), materi organik tanah mengandung 50-60% karbon. Salah satu fungsi dari karbon organik tanah dari segi biologi adalah sebagai sumber substrat bagi mikroba untuk melakukan degradasi (Baldock, 2009) dengan produk akhir berupa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Notodarmojo, 2005). Besarnya hasil degradasi ini tergantung dari jenis mikroorganisme yang ada, sifat dari substrat (Notodarmojo, 2005), serta sifat fisik dan kimia tanah meliputi temperatur, keasaman, kelembaban dan potensi redoks (Kilham, 1994; Coleman & Crossley, 1996 dalam Rochette & Hutchinson, 2005).

Aplikasi kompos pada kegiatan pertanian adalah hal yang umum dilakukan. Kompos merupakan campuran dari bahan-bahan organik dengan berbagai komposisi yang telah mengalami proses dekomposisi (Richard & Woodbury, 1992) dan mengalami perubahan dari bentuk awalnya (TAS, 2005). Penggunaan kompos dapat memberikan nutrisi penting bagi pertumbuhan tanaman (TAS, 2005) serta meningkatkan *carbon sequestration* dalam tanah (FAO, 2010). Berdasarkan uraian di atas, maka aplikasi kompos dalam pertanian dapat meningkatkan jumlah karbon organik di tanah sekaligus dapat pula mengemisikan CO<sub>2</sub> ke atmosfer. Aktivitas organisme dalam memanfaatkan karbon organik sebagai sumber substrat akan mengakibatkan

berkurangnya kandungan karbon organik tanah itu sendiri dari waktu ke waktu sehingga berpengaruh terhadap jumlah CO<sub>2</sub> yang diemisikan ke atmosfer. Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur emisi CO<sub>2</sub> dan mengetahui penurunan kandungan karbon organik pada campuran tanah dan kompos serta melihat perbedaan antara kompos yang dicampur rata dengan tanah dan kompos yang tidak dicampur rata dengan tanah setelah inkubasi selama 90 hari.

## METODOLOGI

Penelitian ini dibagi atas beberapa tahapan yaitu persiapan sampel kompos dan tanah, uji karakteristik awal sampel, *Germination Index*, serta analisa laboratorium. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada **Gambar 1**.



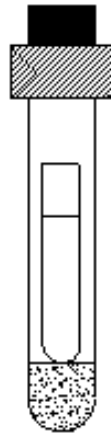
**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

Dalam penelitian ini, diperlukan sampel tanah dan kompos. Tanah yang digunakan adalah Tanah Lembang. Tanah Lembang dipilih karena tanah ini merupakan tanah yang biasa dipakai sebagai media tanam bagi masyarakat. Sementara, kompos yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompos komersial. Ketiga kompos tersebut adalah Kompos Domestik Kampus, Kompos Daun, dan Kompos Cacing. Ketiga kompos ini memiliki bahan utama pembuatan yang berbeda-beda. Kompos Domestik Kampus atau yang dikenal dengan merk dagang Kompos Ganesha merupakan kompos yang dibuat dari campuran dedaunan dan sampah dapur yang mudah membusuk. Kompos Daun merupakan kompos yang dibuat dari bahan dasar dedaunan serta sampah kebun lainnya. Pembuatan Kompos Domestik Kampus dan Kompos Daun

dilakukan dengan metode windrow. Sedangkan Kompos Cacing sesuai dengan namanya ialah kompos yang dibuat dengan melibatkan cacing tanah dalam proses pembuatannya.

Penelitian ini dilakukan secara skala laboratorium dengan menggunakan *incubator vessel* (**Gambar 2**). Metode yang digunakan mengikuti prosedur dari Sanchez-Monedero dkk. (2007). Tanah yang diisi ke dalam masing – masing *vessel* berjumlah 10 gram. Penelitian ini terdiri dari 3 variasi, yaitu variasi jenis kompos yang diaplikasikan, variasi dosis kompos, serta variasi perlakuan campuran kompos dan tanah.

