

**PENGARUH KEDALAMAN MUKA AIR TANAH DAN MULSA
ORGANIK TERHADAP EMISI CO₂ PADA TANAMAN KELAPA SAWIT
(*Elaeis guineensis* Jacq.) DI LAHAN GAMBUT**

**THE EFFECT OF WATER LEVEL AND ORGANIC MULCH
ON CO₂ EMISSIONS OF OIL PALM (*Elaeis guineensis* Jacq.)
IN PEATLAND**

Pernando Nababan¹, Wawan², Al Ikhsan Amri²

**Departement of Agroteknologi, Faculty of Agriculture, University of Riau
Street. HR. Subrantas km 12.5 Simpang Baru, Pekanbaru, 28293.**

pernandonababan71@yahoo.co.id

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of water level and organic mulch on CO₂ emissions of oil palm in peatland. Research was conducted at the oil palm plantation of PT. Teguh Karsa Wana Lestari (TKWL) in Buantan Besar village, Bungaraya, Siak District, from October 2014 to February 2015. This research used Split Plot Design, consist of 2 factors. The first factor is the groundwater surface depth as main plot, were: water level depth 50 cm, 70 cm dan 90 cm. The second factor is application organic mulch as sub plot, were: without giving organic mulch, giving palm oil empty fruit bunch (POEFB), palm frond and *Mucuna bracteata*. Therefore obtained 12 combinations of treatments and 3 replications, so obtained 36 units experiment. Parameters observed were the CO₂ emmissions, soil temperature and soil water content. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA). The data obtained were further tested by Least Significant Diference (LSD) at 5 % level. Based on the result it can be concluded that is not significantly effect on CO₂ emissions. The water level and organic mulch affected on soil temperature and soil water content. The results of linear correlation analysis showed the depth of groundwater surface factors, organic mulch and soil temperature affected CO₂ emissions rate. Soil water content was not significantly affect on CO₂ emissions rate, it shows by the low of correlation coefficient (r).

Keywords : CO₂ emissions, water level, organic mulch

PENDAHULUAN

Lahan gambut merupakan sumber daya alam penting bagi Indonesia termasuk Riau. Lahan gambut memiliki fungsi ekologis dan manfaat ekonomis. Fungsi ekologis lahan gambut adalah sebagai penyimpan karbon, pengatur tata air dan penyimpan plasma nutfah. Manfaat

ekonomis dari lahan gambut terkait dengan kemampuannya menghasilkan barang dan jasa yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau mengalami perkembangan yang

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

sangat pesat. Dinas Perkebunan Provinsi Riau (2008 dan 2013) mencatat bahwa pada tahun 2007, 2013 luas pekebunan kelapa sawit di lahan gambut telah mencapai sekitar 1,2 juta ha.

Umumnya lahan gambut berada pada kondisi anaerob serta memiliki air yang bersifat toksik seperti rendahnya oksigen, miskin unsur hara, dan tingkat kemasaman tinggi akan menghambat aktivitas mikroba dan fungi (Qual dan Haines, 1990; Gorham, 1991).

Oleh karena itu, usaha pertanian tanah kering seperti perkebunan kelapa sawit tidak mungkin dapat dilakukan pada lahan tersebut tanpa adanya tindakan drainase serta pemberian pupuk untuk mendukung pertumbuhan tanaman kelapa sawit. Akan tetapi tindakan drainase serta pemberian pupuk justru akan mengubah ekosistem gambut sehingga diduga berakibat buruk bagi lingkungan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tindakan drainase dan teknik budidaya perkebunan kelapa sawit seperti pemberian pupuk mengakibatkan terganggunya stabilitas gambut yaitu terjadinya subsiden karena pemadatan, meningkatnya total dan aktivitas mikroba, peningkatan dekomposisi bahan organik, sehingga emisi CO₂ akan meningkat (Klemedtssons *et al.*, 1997; Maswar, 2011; Green *et al.*, 1995; Handayani, 2009).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan korelasi positif antara kedalaman muka air tanah dengan emisi CO₂ (Moore dan Dalva, 1993; Hooijer *et al.*, 2010). Sedangkan kedalaman muka air tanah di lahan gambut dipengaruhi oleh tinggi muka air di saluran drainase (Nugroho *et al.*, 1997). Oleh karena itu, diperlukan pengaturan tinggi muka air tanah di

lahan gambut yang digunakan untuk perkebunan kelapa sawit seluas sekitar 600.000 ha. Pada tahun saluran drainase agar dapat mendukung pertumbuhan tanaman kelapa sawit dan sekaligus mencegah emisi CO₂ dalam jumlah yang besar di lahan gambut.

Menurut Page *et al.* (2011), kedalaman muka air tanah yang optimum untuk pertumbuhan tanaman kelapa sawit di lahan gambut yaitu berkisar 60-85 cm. Selain mengendalikan kedalaman muka air, pemanfaatan bahan organik diharapkan mampu mengendalikan iklim mikro sekaligus sebagai nutrisi tambahan sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk dan amelioran.

