

ANALISIS EMISI N₂O PADA SISTEM FERTIGASI OTOMATIS NIRDAYA (FONi) DENGAN VARIASI TINGGI MUKA AIR DAN PEMUPUKAN UNTUK BUDIDAYA PADI SAWAH

DIANA TEBE



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Emisi N₂O pada Sistem Fertigasi Otomatis Nirdaya (FONi) dengan Variasi Tinggi Muka Air dan Pemupukan untuk Budidaya Padi Sawah” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 6 Juli 2026

Diana Tebe
F4401221036



ABSTRAK

DIANA TEBE. Analisis Emisi N₂O pada Sistem Fertigasi Otomatis Nirdaya (FONi) dengan Variasi Tinggi Muka Air dan Pemupukan untuk Budidaya Padi Sawah. Dibimbing oleh CHUSNUL ARIF.

Budidaya padi sawah menghasilkan emisi gas rumah kaca, termasuk N₂O, yang dipengaruhi oleh pengelolaan air dan pemupukan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh parameter kondisi tanah, variasi tinggi muka air, dan jenis pupuk terhadap emisi N₂O pada budidaya padi menggunakan sistem Fertigasi Otomatis Nirdaya (FONi). Penelitian dilakukan di Kinjiro Farm pada Februari–Juni 2026 dengan empat perlakuan tinggi muka air, yaitu tergenang (RT), basah (RB), kering (RK), dan berselang (RBe), serta pupuk organik dan anorganik. Emisi N₂O diukur mingguan menggunakan metode *closed chamber* dan dianalisis dengan gas kromatografi. Hasil menunjukkan bahwa variasi tinggi muka air tidak berpengaruh nyata terhadap emisi N₂O, sedangkan jenis pupuk berpengaruh nyata melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Emisi tertinggi terjadi pada RBe dengan pupuk anorganik sebesar 12,30 kg/ha/musim dan terendah pada RT dengan pupuk organik sebesar 2,63 kg/ha/musim. Penggunaan pupuk organik dan tinggi muka air 0–2 cm berpotensi menekan emisi N₂O pada budidaya padi sawah.

Kata kunci: budidaya padi, emisi N₂O, FONi, pemupukan, tinggi muka air

ABSTRACT

DIANA TEBE. *Analysis of N₂O Emissions in a Fertigasi Otomatis Nirdaya (FONi) systems with Variations in Water Level and Fertilization for Lowland Rice Cultivation. Supervised by CHUSNUL ARIF.*

Rice cultivation produces greenhouse gas emissions, including nitrous oxide (N₂O), which are influenced by water and fertilizer management. This study aimed to analyze the effects of soil condition parameters, water table variations, and fertilizer types on N₂O emissions in rice cultivation using the Fertigasi Otomatis Nirdaya (FONi) system. The study was conducted at Kinjiro Farm from February to June 2026 using four water table treatments: flooded (RT), wet (RB), dry (RK), and intermittent (RBe), combined with organic and inorganic fertilizers. N₂O emissions were measured weekly using the closed chamber method and analyzed by gas chromatography. The results showed that water table variation had no significant effect on N₂O emissions, whereas fertilizer type significantly affected emissions through nitrification and denitrification processes. The highest emission was observed in the RBe treatment with inorganic fertilizer (12.30 kg ha⁻¹ season⁻¹), while the lowest occurred in the RT treatment with organic fertilizer (2.63 kg ha⁻¹ season⁻¹). The use of organic fertilizer and maintaining a water table depth of 0–2 cm showed potential for reducing N₂O emissions in rice cultivation.

Keywords: *fertilization, FONi, N₂O emissions, rice cultivation, water table management*



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



ANALISIS EMISI N₂O PADA SISTEM FERTIGASI OTOMATIS NIRDAYA (FONi) DENGAN VARIASI TINGGI MUKA AIR DAN PEMUPUKAN UNTUK BUDIDAYA PADI SAWAH

DIANA TEBE

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Satyanto Krido Saptomo, S.T.P., M.Si.
- 2 Jihan Nur Azizah, S.T., M.T.



Judul Skripsi : Analisis Emisi N₂O pada Sistem Fertigasi Otomatis Nirdaya (FONi) dengan Variasi Tinggi Muka Air dan Pemupukan untuk Budidaya Padi Sawah.

Nama : Diana Tebe
NIM : F4401221036

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.TP., M.Si., IPM.
NIP. 19801206 200501 1 004



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil dan Lingkungan:
Ir. Tri Sudibyو, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
NIP. 19840530 201404 1 001



Tanggal Ujian: 30 Juni 2026

Tanggal Lulus: 06 JUL 2026

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Judul dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2026 sampai bulan Juni 2026 ini ialah sistem fertigasi otomatis, dengan judul “Analisis Emisi N₂O pada Sistem Fertigasi Otomatis Nirdaya (FONi) dengan Variasi Tinggi Muka Air dan Pemupukan untuk Budidaya Padi Sawah”.

Penelitian serta penyusunan skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam proses penyelesaian skripsi ini, terutama kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.TP., M.Si., IPM. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, serta koreksi selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi.
2. Prof. Dr. Ir. Satyanto Krido Saptomo, S.T.P., M.Si. dan Jihan Nur Azizah, S.T., M.T. selaku dosen penguji pada sidang akhir yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi.
3. Ir. Tri Sudibyo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan yang telah memberikan arahan serta masukan selama proses penyusunan skripsi.
4. Abi Usman, Umi Maili Kamari, Afrah Tebe, dan Arkan Usman Tebe sebagai keluarga yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, dan motivasi tanpa henti.
5. Iqbal dan Nanda sebagai rekan tim penelitian yang selalu memberikan bantuan serta dukungan selama pelaksanaan penelitian.
6. Rekan-rekan satu bimbingan (Agnan, Budi, Galang, dan Mutiara) yang telah memberikan bantuan, kerja sama, dan dukungan selama penelitian hingga penyusunan skripsi.
7. Belva, Nandya, Shilla, Bitu, Biki, Indah, Nurjati, Vatica, Faried, Ardayan, dan Dinar yang terus memberikan dukungan dan semangat selama proses penelitian dan penyusunan skripsi berlangsung.
8. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan Angkatan 59 (Zenikata Gatatirta) yang telah memberikan kebersamaan serta dukungan selama masa perkuliahan.
9. Bapak Iwan yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian di lapangan.