Variasi aplikasi campuran tanah dan kompos yang digunakan pada masing-masing *vessel* ditunjukkan pada **Tabel 1**.



**Gambar 2.** *Incubator vessel*

**Tabel 1.** Variasi aplikasi campuran tanah dan kompos

Variasi	Nama Sampel	Kompos	Dosis Kompos (gr)	Perlakuan
1	G 0,2	Domestik Kampus	0,2	Dicampur rata dengan tanah
2	G 0,5		0,5	
3	K 0,2	Cacing	0,2	
4	K 0,5		0,5	
5	D 0,2	Daun	0,2	
6	D 0,5		0,5	
7	K 0,2 TC	Cacing	0,2	Tidak dicampur rata

*Vessel* yang berisi campuran kompos dan tanah selanjutnya diinkubasi selama 90 hari dalam keadaan gelap dengan suhu 28° C. Di dalam setiap *vessel* diletakkan tabung reaksi yang berisi 10 ml NaOH 0,1 M. *Vessel* ditutup rapat dan ditambahkan lapisan lilin untuk mencegah kebocoran udara. CO<sub>2</sub> yang teremisikan akan ditangkap oleh NaOH yang berfungsi sebagai absorben. Selanjutnya, emisi CO<sub>2</sub> dari campuran tanah dan kompos dihitung berdasarkan hasil titrasi NaOH dengan HCl 0,1 M. *Vessel* yang kosong digunakan sebagai blanko.

Pada satu kali pemeriksaan, digunakan 16 buah *vessel* (7 variasi + 1 blanko, dan dilakukan secara duplo). Pengukuran CO<sub>2</sub> dilakukan sebanyak lima kali yaitu pada hari ke-10

(t10), ke-20 (t20), ke-40 (t40), ke-60 (t60) dan ke-90 (t90), sehingga diperlukan 80 *vessel* dari awal hingga akhir penelitian.

Kandungan karbon organik pada campuran tanah dan kompos ditentukan dengan cara oksidasi dengan  $K_2Cr_2O_7$  (kalium bikarbonat). Karbon organik diperiksa pada awal penelitian (t0), pertengahan (t10, t20, t40, t60) dan akhir penelitian (t90).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi Awal Sampel

Sebelum pencampuran, karakterisasi awal tanah melalui uji laboratorium perlu dilakukan untuk memperkirakan nutrisi yang tersedia (Johnson, 2000). Penelitian ini menggunakan tanah Lembang seperti telah disebutkan sebelumnya. Karakteristik awal tanah Lembang ditunjukkan pada **Tabel 2**. Dari hasil uji tanah, didapatkan bahwa tanah Lembang memiliki kandungan karbon organik yang tinggi, kandungan nitrogen sedang, dengan tekstur tanah lempung liat berdebu dengan pH yang agak asam.

**Tabel 2.** Karakteristik awal tanah Lembang

No.	Karakteristik	Satuan	Hasil
1	pH	-	5,42
2	C-organik	%	5,38
3	N-Total	%	0,31
4	KTK	cmol/kg	17,73
5	Kadar air	%	46
6	Tekstur		
7	Pasir	%	14
8	Debu	%	49
9	Liat	%	37

Aplikasi kompos untuk memperkaya nutrisi tanah biasa dilakukan dalam bidang pertanian. Penelitian ini menggunakan 3 jenis kompos dengan karakteristik berbeda yang ditunjukkan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Karakteristik kompos

