

Pengaruh Pemberian Kapur Dolomit dan Pupuk Urea terhadap Emisi Gas Metana (CH₄) pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) di Tanah Gambut

*Influence of Dolomite Lime and Urea Fertilizer on Methan (CH₄) Emissions in Rice Plants (*Oryza Sativa* L.) on Peat Soil*

Muh Bambang Prayitno^{1*)}, Arif Purnomo Aji¹

¹Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya Ogan Ilir 30662, Sumatera Selatan, Indonesia

^{*)}Penulis untuk korespondensi: muhbambang_prayitno@yahoo.com

Sitasi: Prayitno MB, Aji AP. 2021. Influence of dolomite lime and urea fertilizer on methan (CH₄) emissions in rice plants (*Oryza Sativa* L.) on peat soil. In: Herlinda S *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-9 Tahun 2021, Palembang 20 Oktober 2021, Palembang 20 Oktober 2021. pp. 682-688. Penerbit: Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

This study aims to see how the effect of dolomite lime and urea fertilizer for different doses on methane emissions in peat soils in rice plants. CH₄ gas analysis was carried out at the Agricultural Environmental Research Laboratory, Ministry of Agriculture, Pati, Central Java. Gas extraction and gas analysis were carried out from March to June 2020. The main production observation variables observed in this study were CH₄ methane emissions during the vegetative, primordial, generative and. The supporting parameters include water pH and water EC. The results of this study indicate that the dynamics of CH₄ gas emission varies greatly in each phase. In the observations in the vegetative phase, plants treated with D2U1 with a value of 4,69 mg/m²/day were the lowest CH₄ gas emissions, while in the primordial phase plants treated with D1U1 had the lowest CH₄ gas emissions with a value of 5,58 mg/ m²/day. In the generative phase of plants with D2U1 treatment with a value of 5,10 mg/m²/day is the lowest CH₄ gas emissions and in the production phase with D2U2 treatment produces the lowest CH₄ emissions with a value of 4,78 mg/m²/day. Based on during the growth phase, the lowest CH₄ emissions produced in the D2U1 treatment were in the vegetative phase with a value of 4,69 mg/m²/day.

Keywords: greenhouse gas rice, urea, dolomite, peat, methane emissions

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan kapur dolomit dan pupuk urea untuk dosis yang berbeda terhadap emisi metana pada tanah gambut di tanaman padi. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Maret sampai Juni 2020. Analisis gas CH₄ di laksanakan di Laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Kementerian Pertanian Pati Jawa Tengah. Peubah pengamatan utama yang diamati pada penelitian ini yaitu Emisi Metana CH₄ pada saat fase vegetatif, primordia, generatif dan produksi. Adapun parameter pendukungnya meliputi, pH Air dan EC Air. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dinamika emisi gas CH₄ sangat bervariasi pada setiap fase. Pengamatan di fase vegetif bahwa tanaman dengan perlakuan D2U1 dengan nilai 4,69 mg/m²/hari adalah emisi gas CH₄ terendah, sedangkan pada fase primordia tanaman dengan perlakuan D1U1 memiliki emisi gas CH₄ terendah dengan nilai 5,58 mg/m²/hari. Pada fase

generatif tanaman dengan perlakuan D2U1 dengan nilai 5,10 mg/m²/hari adalah emisi gas CH₄ terendah dan pada fase produksi dengan perlakuan D2U2 menghasilkan emisi CH₄ terendah dengan nilai 4,78 mg/m²/hari. Berdasarkan selama fase pertumbuhan, emisi CH₄ terendah dihasilkan pada perlakuan D2U1 pada fase vegetatif dengan nilai 4,69 mg/m²/hari.

Kata kunci: padi gas rumah kaca, urea, dolomit, gambut, emisi metana

PENDAHULUAN

Lahan gambut menjadi salah satu potensi untuk kegiatan pertanian pada ekosistem gambut fungsi budidaya. Lahan gambut yang tergolong ekosistem gambut fungsi budidaya sesuai dengan PP 57 tahun 2016. Peraturan tersebut memberi peluang kegiatan pertanian di lahan gambut dengan tata kelola yang baik dan berkelanjutan. Lahan basah merupakan sumber alami metana (CH₄) terbesar ke atmosfer dan menyumbang sekitar 25% dari emisi atmosfer tahunan global (Bäckstrand *et al.*, 2008). CH₄ merupakan salah satu gas terpenting yang berkontribusi terhadap pemanasan iklim (Korczyński *et al.*, 2010).

