

ESTIMASI EMISI LANGSUNG NITRUS OKSIDA (N₂O) ASAL APLIKASI PUPUK NITROGEN AN-ORGANIK PADA PERKEBUNAN SAWIT DI LAHAN GAMBUT

*Estimating Direct Emission Of Nitroues Oxide (N₂O) From Chemical N
Fertilizer Application To Peat Land Under Oil Palm Plantation*

Putriana, W.¹ dan Sabaruddin^{1,2}

^{1,2}Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia.

²Kontak Penulis: sabar@yahoo.com

^{1,2}Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, South Sumatra, Indonesia.

²Corresponding author. Email: sabar@yahoo.com

ABSTRACT

Oil palm plantation in Indonesia has significantly increased from 106,000 ha in 1960 to 10,850,000 ha in 2014, some of which were carried out on peat lands. In spite of debate and uncertainty, palm plantation on peat land is often cited as one of major threats to climate change. The objective of current study was to estimate direct emission of N₂O from nitrogen fertilizer application to peatland under oil palm Plantation in South Sumatra. The estimation was carried using a methodological tool from UNFCC (2007). The study site was located in Kedaton Village, Kayu Agung Sub-district, Ogan Komering Ilir District, South Sumatra Province. Three plots of oil palm plantation, TBM 1 (0-12 months old), TMB 2 (13-24 months old), and TM (>36 months old), were selected for this study with total area of about 4,474 ha. The results showed that total direct emission of N₂O was 4,233.71 kg N₂O yr⁻¹, which was equivalent to 5,773.24 kg urea yr⁻¹. The highest N₂O emission (1,914.57 kg N₂O yr⁻¹) occurred at the TBM 2 plot, while the lowest emissions (940.354,00 kg N₂O y⁻¹) was at the TM plot. If it is assumed that the market price of urea is Rp. 6.000,00 per kilogram, the total potential economic loss would be about Rp 34,639,446.00 yr⁻¹ or Rp. 7,742,388.00 yr⁻¹ ha⁻¹.

Key Words : *oil palm plantation, peat land, direct emission, N₂O.*

ABSTRAK

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah menunjukkan pertumbuhan yang signifikan, yaitu dari 106.000 ha pada tahun 1960 dan diperkirakan menjadi 10.850.000 ha pada tahun 2014. Sebagian dari perkebunan tersebut terdapat di lahan gambut. Meskipun masih diperdebatkan, perkebunan kelapa sawit di lahan gambut sering dikategorikan sebagai salah satu pemicu perubahan iklim. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi emisi langsung nitrus oksida (N₂O) asal pupuk nitrogen pada perkebunan sawit di lahan gambut di Sumatera Selatan. Estimasi dilakukan menggunakan piranti perhitungan UNFCC (2007). Lokasi penelitian terletak di Desa Kedaton, Kecamatan Kayu Agung, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. Tiga petak contoh perkebunan sawit dipilih secara sengaja, yaitu TBM 1 (0-12 bulan), TMB 2 (13-24 bulan), dan TM (>36 bulan), sebagai petak percontohan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total emisi langsung N₂O dari ketiga petak percontohan adalah sebesar 4.233,71 kg N₂O th⁻¹, yang ekuivalen dengan 5.773,24 kg urea th⁻¹. Emisi tertinggi (1.914,57 kg N₂O th⁻¹) terjadi pada Petak TBM 2 plot dan terendah (940,35 kg N₂O y⁻¹) terjadi pada Petak TM. Jika harga pasar urea adalah sebesar Rp. 6.000 per kilogram, maka total potensi kerugian ekonomis akibat emisi N₂O di lokasi penelitian adalah sebesar Rp 34.639.446 th⁻¹ atau Rp. 7.742.388 th⁻¹ ha⁻¹.

Kata Kunci : *perkebunan sawit, lahan gambut, emisi langsung, N₂O.*

1. PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan industri yang menunjukkan perkembangan yang pesat di Indonesia. Sebagai gambaran luas perkebunan sawit di Indonesia telah meningkat dari 106.000 ha pada tahun 1960 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2011) dan diperkirakan menjadi sekitar 10.850.000 ha pada tahun 2014

(BPS, 2013). Kebanyakan pengembangan perkebunan saat ini memilih lahan dataran rendah termasuk lahan rawa gambut sebagai pilihan untuk pengembangan agroekosistem kelapa sawit (Koh dan Ghazoul, 2010). Menurut Kees van Dijk dan Savenije (2011) luas lahan gambut yang telah dimanfaatkan untuk perkebunan kelapa sawit di Sumatera sekitar 1,39 juta hektar, Kalimantan mencapai 307.514 ha, dan Papua 1.727 ha. Seiring dengan perkembangan tersebut, isu terkait kontribusi sektor ini terhadap emisi gas rumah kaca (GRK) juga menjadi sorotan (IPCC, 2006; World Growth, 2011).