Bahan organik seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan pelepah kelapa sawit serta serasah *Mucuna bracteata* dapat dijadikan sebagai mulsa pada perkebunan kelapa sawit. Bahan organik tersebut efektif sebagai mulsa karena dapat menurunkan suhu tanah, mempertahankan kelembaban tanah dan membantu mengurangi dampak yang kurang baik terhadap pertumbuhan serta produksi kelapa sawit pada saat kemarau. Sedangkan pada areal yang curah hujannya tinggi secara signifikan dapat mengurangi kerugian nutrisi melalui proses pencucian dan aliran permukaan. Selain itu bahan organik tersebut juga merupakan sumber hara yang penting bagi peningkatan kesuburan tanah (Subronto dan Harahap, 2002; Pahan, 2008; Syahfitri, 2008).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di areal konsesi PT. Teguh Karsa Wana Lestari (TKWL) di Desa Buntan Besar, Kecamatan Bungaraya Kabupaten Siak. Wilayah penelitian

merupakan tanah gambut dengan tingkat kematangan hemik. Pelaksanaannya dilakukan selama 4 bulan dimulai bulan Oktober 2014 sampai Februari 2015.

Bahan yang digunakan adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), pelepah sawit, dan tanaman LCC jenis *Mucuna bracteata*.

Alat yang digunakan antara lain timbangan digital, meteran, label, ember, termometer udara digital, termometer tanah, hygrometer udara, Soil moisture tester, ombrometer, stopwatch, chamber (sungkup), siring, pipa paralon, *aluminium foil*, kamera, GPS, parang, cangkul, tabung ukur, alat tulis dan alat pengukur Gas Chromatography (GC).

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen secara faktorial menggunakan rancangan lingkungan yaitu rancangan petak terpisah (RPT) dengan tiga ulangan. Kedalaman muka air tanah (A) sebagai petak utama terdiri dari 3 taraf yaitu :

A₁ : Kedalaman muka air tanah 50 cm.

A₂ : Kedalaman muka air tanah 70 cm.

A₃ : Kedalaman muka air tanah 90 cm.

Pemberian mulsa organik (P) sebagai anak petak terdiri dari 4 taraf yaitu :

P₀ : Tanpa bahan organik (kontrol)

P₁ : TKKS

P₂ : Pelepah sawit

P₃ : Serasah segar *M. bracteata*

Parameter yang diamati adalah emisi CO₂, pengukuran suhu tanah (°C), analisis kadar air tanah. Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan dianalisis lebih lanjut menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Emisi CO₂

1. Emisi CO₂ Pada Bulan Pertama Setelah Aplikasi (mg CO₂/m²/jam)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kedalaman muka air tanah, mulsa organik serta interaksi kedalaman muka air tanah dan mulsa organik memberikan pengaruh tidak nyata terhadap emisi CO₂. Rerata emisi CO₂ dengan kedalaman muka air tanah dan mulsa organik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Emisi CO₂ (mg CO₂/m²/jam) pada bulan pertama aplikasi yang diberikan mulsa organik dan kedalaman muka air tanah.

Anak petak Mulsa Organik	Petak utama Kedalaman Muka Air Tanah (cm)			Rerata Mulsa Organik
	A ₁ (50)	A ₂ (70)	A ₃ (90)	
Tanpa Mulsa Organik	350,51	438,78	690,64	493,3
TKKS	1435,91	1475,45	2293,80	1735,1
Pelepah Sawit	1296,08	992,02	890,17	1059,4
<i>Mucuna Bracteata</i>	596,30	938,21	1066,73	867,1
Rerata Kedalaman Muka Air Tanah	919,7	961,1	1235,3	

Tabel 1 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan mulsa organik

TKKS dengan kedalaman muka air tanah 90 cm cenderung menghasilkan

emisi CO₂ yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kombinasi perlakuan mulsa organik dengan kedalaman muka air tanah cenderung menghasilkan emisi CO₂ lebih besar dibandingkan kombinasi tanpa pemberian mulsa organik dengan kedalaman muka air tanah.

Pemberian mulsa organik TKKS cenderung menghasilkan emisi CO₂ tertinggi yaitu 1735,1 mg CO₂/m²/jam dan yang terendah pada perlakuan tanpa pemberian mulsa organik 493,3 mg CO₂/m²/jam. Pemberian mulsa organik TKKS, pelepah sawit, dan *Mucuna Bracteata* menghasilkan emisi CO₂ yang tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian mulsa organik. Hal ini disebabkan pada perlakuan pemberian mulsa organik dapat meningkatkan aktivitas-aktivitas mikroba sekitar daerah perakaran. Meningkatnya populasi dan aktivitas mikroba menyebabkan respirasi mikroba juga semakin meningkat. Dengan demikian, produksi CO₂ yang merupakan resultan dari respirasi mikroorganisme dan respirasi akar di

rhizosfer lebih tinggi daripada non rhizosfer (Handayani, 2009).

Kedalaman muka air tanah 90 cm cenderung menghasilkan emisi CO₂ tertinggi dibandingkan dengan kedalaman muka air tanah lainnya. Hal ini berarti semakin dalam muka air tanah, maka emisi CO₂ yang dihasilkan akan semakin besar. Dalam penelitian Rumbang *et al.* (2007) dikemukakan bahwa semakin jauh turunnya permukaan air tanah maka emisi CO₂ yang dilepas oleh lahan gambut semakin besar.

2. Emisi CO₂ Pada Bulan Kedua Setelah Aplikasi (mg CO₂/m²/jam)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kedalaman muka air tanah, mulsa organik serta interaksi kedalaman muka air tanah dan mulsa organik memberikan pengaruh tidak nyata terhadap emisi CO₂. Rerata emisi CO₂ dengan kedalaman muka air tanah dan mulsa organik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Emisi CO₂ (mg CO₂/m²/jam) pada bulan kedua aplikasi yang diberikan mulsa organik dan kedalaman muka air tanah.

