

TUGAS AKHIR
EMISI GAS *NITROUS OXIDE* (N₂O)
DARI BUDIDAYA PADI ANORGANIK

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



NADYA HANDAYANI MARDAUS
16513056

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020


TUGAS AKHIR
EMISI GAS *NITROUS OXIDE* (N₂O) DARI BUDIDAYA
PADI ANORGANIK

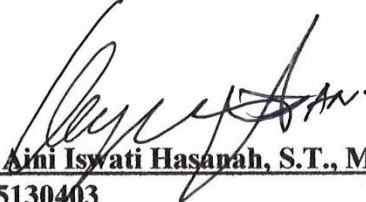
Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan




NADYA HANDAYANI MARDAUS
16513056

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Azham Umar Abidin, S.K.M., M.P.H.
NIK. 165131303
Tanggal: 24 November 2020


Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si.
NIK. 185130403
Tanggal: 24 November 2020

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.
NIK. 025100406
Tanggal: 24 November 2020

HALAMAN PENGESAHAN

**EMISI GAS *NITROUS OXIDE* (N₂O) DARI
BUDIDAYA PADI ANORGANIK**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa


Tanggal : 24 November 2020

Disusun Oleh:

**NADYA HANDAYANI MARDAUS
16513056**

Tim Penguji :

Azham Umar Abidin, S.K.M., M.P.H.

()

Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si.

()

Luqman Hakim, S.T., M.Si.

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 12 Juli 2020



Nadya Handayani Mardaus

NIM: 16513056

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala, atas berkat karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Judul yang dibahas dalam penelitian ini adalah **Emisi Gas Nitrous Oxide (N₂O) dari Budidaya Padi Anorganik**.

Laporan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan, bimbingan, dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang berkat anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Orangtua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan, nasehat serta doa mulai dari penelitian sampai penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Azham Umar Abidin, SKM, MPH selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mulai dari penelitian sampai penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mulai dari penelitian sampai penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Sheera, Dewi selaku teman group dalam Tugas Akhir, serta sahabat dan teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2016 yang selalu memberikan dukungan selama penelitian sampai penulisan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang telah membantu sampai pada saat ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan agar laporan ini menjadi lebih baik. Semoga laporan ini bermanfaat bagi para pembacanya dan dapat dijadikan sebagai refensi penelitian berikutnya.

Yogyakarta, 12 Juli 2020

Nadya Handayani



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

ABSTRAK

NADYA HANDAYANI. Emisi gas *Nitrous Oxide* (N_2O) dari Budidaya Padi Anorganik. Dibimbing oleh AZHAM UMAR ABIDIN, SKM, MPH DAN DR. NUR AINI ISWATI HASANAH, S.T., M.Si.

Sawah merupakan salah satu sumber emisi gas N_2O . Tujuan dari penelitian adalah mengukur total fluks gas N_2O pada berbagai kondisi lingkungan mikro dan menganalisis pengaruh kondisi lingkungan mikro terhadap potensi emisi gas N_2O pada budidaya padi anorganik. Penelitian ini menggunakan 2 metode yaitu metode *System of Rice Intensification* (SRI) dan Konvensional. Dari kedua metode yang diterapkan, didapatkan bahwa metode konvensional menghasilkan fluks gas N_2O lebih banyak dari pada metode SRI. Kondisi lingkungan mikro memberi pengaruh yang berbeda-beda terhadap fluks N_2O pada metode konvensional dan SRI. Pengaruh temperatur udara terhadap fluks N_2O sama-sama kecenderungan positif. Metode konvensional dan SRI pada kelembaban udara, temperatur tanah, dan pH memiliki kecenderungan yang berbeda. Kecenderungan positif terdapat pada kelembaban udara NK, temperatur tanah NK dan pH NS. Kecenderungan negatif terdapat pada kelembaban udara NK, temperatur tanah NS, pH NK, serta NK dan NS pada potensial redoks dan daya hantar listrik.

Kata kunci : Fluks N_2O , Kondisi Lingkungan Mikro, Konvensional, N_2O , SRI.

ABSTRACT

NADYA HANDAYANI. *Nitrous Oxide* (N_2O) Emissions from Inorganic Rice Cultivation. Supervised by AZHAM UMAR ABIDIN, SKM, MPH AND DR. NUR AINI ISWATI HASANAH, ST, M.Si.

Rice fields are one source of N_2O gas emissions. The purpose of this study is to measure the total N_2O gas flux in various microenvironment conditions and analyze the effect of microenvironment conditions on the potential emission of N_2O gas in inorganic rice cultivation. This study uses 2 methods, SRI (System of Rice Intensification) and Conventional methods. From the two methods applied, it was found that the conventional method produced more N_2O gas flux than the SRI method. Micro environmental conditions have different effects on N_2O flux in conventional and SRI methods. The effect of air temperature on N_2O flux is equally positively correlated. Conventional and SRI methods on air humidity, soil temperature, and pH have different correlations. In air humidity NK is negatively correlated and NS is positively correlated. At soil temperature NK has a positive correlation and NS has a negative correlation. And at pH NK is negatively correlated NS is positively correlated. NK and NS on redox potential (Eh), electrical conductivity (Ec) and pH have a negative correlation.

Keywords: Conventional, Micro Environmental Conditions, N_2O , N_2O Flux, SRI.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 <i>Nitrous Oxide</i> (N ₂ O).....	3
2.2 Emisi N ₂ O Pada Lahan Padi Sawah	3
2.3 Konvensional.....	4
2.4 <i>System of Rice Intenfication</i> (SRI)	4
2.5 Lingkungan Mikro.....	4
2.6 Penelitian Terdahulu.....	5
BAB III METODE PENELITIAN	7
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Tahapan Penelitian	7
3.3.1 Persiapan dan Proses Penanaman	7
3.3.2 Pengambilan Sampel Gas.....	12
3.3.3 Analisis Sampel Gas dan Pehitungan Fluks N ₂ O.....	13
3.3.4 Analisis Pengaruh Terhadap Kondisi Lingkungan Mikro	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Kondisi Lingkungan Lokasi Penelitian	16
4.2 Emisi Gas N ₂ O	17
4.2.1 Fluks Gas N ₂ O	17
4.2.2 Total Fluks Gas N ₂ O	12
4.3 Hubungan antara kondisi lingkungan mikro dan fluks gas N ₂ O	20

4.3.1	Hubungan Temperatur Udara dan Fluks Gas N ₂ O	20
4.3.2	Hubungan Kelembaban Udara dan Fluks Gas N ₂ O.....	21
4.3.3	Hubungan Temperatur Tanah dan Fluks Gas N ₂ O.....	23
4.3.4	Hubungan Kelembaban Tanah dan Fluks Gas N ₂ O	24
4.3.5	Hubungan pH dan Fluks Gas N ₂ O.....	25
4.3.6	Hubungan Potensial Reduksi-Oksidasi dan Fluks Gas N ₂ O	27
4.3.7	Hubungan Daya Hantar Listrik dan Fluks Gas N ₂ O.....	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		30
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN		36



