

# PENGARUH TINGGI MUKA AIR TANAH DAN MULSA ORGANIK TERHADAP SIFAT TANAH, PERTUMBUHAN KELAPA SAWIT DAN EMISI CO<sub>2</sub> DI LAHAN GAMBUT

Alhaq<sup>1</sup> dan Wawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Doktor Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

email: alhaqzulkarnain@yahoo.com

## ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh tinggi muka air tanah dan mulsa organik serta interaksinya terhadap sifat tanah, pertumbuhan kelapa sawit dan emisi CO<sub>2</sub> di lahan gambut. Penelitian dilakukan di areal konsesi PT. Teguh Karsa Wana Lestari di Kecamatan Bungaraya Kabupaten Siak. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Petak Terbagi. Petak utama adalah tinggi muka air saluran drainase yang terdiri dari : 50 cm, 70 cm dan 90 cm. Anak petak adalah pemberian mulsa organik yang terdiri dari: tanpa mulsa organik, tandan kosong kelapa sawit, pelepah kelapa sawit, dan *Mucuna Bracteata*. Dengan demikian terdapat 12 kombinasi perlakuan yang diulang 3 kali. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji Wilayah Berganda Duncan (DNMRT) pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan: 1). Tinggi muka air tanah 70 cm merupakan perlakuan yang menghasilkan kandungan N total, P total, K, Ca, dan Mg, lebih tinggi dibanding tinggi muka air tanah 50 cm dan 90 cm sedangkan tinggi muka air tanah 90 cm menghasilkan kadar air tanah lebih rendah, dan suhu tanah serta emisi CO<sub>2</sub> lebih tinggi dibanding tinggi muka air tanah 50 cm dan 70 cm. 2). Mulsa tandan kosong sawit merupakan perlakuan yang menghasilkan kandungan N total, K, Ca, dan Mg, suhu dan kadar air tanah, pertumbuhan akar kelapa sawit yang lebih tinggi, namun disertai emisi CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi pula dibanding mulsa organik lain. 3). Kombinasi tinggi muka air tanah 70 cm dan mulsa organik TKKS menunjukkan kandungan N total, K, Ca, dan Mg, pertumbuhan akar yang lebih tinggi dengan emisi yang lebih rendah dibanding kombinasi tinggi muka air tanah 90 cm dengan mulsa organik yang sama.

**Key word:** Water level, organic mulch, soil properties, root growth, CO<sub>2</sub> emission

## ABSTRACT

*Research aims to review the influence of ground water table (GWT) and organic mulch and its interaction to soil properties, oil palm growth and CO<sub>2</sub> emissions in peatland. Research was conducted in the area concession of PT.Teguh Karsa Wana Lestari in Bungaraya District, Siak Regency. The study is done experimentally using a split plot design. The main plots is the ground water table consisting of: 50 cm, 70 cm and 90 cm. The sub plot is giving organic mulch consisting of: without organic mulch, empty fruit bunch (EFB), midrib palm oil, and mucuna bracteata. Thus there is 12 combination treatment with 3 replication. Data was analyzed by Analysis of variance and to know the differences between treatment analyzed by Duncan New Multiple Range Test on 5% level of significant. The results showed: 1). The GWT 70 cm was the treatment produced total N and P content, and exchangeable K, Ca and Mg higher than GWT 50 cm and 90 cm, while GWT 90 cm produce the water content of soil lower, and soil temperature and CO<sub>2</sub> emission higher than GWT 50 cm and 70 cm. 2). EFB treatment produced N Total content, exchangeable K, Ca, and Mg, soil temperature and water content, roots growth of oil palm higher, but accompanied CO<sub>2</sub> emissions higher than others organic mulch. 3). Combinations of the GWT 70 cm and organic mulch EFB show*

*total N content, Exchangeable of K, Ca, and Mg, roots growth higher and CO<sub>2</sub> emission lower than combinations the GWT 90 cm with the same organic mulch.*

**Key word:** *Water level, organic mulch, soil properties, root growth, CO<sub>2</sub> emission*

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan gambut untuk produksi kelapa sawit di Provinsi Riau mengalami perkembangan yang sangat pesat. Dinas Perkebunan Provinsi Riau (2008 dan 2013) mencatat bahwa pada tahun 2007, lahan gambut yang digunakan untuk perkebunan kelapa sawit seluas sekitar 600.000 ha. Pada tahun 2013 luas pekebunan kelapa sawit di lahan gambut telah mencapai sekitar 1,2 juta ha. Namun sebenarnya pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit dihadapkan pada banyak masalah.