Emisi bersih CH₄ dari ekosistem lahan basah merupakan hasil dari beberapa proses termasuk produksi mikroba, oksidasi mikroba dan mekanisme abiogenik seperti ebullition dan saluran tanaman vaskular yang terkait untuk transportasi gas. Setiap molekul CH₄ 25 kali lebih efektif dalam menyerap panas di atmosfer daripada CO₂ (IPCC, 2007)

Konversi lahan gambut tropis menjadi pertanian menyebabkan pelepasan karbon dari penyimpanan jangka panjang yang sebelumnya stabil, mengakibatkan penurunan tanah yang dapat menjadi ukuran pengganti emisi CO₂ ke atmosfer (Hooijer *et al.*, 2012) dan potensi emisi gas lainnya berkontribusi besar terhadap emisi gas rumah kaca global (Hooijer *et al.*, 2010; Couwenberg *et al.*, 2010; Murdiyarso *et al.*, 2010).

Kondisi alami lahan gambut adalah dengan kondisi air tergenang, dimana pada kondisi tersebut sangat sesuai dengan kegiatan pertanaman padi. Kondisi lahan keadaan aerob, maka bakteri yang dapat mengonsumsi metana (*methanotroph*) akan hidup sedangkan bakteri penghasil metana tidak dapat hidup. Degradasi bahan organik melalui reaksi biokimia yang kompleks oleh bakteri penghasil metana (methanogen) akan membentuk metana secara alamiah, bakteri ini hanya dapat hidup dalam kondisi tanah tergenang air (anaerob) (Najamuddin, 2014), disisi lain emisi gas CO₂ dan N₂O tertekan.

Gas metan (CH₄) merupakan hasil pelapukan bahan organik pada gambut dalam kondisi oksigen. Bahan organik sisa tumbuhan sebagai substrat bagi dekomposer anaerobik mengakibatkan gas metan dihasilkan dalam jumlah besar. Menurut Agus dan Subiksa (2008), GRK utama yang keluar dari lahan gambut adalah CO₂, CH₄ dan N₂O, namun emisi CH₄ cukup signifikan pada lahan gambut tergenang atau pada kondisi muka air tanah dangkal.

Lahan gambut terbaik untuk budidaya padi adalah pada gambut dengan kedalaman kurang 50 cm adalah kondisi terbaik untuk persawahan. Salah satu peluang peningkatan produksi beras adalah pendayagunaan lahan gambut untuk program intensifikasi dan ekstensifikasi areal pertanian, khususnya padi sawah (BB Litbang SDLP, 2011).

Lahan tergolong bergambut hingga gambut dangkal adalah prospek pertanian ke depan dan sangat menjanjikan, meski terdapat kendala kesuburan tanahnya (rendahnya ketersediaan hara dan tingginya kandungan asam-asam organik) yang dapat meracuni tanaman dan membatasi produktivitas lahan gambut (Barchia, 2006). Kandungan asam organik yang tinggi tanah gambut dengan kondisi anaerobik dapat meningkatkan emisi CH₄ (Yulianingsih & Setyanto, 2016). Peningkatan kemampuan tanah gambut dalam

mendukung pertumbuhan tanaman dapat dilakukan dengan menambahkan bahan mineral sebagai amelioran dan sejumlah unsur hara tertentu.

Salah satu amelioran yang dapat digunakan untuk pertanaman padi adalah kapur dolomit. Kapur dolomit mempunyai kandungan Mg dan Ca dapat memperbaiki pH tanah, kejenuhan basa (KB), meningkatkan unsur kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) serta mengurangi ketersediaan senyawa-senyawa organik beracun yang pada akhirnya dapat mempengaruhi unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Ilham *et al.*, 2019). Dolomit berguna untuk memusnakan jenis jamur dan bakteri di tanah, menetralkan pH tanah, sehingga bisa meningkatkan kesuburan tanah. Djuhariningrum *et al.*, (2004), menyatakan bahwa dolomit $[CaMg(CO_3)_2]$ terkandung Ca^{2+} 21,73%, $[Mg^{2+}$ 13,18%], C 13,03%, O: 52,06%, CaO 30,40%, MgO 21,70%, dan CO_2 47,90%. Dolomit harganya terjangkau dan mudah didapat sehingga banyak digunakan. Menurut Safuan (2002), disamping itu bahan tersebut dapat memperbaiki sifat kimia tanah dan sifat fisik dengan tidak meninggalkan residu yang merugikan tanah.

