

EFEKTIVITAS BIOCHAR TERHADAP FLUX METANA DI LAHAN RAWA

ORAL

Wahida Annisa dan Yuli Lestari
Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
e-mail: annisa_balittra@yahoo.com

ABSTRAK

Karakteristik lahan rawa yang khas menjadikannya berbeda dengan lahan sawah lainnya dalam beberapa aspek yang terkait dengan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai upaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi sawah serta menekan fluks CH_4 . Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh biochar sekam padi terhadap fluks metana pada pertumbuhan tanaman padi di lahan rawa pasang surut. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (BALITTRA Banjarbaru). Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan 4 ulangan. Ada beberapa perlakuan pemberian amelioran yaitu: (1) A0 (kontrol tanpa amelioran); (2) A1 (kompos multiorganik dengan dosis 45 g.pot^{-1}); (3) A2 (biochar sekam padi dengan dosis 45 g.pot^{-1}); (4) A3 (kompos multiorganik dengan dosis 90 g.pot^{-1}); (5) A4 (biochar sekam padidengan 90 g.pot^{-1}). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada periode 60 hst perlakuan A5 melepaskan fluks metana terendah yaitu sebesar $191,73 \text{ mg/m}^2/\text{menit}$ dengan hasil gabah sebesar $2,4 \text{ ton/ha}$ yang lebih rendah dibandingkan perlakuan A4 yang mencapai $4,02 \text{ t/ha}$ dengan fluks metana yang lebih tinggi yaitu $326,74 \text{ mg/m}^2/\text{menit}$.

Kata kunci: fluks metana, kompos multiorganik, biochar sekam padi, produktivitas padi, lahan rawa pasang surut

PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan-lahan sub optimal seperti lahan pasang surut merupakan salah satu pilihan yang dapat dilakukan dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan nasional. Alihamsyah (2002) mengatakan bahwa pada masa mendatang lahan rawa ini menjadi sangat strategis dan penting bagi pengembangan pertanian sekaligus mendukung ketahanan pangan dan usaha agribisnis. Ada dua jenis tanah utama di wilayah pasang surut yaitu tanah mineral (*mineral soils*) jenuh air dan tanah gambut (*peat soils*), (Subagyo, 2006). Kondisi tanah di lahan rawa pasang surut tergolong ke dalam tanah yang bermasalah karena memiliki sifat dakhil (*internal*) yang kurang menguntungkan dengan tingkat kesuburan yang rendah. Kebenaran besi sulfide tentukan pirit yang membadakan tanah mineral di lahan rawa pasang surut dengan tanah mineral di lahan kering. Pirit bersifat stabil pada kondisi jenuh air (anaerobik), namun apabila mengalami pengusikan akibat reklamasi akan teroksidasi dan menghasilkan kemasaman yang tinggi. Untuk mempertahankan kondisi reduktif, masyarakat

tradisional Kalimantan Selatan (*Suku Banjar*) melakukan konservasi dengan membuat tabat (*dam overflow*) disepanjang saluran tersier (handil) dengan memanfaatkan luapan air pada saat pasang besar (dua kali dalam sebulan) sehingga oksidasi pirit dapat ditekan dan proses penggelontoran juga dapat berjalan lancar. Pola pengelolaan bahan organik oleh masyarakat lokal pada kondisi tergenang akan mengakibatkan terjadinya proses dekomposisi anaerobik yang menghasilkan metana. Secara alami metana diproduksi di lingkungan anaerobik oleh bakteri metanogen.