Ada banyak masalah bila lahan gambut digunakan untuk perkebunan kelapa sawit. Pertama, lahan gambut alami memiliki drainase yang buruk, sehingga tidak sesuai untuk tanaman kelapa sawit sebagai tanaman lahan kering. Kedua, tanah gambut memiliki sifat kimia yang kurang mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman yang tinggi. Tanah gambut memiliki reaksi tanah masam sampai sangat masam, kadar unsur hara N, P, dan basa-basa (K, Ca dan Mg), serta kejenuhan basa yang rendah. Ketiga, tanah gambut memiliki sifat fisika tanah yang kurang baik, seperti bobot isi rendah, sehingga porositasnya tinggi, yang berpengaruh terhadap daya hantar air yang tinggi. Hal itu berakibat pada pencucian hara yang tinggi. Akibat bobot isinya yang rendah, tanah gambut memiliki daya menopang beban yang rendah. Sifat fisik gambut yang demikian, menyebabkan tanaman tahunan seperti kelapa sawit yang tumbuh di lahan gambut sering condong bahkan roboh. Keempat, lahan gambut yang didrainase menyebabkan terjadinya subsidensi fisik, dan peningkatan aerasi. Peningkatan aerasi disertai kelembaban yang cukup menghasilkan peningkatan aktivitas biota tanah, termasuk dekomposer. Hal itu yang mengakibatkan meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> yang diikuti penurunan permukaan tanah. Bila drainase berlebihan yang dicirikan oleh permukaan air tanah yang dalam, dapat menyebabkan keringnya tanah pada lapisan permukaan. Kondisi tersebut yang menyebabkan lahan gambut rentan terhadap kebakaran.

Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menerapkan praktek pengelolaan air dan unsur hara terbaik melalui penambahan bahan organik. Namun, persoalannya berapa tinggi muka air tanah yang optimum untuk pertumbuhan kelapa sawit dan aktivitas biota tanah belum diketahui. Selain itu, bahan organik mana yang menghasilkan efek terbaik bagi penyediaan hara dan pertumbuhan tanaman yang disertai dampak lingkungan yang minimum juga belum diketahui. Selain itu, berapa emisi GRK akibat aplikasi limbah organik yang ditambah amelioran dan pupuk anorganik juga belum diketahui. Sehubungan dengan itu, penelitian ini dirancang dengan metode yang ditujukan untuk menjawab pertanyaan tersebut di atas. Selain itu, penelitian ini juga dirancang dengan mengaplikasikan perlakuan untuk mencapai output berupa pertumbuhan dan produksi tanaman yang optimum, namun dengan emisi GRK yang minimum.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tinggi muka air tanah, mulsa organik dan interaksinya terhadap sifat tanah, pertumbuhan kelapa sawit dan emisi CO<sub>2</sub> di lahan gambut.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di areal konsesi PT. Teguh Karsa Wana Lestari di Kecamatan Bungaraya Kabupaten Siak. Wilayah penelitian ditempati tanah gambut dengan tingkat kematangan hemik dan umur tanaman kelapa sawit 8 tahun. Penelitian dilaksanakan dari bulan Desember 2014 sampai Mei 2015.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini limbah organik tandan kosong kelapa sawit dan pangkasan pelepah dan daun kelapa sawit, LCC *Mucuna Bracteata*, ameliorant (dolomite), pupuk anorganik (Urea, SP-36 dan KCl).

Alat yang digunakan antara lain timbangan digital, meterean, label, ember, termometer udara, termometer tanah, stopwatch, chamber (sungkup), syring pengambil gas CO<sub>2</sub>, handsprayer, kamera, parang, cangkul, tabung ukur, alat tulis dan alat pengukur CO<sub>2</sub> IRGA model Li-COR 820.