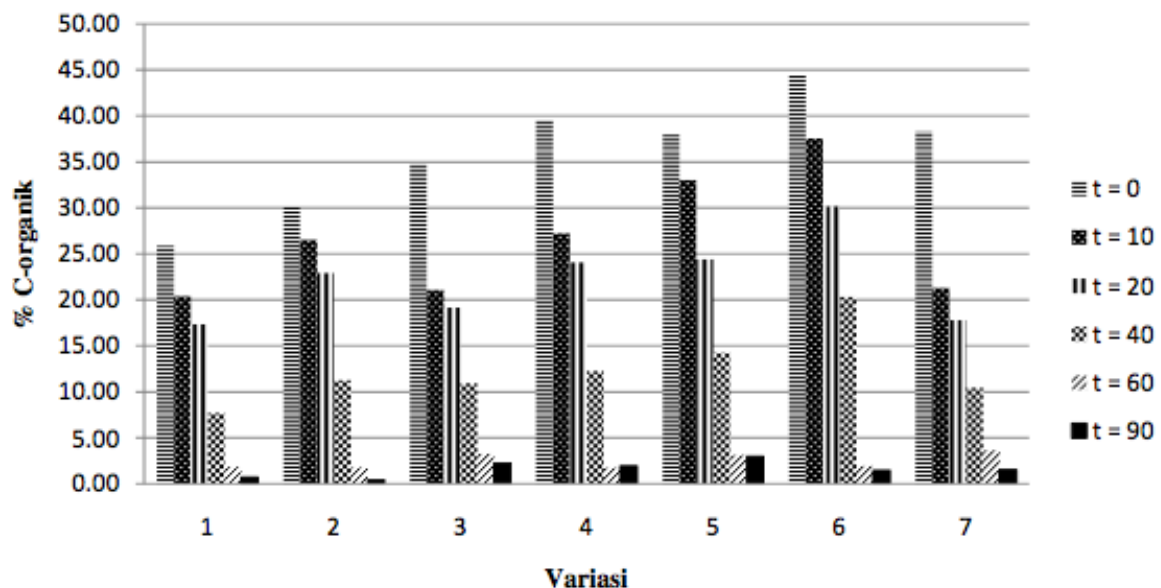
Jenis Kompos	C-Organik (%)	NTK (%)	Rasio C/N	pH
Domestik Kampus	30,90	1,09	28,3	7,32
Cacing	35,04	1,56	22,5	6,89
Daun	49,40	2,33	21,2	6,97

Menurut SNI 19-7030-2004, pH kompos yang memenuhi standar kualitas kompos berada pada *range* 6.8 – 7.49. Pada **Tabel 3** dapat dilihat bahwa ketiga kompos berada pada *range* pH tersebut, sehingga dapat dikatakan ketiga kompos memenuhi standar kualitas kompos dari parameter ini. Namun jika dilihat dari rasio C/N, terlihat bahwa nilai rasio C/N ketiga kompos adalah lebih besar daripada standar SNI (2004), kompos dinyatakan matang bila rasio C/N nya berada di angka 10-20:1, sementara ketiga kompos yang digunakan pada penelitian ini memiliki rasio C/N lebih besar dari 20:1, sehingga kemungkinan kompos belum matang dan stabil. Kompos yang belum matang dapat mengandung satu atau lebih senyawa yang

menghambat pertumbuhan, biji gulma, atau karakteristik lain yang tidak diinginkan (CWMB, 2002). Maka, perlu dilakukan uji *Germination Index* (GI) terlebih dahulu. *Germination Index* merupakan metode umum dalam mengevaluasi kadar toksisitas dari suatu kompos. Hasil *Germination Index* menunjukkan nilai GI Kompos Domestik Kampus, Kompos Cacing dan Kompos Daun secara berturut-turut adalah 50,39 %, 99,65 % dan 84,9 %. Kompos dengan nilai GI > 80% dari kontrol merupakan indikasi bahwa kompos tersebut bebas dari senyawa phytotoxic (Mitelut & Popa, 2011). Maka dapat disimpulkan bahwa Kompos Cacing dan Kompos Daun terbebas dari senyawa toksik, sedangkan Kompos Domestik Kampus diperkirakan masih memproduksi senyawa toksik.

### Karbon Organik Tanah

Kadar karbon organik (C organik) pada tanah dan kompos sebelum penelitian dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**. Setelah dilakukan pencampuran awal antara tanah dan kompos (t<sub>0</sub>), kandungan C organik tanah meningkat seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Kandungan C organik pada karakterisasi awal tanah adalah 5,38%, setelah penambahan kompos sebanyak 0.2 gram dan 0.5 gram, kandungan C organik meningkat 5 (lima) hingga 8 (delapan) kali lipat lebih besar yaitu mencapai 25.91% hingga 44.45%. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi kompos pada tanah dapat meningkatkan jumlah C organik dalam tanah.