Lahan sawah merupakan salah satu sumber penyumbang gas CH₄ yang cukup signifikan, karena dengan kondisi tanah tergenang (anaerobik) sangat sesuai untuk aktivitas bakteri metanogen. Tanaman padi tidak hanya sebagai media fluks CH₄ tetapi juga fluks CO₂ karena eksudat akar merupakan salah satu sumber energi bagi bakteri metanogen. Annisa (2014) melepaskan bahwa pemberian bahan organik yang belum terdekomposisi di lahan rawa pasang surut meningkatkan fluks CH₄ dan CO₂ kumulatif hingga 41,05 µg CH₄.g⁻¹. hari⁻¹ dan 1273,5 µg CO₂.g⁻¹.hari⁻¹, sedangkan fluks kumulatif metana dengan pemberian bahan yang telah terdekomposisi hanya sebesar 4,32 µg CH₄.g⁻¹.hari⁻¹ dan 471,1 µg CO₂.g⁻¹.hari⁻¹. Hal tersebut menjadi indikasi bahwa pembentukan gas CH₄ dan CO₂ di lahan sawah tidak hanya ditentukan oleh kuantitas bahan organik, tetapi juga kualitasnya.

Pertanian ramah lingkungan merupakan alternatif yang paling sesuai guna mendukung keberlanjutan sistem pertanian di lahan rawa. Sistem pertanian ini bertujuan untuk memperoleh produksi optimal tanpa merusak lingkungan, baik secara fisik, kimia, maupun biologi. Aspek keberlanjutan sistem produksi merupakan salah satu ciri sistem pertanian ramah lingkungan. Efek lingkungan yang ditimbulkan akibat kesalahan pengelolaan lahan rawa antara lain terjadinya degradasi lahan yang sangat cepat, peningkatan emisi GRK dan penurunan produktivitas. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas lahan rawa adalah pemberian bahan amelioran. Biochar merupakan salah satu jenis bahan amelioran di lahan rawayang dapat memperbaiki kesuburan tanah dan menekan emisi GRK karena kemampuan biochar dalam meningkatkan retensi hara dan kapasitas tukar kation namun dekomposisi biologi biochar berlangsung lambat. Hasil penelitian Kuzyakov *et al.* (2014) menunjukkan, bahwa laju dekomposisi biochar kurang dari 0,3% per tahun. Melalui pengelolaan lahan yang tepat dengan memanfaatkan input dari sumberdaya lokal sebagai bahan biochar diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah dan pertumbuhan tanamansehingga produktivitas lahan meningkat dan ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh biochar sekam padi terhadap fluks metana pada pertumbuhan tanaman padi di lahan rawa pasang surut.

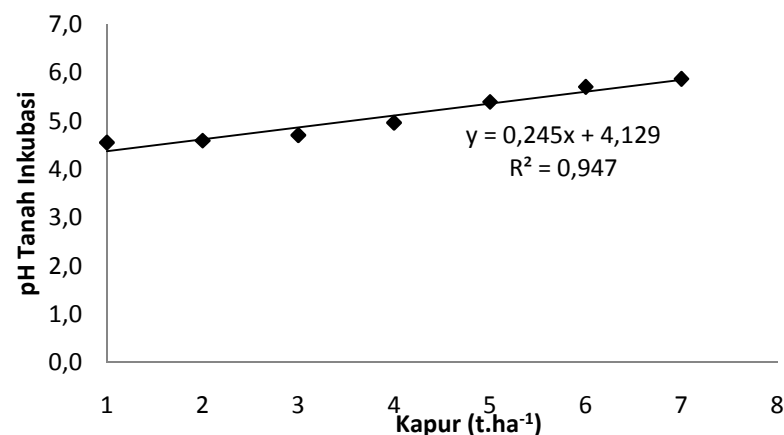
BAHAN DAN METODE

Percobaan ini dilakukan di Rumah Kaca Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (BALITTRA), Banjarbaru. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