### Metode Penelitian

#### Metode

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Petak Terbagi. Petak utama adalah tinggi muka air lahan gambut yang terdiri dari 3 taraf, yaitu Tinggi Muka Air 40-60 cm (rerata 50 cm), 60-80 cm (rerata 70 cm) dan 80-100 cm (rerata 90 cm). Anak Petak adalah perlakuan pemberian mulsa organik yang terdiri dari 4 perlakuan, yaitu tanpa mulsa organik, tandan kosong sawit, pelepah sawit dan serasah *Mucuna bracteata*. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

#### *Pembuatan petak utama (main plot) dan anak petak (sub plot)*

Sebagai petak utama adalah perlakuan tinggi muka air. Lahan yang telah ditetapkan pada saat orientasi lapangan selanjutnya diatur tinggi limpasan airnya agar tinggi muka air tanahnya sesuai perlakuan. Hal itu dilakukan dengan memasang papan kayu pada pintu air (dam). Petak utama selanjutnya dibagi menjadi beberapa anak petak.

#### *Aplikasi perlakuan pada anak petak*

Perlakuan yang diaplikasi pada anak petak adalah pemberian mulsa organik. Semua perlakuan tersebut diaplikasi pada setiap anak petak dalam petak utama dengan 3 kali ulangan.

#### *Variabel yang Diamati*

Variabel yang diamati terdiri dari beberapa sifat tanah, pertumbuhan tanaman dan emisi CO<sub>2</sub>. Sifat tanah yang diamati adalah dua sifat fisik tanah (kadar air dan suhu tanah) dan sifat kimia tanah (pH, C-organik, N total, P total, K, Ca, Mg). Pengamatan kadar air tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah pada kedalaman 0-10 cm, selanjutnya tanah dianalisis menggunakan metode gravimetric. Pengamatan suhu tanah dilakukan dengan menancapkan thermometer tanah pada kedalaman 10 cm. Pengukuran suhu dilakukan pada pagi, siang dan sore hari. Pengamatan sifat tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah pada kedalaman 0-10 cm. Pengukuran pH menggunakan pH meter, C organik dianalisis menggunakan metode LOI, N total dianalisis menggunakan metode Kjeldahl, P total menggunakan metode Ekstraksi HCl 25%, kadar K, Ca, dan Mg dianalisis menggunakan metode ekstraksi Amonium asetat pH 7.

Variabel pertumbuhan tanaman yang diamati meliputi volume akar tanaman dan berat kering akar. Pengamatan volume akar dilakukan dengan mengambil sampel tanah

menggunakan kotak besi berukuran 10 x 10 x 10 cm. Akar dibersihkan dari tanah kemudian diukur volumenya. Akar yang digunakan untuk pengukuran volume akar, selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C.

Pengamatan emisi CO<sub>2</sub> dilakukan dengan pengukuran fluks CO<sub>2</sub> pada setiap plot perlakuan (15 plot perlakuan). Untuk pengamatan emisi CO<sub>2</sub> dilakukan pengambilan sampel udara pada setiap perlakuan. Pengambilan sampel udara menggunakan metode sungkup tertutup. Pengambilan sampel udara pada 0, 3 dan 6 menit setelah pemasangan sungkup. Sampel udara selanjutnya dianalisis menggunakan CO<sub>2</sub> analyzer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Air Tanah

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tinggi muka air tanah dan bahan organik berpengaruh nyata, sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air tanah gambut. Rerata kadar air tanah akibat perlakuan setelah diuji BNT disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata kadar air tanah gambut akibat perlakuan tinggi muka air tanah dan mulsa organik.

Mulsa Organik	Tinggi Muka Air Tanah (cm)			Rata-rata
	50	70	90	
Tanpa Mulsa	213,41	185,57	153,71	184,23 b
TKKS	256,75	265,29	183,83	235,29 a
Pelepah Sawit	272,86	225,51	200,72	233,04 a
M. bracteata	253,27	223,36	209,33	228,66 a
Rata-rata	249,08 a	224,94 b	186,90 c	

Angka pada kolom dan barisan diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5 %

Kombinasi tinggi muka air tanah dengan mulsa organik menghasilkan kadar air tanah gambut cenderung lebih tinggi dibanding tanpa mulsa organik dengan TMA 90 cm. Pemberian mulsa organik menghasilkan kadar air tanah gambut lebih tinggi dibanding perlakuan tanpa mulsa, namaun antar mulsa organik tidak berbeda nyata (Tabel 1). Tabel 1 juga menunjukkan bahwa penambahan kedalaman muka air tanah akan menurunkan kadar air tanah gambut secara nyata. Tinggi muka air tanah 50 cm menghasilkan kadar air tanah gambut tertinggi dan berbeda nyata dengan tinggi muka air tanah lainnya. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier antara kedalaman muka air tanah dengan kadar air tanah lapisan permukaan, dengan nilai koefisien korelasi  $r = 0,98$ . Hal ini menunjukkan bahwa kelembaban tanah gambut sangat dipengaruhi oleh tinggi muka air tanah.