DAFTAR TABEL

1 Studi Penelitian Terdahulu	5
2 Alat dan Bahan	8
3 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai R	17





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

1 Chamber Tampak Atas	9
2 Chamber Tampak Samping	10
3 Chamber Tampak Dalam.....	10
4 Tutup Chamber Tampak Dalam	10
5 Tandon Air	11
6 Rangkaian Alat Penanaman Tampak Atas	11
7 Rangkaian Alat Penanaman Tampak Depan	11
8 Prosedur Penelitian.....	12
9 Hubungan Emisi N ₂ O dengan Kondisi Lingkungan Mikro.....	14
10 Total Emisi CO ₂ Pada Lingkungan Mikro	15
11 Fluks dan akumulasi emisi gas N ₂ O pada 2 metode.....	18
12 Total Fluks Gas N ₂ O.....	19
13 Hubungan Temperatur Udara dan Fluks N ₂ O	21
14 Hubungan Kelembaban Udara dan Fluks N ₂ O	22
15 Hubungan Temperatur Tanah dan Fluks N ₂ O	24
16 Hubungan Kelembaban Tanah dan Fluks N ₂ O.....	25
17 Hubungan pH dan Fluks N ₂ O	26
18 Hubungan Eh dan Fluks N ₂ O	28
19 Hubungan Daya Hantar Listrik dan Fluks N ₂ O.....	29



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

DAFTAR LAMPIRAN

1 Data Pengukuran Gas N ₂ O	35
2 Contoh Perhitungan fluks gas N ₂ O	38
3 Contoh Perhitungan Total Fluks	39
4 Hasil Pengukuran Micro Environmental Condition	10
5 Pembuatan Media	11
6 Bukti ACC Pembimbing 2 Via WhatsApp	11



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gas-gas di atmosfer dapat menyerap dan memantulkan radiasi gelombang panjang (infra merah) yang dipancarkan oleh bumi yang kemudian disebut juga dengan gas rumah kaca (Murdiyarso, 2003). Energi yang dipancarkan dapat menimbulkan pemanasan pada permukaan bumi. Apabila konsentrasinya meningkat, maka dapat terjadi pemanasan global. Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang tinggi diperkirakan dapat meningkatkan suhu bumi 1,31- 2,32 °C (Sommer, 2006). Emisi gas CO₂, CH₄ dan N₂O masing-masing menyumbang 55%, 15% dan 6% dari total efek rumah kaca. Walaupun sumbangan gas N₂O terhadap atmosfer rendah, namun gas N₂O di atmosfer sangat stabil dan mempunyai waktu tinggal sampai 150 tahun (Balitbangtan, 2014). Emisi N₂O alami dapat meningkat karena aktivitas pertanian yang dilakukan.

Beras menjadi prioritas utama masyarakat dalam memenuhi kebutuhan asupan karbohidrat yang dapat mengenyangkan dan merupakan sumber karbohidrat utama yang mudah diubah menjadi energi. Padi sebagai tanaman pangan dikonsumsi kurang lebih 90% dari keseluruhan penduduk Indonesia untuk makanan pokok sehari-hari (Saragih, 2001).

Pupuk anorganik dapat membuat ketersediaan hara yang lebih cepat dibandingkan yang lainnya bagi tumbuhan (Sutejo, 2002). Bahan untuk memperbaiki untuk organik dari tanaman budidaya dapat membantu aktivitas mikroba denitrifikasi dan emisi N₂O lebih meningkat. Emisi N₂O alami mampu meningkat karena adanya aktivitas pertanian (Meijide *et al.* 2009).

System of Rice Intensification (SRI) adalah salah satu penerapan yang sekarang banyak digunakan oleh para petani untuk usaha tani padi. Hal yang umum pada budidaya dengan metode SRI yaitu siklus basah kering yang tergantung kepada kondisi lahan, tipe tanah dan ketersediaan air. Sedangkan budidaya menggunakan metode konvensional dilakukan dengan cara menerapkan budidaya dengan air yang tergenang (Cariem, 2016).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi potensi emisi GRK adalah kondisi lingkungan mikro, yaitu pH, kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu tanah, suhu udara, daya hantar listrik dan potensi reduksi oksidasi. Pengendalian faktor yang paling penting dari produksi N₂O adalah suhu, dan sejumlah NH₄ + – N, air, bahan organik di dalam tanah. Hasil penelitian menunjukkan penambahan N meningkatkan emisi N₂O (Meng *et al.* 2005). Temperatur tanah, temperatur dan kelembaban tanah berbanding lurus dengan emisi gas N₂O. Sedangkan daya hantar listrik dan potensial reduksi oksidasi (Yu *et al.*, 2001) berbanding terbalik dengan emisi gas N₂O. Oleh karena itu, penelitian mengenai emisi gas N₂O dari budidaya padi anorganik ini perlu dilakukan agar dapat mengurangi emisi gas N₂O yang berada di lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

1. Berapa total fluks gas N_2O pada berbagai kondisi lingkungan mikro pada budidaya padi anorganik?
2. Bagaimana pengaruh kondisi lingkungan mikro terhadap potensi emisi gas N_2O pada budidaya padi anorganik?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengukur total fluks gas N_2O pada berbagai kondisi lingkungan mikro pada budidaya padi anorganik.
2. Menganalisis pengaruh kondisi lingkungan mikro terhadap potensi emisi gas N_2O pada budidaya padi anorganik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat bagi pihak-pihak terkait dari penelitian yang dilakukan dapat berupa :

1. Perguruan Tinggi
Dapat memberi informasi mengenai jumlah fluks gas N_2O dari lahan padi sawah pada berbagai kondisi lingkungan mikro yang menggunakan pupuk anorganik yaitu pupuk *Nitrogen Phospor* dan *Kalium* (NPK).
2. Petani dan Dinas Pertanian
Dapat memberi referensi metode budidaya yang optimal untuk mengurangi gas emisi N_2O .
3. Mahasiswa
Menambah wawasan mengenai emisi gas N_2O dari budidaya padi anorganik.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian dilakukan agar dapat mengetahui jumlah total fluks gas N_2O yang dihasilkan oleh lahan padi sawah yang berada di Pakem, Kabupaten Sleman. Budidaya padi yang dilakukan menggunakan pupuk anorganik NPK dengan menggunakan metode konvensional dan SRI.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nitrous Oxide (N₂O)

N₂O adalah salah satu gas utama dari GRK yang berperan dalam penipisan lapisan ozon. N₂O terbentuk dari aktivitas mikroba yang ada dalam tanah melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Konsentrasi N₂O mengalami peningkatan, pada masa sebelum industri konsentrasi N₂O di atmosfer kurang lebih 270 pbb dan pada tahun 2015 menjadi 319 pbb. Konsentrasi N₂O mengalami peningkatan sebanyak 49 pbb (Setyanto *et al.*, 2014).

Kontribusi N₂O pada total emisi GRK dari kegiatan antropogenik memiliki persentase sebesar 7,9%. Selain itu, N₂O juga berkontribusi sebesar 6% pada pemanasan global (Setyanto *et al.*, 2014). Konsentrasi dan persentase N₂O di atmosfer memang lebih rendah dibandingkan dengan gas rumah kaca lain seperti CO₂ dan CH₄ tetapi memiliki masa hidup yang tinggi yaitu 120 tahun dengan *Global Warming Potential (GWP)* 296 kali lebih besar dibandingkan CO₂ (Setyanto *et al.*, 2014).

N₂O dihasilkan dari kegiatan mikroorganisme tanah yang berperan dalam proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Nitrifikasi merupakan proses dimana amonium akan diubah menjadi nitrit (NO²⁻) dan juga nitrat (NO³⁻) dalam keadaan aerobik. Hal ini dikarenakan bakteri yang berperan dalam proses nitrifikasi merupakan bakteri aerobik autotrof. N₂O juga merupakan hasil samping dari proses denitrifikasi, yaitu proses dimana nitrat diubah menjadi gas dinitrogen (N₂) oleh bakteri heterotrof anaerobi (Pihlatie *et al.*, 2004).