mengetahui pengaruh pemberian biochar sekam padi terhadap fluks metana yang dilepaskan pada pertumbuhan tanaman padi di lahan rawa pasang surut. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan 4 ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah pemberian amelioran: (1) A0 (kontrol tanpa amelioran; (2) A1 (kompos multiorganik dengan dosis 45 g.pot⁻¹); (3) A2 (biochar sekam padi dengan dosis 45 g.pot⁻¹); (4) A3 (kompos multiorganik dengan dosis 90 g.pot⁻¹); (5) A4 (biochar sekam padi dengan 90 g.pot⁻¹). Tanpa melalui proses pengeringan contoh tanah yang diambil dari lapangan pada lokasi terpilih hasil karakterisasi dimasukkan ke dalam pot percobaan sebanyak 9 kg masing-masing pot. Sebelum pemberian amelioran, tanah dikomposit terlebih dahulu agar menjadi homogen, kemudian tambahkan amelioran berupa kompos multiorganik dan biochar sekam padi dengan dosis 45 g.pot⁻¹ dan 90 g.pot⁻¹ yang setara dengan 10 t.ha⁻¹ dan 20 t.ha⁻¹. Sebelum ameliorasi tanah diberi kapur dengan dosis 3,5 ton.ha⁻¹. Dosis tersebut hasil inkubasi tanah di laboratorium menunjukkan bahwa kapur yang dibutuhkan untuk menaikkan pH tanah menjadi 5,0 adalah sebesar 3,5 t/ha (Tabel 1 dan Gambar 1). Pengapuran di tanah sulfat masam lebih dimaksudkan menetralkan kation penyebab masam melalui proses pertukaran kation pada kompleks jerapan (Subagyono *et al.*, 1994). Pada tanah di lahan rawa pasang surut reaksi reduksi besi merupakan reaksi yang paling penting karena selain dapat menekan oksidasi pirit juga dapat menaikkan pH tanah.

Tabel 1. Nilai pH Tanah Berdasar Dosis Kapur yang Diberikan dengan Metode Inkubasi

Dosis kapur (t.ha ⁻¹)	1	2	3	Rerata
0.0	4.55	4.53	4.57	4.55
0.5	4.60	4.59	4.60	4.60
1.0	4.62	4.76	4.73	4.70
2.0	4.96	4.91	5.01	4.96
4.0	5.40	5.33	5.46	5.40
8.0	5.63	5.71	5.78	5.71
16.0	5.87	5.83	5.91	5.87



Gambar 1. Hasil Penentuan Jumlah Kapur Menurut Metode Inkubasi dari Tanah



Gambar 2. Foto Percobaan Penentuan Kebutuhan Kapur dengan Metode Inkubasi di Laboratorium

Sebanyak 3 rumpun bibit padi yang berumur sekitar 21 – 25 hari di tanam pada pot-pot percobaan. Pemeliharaan dilakukan dengan mempertahankan air pada pot percobaan pada kondisi jenuh (5 cm di atas permukaan tanah) selama 8 minggu agar pertumbuhan tanaman padi optimum. Pupuk dasar yang digunakan adalah urea, SP-36 dan KCl dengan dosis masing 200 kg.ha⁻¹, 160 kg.ha⁻¹, dan 100 kg.ha⁻¹ (dosis pupuk sesuai rekomendasi pemupukan di lahan pasang surut). Pupuk urea diberikan dalam 2 tahap, yaitu pada saat tanam dan saat padi berumur 4 minggu, sedangkan pupuk SP-36 dan KCl diberikan satu kali pada saat tanam. Tanaman dipertahankan sampai panen.

Pengamatan dilakukan secara periodik (setiap 2 minggu) terhadap tinggi tanaman. Fluks CH₄ dan Eh tanah diamati pada 15 hst, 30 hst, 45 hst dan 60 hst. Perhitungan fluks pada setiap perlakuan menggunakan persamaan sebagai berikut (Lantin *et al.*, 1995):

$$E = \frac{B_m}{V_m} \times \frac{\Delta C_{sp}}{\Delta t} \times \frac{V}{A} \times \frac{273.2}{T + 273.2}$$

Keterangan:

E = emisi CO₂/CH₄ (mg/m²/hari)

V = volume sungkup (m³)

A = luas dasar sungkup (m²)

T = suhu udara rata-rata di dalam sungkup (°C)

$\Delta C_{sp} / \Delta t$ = laju perubahan konsentrasi gas CH₄ dan CO₂ (ppm/menit)