**Gambar 3.** Kandungan C organik pada campuran tanah dan kompos

**Gambar 3** menunjukkan bahwa campuran tanah dan kompos dengan dosis kompos yang lebih besar (0.5 gram) memiliki kandungan C organik yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran tanah dan kompos berdosis 0.2 gram. Seperti pada variasi 1 menyebabkan kandungan C organik bertambah menjadi 25,91%, sementara variasi 2 bertambah menjadi

30.06%. Variasi 1 dan 2 merupakan campuran tanah dan Kompos Domestik Kampus berdosis 0,2 dan 0,5 gram. Hal yang sama terjadi pada variasi 3, dimana terjadi kenaikan karbon organik menjadi 34.72% , dan 39.58% pada variasi 4. Variasi 3 merupakan variasi campuran tanah dan kompos Cacing berdosis 0,2 gram, sedangkan variasi 4 merupakan campuran dari tanah dan kompos yang sama dengan dosis 0,5 gram. Pada variasi 5 dan 6 juga terjadi

hal serupa, dimana variasi 5 yang memiliki dosis lebih sedikit, yaitu 0,2 gram daripada variasi 6, yaitu 0,5 gram mengalami kenaikan yang lebih kecil, yaitu 37,98%. Variasi 6 mengalami peningkatan yang cukup besar mencapai 44,45%. Kompos yang digunakan pada variasi 5 dan 6 adalah Kompos Daun. Pada variasi ke-7, yaitu campuran 0,2 gram Kompos Cacing ke tanah tanpa diaduk rata menunjukkan peningkatan C organik menjadi 38,28%. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan variasi 3 yang juga memakai Kompos Daun berdosisi 0,2 gram namun diaduk hingga rata dengan tanah.

Kompos biasanya digunakan untuk menambah materi organik di dalam tanah. Salah satu materi organik yang terkandung dalam kompos adalah karbon. Semakin banyak dosis kompos yang ditambahkan ke dalam tanah jumlah karbon organik yang terkandung akan semakin meningkat. Kandungan karbon organik antara penambahan Kompos Cacing dan Kompos Daun menunjukkan perbedaan nilai yang tidak cukup besar, namun pada Kompos Domestik Kampus terlihat perbedaan nilai yang cukup besar.

Dari **Gambar 3** juga terlihat terjadi penurunan kadar C organik setelah diinkubasi selama 90 hari. Pemeriksaan karbon organik dilakukan pada hari ke-0, 10, 20, 40, 60 dan 90. Hal ini dilakukan untuk melihat trend penurunan karbon organik selama masa penelitian. Setelah inkubasi selama 90 hari, kadar karbon organik pada variasi 1 menurun menjadi 0,68%; dan 0,43% pada variasi 2. Pada variasi 3 terjadi penurunan C organik menjadi 2,24%; dan variasi 4 menurun hingga hanya mengandung 1,90% C organik. Variasi 5 dan 6 berturut-turut mengalami penurunan menjadi 2,96% dan 1,44%. Variasi 7 juga mengalami penurunan C organik menjadi 1,51%, dibandingkan dengan penurunan pada variasi 3, maka dapat disimpulkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Pada hari ke-90 (t90), kandungan karbon organik mengalami penurunan hingga mendekati 0% (**Gambar 3**). Dapat dihitung jumlah penurunan karbon organik pada awal dan akhir masa inkubasi. **Tabel 4** menunjukkan jumlah penurunan kandungan karbon organik selama masa penelitian pada campuran tanah dan kompos. Pada **Tabel 4** dapat dilihat bahwa persentase penurunan karbon organik antara variasi 3 dan 7 tidak berbeda jauh. Hal ini disebabkan karena variasi 3 dan 7 menggunakan kompos dan dosis yang sama, namun dengan perlakuan yang berbeda.

