

**EFEK TINGGI MUKA AIR TANAH DAN PEMUPUKAN  
TERHADAP EMISI CO<sub>2</sub> PADA TANAH GAMBUT  
DENGAN SERASAH DAUN AKASIA (*Acacia crassicarpa*)**

**THE EFFECT WATER LEVEL AND FERTILIZATION  
ON CO<sub>2</sub> EMISSIONS OF PEATLAND  
WITH LITTER OF AKASIA (*Acacia crassicarpa*)**

**Merry Sianturi<sup>1</sup>, Wawan<sup>2</sup>, Wardati<sup>2</sup>**

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Riau  
Jln. HR. Subrantas km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, 28293  
E-mail: sianturimerry@gmail.com/085271514690

**ABSTRACT**

Indonesia has the largest peatland among the tropical countries which are spread in Sumatra mainly in province of Riau, Kalimantan and Papua. This study aims to know the effect of water level and fertilization N, P, K on CO<sub>2</sub> emissions in peatland with litter of akasia (*Acacia crassicarpa*). This research was conducted in the Screen House, Plant Laboratory Faculty of Agriculture, University of Riau, from July to December 2013. This research was conducted experimentally using completely randomized design (CRD) of non-factorial with 6 treatments and 3 replications. The data obtained were analyzed descriptively and then the data is presented in tabular form. Parameters observed were CO<sub>2</sub> emissions. The results showed that the increase of water level depth from 30 cm to 90 cm without fertilizer and with fertilizer N, P, K increase CO<sub>2</sub> emissions were observed in October. However, in November and December observation, CO<sub>2</sub> emissions were obtained in each treatment is inconsistent comparing in Oktober observation. Treatment of water level with fertilizer N, P, K result in CO<sub>2</sub> emissions lower than treatment without fertilizer.

**Key words:** water level, fertilization and CO<sub>2</sub> emissions

**PENDAHULUAN**

Lahan gambut merupakan sumber daya alam penting bagi Indonesia. Indonesia memiliki lahan gambut terluas di antara negara tropis, yaitu sekitar 21 juta ha, yang tersebar terutama di Sumatera, Kalimantan dan Papua. Dari luasan tersebut, sekitar 3.867.413 ha berada di Provinsi Riau (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan

Pertanian, 2011). Lahan gambut memiliki fungsi ekologis dan manfaat ekonomis. Fungsi ekologis lahan gambut adalah sebagai penyimpan karbon (*Carbon storage*), pengatur tata air (fungsi hidrologis) dan penyimpan plasma nutfah. Manfaat ekonomis dari lahan gambut terkait dengan kemampuannya menghasilkan barang

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
2. Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

dan jasa yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Konversi hutan dan pengelolaan lahan gambut, terutama yang berhubungan dengan drainase, merubah fungsi lahan gambut dari penambat karbon menjadi sumber emisi GRK. Lahan hutan yang terganggu menyebabkan peningkatan emisi karena banyaknya bahan organik segar yang mudah terdekomposisi pada hutan terganggu (Agus dan Subiksa, 2008).

Kunci keberhasilan dalam pengelolaan gambut untuk pertanian adalah pengelolaan air dan unsur hara. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap emisi CO<sub>2</sub> lahan gambut adalah kedalaman muka air tanah. Kedalaman muka air tanah di lahan gambut dipengaruhi oleh tinggi muka air tanah di saluran drainase sehingga perlunya dilakukan pengelolaan air pada lahan gambut. Tujuan pengelolaan air adalah mengatur tinggi muka air tanah untuk menjaga agar air tersedia bagi pertumbuhan tanaman dan meminimalkan kerusakan lingkungan seperti emisi CO<sub>2</sub>, subsidensi, bahaya kebakaran dan degradasi tanah. Tanah gambut memiliki kesuburan tanah yang rendah, sehingga tanpa pengelolaan hara yang baik pertumbuhan tanaman sangat jelek. Untuk produktivitas tanaman yang tinggi perlu penambahan pupuk. Namun, penambahan pupuk dapat meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> yang berasal dari perubahan pupuk dan dekomposisi gambut. Teknologi alternatif untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> adalah dengan mengatur tinggi muka air tanah dan pemupukan serta memanfaatkan

serasah daun akasia (*Acacia crassicarpa*) pada HTI.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tinggi muka air tanah dan pemupukan terhadap emisi CO<sub>2</sub> pada tanah gambut dengan serasah daun akasia (*Acacia crassicarpa*).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kasa, Laboratorium Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Riau, Kampus Binawidya km 12,5 Kelurahan Simpang Baru Kecamatan Tampan, Pekanbaru, dari bulan Juli sampai Desember 2013.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah gambut, kapur, Rock Fosfat, urea, KCl, air, serasah daun akasia, media PDA (*Potato Dextro Agar*), aquades, dekstrosa dan alkohol 70%.