2.2 Emisi N₂O Pada Lahan Padi Sawah

Gas N₂O adalah salah satu GRK yang dihasilkan dari jasad retnik di lahan padi sawah dan terdiri atas persenyawaan hara nitrogen dan oksigen. N₂O dapat merugikan lingkungan, salah satunya karena dapat merusak lapisan ozon. Kegiatan manusia yang banyak dapat meningkatkan kandungan nitrogen yang tersedia pada tanah melalui pemupukan nitrogen dan juga pemberian bahan organik, tetapi dengan proses mikrobiologis dapat memacu peningkatan emisi gas N₂O secara langsung ataupun tidak (Dwiharjaka, 2004).

Pemberian bahan pembenah organik pada tanaman budidaya diduga mampu meningkatkan kegiatan mikroba denitrifikasi dan emisi N₂O. Kegiatan pertanian mampu meningkatkan emisi N₂O. Aktivitas ini langsung meningkatkan jumlah nitrogen yang ada di dalam tanah yang bisa dikonversi menjadi N₂O (Meijide *et al.* 2009).

Tingkat emisi N₂O diduga dapat meningkat dengan adanya penggunaan pupuk nitrogen seperti urea, yang tidak berimbang. Nitrogen yang terdapat di pupuk urea dan ammonium sulfat (AS) menjadi N₂O dan NO₂ dengan tingkat emisi 1 dan 1,57%. Pada tahun 1998 emisi nitrogen dari penggunaan pupuk kimia di Indonesia sebesar 14,15 Gg N₂O dan 22,23 NO₂ (Deptan RI, 2007). Penambahan takaran pupuk kandang hingga 7,5 t ha⁻¹ meningkatkan emisi N₂O

berkisar 28,8–100,3% (Setyanto *et al.*, 2014). Penambahan bahan organik dapat menambah jumlah denitrifier dan laju denitrifikasi, sehingga memberikan kondisi menguntungkan bagi pembentukan N_2O (Xiong *et al.*, 2007).

2.3 Konvensional

Sistem dari penanaman padi konvensional yaitu penggenangan lahan. Penggenangan lahan ini membuat proses reduktif melepaskan gas-gas rumah kaca. Emisi GRK dari produksi padi konvensional sebagian besar terkait dengan penggunaan air melalui dua mekanisme. Pertama melalui emisi yang diwujudkan terkait dengan penyediaan irigasi dan kedua dari genangan tanah yang menciptakan lingkungan anaerob yang mendorong produksi mikroba. Sementara padi tidak perlu tumbuh dalam kondisi banjir, karena sebagian besar padi berasal dari sistem pondasi (Kurniawati, 2018).

Budidaya padi metode konvensional biasanya menggunakan jarak tanam yang rapat sehingga membutuhkan benih dalam jumlah yang tidak sedikit (40 kg per hektar), dengan umur bibit tua (30 hari) pada saat dipindahkan. Pada saat pemindahan ke lahan, bibit dicabut dan bagian atas dipotong dengan menanam 6 bibit/ lubang tanam (Husny *et al.*, 2010).

2.4 System of Rice Intenfication (SRI)

SRI adalah metode budidaya padi yang dapat menaikkan produktivitas pada padi dengan mengubah pengelolaan tanaman, tanah, air, dan unsur hara. Metode ini telah berhasil menaikkan produktivitas pada padi sebesar 50 %. Keunggulan dari metode SRI dengan menanam padi secara biasa (konvensional) yaitu hemat air, biaya benih, dan juga hemat waktu karena waktu panennya lebih awal sehingga dapat menghasilkan yang lebih banyak (Gunawan, 2012).

Prinsip dari metode SRI yaitu menjaga kelembaban lahan sehingga lahan tidak harus digenangi secara terus-menerus. Metode SRI adalah sistem intensifikasi padi yang membuat sinergis tiga faktor pertumbuhan padi sehingga mendapatkan produktivitas yang maksimal (Uphoff, 2003).

2.5 Lingkungan Mikro

Lingkungan mikro merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi emisi N_2O yang keluar dari tanah menuju atmosfer. Namun secara umum pengaruh berbagai kondisi lingkungan terlalu signifikan. Kondisi mikro yang berpengaruh antara lain adalah temperatur tanah, kelembaban tanah, daya hantar listrik, pH, potensi reduksi oksidasi tanah, suhu udara serta kelembaban udara (Arif *et al.*, 2015).

Temperatur tanah dan emisi N_2O memiliki hubungan linear, ketika temperatur naik maka emisi N_2O juga naik. Namun juga terdapat beberapa kasus dimana ketika terjadi peningkatan temperature maka emisi N_2O akan turun. Hal ini dapat disebabkan karena kekurangan media pada tahap terakhir inkubasi (Yu *et al.*, 2001). Menurut (Cariem, 2016), temperatur udara juga memiliki hubungan yang linear dengan kenaikan emisi N_2O . Kenaikan emisi N_2O terhadap perubahan iklim sebesar 25%. Hasil ini didapatkan dari hasil modeling menggunakan CLM45-BGC-CROP.

Potensial reduksi oksidasi tanah adalah faktor yang mempengaruhi cepat atau lambatnya proses produksi gas N₂O. Semakin tinggi nilai potensial reduksi oksidasi tanah maka fluks emisi N₂O akan semakin turun (Cariem, 2016). Tanah yang teroksidasi dengan baik memiliki nilai potensial redoks antara +400 mV sampai dengan -300 mV (Yu *et al.*, 2001).

2.6 Penelitian Terdahulu

Berikut ini terlampir beberapa penelitian terdahulu yang pernah dilakukan untuk menunjang penelitian yang akan dilakukan yang berada pada tabel 1.

Tabel 1 Studi Penelitian Terdahulu

No	Sumber	Topik	Metode	Hasil
1.	Cariem (2016)	Pengaruh kondisi mikro terhadap emisi N ₂ O	Pengambilan gas menggunakan chamber tertutup. Pengambilan gas dilakukan seminggu sekali pada jam 12.00 WIB. Analisis sampel menggunakan alat kromatografi gas dengan <i>flame ionization detector</i> (FID).	Semakin tinggi pH, temperatur tanah, temperatur udara dan kelembaban tanah berbanding lurus dengan nilai emisi. Sedangkan potensial redoks dan daya hantar listrik berbanding terbalik.
2.	Pihlatie (2004)	Pengaruh nitrifikasi dan denitrifikasi terhadap produksi N ₂ O	Pengukuran N ₂ O dilakukan menggunakan chamber tertutup setelah diberi kejutan asetilen dan dianalisa menggunakan kromatografi gas	Produksi N ₂ O dipengaruhi oleh kelembaban tanah. Pada tanah kering maka proses yang terjadi adalah nitrifikasi sedangkan pada tanah yang basah proses yang terjadi adalah denitrifikasi
3	Zhou (2017)	Pengaruh penggunaan pupuk organik dan pupuk N sintetis terhadap emisi N ₂ O	Melakukan review dari beberapa jurnal yang membahas penggunaan pupuk organik, pupuk N sintetis atau tanpa pupuk pada lahan sawah	Pengaplikasian pupuk kandang rata-rata dapat meningkatkan emisi N ₂ O sebesar 32,7% dengan derajat keyakinan 95%. Sedangkan pengalikian pupuk