**Tabel 4.** Penurunan C-organik selama masa penelitian

Variasi	Penurunan C-organik (%)
1	25,23
2	29,26
3	32,48
4	37,68
5	35,02
6	43,01
7	36,77

Penurunan kadar karbon organik disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Menurut Notodarmojo (2005), mikroorganisme hidup dalam konsorsium sinergis ataupun soliter, dalam memanfaatkan zat organik (karbon) atau zat lain sebagai substrat, menjadi produk akhir (proses mineralisasi) yang umumnya CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Suatu proses metabolisme berakhir dengan mineralisasi. Produk aktivitas suatu konsorsium mikroorganisme, yaitu hasil degradasi, mungkin masih merupakan produk antara. Hal ini tergantung dari jenis mikroorganisme yang ada, sifat dari substrat, dan faktor lingkungan yang mendukungnya. Semakin lama, kadar karbon organik dalam tanah pun semakin sedikit

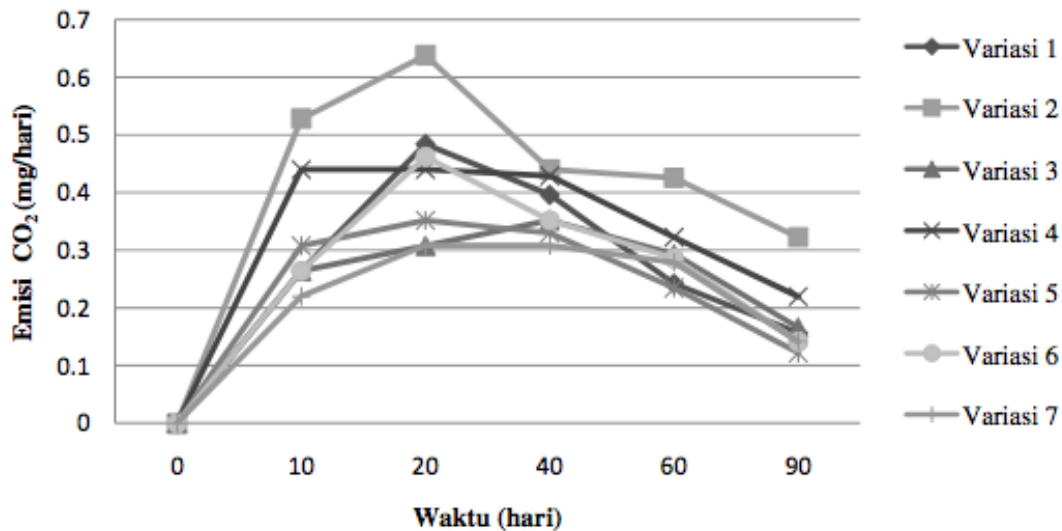
karena terus dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber substrat. Dapat disimpulkan, bahwa penurunan karbon organik disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme di dalam tanah yang terus menerus melakukan metabolisme dan menghasilkan hasil akhir berupa CO<sub>2</sub>.