Anak petak Mulsa Organik	Petak Utama			Rerata Mulsa Organik
	Kedalaman Muka Air Tanah (cm)			
	A ₁ (50)	A ₂ (70)	A ₃ (90)	
Tanpa Mulsa Organik	596,00	883,16	802,77	760,6
TKKS	1608,04	1689,78	1310,59	1536,1
Pelepah Sawit	1569,36	1099,51	1217,91	1295,6
<i>Mucuna Bracteata</i>	1382,74	1097,95	1458,83	1313,2
Rerata Kedalaman Muka Air Tanah	1289,0	1192,6	1197,5	

Tabel 2 menunjukkan kombinasi mulsa organik TKKS dengan kedalaman muka air tanah 70 cm cenderung menghasilkan emisi CO₂ yang tertinggi yaitu 1689,78 mg

CO₂/m²/jam dibandingkan perlakuan lainnya. Kombinasi perlakuan mulsa organik dengan kedalaman muka air tanah cenderung menghasilkan emisi CO₂ lebih besar dibandingkan

kombinasi tanpa pemberian mulsa organik dengan kedalaman muka air tanah.

Sukarman (2011) menyatakan bahwa tersedianya air dan oksigen di dalam tanah gambut akan memicu tingginya aktivitas biologi tanah sehingga proses dekomposisi dipercepat yang menyebabkan terjadinya peningkatan emisi CO₂. Aerasi yang baik menjadikan air dan oksigen lebih tersedia yang akan memicu tingginya aktivitas biologi tanah sehingga mempercepat proses dekomposisi yang menyebabkan terjadinya peningkatan emisi CO₂.

Pengaturan kedalaman muka air tanah 50 cm cenderung menghasilkan emisi tertinggi yaitu 1289,0 mg CO₂/m²/jam dibandingkan dengan kedalaman muka air tanah lainnya.

Pemberian mulsa organik TKKS cenderung menghasilkan emisi tertinggi yaitu 1689,78 mg CO₂/m²/jam dan yang terendah pada perlakuan tanpa pemberian mulsa organik yaitu 596,00 mg CO₂/m²/jam. Tingginya emisi CO₂ pada TKKS sejalan dengan jumlah makrofauna tanah.

Hal tersebut menggambarkan bahwa mikroorganisme dapat beraktivitas secara optimal. Bukan hanya aktivitas, jumlah keragaman mikroorganisme yang dapat hidup juga jauh lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga emisi CO₂ juga semakin meningkat. Irawan dan June (2011) menyebutkan,

pembentukan gas CO₂ terjadi dalam kondisi aerob, dimana mikroorganisme dekomposer seperti bakteri dan jamur dapat beraktivitas secara optimal.

Hasil pengukuran emisi CO₂ pada 2 bulan aplikasi berbeda dengan hasil pengukuran emisi CO₂ pada 1 bulan aplikasi. Pada 2 bulan data yang diperoleh tidak konsisten pada setiap perlakuan kedalaman muka air tanah dan pemberian mulsa organik. Hal tersebut disebabkan emisi CO₂ yang dihasilkan dari penurunan tinggi muka air tanah dari 50 cm sampai 90 cm dengan pemberian mulsa organik cenderung meningkatkan emisi CO₂. Namun, apabila dibandingkan dengan emisi CO₂ pada bulan pertama setelah aplikasi, emisi CO₂ pada bulan kedua setelah aplikasi mengalami peningkatan untuk semua kedalaman muka air tanah dengan pemberian dan tanpa pemberian mulsa organik.

3. Emisi CO₂ Pada Bulan Ketiga Setelah Aplikasi (mg CO₂/m²/jam)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kedalaman muka air tanah, mulsa organik serta interaksi kedalaman muka air tanah dan mulsa organik memberikan pengaruh tidak nyata terhadap emisi CO₂. Rerata emisi CO₂ dengan kedalaman muka air tanah dan mulsa organik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Emisi CO₂ (mg CO₂/m²/jam) pada bulan ketiga aplikasi yang diberikan mulsa organik dan kedalaman muka air tanah.

Anak petak Mulsa Organik	Petak Utama			Rerata Mulsa Organik
	Kedalaman Muka Air Tanah (cm)			
	A ₁ (50)	A ₂ (70)	A ₃ (90)	
Tanpa Mulsa Organik	849,48	799,65	1082,72	910,6
TKKS	1158,93	1633,34	1657,11	1483,1
Pelepah Sawit	1460,35	2063,87	2361,51	1961,9
<i>Mucuna Bracteata</i>	903,11	935,20	990,20	942,8
Rerata Kedalaman Muka Air Tanah	1093,0	1358,0	1522,9	

Tabel 3 menunjukkan kombinasi mulsa organik pelepah sawit dengan kedalaman muka air tanah 90 cm cenderung menghasilkan emisi CO₂ tertinggi yaitu 2361,51 mg CO₂/m²/jam. Kombinasi perlakuan mulsa organik dengan kedalaman muka air tanah cenderung menghasilkan emisi CO₂ lebih besar dibandingkan kombinasi tanpa pemberian mulsa organik dengan kedalaman muka air tanah.