B_m = berat molekul gas CH₄ dan CO₂ dalam kondisi standar

V_m = volume gas pada kondisi stp (standard temperature and pressure) yaitu 22.41 liter pada 23°K. Pada saat panen diamati bobot biji per pot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

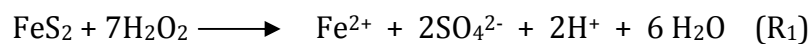
Karakterisasi Tanah

Lahan yang menjadi tempat pengambilan sampel tanah merupakan lahan pasang surut dengan jenis tanah sulfat masam. Vegetasi yang dominan adalah gulma purun (*Eleocharis dulcis*) dan kondisi hidrologinya sangat dipengaruhi oleh luapan air pasang. Hasil analisa sifat kimia tanah awal disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat Kimia Tanah yang Diteliti

Parameter	Kedalaman tanah (cm)			
	0-20	20-40	40-60	>60
pH H ₂ O	4.01	3.99	4.09	3.69
pH H ₂ O ₂	2.23	2.19	1.99	1.75
C-organik (%)	7.06	6.15	5.45	8.65
N-total (%)	0.27	0.21	0.22	0.21
Fe-tds (mg.kg ⁻¹)	1005.0	1117.0	1497.8	1660
K-tds (cmol(+).kg ⁻¹)	0.11	0.13	0.17	0.18
P-tds (mg.kg ⁻¹)	23.29	21.32	11.21	4.19
SO ₄ -larut (mg.kg ⁻¹)	2082.8	2247.1	2916.2	3024

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai pH tanah yang digunakan untuk penelitian adalah 4,01 sehingga digolongkan tanah sulfat masam potensial menurut klasifikasi Subagyo (2006). Menurut Subagyo (2006), bahwa salah satu ciri tanah sulfat masam potensial adalah menunjukkan reaksi tanah sangat masam-agak masam (pH >4,0). Nilai pH yang terlihat menurun seiring bertambahnya kedalaman tanah diduga berkaitan dengan kadar pirit. Penelitian Mawardi (2009) menunjukkan bahwa lapisan yang kadar piritnya tinggi pH tanah lebih rendah daripada pada tanah yang kadar piritnya rendah. Proses oksidasi yang terjadi pada kondisi pasang-surut (tergenang-kering) menghasilkan Fe²⁺ dan SO₄²⁻ serta H₂ yang mengakibatkan penurunan pH. Dent, (1986) mengatakan bahwa nilai pH < 2.5 atau 3 setelah diberikan H₂O₂ mengindikasikan kemasaman sulfat yang kuat. Proses oksidasi pirit dengan H₂O₂ dijelaskan oleh Singer and Stumm (1970) dalam bentuk persamaan reaksi:



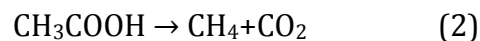
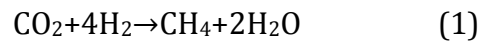
Kondisi lingkungan seperti ini tidak mendukung pertumbuhan optimum padi. Tanaman padi dapat tumbuh normal pada kisaran pH optimum antara 5,0-6,5 (Foth *et al.*, 1972).

Fluks Metana

Fluks metana dari pertanaman padi berkisar 118,67 – 326,74 mg.m⁻².menit⁻¹. Fluks metana tertinggi dilepaskan pada 60 hst dari perlakuan A3 sebesar 326,74 mg.m⁻².menit⁻¹ dan terendah dilepaskan dari perlakuan A4 yaitu sebesar 191,73 mg.m⁻².menit⁻¹, sedangkan tanpa ameliorant fluks metana yang dilepaskan sebesar 299,98 mg.m⁻².menit⁻¹. Hal ini disebabkan metana yang merupakan produk akhir

