

## PENGARUH PENGAIRAN TERHADAP HASIL EMISI GAS NITRO-OKSIDA (N<sub>2</sub>O) PADA PADI SAWAH

Indriati Meilina Sari<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong

\*corresponding author: [indriatiicha@gmail.com](mailto:indriatiicha@gmail.com)

### ABSTRACT

*The aim of the study is the effect of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions on rice field. The study was conducted at the Experimental Garden of the Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, Indralaya Campus. The N<sub>2</sub>O gas analysis was conducted at the Laboratory of the Indonesian Agricultural Environment Research Institute, Ministry of Agriculture, Central Java. From April to July 2016. This study used a Randomized Block Design (RBD) with irrigation classes, namely 5 cm (A1), intermittent / intermittent (A2) plots, and saturated land (A3), divided into three (3) groups with a total of 18 treatments, so that there were 54 plots in total. Observation of N<sub>2</sub>O gas was chosen at weeks 2, 4, 6 and 8 after planting using a closed lid for 24 hours. N<sub>2</sub>O gas flux is calculated based on an equation adopted from the International Atomic Energy Agency (IAEA). The results obtained are the emission of N<sub>2</sub>O gas produced by maps with air saturation condition of 5 cm from the surface of the land (A3) in the amount of 1564,554 mg N<sub>2</sub>O / ha / day and the lowest is produced by inundated plots (A1) with a value of 648,996 mg N<sub>2</sub>O / ha / day. Soil conditions that are inundated during plant growth produce anaerobic soil conditions capable of lifting N<sub>2</sub>O flux compared to air-saturated conditions.*

**Keywords:** N<sub>2</sub>O Emissions, Irrigation, Rice

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkatan pemberian air terhadap emisi gas nitro-oksida (N<sub>2</sub>O) pada padi sawah. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Kampus Indralaya. Analisis gas N<sub>2</sub>O dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Kementerian Pertanian Pati Jawa Tengah. Waktu pelaksanaan dilakukan secara berkesinambungan dimulai dari bulan April sampai Juli 2016. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tingkatan pengairan yaitu petakan tergenang 5 cm (A1), *intermittent*/berselang (A2) dan tanah dipertahankan jenuh (A3), terbagi menjadi tiga (3) kelompok dengan jumlah perlakuan sebanyak 18 perlakuan, sehingga total petakan sebanyak 54 petakan. Pengamatan gas N<sub>2</sub>O diamati pada minggu ke 2, 4, 6 dan 8 setelah tanam menggunakan sungkup tertutup (*closed chamber box*) selama 24 jam. Fluks gas N<sub>2</sub>O dihitung berdasarkan persamaan yang diadopsi dari *International Atomic Energy Agency* (IAEA). Hasil yang didapat yaitu emisi gas N<sub>2</sub>O yang tertinggi dihasilkan oleh petakan dengan kondisi jenuh air 5 cm dari permukaan tanah (A3) yaitu sebesar 1564,554 mg N<sub>2</sub>O/ha/hari dan yang terendah dihasilkan oleh petakan tergenang (A1) dengan nilai 648,996 mg N<sub>2</sub>O/ha/hari. Kondisi tanah yang tergenang selama pertumbuhan tanaman padi menciptakan kondisi tanah anaerobik sehingga mampu menekan fluks N<sub>2</sub>O dibandingkan dengan kondisi jenuh air.

**Kata kunci:** Emisi N<sub>2</sub>O, pengairan, padi

## PENDAHULUAN

Pertanian padi sawah khususnya sawah teririgasi dipandang sebagai salah satu sumber emisi utama emisi gas rumah kaca non CO<sub>2</sub>, yaitu CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O ke atmosfer. Pada tingkat global, sumber emisi tertinggi sektor pertanian berasal dari penggunaan pupuk, peternakan, lahan sawah, limbah ternak, dan pembakaran sisa-sisa pertanian (WRI, 2005). Berbagai penelitian dilakukan untuk menganalisis emisi gas CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dengan pengelolaan air seperti dengan sistem pengendalian pada sistem tanam konvensional maupun irigasi berselang dengan metode tanam *System of Rice Intensification* (S.R.I) (Setiawan et al., 2014; Husny et al., 2010). Hasilnya menunjukkan bahwa emisi gas CH<sub>4</sub> meningkat ketika kondisi anaerob terjadi di dalam tanah dan sebaliknya hasil emisi gas N<sub>2</sub>O meningkat ketika tanah semakin kering dan kondisi aerobik terbentuk (Arif et al., 2015).

