

**FLUKS NITROUS OKSIDA (N<sub>2</sub>O) DARI TANAH SAWAH :  
PENGARUH TEKNIK IRIGASI, PUPUK UREA DAN  
VARIETAS PADI**

**Oleh :  
WAWANG SURATNO**



**PROGRAM PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**1997**

## ABSTRACT

*Nitrous Oxide (N<sub>2</sub>O) Flux from Rice Field: The Effects of Irrigation Techniques, Urea Fertilizations and Rice Varieties (under the Supervision of D. Murdiyarso as Chairman, F. Gunarwan Suratmo, Iswandi Anas, M. Sri Saeni and Abdurrauf Rambe as Co-supervisors).*

*The study was carried out at experimental plot at Darmaga – Bogor during the periods of April - August 1995. Two rice varieties were fertilized using prilled urea, urea tablets and unfertilized as control, and were irrigated continuously and intermittently. The treatments were arranged in a strip-split-plot experimental design with three replicates. N<sub>2</sub>O fluxes were observed weekly at 14<sup>00</sup> – 16<sup>00</sup>. Collection of evolved N<sub>2</sub>O was conducted using a chamber placed over the floodwater. Samples were taken at 0, 20, 40 and 60 minute's intervals. Determination of N<sub>2</sub>O content with a gas chromatography equipped with Porapak-Q column, electron capture detector and HP integrator for quantitative N<sub>2</sub>O concentration readings.*

*The highest N<sub>2</sub>O flux was 131.56 µg N<sub>2</sub>O-N m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> measured on the 15<sup>th</sup> week in plot of continuous irrigation, fertilized with urea tablets and IR-64 variety treatments. The lowest N<sub>2</sub>O flux, over the growing period was -17.56 µg N<sub>2</sub>O-N m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> measured on the 12<sup>th</sup> week in plot of intermittent irrigation, no urea and Cisadane variety treatments. The mean value of N<sub>2</sub>O flux was 22,56 ± 20,15 µg N<sub>2</sub>O-N m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>.*

*Results of the study revealed that during the growing period rice varieties had no significant effects on N<sub>2</sub>O flux. The efficiency of N-uptake by rice plant was between 41,9 – 46,5% of applied urea. Whereas both irrigation treatments and urea treatments had affected N<sub>2</sub>O flux significantly only in the reproductive phase of growing plant (6<sup>th</sup> – 11<sup>th</sup> weeks). In this phase continuous irrigation treatment produced N<sub>2</sub>O higher than intermittent irrigation treatment, while prilled urea treatment produced N<sub>2</sub>O flux lower than urea tablets treatment. Therefore it is suggested for rice field management, in order to minimize N<sub>2</sub>O flux, at least treated with continuous irrigation and urea prill fertilizer.*

*It was found that the fluctuation of soil redox, soil pH and soil temperatures did not have correlation with the fluctuation of N<sub>2</sub>O flux, but rice yields had positive linear correlation with N<sub>2</sub>O flux.*

## RINGKASAN

**Wawang Suratno.** Fluks Nitrous Oksida ( $N_2O$ ) dari Tanah Sawah : Pengaruh Teknik Irigasi, Pemupukan Urea dan Varietas Padi (di bawah bimbingan **Daniel Murdiyarso** sebagai ketua, **F. Gunarwan Suratmo**, **Iswandi Anas**, **M. Sri Saeni** dan **Abdurrauf Rambe** sebagai anggota).

Budidaya padi sawah beririgasi yang dilakukan oleh petani dengan menggunakan pupuk urea dapat menjadikan lahan sawahnya sebagai salah satu sumber emisi  $N_2O$ . Sedangkan  $N_2O$  diketahui merupakan salah satu gas rumah kaca yang dapat menyumbang pemanasan atmosfer. Di samping itu secara global  $N_2O$  juga mempunyai potensi merusak lapisan ozon di stratosfer.