Lanjutan Tabel 1

No	Sumber	Topik	Metode	Hasil
4.	Ariani (2009)	Emisi N ₂ O pada sistem pengelolaan tanaman di lahan sawah tadah hujan	Pada perlakuan yang menggunakan PTT, bahan organik berupa pupuk kandang kering diberikan dengan takaran 2 t ha ⁻¹ . Pada metode pengairan secara berselang, pengeringan dilakukan dua kali yaitu selama 1 minggu sebelum pemupukan ke- 2 dan 1 minggu sebelum pemupukan ke-3.	kandang dibagian bawah permukaan akan meningkatkan emisi N ₂ O sebesar 74,8%. Tanah sawah dapat menaikan emisi gas dinitrogen oksida (N ₂ O) jika jumlah N tersedia bagi transformasi mikrobial yang ditambah melalui pemupukan N anorganik, penanaman leguminosa, pengembalian pupuk organik dan sisa- sisa tanaman dalam tanah, dan mineralisasi biomassa tanah dan bentuk-bentuk lain bahan organik.
5.	Nurlina (2017)	Perbandingan jumlah bibit setiap lubang antara pertumbuhan dan hasil tanam dengan menggunakan metode SRI	Penelitian ini merupakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri dari empat perlakuan dengan tiga ulangan dan dua tanaman sampel.	Perlakuan perbedaan jumlah bibit pada setiap lubang tanam tidak mempengaruhi variabel pengamatan panjang tanaman dan jumlah daun selama pertumbuhan padi

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini pembuatan seluruh media, pengambilan data dan juga analisis data membutuhkan waktu selama 10 bulan yaitu dari bulan Agustus 2019 hingga Desember 2019. Sementara itu analisis dan pembahasan data dilakukan sampai (dengan) bulan Juli 2020. Penelitian dilakukan di Pakem, Kabupaten Sleman dengan koordinat desimal -7.6556026,110.404482. Analisis sampel gas N₂O dilakukan di Laboratorium Gas Rumah Kaca yang berada di Jakenan-Pati, Jawa Tengah dan untuk pengujian sampel tanah berada di Laboratorium Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (BPTP) Yogyakarta.

3.2 Alat dan Bahan

Penelitian menggunakan beberapa alat dan bahan yang digunakan selama melakukan pengambilan sampel gas N₂O dan tanah yang tertera pada tabel 2.

3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1 Persiapan dan Proses Penanaman

Berdasarkan penelitian yang di dapat oleh Diah Manggandari (2015), media yang digunakan pada penanaman budidaya padi ini menggunakan tanah sawah, pupuk kandang, dan pupuk kompos dengan perbandingan 2:1:1 (v/v). Setelah itu dilakukan pemberian pupuk anorganik yaitu NPK sebanyak tiga sesi. Sesi pertama 0 Hari Setelah Tanam (HST), sesi kedua 25 HST, dan sesi ketiga 40 HST. Pada sesi pertama menggunakan dosis sebanyak 8,1 gram/bak dan untuk sesi kedua dan ketiga menggunakan dosis sebanyak 4,05 gram/bak sehingga total pupuk NPK yang diberikan adalah sebanyak 16.2 gram/bak atau 2.52E+02 kg/Ha.

Perlakuan yang pertama yaitu metode budidaya padi konvensional dengan pembibitan 21 hari dimediasi di tanah organik atau media tanah. Kemudian dipindahkan di bak tanah dengan penanaman 6 bibit. Yang kedua yaitu metode SRI dilakukan pembibitan 10 hari kemudian dimediasi. Mediasi yang dimaksud yaitu dibiarkan hingga tumbuh menjadi bibit di tanah organik atau media tanah. Kemudian dipindahkan di bak tanah dengan penanaman 1 bibit. Penanaman dilakukan pada bak fiber 2 sisi dengan jarak 30 cm x 30 cm.

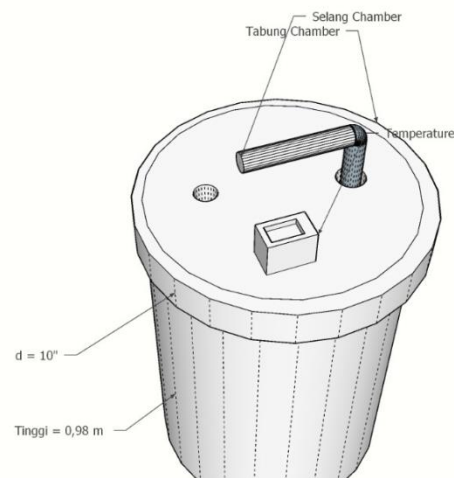
Pemeliharaan dilakukan dengan penggenangan air sawah. Penggenangan pada penanaman padi dapat terbagi menjadi budidaya padi konvensional dan SRI. Pada budidaya padi konvensional dan SRI permukaan air dijaga dengan ketinggian 2 cm setiap 10 hari selama 40 HST. Pada saat *initial* sampai 20 HST *water level* nya adalah 0 cm, setelah itu ketinggiannya naik 2 cm pada saat 10, 20, 30, dan 40 HST. Namun pada saat pemupukan, tinggi air adalah 0 cm untuk budidaya padi konvensional.

Tabel 2 Alat dan Bahan

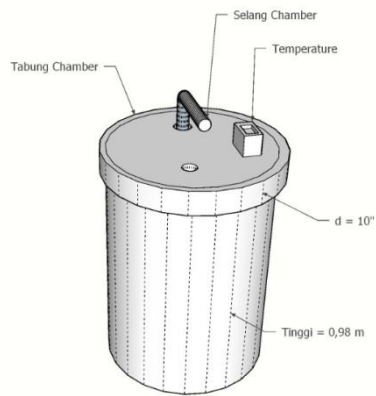
No	Alat/Bahan	Fungsi
1.	Upper Chamber (Pipa PVC 10" + Dop 10")	Upper chamber berguna untuk ruang udara saat pengambilan sampel emisi.
2.	Bak Fiber 2 Sisi	Wadah penanaman dengan 2 sisi perlakuan
3.	Alumunium foil	Untuk melapisi upper chamber, tujuannya agar sinar matahari tidak meyerap masuk kedalam upper chamber saat dilakukan pengambilan gas
4.	Tabung Plain 10ml Vaculab	Menampung gas emisi yang telah disuntikkan untuk diuji
5.	Selang Transparan	Jalur keluar masuk gas emisi
6.	Suntikan 60ml	Untuk pengambilan sampel gas dari upper chamber dan memasukkan gas ke dalam tabung vacum
7.	Termometer	Mengukur Suhu pada Chamber
8.	Kipas Portable	Pengatur tempratur didalam Chamber
9.	Tandon Air 250l	Menampung air untuk penanaman padi
10.	Pipa PVC	Mengalirkan air dari tandon ke bak filter
11.	3way Stopcock 10cm	Menutup dan membuka jalur keluarnya gas saat pengambilan sampel
12.	Penutup Karet	
14.	<i>Wrapping Plastic</i>	Pembungkus dan penyatu tabung plain yang sudah terisi gas emisi
15.	<i>Battery Cases</i>	Charge Batrai AA
16.	<i>Electronic kitchen scale</i>	Menimbang bahan penelitian (tanah, sekam, dll)
17.	Plastisin	Menutup celah-celah agar benar-benar tidak ada udara yang keluar maupun masuk dari luar dan dalam chamber.
18.	Kabel	Penghantar listrik dari baterai menuju kipas.
19.	Plastik Bening 1/2kg	Sebagai pengatur tekanan udara yang di gantung di upper chamber.
20.	Batrai AA	Menghidupi kipas portable
21.	<i>Soil moisture PMS710</i>	Mengukur kelembaban tanah.
22.	ORPmeter	Mengukur potensi oksidasi reduksi (REDOKS).