Proses nitrifikasi–denitrifikasi (tergantung kondisi tanah), mikroba turut berperan dalam pembentukan gas N<sub>2</sub>O, dan bahan organik yang ada di dalam tanah digunakan oleh mikroba sebagai substrat atau sumber energinya. Dengan demikian, bahan organik dapat merangsang aktivitas mikroba di dalam tanah dan meningkatkan konsumsi O<sub>2</sub>, sehingga pada kondisi tanah anaerob

akan mempercepat proses reduksi N<sub>2</sub>O (Setyanto et al., 1997). Proses nitrifikasi yang baik dan tepat dapat membantu dan dimanfaatkan oleh tanaman, namun bila proses tersebut lebih cepat dari pada serapan nitrat tanaman maka akan mencemari lingkungan (Prayitno, 2014). Pada sistem sawah tadah hujan, kondisi tanah aerob–anaerobik terjadi silih berganti sehingga berpengaruh terhadap dinamika gas CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari tanah (Sinar Tani, 2011). Pengelolaan air dan sistem irigasi (penggenangan dan drainase) sangat mempengaruhi proses fisio-fisiko-kimia tanaman-tanah-air, seperti pH, Eh, dan sirkulasi udara yang sangat berperan dalam proses, reaksi kimia, dan aktivitas mikroba tanah yang terkait dengan emisi GRK, terutama CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O (Wihardjaka et al., 1998). Sehubungan dengan itu semua, maka perlu dilakukannya penelitian uji emisi gas nitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) berupa pengaruh dari berbagai tingkatan pengairan pada padi sawah.

## METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Kampus Indralaya. Analisis gas N<sub>2</sub>O dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Kementerian Pertanian Pati Jawa Tengah.

Waktu pelaksanaan dilakukan secara berkesinambungan yang dimulai dari bulan April sampai Juli 2016.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1) Baterai kering 12 volt, 2) Vacutube 10 ml, 3) Stopwatch/Timer, 4) Sungkup set (closed chamber box), 5) Suntikan yang sudah dimodifikasi, 6) Termometer, 7) Kamera, dan 8) alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu padi varietas IR-64 dan Inpara-5, pupuk kandang kotoran ayam, pupuk Urea, SP-36, KCl sebagai pupuk dasar, dan air.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri 3 tingkatan metode pengairan yaitu lahan sawah tergenang 5 cm sampai padi berumur 8 minggu setelah tanam (A1), *intermitten*/berselang seling (A2) dan tanah dipertahankan jenuh dengan muka air tanah 5 cm di bawah permukaan tanah (A3). Dibagi menjadi tiga (3) kelompok dengan jumlah perlakuan sebanyak 18 perlakuan, sehingga total petakan sebanyak 54 petakan. Setiap petakan berukuran 80 cm x 100 cm yang ditanami satu tanaman dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm, sehingga jumlah populasi tanaman yang ada berjumlah 12 tanaman per petak.

Pengamatan gas N<sub>2</sub>O diamati pada minggu ke 2, 4, 6 dan 8 setelah tanam

menggunakan sungkup tertutup (*closed chamber box*) selama 24 jam. Fluks gas N<sub>2</sub>O yang lepas dari satuan luas tanah sawah dihitung berdasarkan persamaan yang diadopsi dari *International Atomic Energy Agency* (IAEA) tahun 1993 sebagai berikut:

$$E = \frac{dc}{dt} \times \frac{V_{ch}}{A_{ch}} \times \frac{W_m}{V_m} \times \frac{273.2}{T+273.2}$$

E = emisi N<sub>2</sub>O (mg/m<sup>2</sup>/hari)

dc/dt = laju perubahan konsentrasi gas N<sub>2</sub>O (ppb/menit)

V<sub>ch</sub> = volume sungkup (m<sup>3</sup>)

A<sub>ch</sub> = luas dasar sungkup (m<sup>2</sup>)

W<sub>m</sub> = berat molekul gas N<sub>2</sub>O dalam kondisi standar (44,02 x 10<sup>3</sup> mg)