Ketersediaan unsur nitrogen pada tanah gambut sangat penting dan dengan sifatnya yang mudah hilang akan berdampak pada ketersediaan nitrogen tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman, khususnya tanaman bukan asli rawa gambut. Pupuk nitrogen diberikan untuk mendukung proses fisiologis tanaman. Nitrogen merupakan pembentuk utama sel protoplasma, protein, asam amino, amida dan alkaloid. Ketersediaan zat hijau daun yang berlimpah, tanaman akan lebih mudah melakukan fotosintesis (Suhartono, 2012). Menurut Panjaitan *et al.*, (2015), Pemupukan unsur nitrogen selaku salah satu aspek penting dalam peningkatan produksi padi diprediksi mempengaruhi pembentukan gas metana. Aspek penyebab lain padi yang dibudidayakan secara konvensional memerlukan pupuk nitrogen yang cukup tinggi selama masa hidupnya. Ketersediaan unsur nitrogen yang sangat rendah di gambut sehingga Yuliani (2014) merekomendasikan dosis pupuk urea untuk tanaman padi di tanah gambut adalah 250 kg/ha. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kapur dolomit dan pupuk urea terhadap penurunan emisi metana (CH_4) selama fase pertumbuhan tanaman padi di tanah gambut.

BAHAN DAN METODE

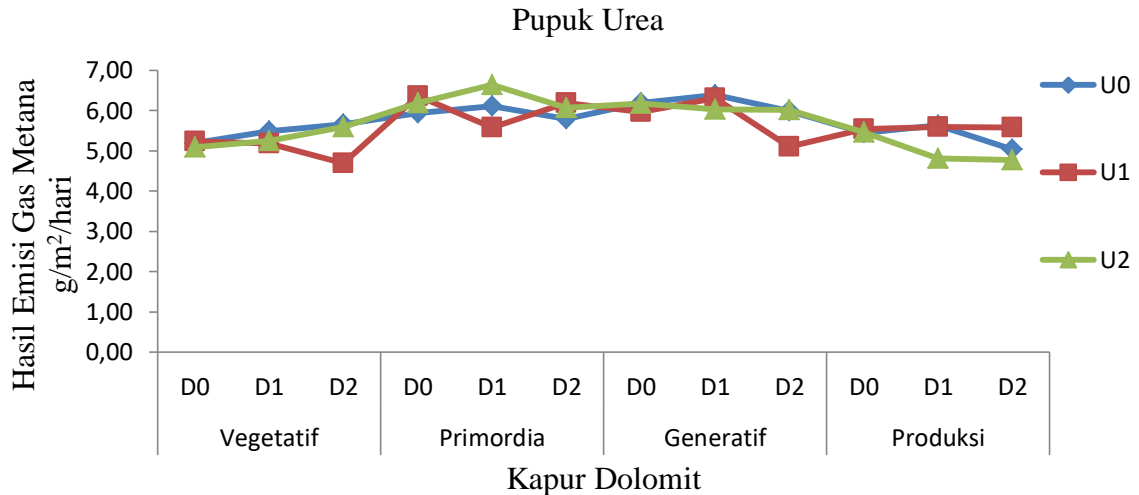
Bahan yang digunakan dalam adalah benih padi IR-42; kapur dolomit; pupuk urea; pupuk P_2O_5 (SP-36); pupuk K_2O (KCl), dan air untuk penyiraman serta tanah gambut. Alat yang digunakan antara lain baterai kering 12 Volt; kotak tempat tabung vacuum; pot tanaman ukuran 10 liter; stopwatch/Time; sungkup set (*Closed Chamber*); suntikan; tabung vacuum 10 ml dan termometer dan kipas angin portable.

Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua faktor digunakan, dengan faktor pertama yaitu kapur dolomit dengan 3 taraf ($D_0 = 0$ ton/ha, kontrol, $D_1 = 10$ ton/ha (25 g dolomit/pot), $D_2 = 15$ ton/ha (37,5 g dolomit/pot)) dan faktor kedua yaitu pupuk urea dengan 3 taraf ($U_0 = 0$ kg/ha, Kontrol, $U_1 = 125$ kg/ha (0,78 g urea/tanaman), $U_2 = 250$ kg/ha (1,56 g urea/tanaman)). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga mendapatkan 27 satuan unit percobaan.

Penangkapan emisi CH_4 yaitu: 1) Penangkapan gas dilakukan menggunakan sungkup tertutup berbentuk silinder dengan volume 120.579,3 cm^3 . 2) Sungkup tertutup pada kondisi kedap dan tidak bocor, sehingga seluruh gas yang keluar dari permukaan tanah dan tanaman dapat terperangkap dalam sungkup, 3) Ukur temperatur udara di luar dan dalam sungkup sebelum dan sesudah penangkapan gas, dan 4) Sebelum melakukan penyedotan gas menggunakan jarum suntik, hidupkan kipas dalam sungkup diputar selama 30 detik dengan mengaliri arus listrik dari baterai kering 12 volt.

HASIL

Data utama penelitian ini adalah emisi gas metana yang diambil pada fase vegetatif (30 hst), primordia (70 hst), generatif (84 hst) dan fase produksi (100 hst). Hasil pengamatan emisi gas fase vegetatif, fase primordia, fase generatif dan fase produksi disajikan pada Gambar 1 dan sidik ragamnya pada Tabel 1, sedangkan data pendukung adalah nilai pH air selama pertumbuhan dan produksi tanaman padi disajikan pada Tabel 2.



Gambar 1. Grafik emisi gas metana (CH₄) pada fase vegetatif, fase primordia, fase generative dan fase produksi

Tabel 1. Hasil analisis sidik ragam nilai F Hitung dolomit dan urea terhadap emisi metana selama fase pertumbuhan tanaman padi

Emisi Metana (CH ₄)	Hasil analisis sidik ragam		
	F Hitung		
	D	U	DXU
Fase Vegetatif	0,11 ^{tn}	0,76 ^{tn}	0,54 ^{tn}
Fase Primordia	0,30 ^{tn}	1,93 ^{tn}	2,54 ^{tn}
Fase Generatif	2,06 ^{tn}	1,11 ^{tn}	0,88 ^{tn}
Fase Produksi	0,70 ^{tn}	1,69 ^{tn}	0,54 ^{tn}
F Tabel 5 %	3,55	3,55	2,93
F Tabel 1 %	6,01	6,01	4,58

Keterangan : tn = tidak nyata, D = Dolomit, U = Urea

Tabel 2. Kondisi pH Air Fase Pertumbuhan dan Produksi

Kapur Dolomit (ton/ha)	Pupuk Urea (kg/ha)	pH air			
		Vegetatif	Primordia	Generatif	Produksi
-----Fase Pengamatan-----					
D0 (0 ton/ha)	U0 (0 kg/ha)	5,30	5,22	4,45	4,92
	U1 (125 kg/ha)	5,33	5,04	4,39	4,88
	U2 (250 kg/ha)	5,47	5,39	4,38	4,99
D1 (10 ton/ha)	U0 (0 kg/ha)	5,36	5,36	4,42	4,99
	U1 (125 kg/ha)	5,37	5,47	4,25	4,93
	U2 (250 kg/ha)	5,59	5,33	4,42	5,05
D2 (15 ton/ha)	U0 (0 kg/ha)	5,39	5,24	4,41	4,99
	U1 (125 kg/ha)	5,55	5,12	4,45	5,00
	U2 (250 kg/ha)	5,47	5,25	4,50	5,03