### Suhu

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan mulsa organik berpengaruh nyata terhadap suhu tanah, sedangkan perlakuan tinggi muka air tanah dan interaksi antara tinggi muka air tanah dan mulsa organik berpengaruh tidak nyata. Rerata suhu tanah akibat perlakuan setelah diuji BNT disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa pemberian mulsa organik menghasilkan peningkatan suhu tanah dibanding tanpa mulsa. Mulsa organik tandan kosong sawit menghasilkan rata-rata suhu tanah lebih tinggi dibanding perlakuan mulsa organik lainnya. mulsa organik *M. bracteata* menghasilkan rata-rata suhu tanah yang lebih tinggi namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa mulsa organik. Seluruh perlakuan tinggi muka air tanah menghasilkan suhu tanah gambut yang tidak berbeda nyata. Tinggi muka air tanah 90 cm cenderung menghasilkan rata-rata suhu tanah lebih tinggi dibanding perlakuan tinggi muka air tanah lainnya.

Tabel 2. Rata-rata suhu tanah gambut di bawah tegakan kelapa sawit perlakuan perbedaan tinggi muka air tanah dan mulsa organik.

Mulsa Organik	Tinggi Muka Air Tanah (cm)			Rata-rata
	50	70	90	
Tanpa Mulsa	28,18	27,98	27,87	28,01 c
TKS	28,68	28,90	29,13	28,90 a
Pelepah Sawit	28,39	28,61	28,63	28,54 b
<i>M. bracteata</i>	28,09	28,24	28,20	28,18 c
Rata-rata	28,33	28,43	28,45	

Angka pada kolom dan barisan diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5 %

### pH Tanah

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tinggi muka air tanah dan interaksi tinggi muka air tanah dan mulsa organik berpengaruh tidak nyata. Namun pemberian mulsa organik berpengaruh nyata terhadap pH tanah gambut. Rerata suhu tanah akibat perlakuan setelah diuji BNT pada taraf 5 % disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. pH tanah gambut dengan perlakuan kedalaman muka air dan pemberian mulsa organik.

Mulsa Organik	Kedalaman Muka Air (cm)			Rataan Efek Mulsa Organik
	50 cm	70 cm	90 cm	
Kontrol	3,25	3,53	3,33	3,37 b
TKKS	3,79	3,88	3,87	3,84 a
Pelepah	3,65	3,74	3,68	3,69 a
M.B	3,39	3,57	3,54	3,50 ab
Rataan Efek TMA	3,52	3,68	3,60	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%.

Pemberian mulsa organik meningkatkan pH tanah gambut, bahkan pemberian mulsa organik TKKS dan pelepah sawit meningkatkan pH secara nyata dibandingkan tanpa pemberian mulsa organik. Kombinasi kedalaman muka air tanah 70 cm dengan mulsa organik

TKKS cenderung menghasilkan pH tanah gambut tertinggi, dibanding dengan kombinasi lainnya (Tabel 3).

Peningkatan pH akibat penambahan mulsa organik dibanding kontrol disebabkan bahwa pada dekomposisi bahan organik segar akan membutuhkan  $H^+$ . Soepardi (1992) dekomposisi bahan organik mempunyai fungsi memperbaiki keasaman tanah dan meningkatkan nilai pH tanah gambut. Suntoro (2001) penambahan mulsa organik pada tanah gambut mampu meningkatkan pH tanah.

Peningkatan pH cenderung lebih tinggi akibat kombinasi kedalaman muka air tanah 70 cm dengan mulsa organik TKKS disebabkan oleh kedalaman muka air tanah 70 cm dapat meningkatkan kelembapan tanah lapisan atas, sehingga menciptakan lingkungan yang baik untuk aktifitas biota tanah dalam mendekomposisi mulsa organik TKKS. Menurut Suntoro (2001) peningkatan pH tanah gambut juga akan terjadi apabila mulsa organik yang ditambahkan telah termineralisasi yang tentu saja disertai pelepasan basa-basa.

### N total tanah gambut

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tinggi muka air tanah dan interaksi antara tinggi muka air tanah dengan pemberian mulsa organik berpengaruh tidak nyata, sedangkan pemberian mulsa organik berpengaruh nyata terhadap N total tanah gambut. Rerata N total tanah gambut akibat perlakuan setelah diuji BNT pada taraf 5 % disajikan pada Tabel 4.