Alat yang digunakan adalah cangkul, bor gambut, ayakan, pipa paralon ukuran 4 inci, lem untuk pipa, kasa, paku, palu, kayu, penampung air/ember, paranet, tali plastik, gunting, pisau, siring, *chamber* (sungkup), timbangan analitik, GC (Gas kromatografi), termometer, *soil moisture tester*, oven, shaker, *autoclave*, *hotplet*, oven, cawan petri, *Erlenmeyer*, gelas ukur, tabung reaksi, tisu, plastik wrap, kertas label, *aluminium foil*, selotip, lampu bunsen dan korek api.

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial dengan 6 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Keenam perlakuan yang diuji adalah sebagai berikut:

T1: TMAT 30 cm tanpa pupuk

T2: TMAT 60 cm tanpa pupuk

T3: TMAT 90 cm tanpa pupuk

T4 : TMAT 30 cm + N, P, K

T5 : TMAT 60 cm + N, P, K

T6 : TMAT 90 cm + N, P, K

Keterangan: TMAT (tinggi muka air tanah).

Data emisi CO<sub>2</sub> yang diperoleh dianalisis secara deskriptif, kemudian data disajikan dalam bentuk tabel.

### **Pelaksanaan**

#### **❖ Pengambilan sampel tanah gambut dan persiapannya**

Sampel tanah gambut diambil dari daerah Panam, Pekanbaru. Pengambilannya dilakukan pada kedalaman 0 cm - 120 cm. Lalu sampel tanah dimasukkan ke dalam karung yang berbeda. Sampel tanah dari lapangan dipisahkan dari ranting-ranting ataupun kayu dan setelah itu dikering anginkan selama 2 - 3 hari.

#### **❖ Persiapan pipa paralon dan tempat penelitian**

Pipa paralon yang berukuran 4 inci dipotong dengan menggunakan gergaji untuk mendapatkan ukuran tabung sesuai dengan perlakuan (30 cm, 60 cm dan 90 cm), namun masing-masing pipa ukurannya ditambah 7 cm bagian atas dan 15 cm untuk bagian bawah yang terendam. Selanjutnya ujung bagian bawah pipa paralon diberi kasa untuk mencegah lolosnya bahan tanah gambut dari pipa paralon. Pipa paralon tersebut dimasukkan ke dalam ember yang berisi air setinggi 20 cm dalam keadaan tergantung dengan jarak pipa ke dasar ember 5 cm.

Rumah kasa dibersihkan untuk dijadikan tempat penelitian, lalu di

susun rak kayu untuk meletakkan pipa paralon berisi tanah gambut yang di bawahnya terdapat ember berisi air dan jarak antar ember yaitu 10 cm.

#### **❖ Pemberian kapur dan perlakuan pupuk**

Pemberian dosis kapur 200 g dengan perlakuan pupuk urea 20 g, Rock Fosfat 150 g dan KCl 50 g diberikan berdasarkan teknik budidaya akasia per tanaman. Hal ini setara dengan pemberian kapur 7,4 g dengan perlakuan pupuk urea 0,66 g, Rock Fosfat 4,95 g, KCl 1,65 g untuk setiap pipa paralon. Selanjutnya pupuk dicampur secara merata pada permukaan tanah.

#### **❖ Pemberian serasah daun akasia**

Pada setiap pipa paralon di permukaan tanah diletakkan serasah daun akasia dengan jumlah yang sama untuk masing-masing perlakuan. Serasah daun akasia yang diambil di lapangan dikumpulkan dan diaduk sehingga sampel serasah daun akasia menjadi homogen.

#### **❖ Pemberian perlakuan tinggi muka air tanah**

Perlakuan tinggi muka air tanah dilakukan dengan menempatkan penampung air gambut pada ujung bawah setiap tabung, selanjutnya tinggi muka air tanah diatur sesuai perlakuan.