Lanjutan Tabel 2

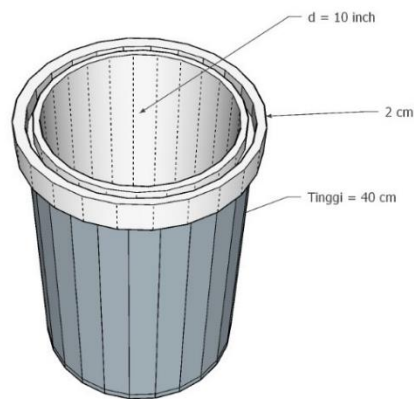
No	Alat/Bahan	Fungsi
23.	<i>Temperature/humidity data logger</i>	Mengukur temperatur dan kelembaban udara atmosfer pada lokasi penelitian
24.	Tanah Sawah	Media penanaman padi
25.	Pupuk Kandang	Bahan campuran tanah agar meningkatkan kesuburan media tanam
26.	Pupuk Organik	Bahan campuran tanah agar meningkatkan kesuburan media tanam
27.	Benih Padi	Sebagai bahan penelitian
28.	Air	Media penyiraman tanaman
29.	Aquades	Mengukur kadar keasaman tanah yang ditanami
30.	Cat Kuku	Pelapis tutup tabung plain agar tidak terjadi kebocoran gas



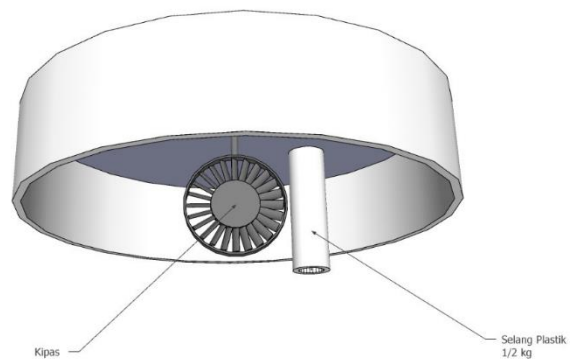
Gambar 1 Chamber Tampak Atas



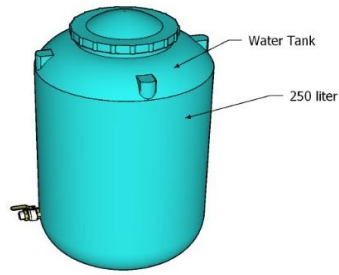
Gambar 2 Chamber Tampak Samping



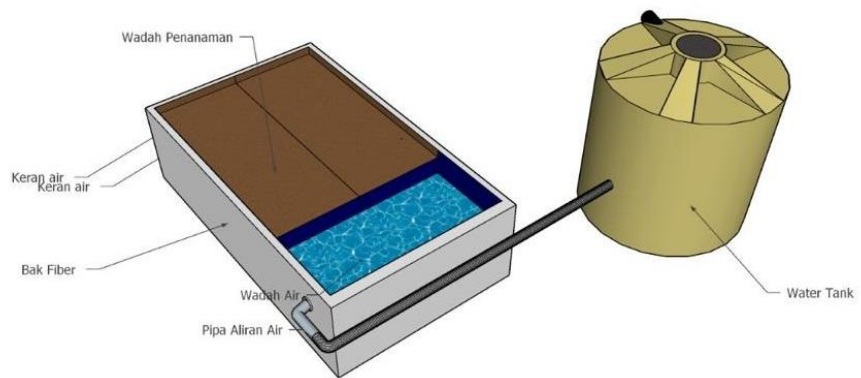
Gambar 3 Chamber Tampak Dalam



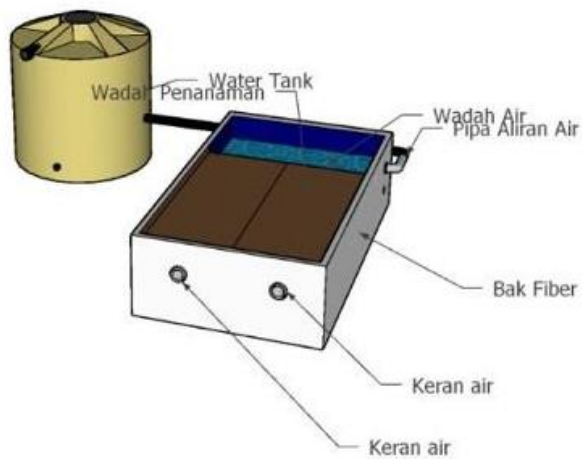
Gambar 4 Tutup Chamber Tampak Dalam



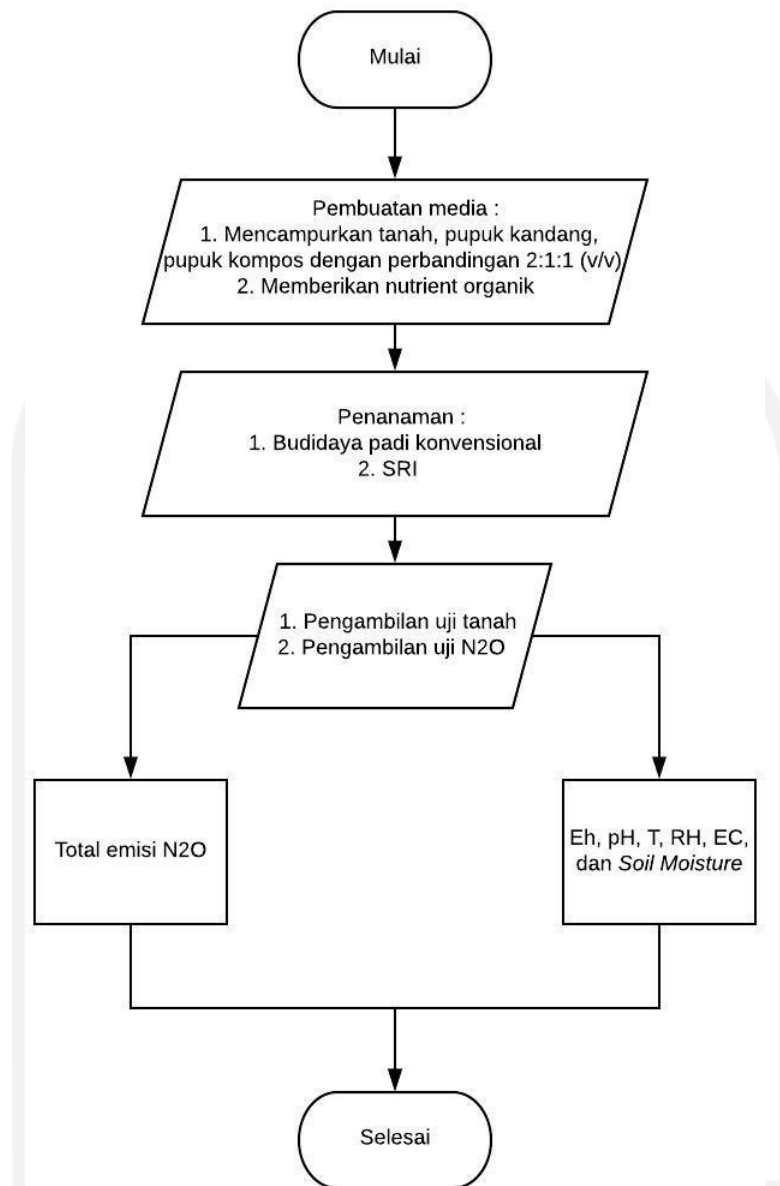
Gambar 5 Tandon Air



Gambar 6 Rangkaian Alat Penanaman Tampak Atas



Gambar 7 Rangkaian Alat Penanaman Tampak Depan



Gambar 8 Prosedur Penelitian

3.3.2 Pengambilan Sampel Gas

Sampel gas diambil di lokasi penelitian yaitu di daerah Pakem, Kabupaten Sleman. Pengambilan gas dilakukan dengan memasang *upper chamber* di atas *base chamber* yang di dalamnya sudah terdapat media tanah dan padi yang sudah dibagi menjadi penanaman dengan cara budidaya padi konvensional dan SRI. Gas diambil setiap 2 minggu sekali dari minggu ke-0 hingga panen pada pukul 09.30-10.30 WIB. Sampel gas diambil setiap 10 menit sekali yang dimulai dari menit ke-0 hingga menit ke-20. Gas diambil setiap 2 minggu sekali karena merupakan waktu yang paling efektif dan juga dapat menghemat dari faktor biaya karena setiap

pengambilan gas membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Pengambilan gas juga dilakukan setiap pukul 09.30-10.30 WIB karena pada pukul inilah rata-rata suhu optimum dalam sehari.