Pemberian mulsa organik meningkatkan N total tanah, bahkan pemberian mulsa organik TKKS meningkatkan N total secara nyata dibandingkan dengan tanpa pemberian mulsa organik, namun tidak berbeda nyata dengan pemberian mulsa organik pelepah sawit dan *mucuna bracteata*. Kombinasi kedalaman muka air tanah 70 cm dengan mulsa organik TKKS cenderung menghasilkan N total tanah gambut lebih tinggi dibanding dengan kombinasi lainnya. Ada kecenderungan nilai N total pada perlakuan kedalaman muka air tanah 90 cm lebih rendah dibanding 50 cm dan 70 cm.

Tabel 4. N total tanah (%) gambut dengan perlakuan kedalaman muka air dan pemberian mulsa organik.

Mulsa Organik	Kedalaman Muka Air (cm)			Rataan Efek Mulsa Organik	
	50 cm	70 cm	90 cm		
Kontrol	1,45	1,48	1,34	1,42 b	Angka- angka yang diikuti oleh
TKKS	1,58	1,69	1,44	1,57 a	
Pelepah	1,50	1,62	1,39	1,50 ab	
M.B	1,50	1,59	1,38	1,49 ab	
Rataan Efek KMA	1,51	1,59	1,39		

huruf kecil pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%.

Peningkatan N total akibat penambahan mulsa organik dibanding tanpa mulsa disebabkan oleh adanya pelepasan N selama proses dekomposisi dan mineralisasi dari bahan mulsa organik yang ditambahkan. Hakim *et al.* (1986) menyatakan bahwa jumlah hara yang

dibebaskan mulsa organik sangat ditentukan oleh keseimbangan antara faktor-faktor yang mempengaruhi mineralisasi dan immobilisasi serta kehilangan dari lapisan tanah. Peningkatan nitrogen dalam tanah akibat penambahan mulsa organik disebabkan bahan organik tersebut mengalami dekomposisi dan mineralisasi sehingga melepaskan unsure hara termasuk N, sehingga dapat meningkatkan N total pada tanah (Atmojo, 2003).

Kombinasi kedalaman muka air tanah 70 cm dengan mulsa organik TKKS cenderung menghasilkan N total tanah gambut lebih tinggi disebabkan pada kedalaman muka air tanah 70 cm dapat meningkatkan kelembaban tanah lapisan atas (Tabel 1), sehingga menciptakan lingkungan yang baik dan meningkatkan aktifitas biota tanah dalam proses dekomposisi dan mineralisasi mulsa organik TKKS, yang menghasilkan pelepasan hara kedalam tanah sehingga kandungan N total di dalam tanah meningkat. Menurut Banach *et al.* (2009), terjadinya peningkatan kandungan N tanah karena pengaturan kedalaman muka air tanah yang terkendali dengan penambahan mulsa organik TKKS, namun N dapat hilang karena bergerak bersama air tanah.

### P Total Tanah Gambut

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tinggi muka air tanah, pemberian mulsa organik dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap P total tanah gambut. Rerata P total tanah akibat perlakuan setelah diuji BNT pada taraf 5 % disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian mulsa organik cenderung menghasilkan P total tanah gambut lebih tinggi dibanding tanpa pemberian mulsa organik. Pemberian mulsa organik TKKS cenderung menghasilkan P total tanah gambut tertinggi, dibanding dengan pemberian mulsa organik lainnya. Kombinasi kedalaman muka air tanah 60-70 cm dengan mulsa organik TKKS cenderung menghasilkan P total tanah gambut tertinggi dibanding dengan kombinasi lainnya.

Tabel 5. P total tanah gambut (mg/100g) dengan perlakuan kedalaman muka air tanah dan pemberian mulsa organik.

Mulsa Organik	Kedalaman Muka Air (cm)			Rataan Efek Mulsa Organik
	50 cm	70 cm	90 cm	
Kontrol	198,47	227,34	237,92	221,24
TKKS	355,89	458,77	263,22	359,30
Pelepah	303,73	310,55	249,55	287,95
M.B	316,56	317,64	248,36	294,18
Rataan Efek KMA	293,66	328,57	249,77	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%.