PEMBAHASAN

Emisi gas metana (CH_4) pada fase vegetatif, Gambar 1, pada perlakuan kapur dolomit D2 (15 ton/ha) 5,32 $\text{mg/m}^2/\text{hari}$ menyatakan hasil emisi gas metana (CH_4) tertinggi, sedangkan emisi gas metana (CH_4) perlakuan D0 (kontrol) 5,18 $\text{mg/m}^2/\text{hari}$. Hal ini dikarenakan pada perlakuan D0 tidak diberikan dolomit yang mengakibatkan pH pada tanah gambut masam, sesuai dengan apa yang dinyatakan Panjaitan *et al.*, (2015), pada tanah dengan kemasaman tinggi, aktivitas bakteri metanogen berkurang yang berpengaruh terhadap penurunan produksi metana dalam tanah. Pengaruh pemberian pupuk urea dan kapur dolomit menunjukkan hasil yang bervariasi disetiap masing masing perlakuan pada fase vegetatif tanaman umur 30 HST, emisi gas metana (CH_4) tertinggi terdapat pada perlakuan D2U0 dengan nilai 5,67 $\text{mg/m}^2/\text{hari}$, sedangkan hasil perlakuan emisi gas metana (CH_4) terendah yaitu pada perlakuan D2U1 dengan nilai 4,69 $\text{mg/m}^2/\text{hari}$.

Emisi gas metana (CH_4) pada fase primordia, Gambar 1, pada perlakuan pemberian kapur dolomit dengan dosis D0 (kontrol) menyatakan hasil emisi gas metana (CH_4) tertinggi, sedangkan hasil perlakuan emisi gas metana (CH_4) terendah yaitu pada perlakuan D2 (15 ton/ha) dengan selisih emisi pola gas 0,14 $\text{mg/m}^2/\text{hari}$. Penambahan kapur dolomit cenderung menurun dari perlakuan tanpa penambahan kapur dolomit karena penambahan kapur berpengaruh untuk menekan emisi metana.

Perlakuan pemberian pupuk urea menunjukkan hasil emisi gas metana (CH_4) tertinggi dihasilkan pada perlakuan U2 (250 kg/ha), sedangkan pada perlakuan U0 (kontrol) merupakan hasil emisi gas metana (CH_4) terendah. Pada fase primordia pemberian pupuk urea tidak berpengaruh untuk menekan emisi CH_4 , diduga pemberian pupuk urea dapat meningkatkan aktivitas metabolisme tanaman sehingga produksi CH_4 juga meningkat. Ammonium (NH_4^+) yang diserap oleh padi akan bersamaan dengan pelepasan H^+ disekitar perakaran padi dapat menyebabkan turunnya kemasaman di sekitar perakaran padi yang dapat menghambat perkembangan bakteri metanogen (Asri, 2010).

Emisi gas metana (CH_4) pada fase generatif, Gambar 1, perlakuan pemberian kapur dolomit dengan dosis D1 (10 ton/ha) menunjukkan hasil emisi gas metana (CH_4) tertinggi, sedangkan hasil perlakuan emisi gas metana (CH_4) terendah yaitu pada perlakuan D2 (15 ton/ha). Hal ini diduga tinggi rendahnya emisi metana pada fase generatif ini dikarenakan pemberian kapur dolomit mengakibatkan dekomposisi bahan organik, sehingga pada kondisi anaerob organisme yang berperan dalam proses dekomposisi ini khususnya bakteri metanogen tidak dapat berfungsi dengan baik apabila terdapat oksidan. Jika oksidan tanah belum tereduksi, maka metana tidak akan terbentuk (Susilawati *et al.*, 2011).

Perlakuan pemberian pupuk urea menunjukkan hasil emisi gas metana (CH_4) tertinggi dihasilkan pada perlakuan U0 (kontrol), sedangkan pada perlakuan U1 (125 kg/ha) merupakan hasil emisi gas metana (CH_4) terendah. Penambahan pupuk urea pada fase generatif dengan dosis (125 kg/ha) memberikan pengaruh untuk menekan emisi metana, sedangkan tanpa perlakuan pupuk urea meningkatkan emisi metana. Hal ini karena sesuai dengan pernyataan Suharsih *et al.* (2002), yang menunjukkan bahwa penggunaan urea pada lahan gambut dapat menekan emisi gas metana sebesar 3,8 % dibandingkan tanpa penambahan pupuk urea (nitrogen).