Walaupun Indonesia memiliki lahan padi sawah yang luas, yang menurut Biro Pusat Statistik (BPS) pada tahun 1995 terdapat 8,44 juta ha dengan luas panen mencapai 10,08 juta ha, tetapi sejauh ini belum ada laporan tentang kerapatan emisi (fluks)  $N_2O$  dari tanah sawah Indonesia. Berbagai teknik budidaya padi sawah dalam bentuk teknik irigasi, pemupukan urea dan penanaman varietas padi unggul dapat memberikan variasi fluks  $N_2O$  dari tanah sawah.

Sehubungan dengan hal tersebut, dilakukan penelitian tentang fluks  $N_2O$  dari tanah sawah dengan memperhatikan faktor-faktor perlakuan pada sawah yang biasa dilakukan oleh para petani. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: perbedaan pengaruh teknik irigasi sawah, pemberian pupuk urea dan varietas padi unggul yang ditanam terhadap fluks  $N_2O$  selama musim tanam (minggu ke 2 – 18 setelah tanam). Fluks juga diukur pada fase-fase pertumbuhan padi, yaitu fase vegetatif (hari ke 0 – 60 setelah berkecambah dalam penelitian ini data pada minggu ke 2 – 5), fase reproduktif (hari ke 60 – 90 setelah berkecambah, dalam

penelitian ini data pada minggu ke 6 – 11), fase pemasakan (hari ke 90 – 120 setelah berkecambah, dalam penelitian ini data pada minggu ke 12 – 15) dan fase bera (setelah panen sampai musim tanam berikutnya, dalam penelitian ini data pada minggu ke 16 – 18).

Penelitian dilakukan di lahan Sawah Percobaan IPB di Darmaga – Bogor dengan menggunakan rancangan penelitian jalur-petak-terbagi (*strip-split-spot design*) selama 18 minggu, mulai bulan April 1995 sampai dengan bulan Agustus 1995. Pengambilan contoh gas dari tiap petak percobaan dilakukan setiap minggu pada waktu siang hari antara jam 14.00 sampai dengan jam 16.00, dengan menggunakan sungkup plastik polietilen. Contoh gas dianalisis di laboratorium dengan alat kromatografi gas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : Fluks  $N_2O$  rata-rata dari tanah sawah berkisar antara  $-17,56$  sampai dengan  $131,56 \mu g N_2O-N m^{-2} jam^{-1}$ . Nilai fluks  $N_2O$  rata-rata selama musim tanam adalah  $22,56 \pm 20,15 \mu g N_2O-N m^{-2} jam^{-1}$ . Nilai fluks negatif menunjukkan adanya rosot (*sink*) dalam ekosistem sawah.

Petak percobaan dengan teknik irigasi kontinu dan dengan teknik irigasi berselang selama musim tanam, dan selama fase vegetatif, pemasakan dan bera menghasilkan fluks  $N_2O$  yang tidak berbeda nyata, tetapi selama fase reproduktif berbeda nyata. Pada fase reproduktif ini teknik irigasi kontinu menghasilkan fluks  $N_2O$  rata-rata lebih kecil daripada teknik irigasi berselang, yaitu masing-masing sebesar  $16,58$  and  $26,34 \mu g N_2O-N m^{-2} jam^{-1}$ .

Petak sawah yang tidak dipupuk urea, selama musim tanam menghasilkan fluks  $N_2O$  rata-rata lebih kecil dibandingkan dengan petak sawah yang diberi pupuk urea. Fluks  $N_2O$  rata-rata selama musim tanam untuk yang tidak dipupuk urea, dipupuk urea prill dan dipupuk urea tablet masing-masing  $12,91$ ;  $25,70$  dan  $29,11 \mu g N_2O-N m^{-2} jam^{-1}$ . Pemupukan urea prill dan urea tablet selama fase-fase

vegetatif, pematangan dan bera menghasilkan fluks  $N_2O$  yang tidak berbeda nyata, tetapi selama fase reproduktif berbeda nyata. Pada fase reproduktif tersebut pemupukan urea prill dan urea tablet masing-masing menghasilkan fluks  $N_2O$  rata-rata sebesar 23,72 dan 27,14  $\mu g N_2O-N m^{-2} jam^{-1}$ .