Bogor, 6 Juli 2026

Diana Tebe



DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Budidaya Tanaman Padi	3
2.2 Emisi N ₂ O pada Padi Sawah	3
2.3 Variasi Tinggi Muka Air pada Sistem FONi	4
2.4 Pengaruh Pemupukan terhadap Emisi N ₂ O Padi Sawah	5
III METODE	6
3.1 Waktu dan Tempat	6
3.2 Alat dan Bahan	6
3.3 Prosedur Penelitian	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Pengaruh Parameter Kondisi Tanah terhadap Tinggi Muka Air dan Laju Emisi Gas N ₂ O	12
4.2 Pengaruh Variasi Tinggi Muka Air dan Perbedaan Jenis Pupuk terhadap Laju Emisi Gas N ₂ O	16
4.3 Hubungan Variasi Tinggi Muka Air dan Jenis Pupuk dengan Emisi Gas N ₂ O	21
4.4 Interaksi Tinggi Muka Air dan Jenis Pupuk Optimum untuk Langkah Pengurangan Emisi Gas N ₂ O	23
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	71

DAFTAR GAMBAR

1	Peta lokasi penelitian	6
2	Diagram alir prosedur penelitian	7
3	Skema sistem FONi: <i>layout</i> sistem (a), visualisasi tiga dimensi (b) mekanisme kontrol tinggi muka air (c)	8
4	Visualisasi <i>chamber</i> dan <i>base chamber</i> : dua dimensi (a) tiga dimensi (b)	10
5	Hubungan suhu tanah terhadap TMA (a) dan emisi N ₂ O (b) perlakuan pupuk organik	13
6	Hubungan suhu tanah terhadap TMA (a) dan emisi N ₂ O (b) perlakuan pupuk anorganik	13
7	Hubungan kelembapan tanah terhadap TMA (a) dan emisi N ₂ O (b) perlakuan pupuk organik	14
8	Hubungan kelembapan tanah terhadap TMA (a) dan emisi N ₂ O (b) perlakuan pupuk anorganik	14
9	Hubungan daya hantar listrik tanah terhadap TMA (a) dan emisi N ₂ O (b) perlakuan pupuk organik	15
10	Hubungan daya hantar listrik tanah terhadap TMA (a) dan emisi N ₂ O (b) perlakuan pupuk anorganik	15
11	Hubungan pH tanah terhadap TMA (a) dan emisi N ₂ O (b) perlakuan pupuk organik	16
12	Hubungan pH tanah terhadap TMA (a) dan emisi N ₂ O (b) perlakuan pupuk anorganik	16
13	Hubungan perlakuan RT dengan emisi gas N ₂ O	17
14	Hubungan perlakuan RB dengan emisi gas N ₂ O	18
15	Hubungan perlakuan RK dengan emisi gas N ₂ O	18
16	Hubungan perlakuan RBe dengan emisi gas N ₂ O	19
17	Hubungan jenis pupuk organik (a) anorganik (b) dengan emisi gas N ₂ O	20
18	Total emisi gas N ₂ O pada setiap desain eksperimen	21
19	Hasil analisis statistik pengaruh variasi tinggi muka air dan jenis pupuk terhadap emisi gas N ₂ O	23

DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi	32
2	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-1	32
3	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-2	34
4	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-3	36
5	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-4	37
6	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-5	39
7	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-6	41
8	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-7	42
9	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-8	44
10	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-9	46
11	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-10	47
12	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-11	49
13	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-12	50

14	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-13	52
15	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-14	54
16	Hasil analisis gas laboratorium minggu ke-15	55
17	Data parameter kondisi tanah selama satu musim tanam	57
18	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RT pupuk organik ulangan 1	57
19	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RT pupuk organik ulangan 2	59
20	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RT pupuk anorganik ulangan 1	59
21	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RT pupuk anorganik ulangan 2	60
22	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RB pupuk organik ulangan 1	60
23	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RB pupuk organik ulangan 2	61
24	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RB pupuk anorganik ulangan 1	61
25	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RB pupuk anorganik ulangan 2	62
26	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RK pupuk organik ulangan 1	62
27	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RK pupuk organik ulangan 2	63
28	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RK pupuk anorganik ulangan 1	63
29	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RK pupuk anorganik ulangan 2	64
30	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RBe pupuk organik ulangan 1	64
31	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RBe pupuk organik ulangan 2	65
32	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RBe pupuk anorganik ulangan 1	65
33	Laju emisi gas N ₂ O perlakuan RBe pupuk anorganik ulangan 2	66
34	Total emisi gas N ₂ O perlakuan pupuk organik selama satu musim tanam	66
35	Total emisi gas N ₂ O perlakuan pupuk anorganik selama satu musim tanam	66
36	Tinggi muka air selama satu musim tanam	67
37	Hasil analisis statistik <i>Two-Ways</i> ANOVA hubungan tinggi muka air, jenis pupuk, dan interaksi keduanya terhadap emisi gas N ₂ O	70
38	Perhitungan laju emisi gas N ₂ O	70