Pengaturan kedalaman muka air tanah 90 cm cenderung menghasilkan emisi CO₂ tertinggi yaitu 1522,9 mg CO₂/m²/jam dan terendah pada perlakuan kedalaman muka air tanah 50 cm yaitu 1093,0 mg CO₂/m²/jam. Hal ini diduga adanya perbedaan kedalaman muka air tanah akibat pembuatan drainase berpengaruh terhadap emisi CO₂. Peningkatan emisi CO₂ akibat penurunan kedalaman muka air tanah 50 cm sampai 90 cm dikarenakan semakin dalam muka air tanah maka kolom tanah yang beraerasi dan berkelembaban baik semakin tinggi sehingga semakin besar volume tanah yang terdekomposisi. Aerasi yang baik menjadikan air dan oksigen lebih tersedia yang akan memicu tingginya

aktivitas biologi tanah sehingga mempercepat proses dekomposisi yang menyebabkan terjadinya peningkatan emisi CO₂ (Sukarman, 2011).

Pemberian mulsa organik pelepah sawit cenderung menghasilkan emisi tertinggi yaitu 1961,9 mg CO₂/m²/jam dan yang terendah pada perlakuan tanpa mulsa organik yaitu 910,6 mg CO₂/m²/jam. Pemberian mulsa organik cenderung menghasilkan emisi CO₂ lebih tinggi dibandingkan tanpa pemberian mulsa organik.

Peningkatan emisi CO₂ pada 3 bulan aplikasi sejalan dengan peningkatan suhu tanah. Pada 3 bulan aplikasi suhu tanah cenderung lebih tinggi bila dibandingkan dengan 1 bulan aplikasi dan 2 bulan aplikasi. Ketersediaan O₂ di dalam bahan gambut dapat mempercepat proses mineralisasi C-organik sehingga bahan gambut menghasilkan CO₂ (Handayani, 2009).

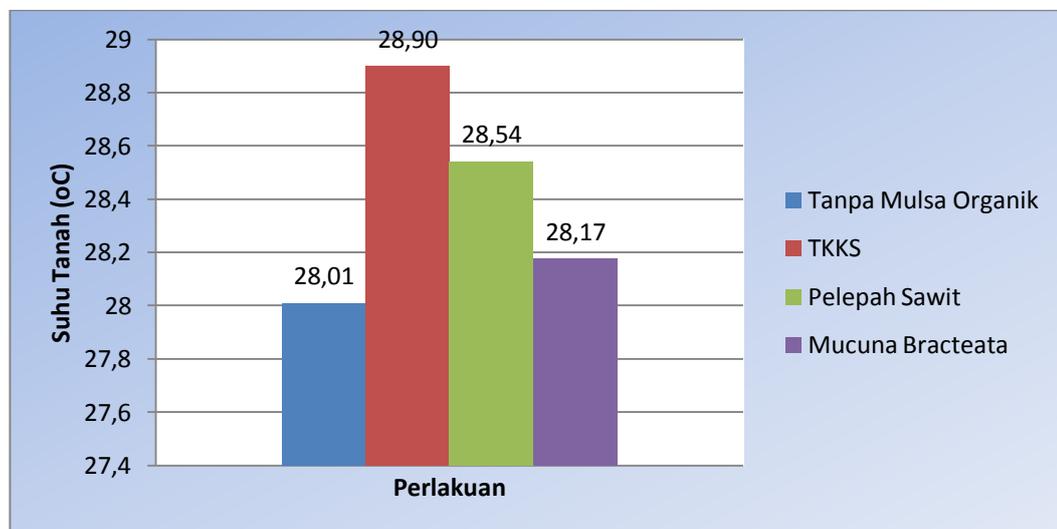
Kirk (2004) mengatakan gas CO₂ yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik pada lahan gambut dikendalikan oleh perubahan suhu, kondisi hidrologi, ketersediaan dan kualitas bahan gambut, tergantung pada faktor lingkungan, sifat tanah dan

teknik budidaya pertanian. Pada suhu tinggi, gas CO₂ merupakan bentuk gas yang segera terbentuk dan besar jumlahnya.

Suhu Tanah (°C)

Hasil pengamatan pada suhu tanah menunjukkan bahwa kedalaman muka

air tanah dan bahan organik berpengaruh terhadap suhu tanah di sekitar tanaman kelapa sawit. Data hasil pengamatan suhu tanah dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rerata suhu tanah di areal tanaman kelapa sawit

Gambar 1 menunjukkan bahwa suhu tanah tertinggi terjadi pada pemberian tandan kosong kelapa sawit yaitu sebesar 28,90 °C, sedangkan suhu tanah terendah terjadi pada tanpa pemberian mulsa organik yaitu sebesar 28,01 °C. Pemberian mulsa organik cenderung menghasilkan suhu yang lebih tinggi dibandingkan tanpa mulsa organik.