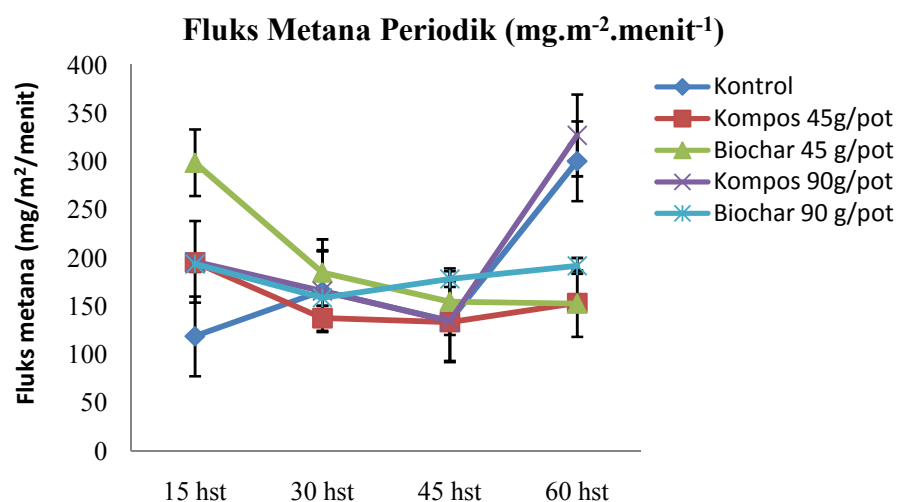
dari proses dekomposisi pada kondisi tergenang sangat ditentukan oleh kualitas substrat seperti: konsentrasi N, nisbah C:N dan nisbah C:P (Kimura *et al.*, 2004; Reddy, 2008).

Secara umum pola pelepasan fluk metana pada padi sawah di lahan pasang surut turun seiring dengan bertambahnya umur tanaman dan meningkat setelah memasuki fase generatif (Gambar3). Dubey (2005) melaporkan bahwa penurunan fluks metana selama fase vegetative disebabkan karena berkurangnya pasokan asimilat. Asimilat merupakan substrat bahan organik yang mempengaruhi jumlah dan aktivitas mikroba yang akhirnya mempengaruhi pelepasan emisi metana. Fluks metana yang dilepaskan dari pertanaman padi di lahan rawa pasang surut yang diberi perlakuan Biochar lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang diberi perlakuan kompos multiorganik. Roger, (2001) mengatakan bahwa jenis dan kualitas bahan organik merupakan substrat dalam proses metabolisme mikrobia yang mempengaruhi emisi CH₄. Zhang *et al.*, (2007) melaporkan bahwa pembentukan metana dari budidaya padi sawah dapat terjadi melalui dua reaksi yaitu:



Reaksi pertama merupakan reduksi CO₂ dengan menggunakan H₂ atau molukel organik sebagai donor elektron, sedangkan reaksi kedua menggambarkan fermentasi asetat dengan bantuan bakteri metanogen.

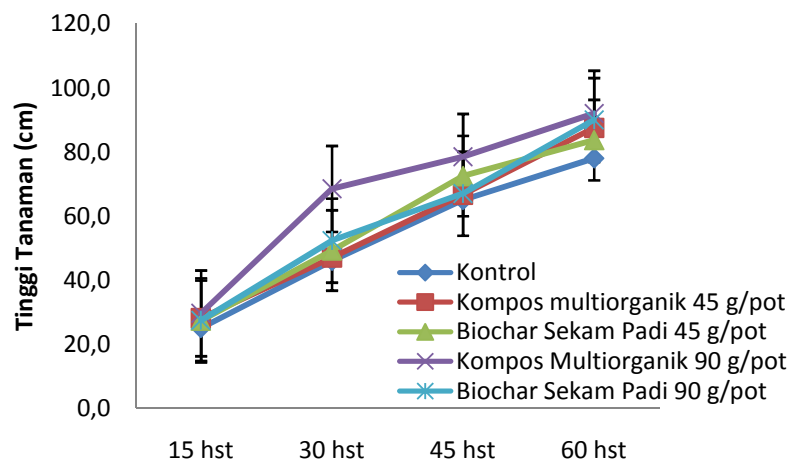
Seperti telah disebutkan di atas, bahwa dekomposisi biologi biochar berlangsung sangat lambat sehingga ketersediaan substrat untuk pembentukan metana sangat rendah. Hal inilah yang menyebabkan fluks metana pada pemberian biochar lebih rendah dibandingkan pemberian pupuk multiorganik.