Pada fase generatif umur tanaman padi 84 HST dolomit dan nitrogen berpengaruh terhadap emisi gas metana (CH_4), pada fase ini gas metana cenderung turun karena fotosintat banyak digunakan untuk pembentukan bakal bunga (Wiryaningtiyas, 2008). Hal ini disebabkan penurunan nilai emisi ini sangat tergantung dari efisiensi penguraian fotosintat oleh tanaman. Semakin efisien tanaman padi dalam mengurai fotosintat untuk

pengisian malai, semakin kecil eksudat akar yang dilepaskan akar dan akhirnya membentuk CH_4 menjadi rendah (Setyanto dan Susilawati, 2007).

Emisi gas metana (CH_4) pada fase produksi, Gambar 1, yang disajikan di atas menyatakan pada perlakuan pemberian kapur dolomit dengan dosis D0 (kontrol) menunjukkan hasil emisi gas metana (CH_4) tertinggi, sedangkan hasil perlakuan emisi gas metana (CH_4) terendah yaitu pada perlakuan D2 (15 ton/ha) dengan selisih emisi pola gas $0,35 \text{ mg/m}^2/\text{hari}$. Hal ini diduga proses fotosintat yang tidak berlangsung dengan baik, yang dapat menyebabkan aktivitas bakteri metanogen menurun sehingga dapat membuat emisi CH_4 menurun, selain juga pada fase produksi ini padi dibiarkan dalam kondisi yang kering dapat berpengaruh terhadap penurunan gas CH_4 (Kartikawati dan Nursyamsi, 2013).

Perlakuan pemberian pupuk urea menunjukkan hasil emisi gas metana (CH_4) tertinggi dihasilkan pada perlakuan U1 (125 kg/ha), sedangkan pada perlakuan U2 (250 kg/ha) merupakan hasil emisi gas metana (CH_4) terendah dengan selisih pola emisi gas $0,55 \text{ mg/m}^2/\text{hari}$. Pada fase produksi dengan penambahan pupuk urea dengan dosis (250 kg/ha) berpengaruh untuk menekan emisi CH_4 . Hal ini karena pemberian pupuk urea pada gambut memberikan pengaruh yang berbeda terhadap proses dekomposisi bahan organik yang memberikan hasil emisi gas metana yang bervariasi (Handayani, 2009).

Hasil analisis sidik ragam nilai F Hitung Dolomit dan Urea terhadap emisi metana selama fase pertumbuhan tanaman padi adalah tidak nyata, hal ini berarti bahwa kedua perlakuan mempunyai dampak terhadap emisi gas metana yang relatif sama nilainya.

Berdasarkan penelitian ini adalah pengaruh pemberian kapur terhadap reaksi tanah, seperti disajikan pada Tabel 1, yang menunjukkan bahwa dosis kapur D0 (0 ton/ha), D1 (10 ton/ha) dan D2 (15 ton/ha) mempunyai nilai pH air relatif sama. Nilai rerata pH air selama pertumbuhan hingga produksi pada D0 (0 ton/ha) adalah 4,97, D1 (10 ton/ha) adalah 5,0 dan D2 (15 ton/ha) adalah 5,0. Nilai pH air tersebut adalah salah satu cermin kondisi tanah yang digunakan dalam penelitian ini, dan perlakuan kapur sebaiknya tidak perlu menggunakan dosis yang sangat tinggi (lebih dari 10 ton/ha) atau hanya diperlukan dosis rendah (kurang dari 10 ton/ha).