Peningkatan P total tanah akibat pemberian mulsa organik disebabkan mulsa organik yang ditambahkan mengandung P. Radjagukguk (1982) menjelaskan bahwa pemberian mulsa organik akan diikuti dengan pelepasan P. Peningkatan P total akibat penambahan mulsa organik TKKS dibanding kontrol disebabkan oleh proses dekomposisi dan mineralisasi yang

dilakukan oleh biota tanah. Mulsa organik TKKS yang diberikan memiliki jumlah yang lebih banyak dibanding mulsa organik lainnya, sehingga akan menyumbang P total tanah lebih tinggi. Noor (2001) menyatakan bahwa pemberian mulsa organik TKKS akan meningkatkan P total dari tanah

Adanya kecenderungan kombinasi tinggi muka air tanah 70 cm dengan mulsa organik TKKS menghasilkan P total tanah gambut tertinggi dibanding perlakuan kombinasi lainnya disebabkan oleh kedalaman muka air tanah 70 cm dapat meningkatkan kelembaban tanah sehingga menciptakan lingkungan yang baik bagi aktifitas biota tanah dalam proses dekomposisi dan mineralisasi mulsa organik TKKS. Akibatnya, unsure hara yang dilepaskan termasuk P juga tinggi. Menurut Banach *et al.* (2009) terjadinya peningkatan kandungan N total dan P total tanah karena pengaturan kedalaman muka air tanah yang terkendali dengan penambahan mulsa organik yang telah terdekomposisi.

### K, Ca, Mg Tanah Gambut

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tinggi muka air tanah, pemberian mulsa organik dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap K, Ca dan Mg dapat ditukar, kecuali pemberian mulsa organik berpengaruh nyata terhadap kadar K dapat ditukar. Rerata K, Ca dan Mg dapat ditukar akibat perlakuan setelah diuji BNT disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 menunjukkan bahwa pemberian berbagai jenis mulsa organik menghasilkan K tanah gambut berbeda nyata dibanding tanpa pemberian mulsa organik, namun tidak berbeda nyata antar pemberian mulsa organik lainnya. Pemberian berbagai jenis mulsa organik menghasilkan Ca dan Mg tanah gambut berbeda tidak nyata dibanding tanpa pemberian mulsa organik. Pemberian mulsa organik TKKS cenderung meningkatkan K, Ca, Mg lebih tinggi dibanding pemberian mulsa organik lainnya. Kombinasi kedalaman muka air tanah gambut 70 cm dengan mulsa organik TKKS dan 90 cm dengan mulsa organik *MB* cenderung menghasilkan K, Ca, Mg tanah gambut tertinggi dibanding dengan kombinasi lainnya.

Tabel 6. K, Ca, Mg tanah gambut (me/100 g) dengan perlakuan kedalaman muka air dan pemberian mulsa organik

Mulsa Organik	Tinggi Muka Air Tanah (cm)			Rata-rata
	50	70	90	
	----- K tanah -----			
Tanpa Mulsa	0,01	0,01	0,01	0,01 b
TKS	0,05	0,07	0,05	0,05 a
Pelepah Sawit	0,04	0,03	0,04	0,04 a
M. bracteata	0,04	0,03	0,03	0,03
Rata-rata	0,37	0,38	0,36	
	----- Ca Tanah -----			
Tanpa Mulsa	0,16	0,17	0,17	0,17
TKS	0,22	1,53	0,27	0,34
Pelepah Sawit	0,16	0,26	0,22	0,21
M. bracteata	0,16	0,19	0,17	0,17
Rata-rata	0,17	0,29	0,21	
	----- Mg Tanah -----			

Tanpa Mulsa	0.08	0,25	00.8	0.14
TKS	0,27	0,25	0,27	0,16
Pelepah Sawit	0,13	0,07	0,27	0,16
M. bracteata	0,21	0,21	0,30	0,21
Rata-rata	0,17	0,17	0,22	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%.

Pengaruh pemberian mulsa organik TKKS menghasilkan peningkatan K, Ca, Mg tanah gambut tertinggi, namun tidak berbeda dengan pemberian mulsa organik lainnya. Hal ini diduga unsur hara yang terkandung dalam mulsa organik TKKS cukup tinggi terutama kandungan kalium (K) dan kalsium (Ca). sehingga pada saat dekomposisi dilepaskanlah hara K. Sesuai dengan yang dinyatakan Musthofa (2007) bahwa kandungan bahan organik TKKS yang diaplikasikan mengalami dekomposisi dan mineralisasi sehingga melepaskan unsure hara. Unsur K, Ca, Mg dalam TKKS tidak mudah tercuci karena dijerap dalam koloid tanah.