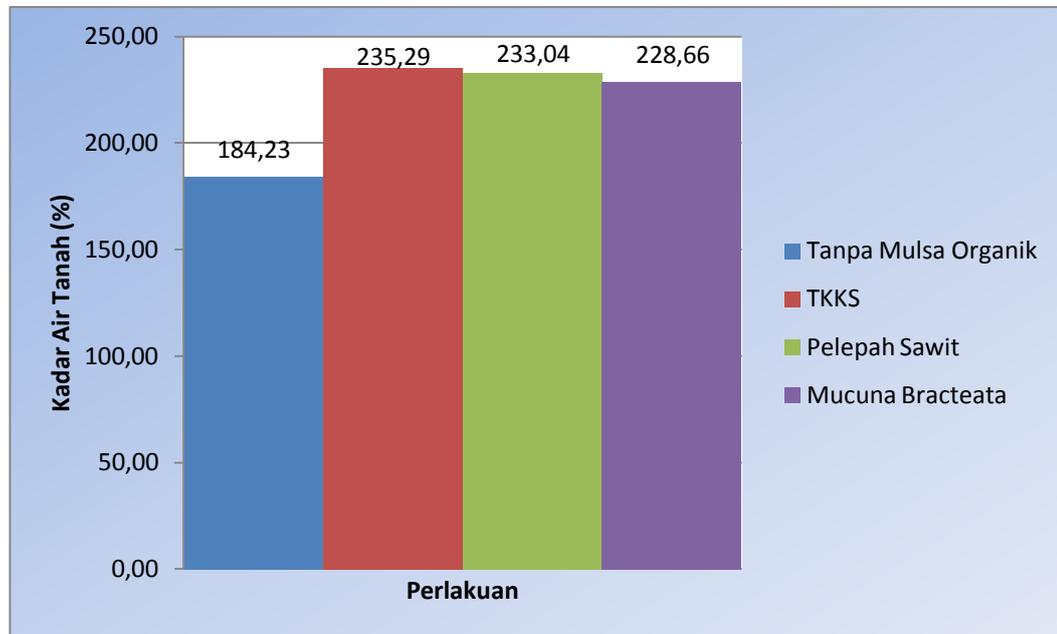
Tandan kosong kelapa sawit, pelepah sawit dan *Mucuna Bracteata* merupakan bahan organik yang dapat mengalami proses dekomposisi akibat aktivitas mikroba. Meningkatnya aktivitas mikroba juga dapat mengakibatkan peningkatan suhu pada tandan kosong kelapa sawit. Suhu tandan kosong kelapa sawit yang lebih tinggi menyebabkan terjadinya peningkatan aliran panas ke dalam tanah secara konduksi (Sari,2007). Kondisi tersebut mengakibatkan suhu tanah juga akan semakin tinggi.

Soedradjad (2010) menyatakan bahwa peningkatan suhu tanah akibat pengaruh iklim mikro tanaman kelapa sawit pada musim kemarau akan dapat menyebabkan cepat hilangnya kandungan lengas tanah. Kehilangan lengas tanah akibat suhu tanah yang meningkat terjadi melalui mekanisme transpirasi dan evaporasi. Kondisi tersebut akan dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit. Sehingga untuk dapat mengatasi dampak negatif tersebut maka diperlukan upaya pengurangan transpirasi dan evaporasi. Aplikasi tandan kosong kelapa sawit, pelepah sawit dan *Mucuna Bracteata* sebagai mulsa pada areal tanaman kelapa sawit merupakan solusi untuk mengatasi dampak negatif dari meningkatnya suhu tanah.

Kadar Air Tanah (%)

Hasil pengamatan pada kadar air tanah menunjukkan bahwa kedalaman muka air tanah dan aplikasi mulsa

organik berpengaruh terhadap kadar air tanah di areal tanaman kelapa sawit. Data hasil pengamatan kadar air tanah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rerata kadar air tanah di areal tanaman kelapa sawit

Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar air tanah yang paling besar pada perlakuan aplikasi mulsa tandan kosong kelapa sawit yaitu sebesar 235,29 % dan kadar air tanah terus mengalami penurunan pada aplikasi mulsa tandan kosong kelapa sawit 3 bulan. Dariah *et al.* (2006) menyatakan bahwa bahan organik yang berasal dari pelapukan juga mempunyai kemampuan menyerap dan menahan air yang tinggi.

Sifat fisik mulsa organik tandan kosong kelapa sawit, pelepah sawit dan *Mucuna Bracteata* memiliki banyak kandungan serat tentunya dapat menjaga atau mempertahankan air di dalamnya. Kemampuan mulsa organik dalam mempertahankan kadar air tanah juga dipengaruhi oleh volume mulsa organik itu sendiri. Semakin lama, volume mulsa organik akan semakin kecil akibat adanya proses pelapukan. Sehingga semakin

lama mulsa organik berada dilapangan maka kemampuannya dalam menjaga kadar air tanah juga akan semakin kecil. Suntoro *et al.* (2001) menyatakan bahwa mulsa organik tandan kosong kelapa sawit dapat menahan laju kecepatan air dan butir-butir tanah yang hanyut pada proses aliran permukaan.

Pengaruh kedalaman muka air tanah 50 cm menghasilkan peningkatan kadar air tanah gambut tertinggi dibanding perlakuan kedalaman muka air tanah lainnya. Hal ini diduga rendahnya kedalaman muka air tanah menyebabkan jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah gambut dalam volume tertentu tergantung kepada ukuran serat tanah gambut utama dan susunan dari pada partikel-partikel tersebut (Kramer, 1983).

Hubungan Emisi CO₂ dengan Suhu Tanah dan Kadar Air Tanah

Hasil analisis suhu tanah dan kadar air terhadap emisi CO₂ pada perkebunan kelapa sawit di lahan gambut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Emisi CO₂ dari lahan gambut pada kelapa sawit berdasarkan pengaruh suhu tanah dan kadar air.