#### **❖ Penambahan air**

Sebelum melakukan penambahan air pada masing-masing perlakuan, ember dilubangi dibagian samping pada ketinggian 20 cm, apabila air berlebih air akan keluar dari lubang ember. Penambahan jumlah air diberikan melalui selang yang

dihubungkan dengan penampung air utama berukuran  $\pm 120$  liter. Tetesan air gambut ini diatur dengan menggunakan pengatur air (kran air).

#### ❖ Pengambilan sampel udara

Sebelum pengambilan sampel udara, terlebih dahulu dipasang *chamber* (sungkup) yang dilengkapi dengan termometer sebagai alat untuk mengukur suhu di dalam *chamber*. Sampel udara diambil dengan cara disedot menggunakan siring sampling gas.

#### ❖ Isolasi fungi dari serasah daun akasia pada tanah gambut

Isolasi fungi dilakukan dengan metode pengenceran ekstrak serasah

gambut Untuk tiap sampel dilakukan tiga kali ulangan pada setiap perlakuan tinggi muka air tanah 30 cm, 60 cm, dan 90 cm. Serasah daun pada tanah gambut dengan tinggi muka air tanah yang berbeda-beda, masing-masing dimasukkan sebanyak 10 gram ke dalam tabung erlemeyer yang berisi air steril sebanyak 100 ml dan diaduk dengan orbital *shaker* sampai homogen, kemudian diambil 1 ml sampel dari tabung erlemeyer dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi I (pertama) yang berisi 9 ml air steril, ini dilakukan dengan cara pengenceran bertingkat sampai  $10^{-6}$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1. Rata-rata pengukuran emisi CO<sub>2</sub> pada tanah gambut dengan serasah akasia dari bulan Oktober-Desember 2013**

| Perlakuan                  | Emisi CO <sub>2</sub> (mg/m <sup>2</sup> /jam) |          |          | Rata-rata CO <sub>2</sub> (mg/m <sup>2</sup> /jam) | Rata-rata CO <sub>2</sub> (ton/ha/th) |
|----------------------------|------------------------------------------------|----------|----------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                            | Oktober                                        | November | Desember |                                                    |                                       |
| TMAT 30 cm tanpa pemupukan | 119,654                                        | 674,026  | 574,383  | 456,021                                            | 39,947                                |
| TMAT 60 cm tanpa pemupukan | 181,396                                        | 250,913  | 132,181  | 188,163                                            | 16,483                                |
| TMAT 90 cm tanpa pemupukan | 245,883                                        | 360,317  | 894,442  | 500,214                                            | 43,819                                |
| TMAT 30 cm + N, P, K       | 12,529                                         | 64,898   | 339,847  | 139,091                                            | 12,184                                |
| TMAT 60 cm + N, P, K       | 66,462                                         | 191,763  | 192,596  | 150,274                                            | 13,164                                |
| TMAT 90 cm + N, P, K       | 196,739                                        | 136,931  | 98,396   | 144,022                                            | 12,616                                |

Hasil pengukuran emisi CO<sub>2</sub> bulan Oktober menunjukkan bahwa penurunan tinggi muka air tanah dari 30 cm sampai 90 cm tanpa maupun dengan pemupukan N, P, K meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>. Hal ini berarti semakin dalam muka air tanah, maka emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan akan semakin besar. Pada perlakuan tinggi muka air tanah yang diberi pupuk N,

P, K menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemupukan (Tabel 1).

Peningkatan emisi CO<sub>2</sub> akibat penurunan tinggi muka air tanah dari 30 cm sampai 90 cm tanpa pemupukan maupun dengan N, P, K 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 CO<sub>2</sub>. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan TMAT 90 cm tanpa pemupukan yang menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya, walaupun dari hasil perhitungan jumlah koloni fungi tanahnya lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan TMAT 30 cm tanpa pemupukan. Namun, pada perlakuan TMAT 90 cm tanpa pemupukan dengan kolom tanah yang lebih tinggi diperkirakan sekitar 50 cm - 60 cm kolom tanah tersebut aerasinya masih bagus sehingga air dan oksigen lebih tersedia, ruang gerak fungi lebih luas sehingga mendukung respirasi dan perkembangan biota tanah dalam mendekomposisi gambut yang berakibat pada peningkatan emisi CO<sub>2</sub>. Hasil penelitian Sukarman (2011) menunjukkan bahwa tersedianya air dan oksigen di dalam tanah gambut akan memicu tingginya aktivitas biologi tanah sehingga proses dekomposisi dipercepat yang menyebabkan terjadinya peningkatan emisi CO<sub>2</sub>.