Kombinasi kedalaman muka air tanah 70 cm dengan mulsa organik TKKS cenderung menghasilkan K, Ca tanah gambut tertinggi. Namun kombinasi kedalaman muka air tanah 90 cm dengan mulsa organik *MB* cenderung menghasilkan Mg tanah gambut tertinggi. Namun relatif tidak berbeda dengan kombinasi kedalaman muka air tanah dengan bahan organik lainnya. Hal ini diduga bahwa pengaruh kedalaman muka air tanah 70 cm dan 90 cm mengakibatkan peningkatan dekomposisi TKKS dan *MB* dikarenakan pelapukan TKKS dan *MB* oleh biota di dalam tanah. Hal ini disebabkan kedalaman muka air tanah yang terkendali mengakibatkan mulsa organik TKKS dan *MB* tersebut dapat menciptakan lingkungan yang baik bagi aktivitas biota tanah, sehingga jumlah dan aktivitas metabolisme biota meningkat (Hakim *et al*, 1986). Hanafiah (2004) menyatakan bahwa mulsa organik TKKS dan *MB* mempunyai nilai nutrisi yang tinggi dan berpotensi untuk dijadikan pupuk organik.

### Volume Akar

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tinggi muka air tanah dan mulsa organik serta interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap volume akar kelapa sawit. Rerata volume akar akibat perlakuan tinggi muka air tanah dan mulsa organik setelah diuji BNT disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata volume akar tanaman kelapa sawit akibat perlakuan tinggi muka air tanah dan mulsa organik.

Mulsa Organik	Tinggi Muka Air Tanah (cm)			Rata-rata
	50	70	90	
Tanpa Mulsa	13,20	18,00	14,50	15,23
TKKS	18,50	18,77	22,00	19,76
Pelepah Sawit	17,50	20,33	19,67	19,17
M. bracteata	12,62	25,33	18,67	18,87
Rata-rata	15,45	20,61	18,71	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%.

Ada kecenderungan bahwa pada kedalaman muka air tanah 70 cm menghasilkan volume akar lebih tinggi dibanding TMA lainnya, dan pemberian mulsa menghasilkan volume akar lebih tinggi dibanding tanpa mulsa. Selain itu, pada umumnya kombinasi TMA 70 cm dengan mulsa organik menghasilkan volume akar lebih tinggi dibanding kombinasi lainnya.

### Bobot Kering Akar

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tinggi muka air tanah dan mulsa organik serta interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap bobot kering akar kelapa sawit. Rerata bobot kering akar akibat perlakuan tinggi muka air tanah dan mulsa organik setelah diuji BNT disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata bobot kering akar tanaman kelapa sawit perlakuan perbedaan tinggi muka air tanah dan mulsa organik.

Mulsa Organik	Tinggi Muka Air Tanah (cm)			Rata-rata
	50	70	90	
Tanpa Mulsa	4,48	5,83	3,41	4,57
TKKS	4,62	4,01	8,92	5,85
Pelepah Sawit	4,96	7,05	5,43	5,81
M. bracteata	4,80	8,07	4,37	5,74
Rata-rata	4,72	6,24	5,53	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%.

Ada kecenderungan bahwa pada kedalaman muka air tanah 70 cm menghasilkan bobot kering akar lebih tinggi dibanding TMA lainnya, dan pemberian mulsa menghasilkan bobot kering akar lebih tinggi dibanding tanpa mulsa. Selain itu, pada umumnya kombinasi TMA 70 cm dengan mulsa organik pelepah sawit dan MB dan kombinasi TMA 90 dengan mulsa organik TKKS menghasilkan bobot kering akar lebih tinggi dibanding kombinasi lainnya.

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

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tinggi muka air tanah dan mulsa organik serta interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Rerata emisi CO<sub>2</sub> akibat perlakuan tinggi muka air tanah dan mulsa organik setelah diuji BNT disajikan pada Tabel 8.

Tabel 9. Rerata emisi CO<sub>2</sub> (mg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/jam) tanah gambut akibat perlakuan tinggi muka air tanah dan mulsa organik.