### **Emisi CO<sub>2</sub>**

Emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan oleh campuran tanah dan kompos diukur pada hari ke-10 (t<sub>10</sub>), 20 (t<sub>20</sub>), 40 (t<sub>40</sub>), 60 (t<sub>60</sub>) dan 90 (t<sub>90</sub>) setelah inkubasi. Metode pengukuran yang dilakukan adalah titrasi asam basa dengan menggunakan absorben NaOH 0.1 M. Untuk mendapatkan konsentrasi CO<sub>2</sub>, absorben tersebut kemudian dititrasi menggunakan HCl 0.1 M dengan indikator fenolftalein dan metil orange. Konsentrasi CO<sub>2</sub> dinyatakan sebagai kenaikan CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. Hasil pengukuran emisi CO<sub>2</sub> dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Pada awal pencampuran (t<sub>0</sub>), belum terjadi respirasi tanah yang menghasilkan CO<sub>2</sub>, sehingga dapat diasumsikan bahwa nilai emisi CO<sub>2</sub> sama dengan nol. Pengukuran emisi CO<sub>2</sub> dilakukan pertama kali pada hari ke-10 (t<sub>10</sub>). Pada t<sub>10</sub> didapatkan hasil emisi CO<sub>2</sub> dari Variasi 1 dan 3 adalah sebesar 0,264 mg/hari, sedangkan pada variasi 2 didapatkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,528 mg/hari. Variasi 4 memberikan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,440 mg/hari dan variasi 5 mengemisikan sebesar 0,308 mg CO<sub>2</sub> /hari. Variasi 6 mengemisikan CO<sub>2</sub> sebesar 0,264 mg/hari dan variasi 7 sebesar 0,220 mg/hari. Berdasarkan data pengukuran emisi CO<sub>2</sub> di atas, dilihat keterkaitan antara dosis kompos yang digunakan dengan jumlah CO<sub>2</sub> yang diemisikan. Variasi 1 memberikan emisi CO<sub>2</sub> lebih kecil dibandingkan variasi 2. Variasi 1 merupakan tanah dengan campuran Kompos Domestik Kampus berdosis 0,2 gram, sedangkan variasi 2 berdosis 0,5 gram. Hal yang sama terjadi pada Kompos Daun, dimana variasi 3 mengemisikan CO<sub>2</sub> lebih kecil dibandingkan variasi 4 yang berdosis 0,5 gram. Penambahan kompos akan meningkatkan aktivitas mikroba tanah, dimana kompos merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme tanah. Hasil metabolisme mikroba ini adalah berupa CO<sub>2</sub> (Notodarmojo, 2005). Jadi, semakin banyak dosis kompos yang diaplikasikan akan meningkatkan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari aktivitas mikroba dalam tanah (Brown & Cotton, 2011). Selanjutnya dapat dilihat pula tidak ada perbedaan yang cukup signifikan antara variasi 3 dan 7, dimana kedua variasi ini menggunakan kompos dan dosis yang sama yaitu Kompos Cacing dosis 0,2 gram namun perbedaan perlakuan pencampuran. Variasi 3 yang diaduk rata dengan tanah mengemisikan 0,264 mg CO<sub>2</sub> /hari, lebih tinggi dibandingkan variasi 7 tanpa diaduk rata dengan tanah yaitu 0,220 mg/hari.





**Gambar 4.** Emisi CO<sub>2</sub> selama masa penelitian

Pada hari ke-20 (t<sub>20</sub>), terjadi peningkatan emisi CO<sub>2</sub> dari seluruh variasi. Variasi 1 dan 2 masing masing mengemisikan CO<sub>2</sub> sebesar 0,484 mg/hari dan 0,638 mg/hari. Variasi 3 dan 4 mengemisikan 0,308 mg/hari dan 0,440 mg CO<sub>2</sub> /hari. Sebesar 0,352 mg/hari dan 0,462 mg CO<sub>2</sub> /hari teremisikan dari variasi 5 dan 6. Variasi 7 memberikan emisi CO<sub>2</sub> yang sama besar dengan variasi 3 yaitu 0,308 mg/hari. Kedua variasi ini menggunakan kompos dengan jenis dan dosis yang sama. Peningkatan jumlah emisi CO<sub>2</sub> ini disebabkan oleh hasil metabolisme mikroorganisme dalam tanah. CO<sub>2</sub> tertinggi diemisikan dari variasi 2 yaitu Kompos Domestik Kampus berdosis 0,5 gram. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat aktivitas mikroorganisme pada Kompos Domestik Kampus adalah yang terbesar di antara kompos yang lain.