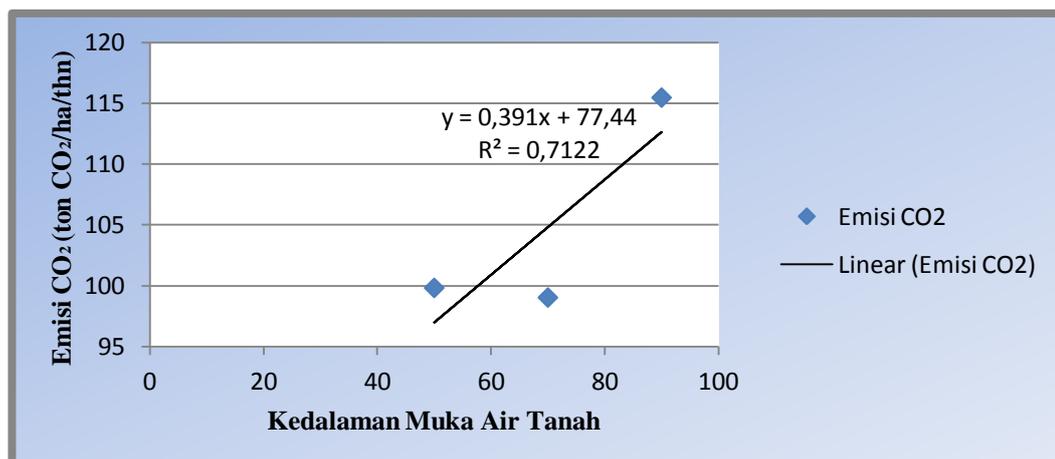
Perlakuan	Suhu Tanah (°C)	Kadar Air (%)	Emisi CO₂ (mg/m²/jam)	Rata-Rata Emisi CO₂ (Ton CO₂/ha/thn)
A1P0	28,18	213,41	598,66	52,44
A1P1	28,68	256,75	1559,09	136,57
A1P2	28,39	272,87	1441,93	126,31
A1P3	28,09	253,27	960,72	84,15
Rata-Rata	28,34	243,24	1140,1	99,86
A2P0	27,98	185,58	707,2	61,95
A2P1	28,9	265,29	1441,38	126,26
A2P2	28,61	225,51	1385,13	121,33
A2P3	28,24	223,37	990,46	86,76
Rata-Rata	28,43	224,94	1131,04	99,07
A3P0	27,87	153,71	858,71	75,22
A3P1	29,13	183,83	1753,83	153,63
A3P2	28,63	200,73	1489,86	130,51
A3P3	28,2	209,34	1171,92	102,66
Rata-Rata	28,46	186,90	1318,58	115,5

1. Hubungan Kedalaman Muka Air Tanah dengan Emisi CO₂

Tabel 4 menunjukkan rata-rata emisi CO₂ tertinggi terdapat pada kedalaman muka air tanah 90 cm yaitu 115,5 ton CO₂/ha/thn dan terendah pada kedalaman muka air tanah 70 cm yaitu 99,07 ton CO₂/ha/thn.

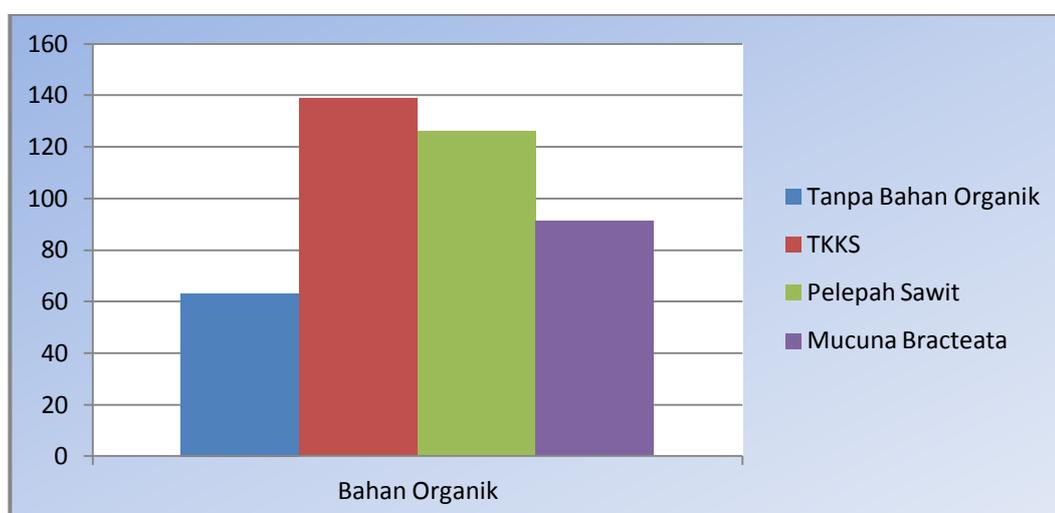
Berdasarkan hasil analisis regresi linier, hubungan emisi CO₂ dengan kedalaman muka air tanah dihasilkan ($r^2=0,712$), menunjukkan bahwa laju

emisi CO₂ berbanding lurus terhadap tinggi muka air tanah. Chimner dan Cooper (2003) dalam Maswar (2011) mengatakan pada keadaan muka air tanah yang dangkal akan menyebabkan lingkungan tanah pada kondisi anerobik sehingga mengurangi terjadinya proses dekomposisi, sebaliknya jika permukaan air tanah dalam akan meningkatkan kondisi aerobik dan juga meningkatkan proses dekomposisi bahan gambut sehingga akan meningkatkan emisi CO₂.