Nitrous oksida (N_2O) adalah salah satu gas biogenik yang dihasilkan melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi di dalam tanah. Pada skala global, pengelolaan lahan untuk pertanian seperti pemupukan telah berkontribusi sekitar 15% dari seluruh emisi GRK. Dijelaskan oleh Ehhalt *et al.* (2001) bahwa tanah termasuk di dalamnya gambut merupakan salah satu emiter untuk N_2O . Emisi N_2O dari tanah ke atmosfer dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kelembaban tanah, temperatur, dan ketersediaan N di dalam tanah (Jauhiainen *et al.*, 2012; Maljanen *et al.*, 2010; Partohardjono, 1999). Kombinasi antara tiga faktor penting, yaitu kondisi lahan gambut yang terbuka terutama pada kelapa sawit muda, adanya aplikasi pupuk N untuk menopang pertumbuhan kelapa sawit dan temperatur yang relatif konstan sepanjang tahun, akan memacu laju emisi N_2O dari lahan gambut ke atmosfer (Takakai *et al.*, 2006; Jauhiainen *et al.*, 2012).

Provinsi Sumatera Selatan memiliki lahan gambut seluas 1,2 juta ha tersebar di Kabupaten Ogan Komering Ilir ± 780.000 Ha (53,1%), Muba dan Banyuasin ± 625.000 (42,5%), Musi Rawas ± 37.000 (2,5%), dan Muara Enim 28.000 (1,9%) (South Sumatra Forest Fire Management Project (2005). Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi emisi N_2O asal pupuk N pada perkebunan kelapa sawit di lahan gambut. Langkah ini dinilai penting karena sekitar 50% dari total luas lahan gambut di Provinsi Sumatera Selatan telah dikonversi atau dicadangkan untuk perkebunan sawit dan hutan tanaman industri.