Pada hari ke 40 (t<sub>40</sub>) hingga akhir penelitian (t<sub>90</sub>) terdapat penurunan emisi CO<sub>2</sub>. Hal ini menunjukkan berkurangnya hasil metabolisme mikroorganisme dalam tanah, sebab sumber substrat bagi mikroorganisme ini juga terus berkurang. Persediaan makanan yang semakin menipis ini berdampak pada berkurangnya emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan. Pada akhir penelitian (t<sub>90</sub>), emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan oleh campuran tanah dan kompos secara berturut turut dari variasi 1 hingga variasi 7 adalah 0,156 mg/hari ; 0,323 mg/hari ; 0,166 mg/hari ; 0,22 mg/hari ; 0,122 mg/hari ; 0,142 mg/hari ; 0,142 mg/hari. Dari hari ke-10 (t<sub>10</sub>) hingga akhir aplikasi (t<sub>90</sub>), Kompos Domestik Kampus berdosis 0,2 gram memberikan emisi CO<sub>2</sub> tertinggi dibandingkan dengan variasi lainnya. Hal ini menandakan tingginya aktivitas mikroorganisme yang berada pada Kompos Domestik Kampus. Maka dapat disimpulkan bahwa materi organik yang terdapat pada Kompos Domestik Kampus lebih mudah terdegradasi daripada Kompos Daun dan Kompos Cacing.

Menurut Raich & Sclesinger (1992) tiga komponen utama pada respirasi tanah adalah respirasi akar, respirasi permukaan tanah, dan respirasi bahan organik. Pada penelitian ini, pengukuran CO<sub>2</sub> dilakukan di atas permukaan tanah, sehingga respirasi tanah yang terukur dari penelitian ini merupakan respirasi yang berasal dari permukaan tanah dan hasil degradasi bahan organik. Respirasi akar dapat diabaikan karena pada penelitian ini tidak digunakan tanaman.

## Korelasi Kandungan Karbon Organik dan Emisi CO<sub>2</sub>

Pada **Tabel 5**, dapat dilihat penurunan nilai C organik dan emisi CO<sub>2</sub> pada campuran tanah dan kompos. C organik berfungsi sebagai sumber substrat bagi mikroorganisme dalam tanah. Pada awal penelitian, emisi CO<sub>2</sub> diasumsikan sebagai nol karena belum terjadi respirasi tanah. Emisi CO<sub>2</sub> mengalami kenaikan hingga hari ke-20 (t<sub>20</sub>). Hal ini dikarenakan selama 20 hari tersebut terjadi aktivitas tertinggi dari mikroorganisme dalam memanfaatkan C organik sebagai sumber substrat. Setelah itu, emisi CO<sub>2</sub> terus mengalami penurunan hingga akhir penelitian (t<sub>90</sub>). Hal ini dikarenakan persediaan substrat (C organik) yang semakin sedikit dari waktu ke waktu, dimana aktivitas mikroorganisme pun semakin kecil sehingga CO<sub>2</sub> yang diemisikan juga semakin sedikit.

**Tabel 5.** Kandungan C organik dan emisi CO<sub>2</sub> selama 90 hari pada setiap variasi

Variasi	t <sub>0</sub>	t <sub>10</sub>	t <sub>20</sub>	t <sub>40</sub>	t <sub>60</sub>	t <sub>90</sub>
<b>Variasi 1</b>						
C organik (%)	25.908	20.396	17.370	7.703	1.875	0.683
Emisi CO <sub>2</sub> (mg/hari)	0	0.264	0.484	0.396	0.242	0.156
<b>Variasi 2</b>						
C organik (%)	30.059	26.545	22.907	11.261	1.796	0.432
Emisi CO <sub>2</sub> (mg/hari)	0	0.528	0.638	0.440	0.425	0.323
<b>Variasi 3</b>						
C organik (%)	34.721	21.040	19.162	10.917	3.284	2.240
Emisi CO <sub>2</sub> (mg/hari)	0	0.264	0.308	0.352	0.293	0.166
<b>Variasi 4</b>						
C organik (%)	39.583	27.225	24.090	12.244	1.765	1.904
Emisi CO <sub>2</sub> (mg/hari)	0	0.440	0.440	0.429	0.323	0.220
<b>Variasi 5</b>						
C organik (%)	37.976	33.030	24.410	14.249	3.160	2.964
Emisi CO <sub>2</sub> (mg/hari)	0	0.308	0.352	0.330	0.235	0.122
<b>Variasi 6</b>						
C organik (%)	44.450	37.573	30.152	20.316	1.939	1.436
Emisi CO <sub>2</sub> (mg/hari)	0	0.264	0.462	0.352	0.286	0.142
<b>Variasi 7</b>						
C organik (%)	38.281	21.299	17.816	10.428	3.649	1.507
Emisi CO <sub>2</sub> (mg/hari)	0	0.220	0.308	0.308	0.279	0.142