Gambar 3. Hubungan kedalaman muka air tanah dengan emisi CO₂

2. Hubungan Mulsa Organik dengan Emisi CO₂



Gambar 4. Hubungan mulsa organik dengan emisi CO₂

Gambar 4 menunjukkan emisi CO₂ yang dihasilkan mulsa organik berbeda. TKKS menghasilkan emisi CO₂ tertinggi dan tanpa mulsa organik menghasilkan emisi CO₂ terendah. Hal ini diduga pemberian mulsa organik dapat meningkatkan aktivitas-aktivitas mikroorganisme pada perakaran.

Pemberian mulsa organik bertujuan untuk memperbaiki kesuburan tanah gambut juga dapat memacu emisi karena akan menurunkan rasio C/N dan memacu dekomposisi tanah gambut (Widyati, 2011). Pemberian mulsa organik

berkorelasi positif dengan emisi CO₂ yang dihasilkan dari dalam tanah (Irawan & June, 2011). Mulsa organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme dalam proses respirasi yang menghasilkan CO₂. Selain mulsa organik, peningkatan fluks CO₂ dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen pada kondisi aerob di dalam tanah sebagai hasil dari dekomposisi tanah gambut (Kechavarzi *et al.*, 2007). Pembentukan gas CO₂ terjadi dalam kondisi aerob, dimana mikroorganisme

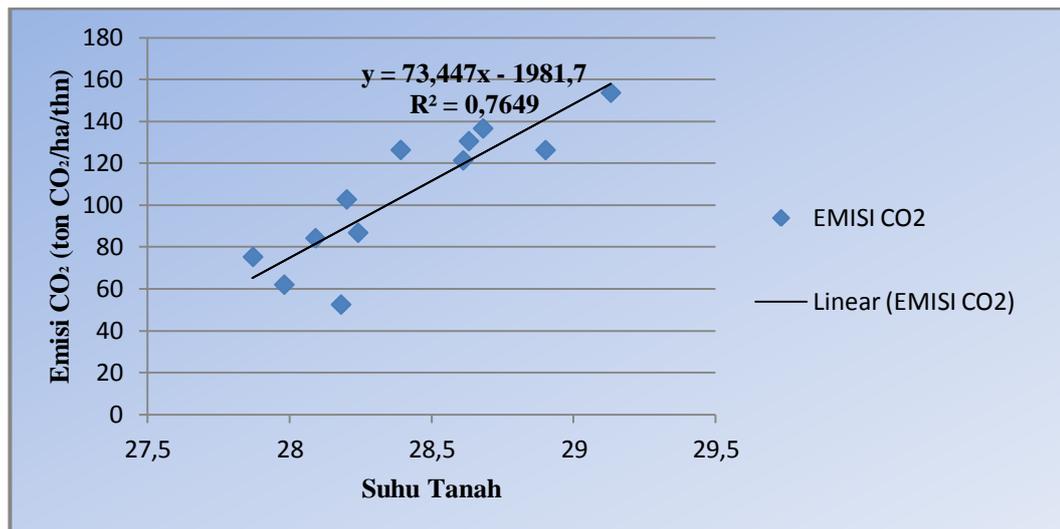
dekomposer seperti bakteri dan jamur dapat beraktivitas secara optimal.

3. Hubungan Suhu Tanah dengan Emisi CO₂

Gambar 5 menunjukkan hubungan laju emisi CO₂ dengan suhu tanah. Berdasarkan analisis regresi linear, hubungan suhu tanah dengan emisi CO₂ dihasilkan ($r^2 = 0,764$) menunjukkan suhu tanah berhubungan

terhadap laju emisi CO₂, semakin tinggi suhu tanah emisi CO₂ yang dihasilkan semakin besar

Suhu yang meningkat dapat menyebabkan terjadinya percepatan reaksi metabolisme oleh mikroorganisme seperti aktivitas enzim (Melling *et al.*, 2013).



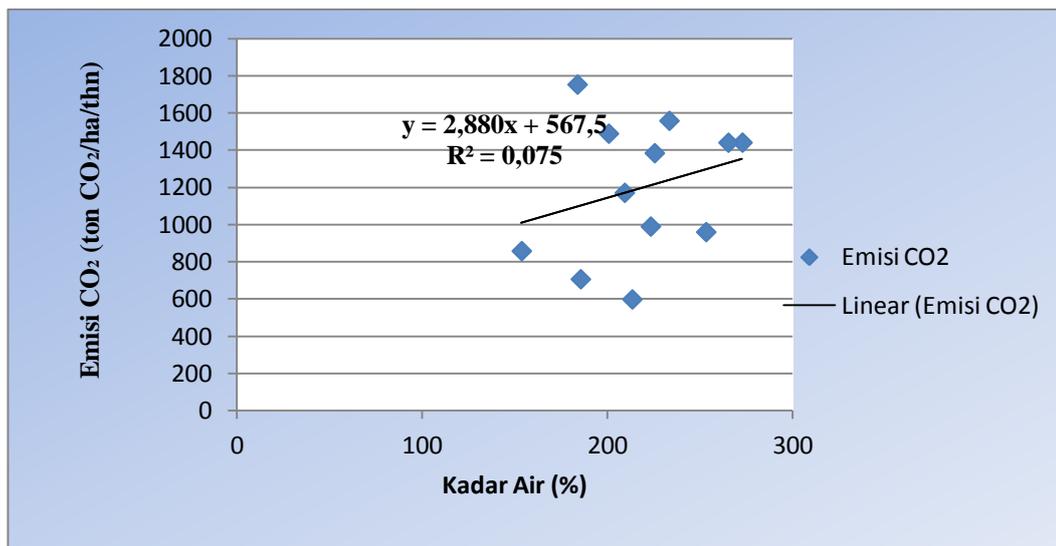
Gambar 5. Hubungan Suhu Tanah dengan Emisi CO₂