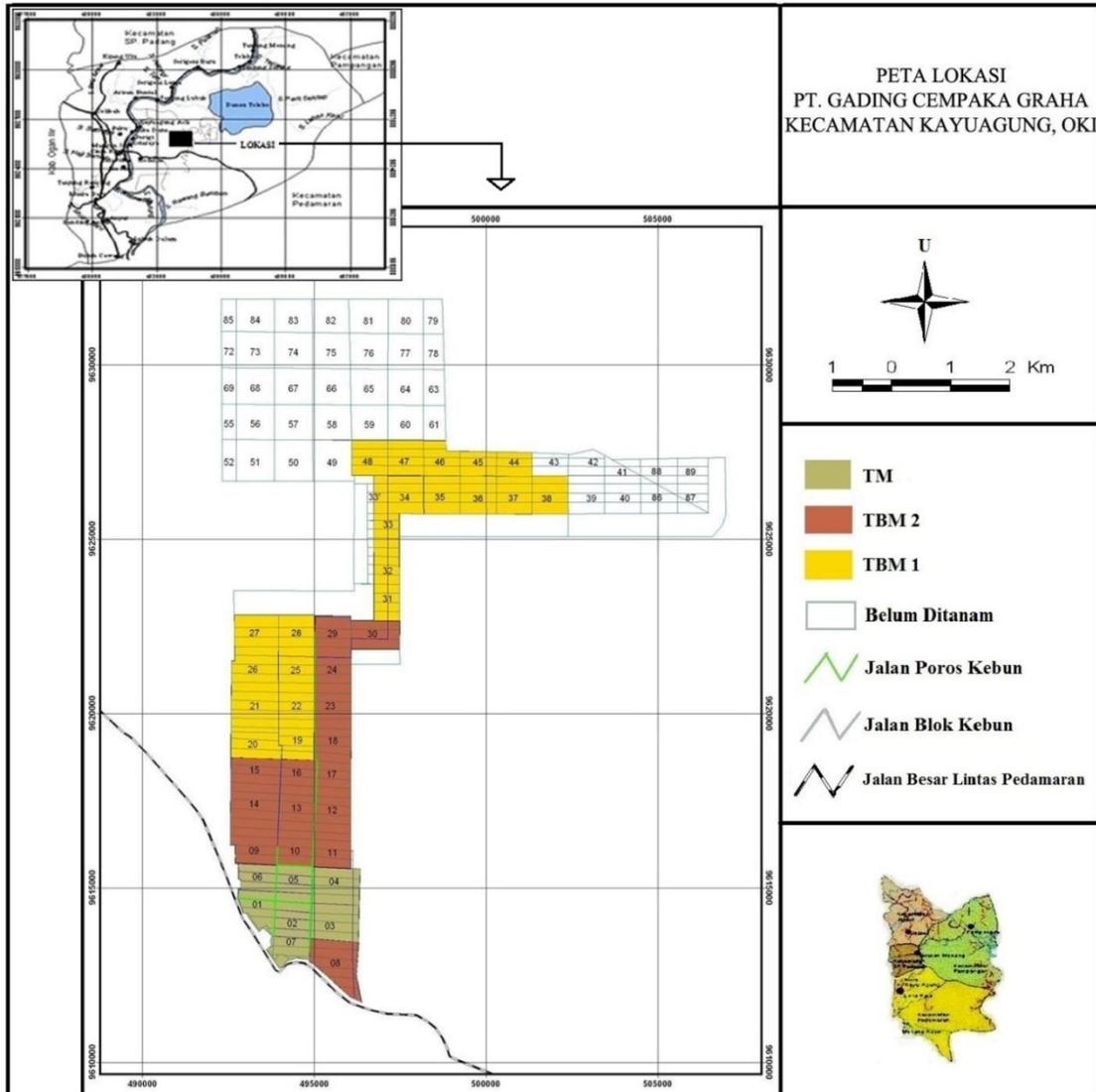
2. METODA PENELITIAN

2.1 Deskripsi Wilayah Penelitian.

Penelitian dilaksanakan di perkebunan kelapa sawit di PT. Gading Cempaka Graha yang secara administrasi termasuk wilayah Desa Kedaton, Kecamatan Kayuagung, Kabupaten Ogan Komering Ilir. Perkebunan kelapa sawit di lokasi penelitian terletak pada lahan gambut dengan kematangan gambut sedang sampai belum matang (Mitra Agro Tunas Lestari, 2012). Luas perkebunan di lokasi penelitian yaitu 9.710,46 ha, yang terdiri dari luas divisi inti 6.262,77 ha dan luas divisi plasma 3.447,69 ha. Perkebunan ini memiliki 89 blok, yang terdiri dari 43 blok yang telah ditanami kelapa sawit. Penanaman kelapa sawit di mulai pada tahun 2009 dengan kisaran umur antara kurang dari satu tahun sampai lebih dari satu tahun. Rata-rata populasi kelapa sawit per hektar yaitu 135 pohon, dengan jarak tanam 9,2 m x 9,2 m x 9,2 m. Varietas yang ditanam adalah varietas Marihat asal Medan dan varietas Tania Selatan (TS).

Pemupukan kelapa sawit di lokasi penelitian dilakukan sesuai dengan dosis anjuran dan umur tanaman. Pada saat bibit berukuran 4 minggu (fase *pre-nursery*), pupuk diaplikasikan dengan melarutkan 30 g pupuk urea dalam 18 L air, lalu disemprotkan untuk 400 pokok bibit. Pada minggu 5 sampai 8 bibit dipupuk dengan pupuk majemuk NPK 15:15:6:4 dengan kadar N 15% sebanyak 30 g yang dilarutkan 18 L air untuk 400 pokok bibit. Di pembibitan (*main-nursery*) dilakukan pemupukan dengan pupuk majemuk NPK 15:15:6:4 dengan kadar N 15%, pupuk NPK 12:12:7:2 dengan kadar N 12% dan pupuk tunggal Kieserite. Selanjutnya, Pada TBM, jenis pupuk yang diberikan yaitu pupuk

majemuk NPK 13:6:27:2 dengan kadar N 13% dan pupuk tunggal Kaptan (Dolomite), RP (Rock Phosphate), HGFB (boron), Cu-EDTA serta Zn-EDTA. Saat TM, jenis pupuk yang digunakan yaitu pupuk majemuk NPK 13:6:27:4 + 0,65 B dengan kadar N 13% dan pupuk tunggal MOP, Cu-EDTA, Zn-EDTA serta Kaptan (Dolomite). Pemupukan dilakukan sebanyak tiga kali dalam satu tahun yaitu pada aplikasi satu (Februari-Maret), aplikasi dua (Juni-Juli) dan aplikasi tiga (Oktober-November). Pupuk tersebut diaplikasikan dengan cara ditabur pada piringan sawit.