Gambar 3. Fluks Metana Periodik Selama Pertumbuhan dengan Perlakuan Kompos Multiorganik dan Biochar Sekam

Tinggi Tanaman

Secara umum terlihat bahwa tinggi tanaman padi pada pemberian kompos multiorganik lebih baik meskipun tidak berbeda nyata dibandingkan dengan tinggi tanaman padi pada pemberian biochar sekam padi (Gambar 4). Tinggi tanaman meningkat seiring dengan waktu pengamatan dan tertinggi terlihat pada perlakuan pemberian kompos multiorganik. Hal ini disebabkan pemberian kompos multiorganik dapat meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Biochar sekam padi juga dapat memperbaiki pertumbuhan tinggi tanaman padi namun tidak sebaik penambahan kompos karena dekomposisinya lebih lambat akibatnya hara yang tersedia lebih rendah. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Masulili *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa pemberian Biochar berbahan dasar sekam padi sebesar 10 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan jumlah anakan tanaman padi dengan rata-rata jumlah anakan 17,33 serta meningkatkan total biomassa kering padi sebesar 75,93 g.

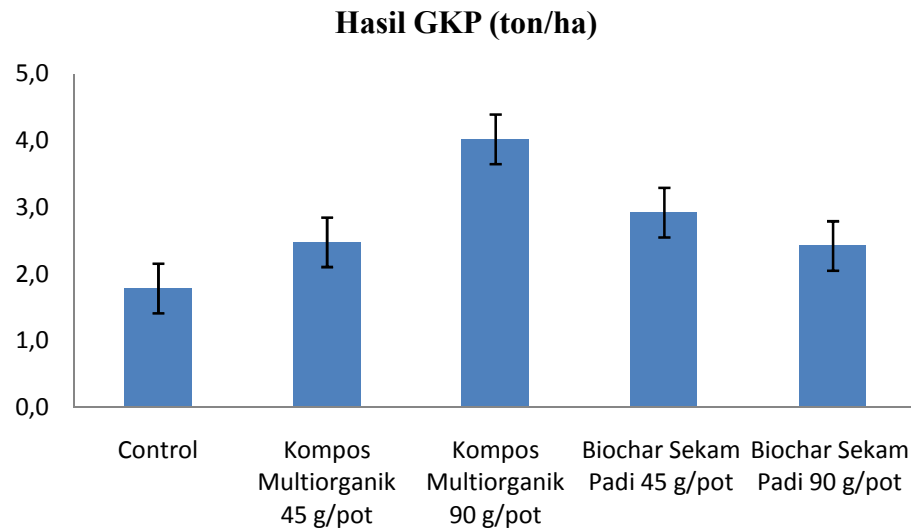


Gambar 4. Tinggi Tanaman Padi dengan Perlakuan Kompos Multiorganik dan Biochar Sekam Padi

Hasil Gabah

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan pemberian amelioran kompos multiorganik dengan dosis 90 g.pot⁻¹ atau setara dengan 20 t.ha⁻¹ memberikan hasil gabah kering panen (GKP) sebanyak 4,02 ton.ha⁻¹ yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian biochar dengan dosis 90 g.pot⁻¹ yang memberikan hasil gabah sebesar 2,4 ton.ha⁻¹, sedangkan tanpa amelioran sebesar 1,785 t/ha (Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pemberian kompos multiorganik berupa kombinasi kompos jerami 30%+kompos purun 30%+kompos kotoran ternak 40% yang terbaik dalam memperbaiki kesuburan tanah di lahan rawa pasang surut, sehingga produktivitas tanaman padi meningkat. Menurut Makarim *et al.*, (1993) bahwa hasil maksimal merupakan potensi hasil, yang besarnya beragam menurut kondisi iklim terutama radiasi matahari dan suhu,