Mulsa Organik	Tinggi Muka Air Tanah (cm)			Rata-rata
	50	70	90	
Tanpa Mulsa	350,51	438,78	690,64	493,3
TKS	1435,91	1475,45	2293,80	1735,1
Pelepah Sawit	1296,08	992,02	890,17	1059,4
M. bracteata	596,30	938,21	1066,73	867,1
Rata-rata	919,7	961,1	1235,3	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 9 terlihat bahwa pemberian mulsa organik dapat meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> dibanding tanpa mulsa organik. Nilai emisi CO<sub>2</sub> tertinggi dihasilkan perlakuan mulsa tandan kosong sawit, diikuti mulsa pelepah sawit dan *M. bracteata* dengan peningkatan masing-masing sebesar 251,73%, 114,76% dan 75,78%.

Ada kecenderungan peningkatan TMA dari 50 cm, menjadi 70 cm dan 90 cm menghasilkan peningkatan emisi CO<sub>2</sub> secara linier. Perlakuan TMA 90 cm menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> tertinggi dibanding dengan tinggi muka air lainnya. Kombinasi TMA 90 cm dengan mulsa tandan kosong sawit menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> tertinggi, sedangkan kombinasi kadalaman muka air tanah 50 cm dengan tanpa mulsa organik menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> terendah.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tinggi muka air 70 cm merupakan perlakuan yang menghasilkan kandungan N total, P total, K, Ca, dan Mg, lebih tinggi dibanding tinggi muka air tanah 50 cm dan 90 cm sedangkan tinggi muka air 90 cm yang menghasilkan kadar air tanah lebih rendah, dan suhu tanah serta emisi CO<sub>2</sub> lebih tinggi dibanding tinggi muka air tanah 50 cm dan 70 cm.
2. Mulsa tanda kosong sawit merupakan perlakuan yang menghasilkan kandungan N total, K, Ca, dan Mg, suhu dan kadar air tanah, pertumbuhan akar kelapa sawit yang lebih tinggi, namun disertai emisi CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi pula dibanding mulsa organik lain.
3. Kombinasi tinggi muka air 70 cm dan mulsa organik TKKS menunjukkan kandungan N total, K, Ca, dan Mg, pertumbuhan akar yang lebih tinggi dengan emisi yang lebih rendah dibanding kombinasi tinggi muka air tanah 90 cm dengan mulsa organik yang sama.

### Saran

Pengelolaan air dengan mempertahankan tinggi muka air tanah 70 cm dan aplikasi berbagai mulsa organik pada perkebunan kelapa sawit di lahan gambut dapat diterapkan untuk menghasilkan sifat tanah yang baik, pertumbuhan kelapa sawit yang optimal, serta menekan emisi CO<sub>2</sub> pada lahan gambut. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan informasi mengenai kandungan hara pada daun serta produksi tandan buah segar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmojo, W. S. 2003. **Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya**. Ilmu Kesuburan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Banach AM, K Banach, EJW Visser, Z Stepniewska, AJM Smits, JGM Roelofs and LPM Lamers. 2009. **Effects of summer flooding on floodplain biogeochemistry in Poland; implications for increased flooding frequency**. Biogeochemistry 92, 247–262.
- Hakim, N, M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugroho, M. R. Saul, Go Ban Hong, N. H. Bailey. 1986. **Dasar – dasar Ilmu Tanah**. Penerbit Universitas Lampung. Palembang.
- Hanafiah, K. A. 2004. **Dasar – dasar Ilmu Tanah**. Volume ke-2, Dasar – dasar Ilmu Tanah Lanjutan, Palembang.
- Musthofa, 2007. **Peran Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya**. Fakultas Pertanian. Bogor.
- Noor M. 2001. **Pertanian Lahan Gambut: Potensi dan Kendala**. Kanisius. Yogyakarta. 174 hal.

- Radjagukguk, B. 2000. **Perubahan Sifat Fisik dan Kimia Tanah Gambut Akibat Reklamasi Lahan Gambut Untuk Pertanian**. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan. Vol 2, No. 1, 1 – 15 – 2000. Yogyakarta.
- Soepardi G. 1992. **Kesuburan Tanah**. Program Studi Ilmu Tanah Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Suin. 2005. **Ekologi Hewan Tanah**. Penerbit Bumi Aksara Dan Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati ITB.
- Suntoro, 2001. **Pengaruh Residu Penggunaan Bahan Organik, Dolomit dan KCl pada Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*. L.) pada Oxic Dystrudept di Jumapolo, Karanganyar**. Habitat, 12(3) 170-177.