Selama musim tanam maupun selama fase-fase pertumbuhan padi, petak sawah yang ditanami padi varietas IR-64 menghasilkan fluks  $N_2O$  yang tidak berbeda nyata dengan petak sawah yang ditanami padi varietas Cisadane. Hal ini mungkin disebabkan oleh pengambilan unsur N dari dalam tanah oleh kedua varietas itu cukup tinggi, yaitu bila dibandingkan dengan penggunaan pupuk urea terdapat efisiensi antara 41,9 – 46,5%.

Dengan mengacu pada hasil-hasil percobaan tersebut, maka teknik budidaya padi sawah minimal yang dapat dipraktekkan agar menghasilkan fluks  $N_2O$  lebih sedikit terutama pada fase reproduktif adalah teknik irigasi kontinu dan pemupukan urea prill. Sementara varietas padi tidak mempengaruhi besar kecilnya fluks  $N_2O$ .

Bila dilihat dari jumlah penggunaan pupuk urea, baik urea prill maupun urea tablet, ternyata selama musim tanam terdapat nisbah kehilangan unsur N berupa emisi  $N_2O$  sebesar 0,33 – 0,44 %. Kemudian bila dilihat dari produksi padi rata-rata setiap petak percobaan menunjukkan bahwa produksi padi mempunyai hubungan linear dengan fluks  $N_2O$ . Artinya semakin tinggi produksi padi semakin tinggi pula fluks  $N_2O$ . Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa korelasi antara potensial redoks, pH dan suhu tanah dengan fluks  $N_2O$  tidak mempunyai hubungan yang berbeda nyata.

**FLUKS NITROUS OKSIDA (N<sub>2</sub>O) DARI TANAH SAWAH :  
PENGARUH TEKNIK IRIGASI, PUPUK-N DAN VARIETAS PADI**

Oleh :

**Wawang Suratno**

Disertasi sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar

Doktor

pada

Program Studi Pengelolaann Sumberdaya Alam dan Lingkungan,

Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

**PROGRAM PASCA SARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**1997**

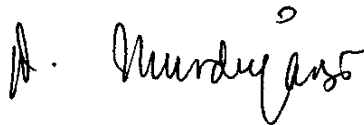
Judul : Fluks Nitrous Oksida ( $N_2O$ ) dari Tanah Sawah :  
Pengaruh Teknik Irigasi, Pupuk-N dan Varietas Padi

Nama Mahasiswa : Wawang Suratno

Nomor Pokok : PSL 92525

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing



Dr Ir Daniel Murdiyarto MS.

Ketua



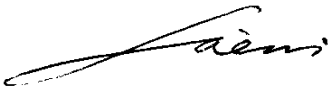
Prof. Dr Ir F. Gunarwan Suratmo M.F.

Anggota



Dr Ir Iswandi Anas MSc.

Anggota



Prof. Dr Ir M. Sri Saeni MS.

Anggota

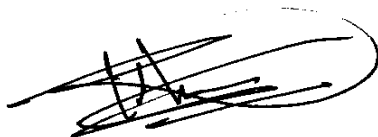


Dr Ir Abdurrauf Rambe MSt.

Anggota

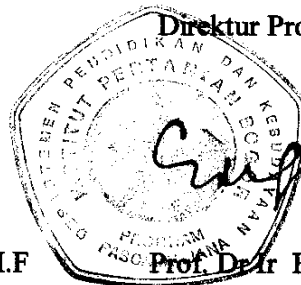
2. Program Pascasarjana

Ketua Program Studi Pengelolaan  
Sumberdaya Alam dan Lingkungan



Prof. Dr Ir F. Gunarwan Suratmo M.F

Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr Ir H. Edi Guhardja

Tanggal lulus : 22 Nopember 1997

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 8 Desember 1947 di Cirebon, Jawa-Barat sebagai anak pertama dari empat bersaudara dari Bapak H. Suwandi (almarhum) dan Ibu Hj. Farida Widaningsih (almarhumah).