Gambar 1. Peta lokasi PT. Gading Cempaka Graha, Kecamatan Kayu Agung, OKI

2.2 Pelaksanaan

Tiga petak contoh perkebunan sawit dipilih secara sengaja, yaitu TBM 1 (0-12 bulan), TBM 2 (13-24 bulan), dan TM (>36 bulan), sebagai petak percontohan. Total luas petak percontohan adalah 4.474 ha (Gambar 1). Pengumpulan data dilakukan dengan renumerasi kuisioner dan wawancara langsung di lokasi penelitian tentang jenis dan takaran pupuk yang digunakan. Data tersebut selanjutnya diolah secara sistematis untuk menghitung emisi N₂O asal pupuk N dengan menggunakan *piranti perhitungan UNFCC (2007) sebagai berikut* :

$$N_2O_{N,t- \text{ langsung}} = (F_{SN,t} + F_{ON,t}) \cdot EF_1 \cdot MW_{N_2O} \quad (1)$$

$$F_{SN,t} = \sum_i^I M_{SFi,t} \cdot NC_{SFi} \cdot (1 - \text{Frac}_{GASF}) \quad (2)$$

$$F_{ON,t} = \sum_j^J M_{OFj,t} \cdot NC_{OFj} \cdot (1 - \text{Frac}_{GASM}) \quad (3)$$

Keterangan :

- $N_2O_{N,t- \text{ langsung}}$ = emisi N_2O secara langsung hasil aplikasi nitrogen ($kg N_2O th^{-1}$)
 $F_{SN,t}$ = massa N pupuk kimia sintetis yang mengalami penguapan menjadi NH_3 dan NO_x ($kg N th^{-1}$)
 $F_{ON,t}$ = massa N pupuk organik yang mengalami penguapan menjadi NH_3 ($kg N th^{-1}$)
 $M_{SFi,t}$ = massa pupuk kimia sintetis tipe i
 $M_{OFj,t}$ = massa pupuk organik tipe j
 EF_1 = faktor emisi N_2O ($1\% = 0,01$) ($kg N_{input}^{-1}$)
 Frac_{GASF} = fraksi yang menguap menjadi NH_3 dan NO_x untuk pupuk kimia sintetis (0,1)
 Frac_{GASM} = fraksi yang menguap menjadi NH_3 dan NO_x untuk pupuk organik (0,2)
 MW_{N_2O} = rasio berat molekul NH_3 dan N ($44/28$) ($kg N^{-1}$)
 NC_{SFi} = kadar nitrogen pupuk kimia sintetis tipe i
 NC_{OFj} = kadar nitrogen pupuk organik tipe j
I = nomor tipe pupuk kimia sintetis
J = nomor tipe pupuk organik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil estimasi emisi langsung N_2O menunjukkan bahwa *total emisi langsung N_2O dari ketiga petak percontohan adalah sebesar 4.233,71 $kg N_2O th^{-1}$, yang ekuivalen dengan 5.773,24 kg urea th^{-1} . Emisi tertinggi (1.914,57 $kg N_2O th^{-1}$) terjadi pada Petak TBM 2 plot dan terendah (940,35 $kg N_2O y^{-1}$) terjadi pada Petak TM (Tabel 1). Karena perhitungan emisi N_2O ini dilakukan menggunakan konstanta untuk faktor emisi (EF_1), fraksi pupuk an-organik yang menguap menjadi NH_3 dan NO_x (Frac_{GASF}), dan fraksi pupuk organik yang menguap menjadi NH_3 dan NO_x (Frac_{GASM}) sama, maka satu-satunya sumber perbedaan tersebut adalah perbedaan luas areal diantara ketiga petak percontohan. Oleh karena itu, untuk memperoleh hasil yang lebih representatif maka perlu dikaji konstanta untuk kisaran umur tertentu. Ini menjadi penting karena emisi N_2O asal pupuk N selain dipengaruhi oleh dosis aplikasi, juga ditentukan oleh ada atau tidaknya tanaman penutup tanah, tinggi muka air di lahan gambut, dan metode aplikasi (tabur atau benam dalam piringan).*