Rendahnya emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari perlakuan tinggi muka air tanah yang diberi pupuk N, P, K dibandingkan dengan perlakuan tinggi muka air tanah tanpa pemupukan dikarenakan pupuk N, P, K yang diberikan terlarut dalam tanah yang mengakibatkan kelarutan garam atau salinitas tanah menjadi tinggi, sehingga meningkatkan daya hantar

listrik (DHL). Bila DHL tinggi dapat menghambat penyerapan air dan hara oleh organisme dengan terjadinya peningkatan tekanan osmotik (Noor, 2004). Artinya ini berdampak pada penurunan aktivitas organisme tersebut, sehingga mengakibatkan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan lebih rendah. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan hasil penelitian Maswar (2009) bahwa pemupukan NPK pada lahan gambut dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme perombak sehingga dapat mempercepat dan meningkatkan kehilangan karbon akibatnya lebih banyak gambut yang hilang atau terdekomposisi.

Hasil pengukuran emisi CO<sub>2</sub> bulan November berbeda dengan hasil pengukuran emisi CO<sub>2</sub> bulan Oktober (Tabel 1). Pada bulan Oktober penurunan tinggi muka air tanah dari 30 cm sampai 90 cm tanpa maupun dengan pemupukan N, P, K meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>, sedangkan pada bulan November emisi gas CO<sub>2</sub> yang diperoleh tidak konsisten pada setiap perlakuan tinggi muka air tanah. Hal tersebut disebabkan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari penurunan tinggi muka air tanah dari 30 cm sampai 90 cm tanpa pemupukan cenderung menurun, sedangkan penurunan tinggi muka air tanah dari 30 cm sampai 90 cm dengan pemupukan N, P, K cenderung meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>. Namun, apabila dilihat dari Tabel 1 hasil pengukuran emisi CO<sub>2</sub> bulan November mengalami peningkatan untuk semua tinggi muka air tanah tanpa pemupukan maupun dengan pemupukan N, P, K dari bulan Oktober.

Peningkatan emisi CO<sub>2</sub> tersebut sejalan dengan peningkatan

jumlah koloni fungi dari bulan Oktober sampai bulan November. Hal tersebut menggambarkan bahwa di bulan November mikroorganisme dekomposer bisa beraktivitas optimal. Bukan hanya aktivitas, jumlah keragaman mikroorganisme yang dapat hidup juga jauh lebih tinggi dibandingkan bulan Oktober, sehingga emisi CO<sub>2</sub> juga semakin meningkat. Namun, pada perlakuan TMAT 90 cm dengan pemupukan N, P, K justru mengalami penurunan emisi CO<sub>2</sub> dikarenakan mikroorganisme dekomposer tidak bisa beraktivitas dengan optimal dan keragaman mikroorganisme yang dapat hidup lebih sedikit. Selain itu, diduga ada faktor lain yang mempengaruhi rendahnya emisi CO<sub>2</sub> tersebut.

Perlakuan TMAT 30 cm tanpa pemupukan menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya di bulan November. Tingginya emisi gas CO<sub>2</sub> tersebut dikarenakan semakin dangkal permukaan air tanah, maka semakin besar kadar air pada lapisan permukaan tanahnya. Kondisi ini mengakibatkan suhu tanah rendah (27,49 °C) dan kelembaban pada lapisan permukaan tanah yang diberi serasah daun akasia menjadi lebih tinggi (98,67%). Sehubungan dengan itu, fungi memiliki kesempatan untuk tumbuh dan semakin berkembang sesuai dengan kelembaban tanah yang dikehendakinya.

Duncan (1960) dalam Tambunan dan Nandika (1989) menyatakan bahwa tiap jenis fungi hidup dalam kelembaban tanah yang berbeda-beda, tetapi hampir semua fungi dapat hidup pada substrat tidak

jenuh air, terutama jenis-jenis yang tumbuh pada kayu atau tanah. Pertumbuhan maksimal untuk sebagian besar fungi terjadi pada kelembaban relatif antara 95% - 100% dan pertumbuhan akan menurun atau berhenti pada kelembaban 80% - 85%. Didukung dengan ketersediaan serasah daun akasia sebagai substrat yang mampu menyediakan dan mensuplai makanan atau energi yang cukup dalam mendukung aktivitas mikrobia tanah seperti fungi pendekomposisi serasah daun akasia (bahan organik) di lapisan permukaan tanah gambut tersebut.