Dari tahun 1954 sampai dengan tahun 1966 penulis menempuh pendidikan dari Sekolah Rakyat (SR) sampai dengan Sekolah Menengah Atas (SMA) di Cirebon. Pada tahun 1968 penulis masuk perguruan tinggi Universitas Padjadjaran di Bandung dengan mengambil Jurusan Kimia, Fakultas Matematik dan Ilmu Pengetahuan Alam dan lulus sarjana dengan gelar Doktorandus pada tahun 1976. Penulis pernah mendapat pelatihan (training) dalam bidang pencemaran lingkungan, khususnya lingkungan perairan di Jerman Barat yaitu di TU Braunschweig (1980 – 1981) dan TU Berlin (1981-1982).

Sejak tahun 1986 menempuh pendidikan Pascasarjana Strata Dua (S2) di Institut Teknologi Bandung dengan program studi Kimia atas biaya Tim Manajemen Program Doktor (TMPD), Direktorat Jendral Perguruan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Republik Indonesia, dan mendapat gelar Magister Sain (MS) pada tahun 1989. Kemudian sejak tahun 1992 sampai sekarang penulis mengikuti program pendidikan doktor (S3) pada Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor dengan program studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, juga atas biaya TMPD.

Mulai tahun 1976 sampai sekarang, penulis bekerja di FMIPA - UNPAD sebagai staf pengajar kimia fisik dan kimia lingkungan. Penulis pernah aktif sebagai staf peneliti di Lembaga Ekologi (sekarang Pusat Studi Sumberdaya Alam dan Lingkungan) UNPAD pada tahun 1982 –1986.



## UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah swt. yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya kepada kita semua, sehingga disertasi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian tentang Fluks Nitrous Oksida (N<sub>2</sub>O) dari Tanah Sawah dengan Pengaruh Perlakuan Teknik Irigasi, Pemberian Pupuk-N dan Varietas Padi yang ditanam, merupakan penelitian tentang sumber gas rumah kaca. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Sawah Percobaan IPB, Darmaga-Bogor, pada bulan April sampai dengan bulan Agustus 1995.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Dr Daniel Murdiyarto MS selaku ketua komisi pembimbing, dan kepada Prof. Dr Ir F. Gunarwan Suratmo M.F., Dr Ir Iswandi Anas MSc., Prof. Dr Ir Sri Saeni MS., dan Dr Ir Abdurrauf Rambe MSt. selaku anggota komisi pembimbing, atas segala bimbingan, petunjuk, dan kritik sehingga disertasi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Bersama ini pula disampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor Universitas Padjadjaran, Dekan Fakultas MIPA Universitas Padjadjaran dan Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Padjadjaran yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menekuni program studi doktor (S3) di Institut Pertanian Bogor tahun 1992 - 1997. Ucapan yang sama disampaikan pula kepada *civitas academica* Institut Pertanian Bogor, terutama dalam jajaran Program Pascasarjana IPB, Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Pusat Pengembangan Teknologi Pertanian IPB dan Kebun Percobaan IPB, atas segala fasilitas dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

Tidak lupa kepada isteri penulis Dra. Ratna Sri Kusumah, serta putra-putri penulis, Winasih Rachmawati, Muhammad Rizkianto dan Achmad Satriadi

disampaikan terimakasih yang setulus-tulusnya atas segala pengertian dan dorongan yang telah diberikan kepada penulis. Begitu pula ucapan terimakasih tak terhingga disampaikan kepada guru-guru penulis sejak dari Sekolah Rakyat sampai dengan Pascasarjana Strata Tiga, yang telah memberikan ilmunya dengan tulus kepada penulis. Terimakasih juga disampaikan kepada rekan-rekan sejawat yang telah memberikan saran dan dorongan, sehingga disertasi ini dapat tersusun dengan baik. Semoga semua amal kebajikan tersebut mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah swt.

Akhirnya dengan menyadari bahwa tiada gading yang tidak retak, tiada karya manusia yang sempurna, maka dengan mengharapkan pertolongan Allah swt. dan para ilmuwan yang lain agar karya penelitian ini dapat dikembangkan menjadi karya-karya yang lebih baik dan lebih berguna bagi kita bersama.

Bogor, 1 Agustus 1997

Penyusun