kesuburan tanah yang sifatnya spesifik lokasi. Seperti telah disebutkan diatas bahwa proses dekomposisi kompos multiorganik berlangsung lebih cepat dibandingkan dekomposisi biochar akibatnya hara lebih mudah tersedia. Oleh karena pada pemberian kompos multiorganik, hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman lebih mudah tersedia dibandingkan pemberian biochar maka hasil yang dicapai juga lebih tinggi.



Gambar 5. Hasil Gabah Kering Panen (ton/ha) dengan Perlakuan Kompos Multiorganik dan Biochar Sekam Padi

KESIMPULAN

1. Pemberian biochar dengan dosis 90 g.pot⁻¹ atau setara dengan 20 ton.ha⁻¹ melepaskan fluks metana sebesar 191,73 mg.m⁻².menit⁻¹ yang lebih rendah dibandingkan pemberian kompos multiorganik dengan dosis yang sama melepaskan fluks metana sebesar 326,74 mg.m⁻².menit⁻¹, sedangkan tanpa ameliorant sebesar 299,98 mg.m⁻².menit⁻¹.
2. Pemberian kompos multiorganik dengan dosis 90 g.pot⁻¹ hasil gabah kering panen menjadi 4,02 t/ha yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian biochar sebesar 2,42 t/ha dan tanpa amelioran hanya sebesar 1,785 t/ha

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, W. 2014. Peran Bahan Organik dan Tata Air Mikro Terhadap Kelarutan Besi, Emisi CH₄, Emisi CO₂ dan Produktivitas Padi Di Lahan Sulfat Masam. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada (tidak dipublikasikan).
- Dent, D.L. 1986. *Acid Sulphate Soils: A Baseline for Research and Development*. International Institute for Land Reclamation and Improvement – ILRI, Wageningen.
- Dubey, S.K. 2005. Microbial ecology of methane emission in rice agroecosystem: A Review. *Appl.Eco.EnvIRON. Res.* 3(2):1-27.

- Kimura, M., Jun Murasea., Yahai Lub. 2004. Carbon cycling in rice field ecosystems in the context of input, decomposition and translocation of organic materials and the fates of their end products (CO₂ and CH₄). *Soil Biology & Biochemistry*. 36: 1399–1416.
- Kuzyakov, Y., I. Bogomolova dan B. Glaser. 2014. Biochar stability in soil decomposition during eight years and transformation as assessed by compound-specific ¹⁴C analysis. *Soil Biology and Biochemistry*. 70:229-236 (Abstract).
- Mawardi. 2009. Pengaruh Durasi Penggunaan Lahan Terhadap Karakter Tiga Seri Tanah Sulfat Masam Potensial Kabupaten Barito Kuala. *Tesis*. Program Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Reddy, K.R., dan R.D. Delaune. 2008. *The Biogeochemistry of Wetland; Science and Application*. CRC Press. New York.
- Roger, P. 2001. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: A review. *Eur. J. Soil Biol.* 37, 25-50.
- Singer, PC., and Stumm W. 1970. Acidic mine drainage the rate determining step. *Science* 167: 1121.
- Subagjo. 2006. *Lahan rawa pasang surut*. Hlm. 23-98. *Dalam Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Balai besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Zhang, J.B., Song, C.C., Wang, S.N. 2007. *Dynamics of soil organic carbon and its fractions after abandonment of cultivated wetlands in Northeast China*. *Soil and Tillage Research*. 96: 350-360.
- Masuli A. 2010. Rice Husk Biochar for Rice Based Cropping System in Acid Soil 1. The Characteristics of Rice Husk Biochar and Its Influence on the Properties of Acid Sulfate Soils and Rice Growth in West Kalimantan, Indonesia. *J. Agricultural Science*. Vol.2 No.1.