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini yaitu: 1). Perlakuan kapur dolomit dan pupuk urea tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap emisi metana (CH_4) selama fase pertumbuhan tanaman padi dan tidak terdapat interaksi yang nyata diantara keduanya; 2). Nilai emisi CH_4 terendah yang dihasilkan selama fase pertumbuhan tanaman padi yaitu pada fase vegetatif dengan kombinasi dosis kapur dolomit 15 ton/ha (D2) dan pupuk urea 125 kg/ha (U1) dengan nilai $4,69 \text{ mg/m}^2/\text{hari}$; 3). Perlakuan urea dan kapur tidak berpengaruh nyata terhadap emisi gas metana pada fase pertumbuhan dan produksi, dan 4). Pemberian kapur tidak berpengaruh terhadap nilai pH air gambut, sehingga perlu dicari dosis kapur terbaik dan tidak berlebihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asri F. 2010. Pengaruh Imbangan Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik Terhadap Emisi Gas Metana (CH_4) di Lahan Sawah Palur [Skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Barchia MF. 2006. Agroekosistem dan transformasi karbon. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Bäckstrand K, PM Crill, M Mastepanov, TR Christensen, D Bastviken. 2008. Total hydrocarbon flux dynamics at a subarctic mire in northern Sweden, *J. Geophys. Res.* 113: G03026. DOI:10.1029/2008JG000703.
- BB Litbang SDLP. 2011. Peta Lahan Gambut Indonesia. Edisi Desember 2011. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Handayani EP. 2009. Emisi Karbondioksida (CO₂) dan Metan (CH₄) pada Perkebunan Kelapa Sawit di Lahan Gambut yang Memiliki Keragaman dalam Ketebalan Gambut dan Umur Tanaman. [Disertasi]. Bogor: Prog Studi Ilmu Tanah Sekolah Pasca Sarjana IPB.
- Hooijer A, Page S, Canadell JG, Silvius M, Kwadijk J, Wosten H, Jauhiainen J. 2010. Current and future CO₂ emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*. 7: 1505–1514. DOI:10.5194/bg-7-1505-2010.
- Hooijer AS Page, J Jauhiainen, WA Lee, XX Lu, A Idris, G Anshari. 2012. Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands. *Biogeosciences*. 9: 1053–1071. DOI:10.5194/bg-9-1053-2012.
- Couwenberg J, Dommain R, Joosten H. 2010. Greenhouse gas fluxes from tropical peatlands in southeast Asia. *Global Change Biol.* 16: 1715–1732.
- Murdiyarto D, Hergoualch K, Verchot LV. 2010. Opportunities for reducing greenhouse gas emissions in tropical peatlands. *P. Natl. Acad. Sci. USA*, 107: 19655–19660.
- Ilham F, Prasetyo TB, Prima S. 2019. Pengaruh pemberian dolomit terhadap beberapa sifat kimia tanah gambut dan pertumbuhan serta hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L). *J.Solum*. 96(1).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Climate Change 2001: The Scientific Basis, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K
- Kartikawati, R. dan Nursyamsi, D. 2013. Pengaruh perairan, pemupukan dan penghambat nitrifikasi terhadap emisi gas rumah kaca di lahan sawah tanah mineral. *Ecolab*. 7 (2): 49-108.
- Korczyński MJ, Torben RC, Kristina B, Patrick C, Thomas F, Mikhail M, Lena S. 2010. Annual cycle of methane emission from a subarctic peatland. *Journal of Geophysical Research*. 115: G02009. DOI:10.1029/2008JG000913.
- Panjaitan E, Indradewa D, Martono E, Sartohadi J. 2015. Sebuah dilema pertanian organik terkait emisi metan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 22(1): 66-72.
- Setyanto P, Susilawati HS. 2007. Mitigasi emisi gas metan pada tanah gambut dengan varietas padi. seminar nasional pertanian lahan rawa, balai penelitian lingkungan pertanian. 293-300.
- Suharsih ST, Makarim AK. 2002. Pengaruh cara pengolahan tanah dan pengaturan air terhadap emisi gas metan pada lahan sawah irigasi. p.59-64. In: *Prosiding Seminar Nasional Sistem Produksi Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan*. Puslitbangtan. Bogor.
- Susilawati HL, Setyanto P, Ariani M. 2011. Emisi dan absorpsi karbon pada penggunaan ameriolan di lahan padi gambut. *J. Tanah dan Iklim*. 34.
- Najamuddin. 2014. Strategi mitigasi emisi gas metan pada budidaya padi sawah. *Jurnal Agribisnis*. 8(2): 171–188.
- Yuliani N. 2014. Teknologi Pemanfaatan Lahan Gambut. In: *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi. Banjarbaru*: Kalimantan Selatan.
- Yulianingsih E, Setyanto P. 2016. Emisi methana (CH₄) dari saluran drainase lahan gambut di Kalimantan Tengah. *AGRIC*. 28 (1): 25 – 30.