V<sub>m</sub> = volume gas pada kondisi stp (*standar temperature and pressure*) yaitu 22,41 liter pada 273°K

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

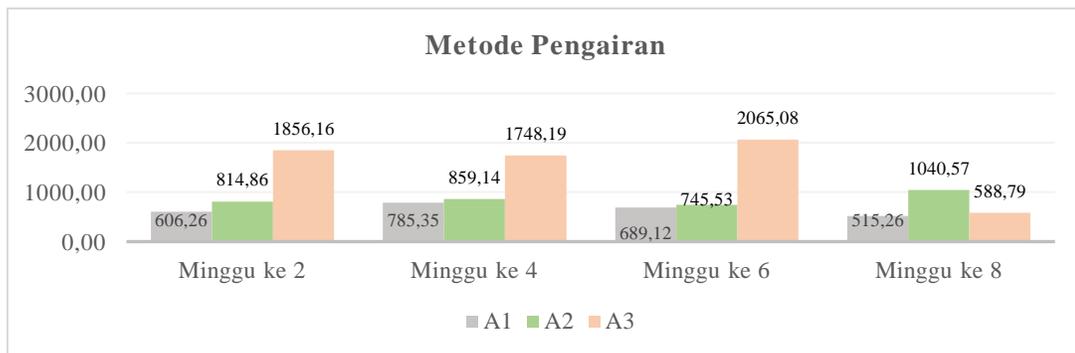
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil dan Pembahasan

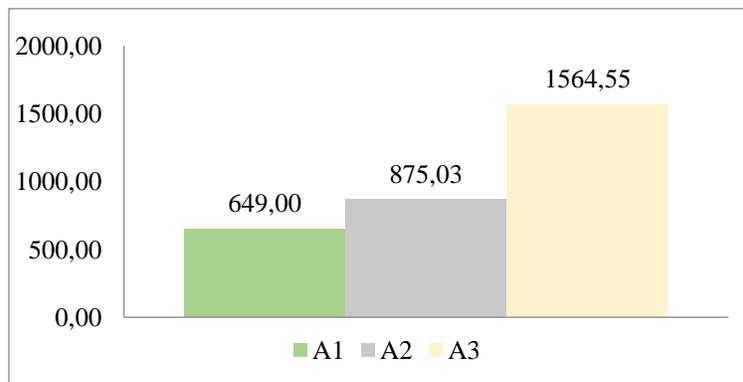
Hasil analisis emisi N<sub>2</sub>O pada tanaman padi dipetakan dapat dilihat pada gambar 1. Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan jumlah gas N<sub>2</sub>O terhadap metode pengairan (A1, A2, A3) mengalami peningkatan dari minggu ke 2 sampai minggu ke 6, namun mengalami penurunan pada minggu ke 8. Emisi tertinggi pada minggu ke 6 sebesar 2065,07 mg N<sub>2</sub>O/ha/hari yang

kemudian diikuti minggu ke 8 dan 4 dengan jumlah masing-masing 1164,55 mg N<sub>2</sub>O/ha/hari dan 745,5 mg N<sub>2</sub>O/ha/hari. Jumlah emisi gas yang terendah pada minggu ke 2 sebesar 689,1 mg N<sub>2</sub>O/ha/hari. Konsentrasi N<sub>2</sub>O di analisis menggunakan metode gas kromatografi yang berupa satuan

part per billion (ppb). Hasil konsentrasi N<sub>2</sub>O ini kemudian dihitung menggunakan persamaan Lantin et al. (2003) metode *closed chamber technique* agar mendapatkan nilai emisi N<sub>2</sub>O (mg/m<sup>2</sup>/hari).



Gambar 1. Pola Gas N<sub>2</sub>O mg/ha/hari



Gambar 2. Gas N<sub>2</sub>O terhadap metode pengairan (ppb)

Pengaruh metode pengairan terhadap fluks gas N<sub>2</sub>O secara umum terlihat bahwa pada kondisi jenuh 5 cm (A3) yaitu 1.564,55 ppb menghasilkan fluks yang paling tinggi, sedangkan kondisi tergenang (A1) sedikit lebih rendah (649,00 ppb) dibanding kondisi *intermitten*/berselang (A2) yaitu 875,03 ppb.