Tabel 1. Perhitungan emisi N_2O di lokasi penelitian

No	Umur Tanaman (Bulan)	Luas (ha)	Takaran Setara Urea (kg urea th^{-1})	Emisi N_2O ($kg N_2O th^{-1}$)
1	TBM 1 (0-12 bulan)	2.057,40	211.934,563	1.378,786
2	TBM 2 (13-24 bulan)	1.753,09	294.290,456	1.914,570
3	TM (> 36 bulan)	663,50	144.542,754	940,354
Total		4.473,99	650.767,773	4.233,709

Hasil penelitian ini sebagai gambaran bahwa potensi kehilangan N dalam bentuk N_2O cukup besar. Jika harga pasar urea adalah sebesar Rp. 6.000 per kilogram, maka total

potensi kerugian ekonomis akibat emisi N_2O di lokasi penelitian adalah sebesar Rp 34.639.446 th^{-1} atau Rp. 7.742.388 $th^{-1} ha^{-1}$.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa hasil estimasi ini memberikan gambaran adanya potensi kehilangan N yang tinggi dalam bentuk N_2O . Kehilangan ini merugikan baik secara ekologi karena N_2O juga merupakan salah satu jenis GRK yang penting, dan juga secara ekonomi karena menurunkan efisiensi pupuk N di lahan gambut. Namun demikian, penelitian lebih detil terkait konstanta yang spesifik untuk (TBM dan TM) serta kematangan gambut tertentu (Fibrik, Hemik, dan Safrik) juga perlu ditetapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada JICA Office Palembang yang telah mendukung pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada PT. Gading Cempaka Graha atas semua fasilitasi selama di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2013. Statistik kelapa sawit Indonesia. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. Jakarta. 92 hal.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2011. Luas areal kelapa sawit menurut propinsi di seluruh indonesia. Oil palm area by province of smallholders, state owned and private enterprise estate, 2005 – 2011. (<http://www.ditjenbun.deptan.go.id/>). diakses 25 November 2012).
- Ehhalt, D., M. Prather, F. Dentener, R. Derwent, E Dlugokencky, E. Holland, I. Isaksen, V. Kirchhoff, P. Matson, P. Midgley, and M. Wang. 2001. Atmospheric chemistry and greenhouse gases. *In* J.T. Houghton and Y. Ding (Eds.). The scientific basis. Cambridge University Press. pp. 239-288.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. The National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES. Japan.
- Jauhiainen, J., H. Silvennoinen, R. Hämäläinen, K. Kusin, S. Limin, R.J. Raison, and H. Vasander. 2012. Nitrous oxide fluxes from tropical peat with different disturbance history and management. *Biogeosciences* 9:1337-1350, doi:10.5194/bg-9-1337-2012.
- Kees van Dijk dan H. Savenije. 2011. Kelapa sawit atau hutan? Lebih dari sekedar definisi. Tropenbos International Indonesia Programme. Desa Putera, Jakarta, Indonesia.
- Koh, L. P. and J. Ghazoul. 2010. Spatially explicit scenario analysis for reconciling agricultural expansion, forest protection, and carbon conservation in Indonesia. *Proceeding National Academic Science. USA* 107:11140-11144.
- Maljanen, M., B.D. Sigurdsson, J. Gudmundsson, H. Óskarsson, J.T. Huttunen, and P.J. Martikainen. 2010. Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic countries: Present knowledge and gaps. *Biogeosciences* 7:2711–2738, doi:10.5194/bg7-2711-2010.
- Partohardjono, S. 1999. Upaya peningkatan efisiensi penggunaan pupuk nitrogen untuk menekan emisi gas N_2O dari lahan sawah. *Dalam* S. Partohardjono, J. Soejitno, dan Hermanto (Ed.): Menuju sistem produksi padi berwawasan lingkungan. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. P.1-1.

Takakai, F., T. Morishita, Y. Hashidoko, U. Darung, K. Kuramochi, S. Dohong, S. Limin, and R. Hatano. 2006. Effects of agricultural land-use change and forest fire on N₂O emission from tropical peatlands, Central Kalimantan, Indonesia. *Soil Sci. Plant Nutr.* 52:662-674.

UNFCCC. 2007. Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization. <http://cdm.unfccc.int/EB/026/eb26rep.pdf>. Diakses tanggal 19 September 2012.

World Growth. 2011. Caught red handed. Accessible at:

http://www.worldgrowth.org/assets/files/WG_Green_Paper_Caught_Red_Handed_5_10.pdf. (Accessed on March 2, 2011).