Pertama yang dilakukan yaitu mempersiapkan seluruh alat yang di butuhkan, kemudian meletakkan *upper chamber* dan memberi air disekeliling *chamber* yang bertujuan agar udara dari luar tidak masuk kedalam *chamber*. Kemudian menyambung suntikan dengan *three way* dan selang.

Saat persiapan selesai, hal pertama yang harus dilakukan adalah menyalakan kipas selama kurang lebih 1 menit agar sirkulasi udara di dalam *chamber* homogen. Setelah itu, memasukkan media tanam ke dalam *upper chamber*, lalu bilas suntikan dengan cara mengambil 20 mL udara dari dalam *chamber* kemudian dibuang dan diulangi sebanyak 3 kali. Udara dari dalam chamber diambil sebanyak 30 mL untuk mengisi 2 botol vial. Tutup botol vial kemudian dilapisi dengan *nail polish* dan dibungkus menggunakan plastik wrap sesuai dengan menit dan jenis sampel. Sampel yang sudah dibungkus kemudian dimasukan kedalam kardus yang sudah dilapisi dengan *styrofoam* dan *aluminium foil* sebelum dikirim.

3.3.3 Analisis Sampel Gas dan Pehitungan Fluks N₂O

Gas dianalisis di Laboratorium Gas Rumah Kaca Balai Penelitian Lingkungan Jl. Jakenan-Jaken Km 5, Pati, Jawa Tengah. Alat yang digunakan untuk melakukan analisis gas N₂O adalah kromatografi gas Shimadzu 14A dengan menggunakan detektor *Electron Capture Detector* (ECD). Selain itu, dalam pengukurannya juga menggunakan kolom propak dan menggunakan gas pembawa (*carrier gas*) berupa N₂ dengan kategori *Ultra High Purity* (UHP) dengan kemurnian gas 99,99%. Hasil analisa yang akan terbentuk adalah *peak* yang nantinya akan dikonversi dalam bentuk angka yaitu area/luasan tanpa satuan dan konsentrasi (ppb) (Cariem, 2016). Untuk perhitungan fluks N₂O menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E = \frac{\delta C}{\delta t} \times \frac{V_{ch}}{A_{ch}} \times \frac{mW}{mV} \times \frac{273.2}{273.2+T} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- E = fluks N₂O (mg/m²/menit)
- $\frac{\delta C}{\delta t}$ = perbedaan konsentrasi N₂O per waktu pengambilan (ppm/menit)
- V_{ch} = volume chamber (m³)
- A_{ch} = luas chamber (m²)
- mW = berat molekul N₂O (g)

mV = volume molekul N₂O (22, 41 liter pada suhu dan tekanan standar (STP)

T = temperatur selama sampling (°C)

Setelah didapatkan fluks pada masing-masing waktu pengambilan sampel, selanjutnya yang dilakukan adalah mencari laju emisi dengan menggunakan rumus simpson (Cariem, 2016).

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{6} [f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b)] \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- a = waktu awal periode budidaya
- b = waktu akhir periode budidaya
- f(x) = Total emisi N₂O (mg/m²/hari)

Setelah mendapatkan laju emisi setiap media dan juga setiap minggu pengukuran yang di dapatkan dari rumus yang sudah di cantumkan di atas, maka selanjutnya fluks yang sudah didapatkan dibuat ke dalam bentuk grafik agar dapat mengetahui fluktuatif fluks untuk kedua media dari setiap minggu pengukuran.

3.3.4 Analisis Pengaruh Terhadap Kondisi Lingkungan Mikro

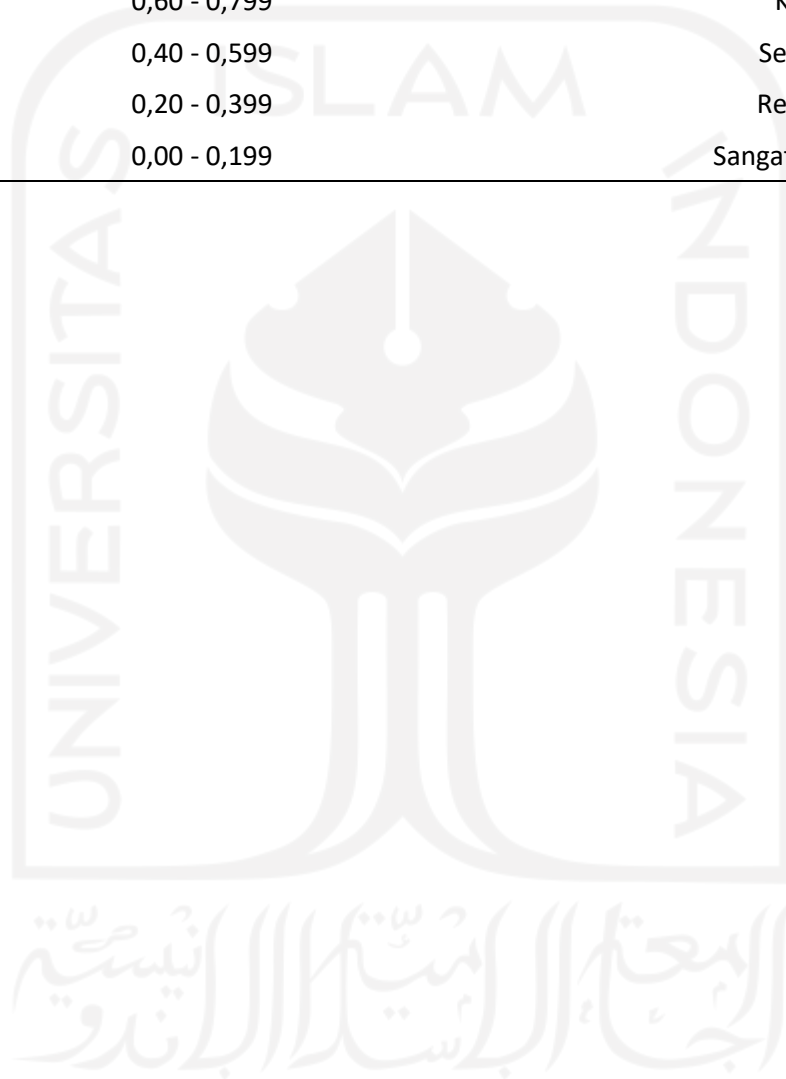
Potensial reduksi oksidasi tanah adalah faktor yang mempengaruhi cepat atau lambatnya proses produksi gas N₂O. Semakin tinggi nilai potensial reduksi oksidasi tanah maka fluks emisi N₂O akan semakin turun (Cariem, 2016). Tanah yang teroksidasi dengan baik memiliki nilai potensial redoks antara +400 mV sampai dengan -300 mV (Yu *et al.*, 2001).