Hal ini didukung oleh hasil penelitian Departemen Pertanian (2007) yang mengungkapkan bahwa pengaturan pemberian air pada padi sawah dapat memberikan potensi emisi gas methane sebesar 55,5 kg<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup>. Penggenangan mampu menekan fluks N<sub>2</sub>O dibanding perlakuan

intermitten. Kondisi tanah sawah yang tergenang selama pertumbuhan tanaman menciptakan kondisi tanah anaerobik dengan potensial redoks rendah yang dapat menurunkan kandungan  $\text{NO}^3\text{-N}$  dan meningkatkan  $\text{NH}^4\text{-N}$  dan kandungan polifenol dalam tanah (Unger et al. 2009).

Tanah sawah yang senantiasa digenangi air lebih sedikit menghasilkan emisi  $\text{N}_2\text{O}$  dibandingkan dengan yang jenuh air. Peluang emisi terjadi melalui oksidasi amonium oleh rizosfer menjadi nitrat yang segera tereduksi pada lapisan reduktif. Oksidasi reduksi berselang-seling yang terjadi pada tanah sawah memacu pembentukan  $\text{N}_2\text{O}$ , siklus tersebut biasanya

terjadi pada penggenangan dan pengeringan bergantian, hal ini jugalah yang menyebabkan emisi  $\text{N}_2\text{O}$  pada kondisi tersebut lebih banyak. Pada saat pengeringan terjadi nitrifikasi dan pada saat penggenangan kembali segera nitrat terdenitrifikasi.

### Hubungan antara N-Total dengan Emisi Gas $\text{N}_2\text{O}$

Rata-rata kadar N-total di petakan penelitian yaitu dengan nilai 0,270%. Kadar N-total dari seluruh petakan penelitian yang tertinggi didapat pada kode sampel A3V1P2 dengan nilai 0,437% dan yang terendah pada kode sampel A1V1P0 yaitu 0,135%. (Tabel.1).

**Tabel 1.** Hubungan antara N-Total dengan Emisi Gas  $\text{N}_2\text{O}$

Kode Sampel	N-Total (%)	E (kg $\text{N}_2\text{O}$ /ha/tahun)
A1V1P0	0,135	6,345
A1V1P1	0,291	7,558
A1V1P2	0,252	8,266
A2V1P0	0,202	16,027
A2V1P1	0,241	5,743
A2V1P2	0,308	7,829
A3V1P0	0,241	10,241
A3V1P1	0,269	10,11
A3V1P2	0,437	16,517
A1V2P0	0,263	5,715
A1V2P1	0,252	6,269
A1V2P2	0,358	12,572
A2V2P0	0,252	14,866
A2V2P1	0,280	10,337
A2V2P2	0,308	7,479
A3V2P0	0,213	26,426
A3V2P1	0,235	23,042
A3V2P2	0,258	26,311
	<b>0,270</b>	<b>12,310</b>

Keterangan:  : Emisi gas  $\text{N}_2\text{O}$  tertinggi,  : Emisi gas  $\text{N}_2\text{O}$  terendah

Faktor yang mempengaruhi jumlah emisi  $N_2O$  adalah kadar N tanah. Nitrogen sebagai bahan baku dalam pembentukan gas  $N_2O$  terjadi apabila amonium mengalami proses nitrifikasi hingga berubah menjadi nitrat dan kemudian terdenitrifikasi menjadi  $N_2O$ . Semakin tinggi kadar nitrogen di dalam tanah maka semakin besar terjadinya proses nitrifikasi dan denitrifikasi, pembentukan  $N_2O$  akan semakin tinggi, dan emisi  $N_2O$  juga akan semakin tinggi.

Pemberian pupuk nitrogen seperti urea di tanah bereaksi masam menguntungkan terbentuknya nitrat. Pupuk urea bersifat labil dan mudah terurai menjadi amonium dan nitrat (Mulyani *et al.*, 2002). Peningkatan takaran pupuk urea (N) proposional dengan peningkatan emisi gas dinitrogen-oksida. Makin tinggi takaran pupuk N pada tanaman, semakin besar kehilangan N (dalam bentuk  $N_2O$ ) dari dalam tanah, sehingga dapat meningkatkan konsentrasi gas  $N_2O$  di atmosfer. Pola emisi gas  $N_2O$  berfluktuasi menurut waktu setelah pemberian pupuk N. Puncak emisi terjadi tiga sampai lima hari setelah pemberian pupuk N hingga hari ke-17, untuk selanjutnya berkurang (Partohardjono, 1999).

## SIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini yaitu tanah sawah yang sering digenangi oleh air menghasilkan emisi  $N_2O$  yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil dari nilai gas  $N_2O$  yang tertinggi dihasilkan oleh petakan dengan kondisi jenuh air 5 cm dari permukaan tanah (A3) yaitu sebesar 1564,554 mg  $N_2O$ /ha/hari, diikuti oleh intermitten (A2) dan tergenang 5 cm dari permukaan tanah (A1) dengan nilai masing-masing 828,705 mg  $N_2O$ /ha/hari dan 648,996 mg  $N_2O$ /ha/hari.

## SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan berbagai interval waktu pengambilan gas, kombinasi bahan organik, tingkatan dosis pupuk, tata air dan cara pengaplikasian pupuk sehingga data yang didapat lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

Arif, C. Setiawan, B.I., Widodo, S., Rudyanto, Hasanah, N.A.I, Mizoguchi, M. 2015. Pengembangan Model Jaringan Saraf Tiruan Untuk Menduga Emisi Gas Rumah Kaca dari Lahan Sawah dengan Berbagai Rejim Air. *Jurnal Irigasi* 10(1):1-10.

Departemen Pertanian. 2007. Rencana Aksi Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Pertanian. Agenda Nasional 2008-2015. Jakarta. 23 hal.

- Husny, Z., Gofar, N., Sabaruddin, Marsi dan Anas. 2010. Emisi Gas Metan dan Nitrous Oksida Serta Hasil Padi yang Ditanam Dengan Metode System of Rice Intensification (S.R.I) dan Konvensional di Rumah Kaca. Prosiding Seminar Nasional, 13-14 Desember 2010. 548-559.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). 1993. Manual on measurement of methan and nitrous oxide emission from agricultural. Vienna.
- Lantin, PV., Linares C., Morell GI., dan Perez.M.S. 2003. The Influence of Nitrate Leaching Through Unsaturated Soil on Groundwater Pollution in a Agricultural Area of The Basque Country. *The Science of the Total Enviroment*. Vol.317 pp.173-187.
- Mulyani, M., Kartasapoetra, AG. 2002. Pupuk dan cara pemupukan. Rineka Cipta, Jakarta.
- Partohardjono, S. 1999. Upaya peningkatan efisiensi penggunaan pupuk nitrogen untuk menekan emisi gas N<sub>2</sub>O dari lahan Sawah. Pusat Penelitian dan Pengembangan. Bogor.
- Prayitno, MB., Sabaruddin, D., Setyawan, Yakup. 2014 Emisi Karbon Lahan Gambut pada Agroekosistem Kelapa Sawit. *Jurnal Lahan Suboptimal* ISSN: 2252-6188 (Print), ISSN: 2302-3015 Vol. 3, No.1: 83-89. (Online, [www.jlsuboptimal.unsri.ac.id](http://www.jlsuboptimal.unsri.ac.id))
- Setyanto P. 1997. Lahan sawah dan teknologi pengelolaannya. Mitigasi gas metan dari lahan sawah. Laporan Tahunan Loka Penelitian Tanaman Pangan Jakenan. Pati.
- Setiawan, B.I., Imansyah, A., Arif, C., Watanabe, Y., Mizoguchi, M., dan Kato, H. 2014. Sri Paddy Growth And Ghg Emissions At Various Groundwater Levels. Published online in Wiley Online Library ([wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)) DOI: 10.1002/ird.1866
- Unger, I.M., P.P. Motavalli, and R.M. Muzika. 2009. Changes in soil chemical properties with flooding: a field laboratory approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131:105-110.
- Wihardjaka, A. dan Wahyuni, S. 2007. Pengelolaan Lahan Sawah Tadah Hujan Dalam Menekan Emisi Gas Nitro-Oksida (N<sub>2</sub>O). *Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Pati. Jurnal Sumberdaya Lahan* 1(3): 1-12.
- WRI. 2005. Navigating the number. World Resources Institute (WRI), Washington, D.C.