4. Hubungan Kadar Air Tanah dengan Emisi CO₂

Tabel 4 menunjukkan rata-rata kadar air tanah tertinggi terdapat pada kedalaman muka air tanah 50 cm yaitu 243,24 % diikuti tinggi kedalaman air tanah 70 cm dan 90 cm yaitu 224,94 % dan 186,90 %.

Gambar 5 menunjukkan hubungan kadar air tanah dengan laju emisi CO₂. Berdasarkan Hasil analisis regresi linear, hubungan kadar air tanah dengan emisi CO₂ dihasilkan ($r^2 = 0,075$) menunjukkan kadar air tanah tidak terlihat berpengaruh terhadap besarnya emisi CO₂. Hal ini sesuai

dengan hasil pengamatan (Nakadai *et al.* 1996 diacu dalam Taufik M 2003) yang menyatakan respirasi dalam tanah berkorelasi negative dengan kadar air tanah. Korelasi negatif ini menunjukkan bahwa peningkatan emisi CO₂ mengikuti penurunan kadar air tanah. Bunnell *et al.* (1977); Xu & Qi (2001) diacu dalam Ma Siyan *et al.* (2004) menyatakan hubungan antara respirasi dalam tanah sangat kecil dan negatif pada saat kondisi kadar air tanah yang sangat tinggi.



Gambar 5. Hubungan Kadar Air Tanah dengan Emisi CO₂

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengaruh Pemberian tinggi muka air tanah 90 cm cenderung menghasilkan emisi CO₂ tertinggi pada 1 bulan setelah aplikasi sampai 3 bulan aplikasi.
2. Pengaruh pemberian bahan organik TKKS cenderung menghasilkan emisi CO₂ tertinggi pada 1 bulan setelah aplikasi sampai 3 bulan aplikasi.
3. Perlakuan tinggi muka air tanah 90 cm dan aplikasi bahan organik jenis TKKS menghasilkan emisi CO₂ tertinggi. Perlakuan tanpa

aplikasi bahan organik menghasilkan emisi CO₂ yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan dengan bahan organik.

4. Secara umum emisi CO₂ meningkat dengan semakin dalam tinggi muka air tanah. Begitu pula dengan pemberian bahan organik, emisi CO₂ pada pemberian bahan organik lebih tinggi dibandingkan tanpa pemberian bahan organik.

Hasil analisis regresi linear menunjukkan faktor tinggi muka air tanah, bahan organik dan suhu tanah berpengaruh terhadap laju emisi CO₂. Faktor kadar air tanah tidak terlalu berpengaruh terhadap laju emisi CO₂, hal ini dapat terlihat dari rendahnya koefisien determinasi (r^2).

SARAN

Perlu dilakukan pengukuran emisi CO₂ dalam jangka panjang dan berulang untuk meningkatkan keyakinan tentang dugaan emisi

tahunan pada perkebunan kelapa sawit di lahan gambut.

DAFTAR PUSTAKA

- Handayani, E.P. 2009. Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dan Metan (CH₄) Pada Perkebunan Kelapa Sawit Di Lahan Gambut yang Memiliki Keragaman Dalam Ketebalan Gambut dan Umur Tanaman. Desertasi. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Fakultas Pertanian IPB.
- Irawan, A. 2009 Hubungan Iklim Mikro dan Bahan Organik Tanah dengan Emisi CO₂ Dari Permukaan Tanah. Skripsi. FMIPA institute Pertanian Bogor, Bogor.
- Maswar. 2009. Pengaruh Aplikasi Pupuk NPK terhadap Kehilangan Karbon pada Lahan Gambut yang Didrainase. Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Melling, L. R. Hatano, K.J. Goh. 2008. Comparative Study Between Greenhouse Gas Fluxes From a Forest and an Oil Palm Plantation on Tropical Peatland of Serawak, Malaysia. Paper presented at Int. Conf. on Oil Palm Environment (ICOPE), Bali, 15-16 November 2007.
- Rumbang, N, R. Bostang, P. Djoko. 2007. Emisi karbon dioksida (CO₂) dari beberapa tipe penggunaan lahan gambut di Kalimantan. Jurnal Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol. 9 p: 95-102.
- Sukarman. 2011. Tinggi permukaan air tanah dan sifat fisik tanah gambut serta hubungannya dengan pertumbuhan *Acacia crassicarpa* A. Cunn. Ex Benth. Tesis Program Pascasarjana Universitas Riau (Tidak dipublikasikan).
- Taufik M. 2003. Fluks CH₄, CO₂, dan N₂O dari Permukaan tanah pada Berbagai Tipe Penggunaan lahan di Sulawesi tengah. Skripsi. Departemen Geofisika dan Meteorologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor, Bogor.