Analisis pengaruh pada lingkungan mikro menggunakan beberapa alat sensor yaitu 5TE Moisture, EHT RH/Temp, sensor radiasi matahari, presipitasi, dan Milivolt 0-1500 mV input. Sensor 5TE berfungsi untuk mengetahui *soil moisture*, suhu (Tanah dan konduktivitas listrik (EC). Merek yang digunakan adalah Elitech. EHT RH/Temp berfungsi untuk mengetahui suhu dan kelembaban udara. Sensor radiasi matahari untuk mengetahui radiasi matahari. Merek yang digunakan adalah PYR Solar Radiation. Presipitasi memiliki fungsi untuk dapat mengetahui intensitas hujan. Merek yang digunakan adalah ECRN-100 Precipitation. Sensor Milivolt 0-1500 mV input digunakan untuk dapat mengukur tinggi muka air. Sensor-sensor diatas digunakan setiap 15 menit. Analisis ini dilakukan selama 2 minggu sekali untuk setiap pengukurannya. Pertama yang harus dilakukan yaitu dengan menimbang tanah sawah sebesar 10 gram dengan menggunakan timbangan analitik. Setelah itu tanah dapat diencerkan dengan menggunakan aquadest sebanyak 50 ml yang dilakukan secara kontinu setiap 15 menit dan pengambilan sampel dilakukan setiap melakukan pengukuran yaitu 2 minggu sekali. Selanjutnya alat dapat dimasukkan kedalam larutan tanah dan mendapatkan hasilnya.

Analisis pengaruh nilai R^2 pada lingkungan mikro untuk melihat besarnya pengaruh yang terjadi dapat dilihat dari tabel 3 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai R berikut :

Tabel 3 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai R

Nilai Koefisien	Kriteria
0,80 - 1,000	Sangat Kuat
0,60 - 0,799	Kuat
0,40 - 0,599	Sedang
0,20 - 0,399	Rendah
0,00 - 0,199	Sangat Rendah



BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan dua metode, yaitu *System of Rice Intensification* (SRI) dan Konvensional. Prinsip dari metode SRI yaitu menjaga kelembaban lahan sehingga lahan tidak harus digenangi secara terus-menerus. Metode SRI adalah sistem intensifikasi padi yang membuat sinergis tiga faktor pertumbuhan padi sehingga mendapatkan produktivitas yang maksimal (Uphoff, 2003). Sistem penanaman padi konvensional melakukan penggenangan lahan secara terus-menerus (Kurniawati, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung total fluks gas N₂O pada berbagai kondisi lingkungan mikro. Selain itu, bertujuan untuk menganalisis pengaruh kondisi lingkungan mikro terhadap potensi emisi gas N₂O pada budidaya padi anorganik. Kondisi lingkungan mikro yang berpengaruh terhadap emisi N₂O antara lain adalah pH, temperatur udara, temperatur tanah, kelembaban udara, kelembaban tanah, potensi reduksi dan oksidasi tanah .

4.1 Kondisi Lingkungan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Pakem, Kabupaten Sleman dengan koordinat desimal -7.6556026,110.404482. Pengukuran menggunakan *Humidity data logger*. Berdasarkan hasil pengukuran selama penelitian pada bulan Agustus 2019 hingga Desember 2019 dengan temperatur minimum 19,7 °C, temperatur maksimum 30,5 °C, serta temperatur rata-rata 25,4 °C. Selain untuk mengukur temperatur, *Humidity data logger* juga digunakan untuk mengukur kelembaban udara pada lokasi penelitian. Kelembaban udara berkisar antara 0,7%-69,8% dengan kelembaban rata-rata sebesar 42,2%. Penelitian dilakukan selama musim hujan (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2019).

Penelitian ini juga mengukur temperatur tanah, kelembaban tanah, pH, dan juga potensial redoks (Eh). Temperatur tanah minimum, maksimum, dan rata-rata secara berturut-turut adalah sebesar 23 °C, 26,45 °C, dan 24,57 °C. Rata-rata pH yang didapatkan selama penelitian adalah 8,21. Pada umumnya unsur hara dalam tanah mudah diserap pada pH 6-7, hal ini dikarenakan pada pH tersebut unsur hara lebih mudah terlarut (Karamina *et al.*, 2017). Dan yang terakhir adalah potensial redoks (Eh). Dari penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan nilai Eh minimum, maksimum, dan rata-rata secara berturut-turut adalah 185 mV, 471,6 mV, dan 344,2 mV.

Metode yang digunakan pada penelitian yang menggunakan pupuk anorganik diberi simbol NS (anorganik SRI) untuk metode SRI dan NK (anorganik konvensional) untuk Konvensional. NS dan NK diberikan pupuk NPK (nitrogen, fosfor, dan kalium). NPK merupakan pupuk buatan yang berbentuk cair atau padat yang mengandung unsur hara utama nitrogen, fosfor dan kalium. Fu (2016) mengatakan bahwa faktor yang sangat dominan dalam pelepasan dan penambahan N₂O adalah pemupukan.

Penelitian menggunakan empat wadah. Setiap wadah memiliki luas 585,9 cm³. Dua wadah digunakan untuk pupuk organik dengan metode SRI dan Konvensional. Dua lagi digunakan untuk pupuk anorganik yang juga menggunakan metode SRI

dan Konvensional. Empat wadah ini dikelilingi oleh paranet yang berfungsi untuk mengatur cahaya matahari yang masuk ke tanaman dan juga untuk mengatur suhu disekitar tanaman (Hariyono, 2019).