Hasil pengukuran emisi CO<sub>2</sub> di bulan Desember terlihat bahwa penurunan tinggi muka air tanah dari 30 cm sampai 60 cm tanpa pemupukan terjadi penurunan emisi CO<sub>2</sub> begitu pula dengan tinggi muka air tanah dari 30 cm sampai 90 cm dengan pemupukan N, P, K. Terjadinya hal yang demikian dikarenakan sudah melapuknya serasah daun akasia (bahan organik) akibatnya substrat sebagai suplai makanan atau energi tidak tersedia bagi mikroorganisme pendekomposisi, sehingga aktivitas mikroorganisme dekomposer semakin menurun dan semakin sedikit mikroorganisme yang mampu bertahan hidup yang berdampak pada penurunan emisi CO<sub>2</sub>. Pada tinggi muka air tanah 90 cm tanpa pemupukan mengalami peningkatan emisi CO<sub>2</sub> karena lapisan gambut di atas muka air tanah mengalami proses dekomposisi yang lebih banyak sehingga terjadi peningkatan emisi CO<sub>2</sub> akibat dari aktivitas mikroorganisme pendekomposisi yang semakin meningkat dapat dilihat pada perhitungan jumlah koloni fungi pada.

Peningkatan jumlah koloni fungi tersebut diduga karena serasah daun akasia (bahan organik) belum sepenuhnya melapuk sehingga substrat sebagai suplai makanan atau energi masih tersedia bagi mikroorganisme pendekomposisi dengan demikian respirasi mikroorganisme dekomposer semakin meningkat kemudian didukung oleh aerasi tanah yang baik sehingga terjadi pelepasan CO<sub>2</sub>.

Hasil pengukuran rata-rata emisi CO<sub>2</sub> dari tinggi muka air tanah tanpa pemupukan maupun dengan pemupukan N, P, K yang diperoleh selama 3 bulan sekitar 12 t CO<sub>2</sub>/ha/tahun sampai 44 t CO<sub>2</sub>/ha/tahun. Hasil penelitian ini mirip dengan hasil penelitian Sumawinata (2012) bahwa emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari HTI *A. crassicaarpa* di lahan gambut sebesar 43 t CO<sub>2</sub>/ha/tahun. Dengan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 43 t CO<sub>2</sub>/ha/tahun sedangkan total sequestrasi sebesar 105,29 t CO<sub>2</sub>/ha/tahun dan emisi CO<sub>2</sub> yang dilepaskan sebesar 40,37 t CO<sub>2</sub>/ha/tahun, maka masih tersimpan karbon sebesar 64,92 t CO<sub>2</sub>/ha/tahun. Dengan demikian, hasil pengukuran rata-rata emisi CO<sub>2</sub> yang diperoleh selama 3 bulan tersebut tergolong rendah.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penurunan tinggi muka air tanah dari 30 cm sampai 90 cm tanpa pemupukan maupun dengan pemupukan N, P, K meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> yang diamati bulan Oktober. Namun, emisi CO<sub>2</sub> yang

diperoleh tidak konsisten pada setiap perlakuan tinggi muka air tanah tanpa pemupukan maupun dengan pemupukan N, P, K yang diamati pada bulan November dan bulan Desember.

2. Perlakuan tinggi muka air tanah dengan pemupukan N, P, K menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemupukan.

### Saran

Perlu penelitian lebih lanjut karena ada faktor lain yang mempengaruhi emisi CO<sub>2</sub> pada berbagai tinggi muka air tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. dan I. G. M. Subiksa. 2008. **Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan**. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2011. **Laporan Tahunan 2011, Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian**. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Maswar. 2009. **Pengaruh aplikasi pupuk NPK terhadap kehilangan karbon pada lahan gambut yang didrainase**. Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah, Bogor.

Noor, M. 2004. **Lahan Rawa : Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam**. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.

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).

Tambunan, B dan D. Nandika. 1989. **Deteriorasi Kayu oleh Faktor Biologis**. IPB-Press. Bogor.

Sumawinata, B. 2012. **Neraca Karbon Hutan Tanaman Industri pada Rawa Gambut Tropik**. Institut Pertanian Bogor.