## KESIMPULAN

Setelah 90 hari inkubasi, terjadi penurunan karbon organik hingga mendekati 0%. Penurunan kandungan karbon organik diikuti dengan emisi CO<sub>2</sub> dari campuran tanah dan kompos. Karbon organik digunakan oleh mikroorganisme tanah untuk bermetabolisme dan menghasilkan CO<sub>2</sub>. Emisi CO<sub>2</sub> pada campuran tanah dan kompos mengalami peningkatan hingga hari ke-20, kemudian mengalami penurunan hingga hari ke-90. Selama masa penelitian, Kompos Domestik Kampus dengan dosis 0,5 gram mengemisikan CO<sub>2</sub> tertinggi yaitu 0,32-0,64 mg/hari.

Dari hasil analisa statistik menggunakan ANOVA, tidak ada perbedaan yang signifikan antara kompos yang dicampur rata dengan tanah dan kompos yang tidak dicampur rata dengan tanah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Dikti, Penelitian Desentralisasi FTSL.PN-1-08-2012, sebagai bagian dari penelitian dengan judul Inventarisasi Aliran Massa Organik pada Siklus Hidup Limbah Kelapa Sawit dengan Penekanan pada *Carbon Sequestration*.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASA. (1982). *Methods of soil analysis, part 2*. American Society of Agronomy Inc., Soil Science of America.
- Baldock, J. (2009). *Building soil carbon for productivity and implications for carbon accounting*. Adelaide: Agribusiness Crop Updates.
- Ball, J. (2001). *Soil and Water Relationship*. Diakses pada 15 Agustus 2012, dari <http://www.noble.org/ag/soils/soilwaterrelationship>
- Brown, S., & Cotton, M. (2011). *Changes in Soil Properties and Carbon Sequestration Potential as a Result of Compost or Mulch Application: Results of On-farm Sampling*.
- CWMB. (2002). *Compost : Matching Performance Needs with Product Characteristics*. California: California Environmental Protection Agency.
- FAO. (2010). *In climate change mitigation*. Diakses pada 18 November 2012, dari <http://fao.org/es/esa/pesal/AgRole2.html>
- Hansen, K. (2010). NASA. Diakses pada 19 November 2012, dari <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/co2-temperature.html>
- IPCC. (2007). *Climate change 2007: The Physical Science Basis; Summary for Policymakers*. Diakses pada 18 November 2012, dari <http://www.globalissues.org/article/233/climate-change-and-global-warming-introduction#WhatisGlobalWarmingandClimateChange>
- Johnson, J. (2000). *Soil Test Result : What Do They Mean?* Diakses pada 18 November 2012, dari <http://noble.org/ag/soils/soiltestresults/>
- Mitelut, A. C., & Popa, M. E. (2011). *Seed germination bioassay for toxicity evaluation of different composting biodegradable materials*. Romania: Romanian Biotechnological Letters.
- Notodarmojo, S. (2005). *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. Bandung: Penerbit ITB.
- Raich, J., & Schlessinger, W. (1992). *The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate*. Tellus 44B.
- Richard, T., & Woodbury, P. (1992). Impact of separation strategies on heavy metal contaminants in MSW compost. *Biomass and Bioenergy* , 195-201.
- Rochette, P., & Hutchinson, G. (2005). Measurement of Soil Respiration in situ : Chamber Techniques. *American Society of Agronomy* , 247-286.
- Sanchez-Monedero, M., Cayuela, M., Mondini, C., N.Serramia, & Roig, A. (2007). *Potential of olive mill wastes for soil C sequestration*. Elsevier.
- SNI-7030-2004. (2004). *Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- TAS-9503. (2005). *Compost*. Bangkok: Thai Agricultural Standard.