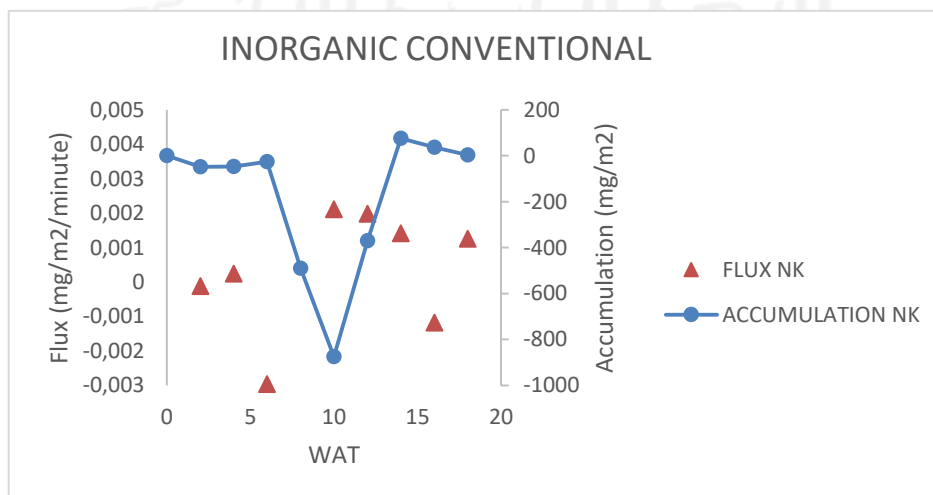
4.2 Emisi Gas N₂O

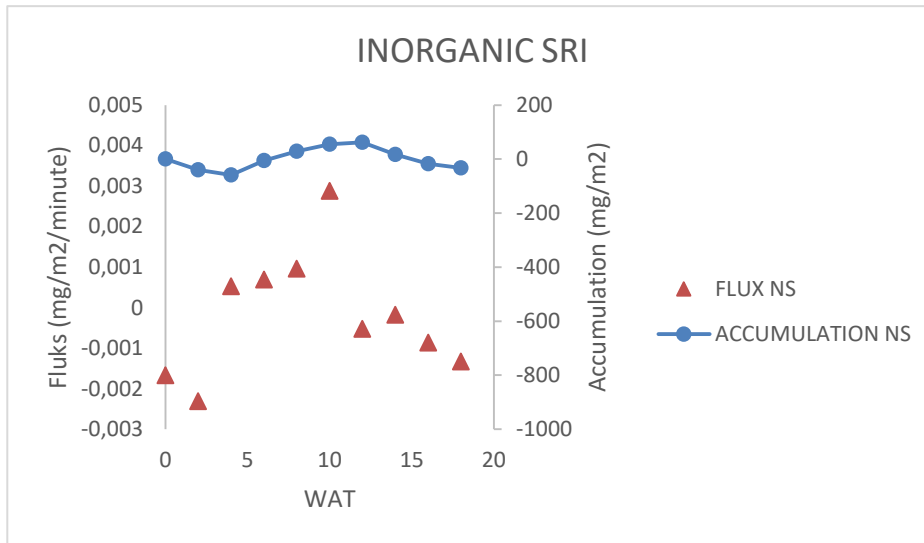
4.2.1 Fluks Gas N₂O

Penelitian ini fluks gas yang dianalisa dengan menggunakan pupuk anorganik adalah fluks gas N₂O yang menggunakan pupuk anorganik dengan metode SRI dan Konvensional. Penanaman padi yang menggunakan pupuk anorganik dengan metode SRI adalah NS, sedangkan pupuk anorganik dengan metode konvensional adalah NK. Pada grafik dapat dilihat bahwa fluks N₂O dari 0 minggu setelah tanam (MST) sampai dengan 20 MST pada masing-masing metode terlihat fluktuatif. Fluktuasi nilai fluks pada setiap metode dapat dilihat pada Gambar 11.

Pada metode SRI dan konvensional, nilai fluks tertinggi terdapat pada saat 10 MST. Dimana nilai fluks dari metode SRI dan konvensional adalah 0,0028 mg/m²/menit dan 0,0021 mg/m²/menit. Nilai terendah metode konvensional terdapat pada saat 6 MST yaitu sebesar -0,0029 mg/m²/menit. Dikarenakan pada saat 6 MST dilakukan penambahan takaran pupuk sebesar 4,05 gram/pak yang berbeda dari sebelumnya yaitu sebesar 8,01 gram/bak. Snyder *et al.* (2009) menyatakan besaran fluks tergantung pada jumlah dan komposisi kimia dari pupuk, dimana semakin tinggi takaran pupuk Nitrogen yang diberikan, makin besar emisi gas N₂O. Dan sebaliknya, semakin rendah takaran pupuk yang diberikan, semakin rendah emisi gas N₂O.

Metode SRI terendah terdapat pada saat 2 MST, yaitu sebesar -0,0023 mg/m²/menit. Dikarenakan masi dalam tahap fiksasi. Tahap fiksasi merupakan tahap pertama dimana terjadi pengubahan gas N₂ menjadi NH₃. Tanaman tidak dapat langsung menggunakan N₂ yang tersedia, sehingga harus dirubah terlebih dahulu menjadi NH₃ (Bernhard, 2010). Hasil fluks yang bervariasi juga didapatkan oleh Hutabarat (2001) sebagaimana disebutkan bahwa bervariasinya emisi N₂O disebabkan oleh banyak faktor seperti suhu, tipe tanah, tipe vegetasi, kondisi iklim dan tanah yang berbeda, lokasi, waktu pengukuran dan banyaknya teknik pengukuran emisi N₂O yang digunakan.





Gambar 11 Fluks dan akumulasi emisi gas N₂O pada 2 metode

4.2.2 Total Fluks Gas N₂O

N₂O dapat terbentuk melalui proses alami yaitu aktifitas mikroorganisme. Secara alami N₂O terbentuk melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi sebagai hasil samping pada siklus nitrogen (Bracmort, 2010). Nitrifikasi adalah reduksi NH₃ menjadi nitrit dan nitrat secara aerobik. Tahapan pertama dalam proses nitrifikasi adalah oksidasi NH₃ menjadi NO₂⁻ oleh bakteri pengoksidasi ammonia, misalnya nitrosomonas. Tahap selanjutnya adalah oksidasi NO₂⁻ menjadi NO₃⁻ oleh bakteri pengoksidasi nitrit seperti nitrobacter. Pembentukan N₂O terjadi ketika bakteri annamox mereduksi ammonia menjadi gas N₂ dengan akseptor elektron NO₂⁻ (Bernhard, 2010).

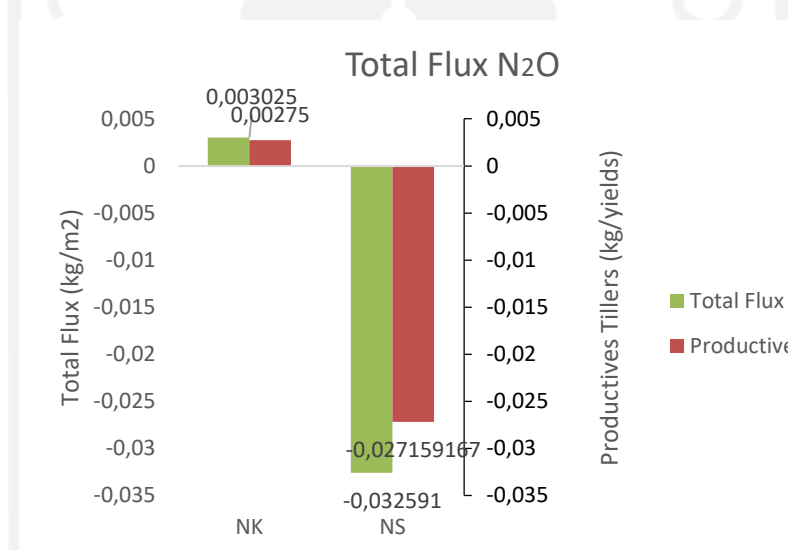
Denitrifikasi merupakan proses reduksi NO₃⁻ menjadi NO₂⁻ dan selanjutnya menjadi NO, N₂O dan N₂, dimana N₂ merupakan produk utama dari proses denitrifikasi. Proses ini disebut juga sebagai denitrifikasi ensimatik, yang berbeda dengan proses reduksi asimilasi NO₃⁻ yang dilakukan oleh berbagai biota untuk pertumbuhannya dan juga berbeda dengan reduksi disimilasi NO₃⁻ menjadi NH₄⁺ yang dilakukan oleh beberapa mikroba pada kondisi tidak adanya oksigen (Hadisudarmo, 2009). Namun, denitrifikasi juga dapat terjadi pada kondisi dimana terdapat O₂ didalamnya (Khalil *et al.*, 2004).

Total fluks gas N₂O dari metode SRI dan konvensional dapat dilihat pada Gambar 12. Dari grafik terlihat bahwa metode SRI dan konvensional menghasilkan total fluks yang berbeda. Metode yang menghasilkan total fluks terendah adalah metode SRI. Sementara itu, total fluks tertinggi berasal dari metode konvensional.

Pada grafik terlihat bahwa metode SRI mendapatkan total fluks sebesar -32,591 mg/m². Metode konvensional mendapatkan total fluks

sebesar 3,025 mg/m². Total fluks SRI yang rendah disebabkan karena padi bersama dengan bakteri akan berkompetisi untuk menggunakan N yang tersedia di dalam tanah. Akibatnya, N yang digunakan mikroba untuk pembentukan N₂O berkurang sehingga total fluksnya pun rendah (Merbold *et al.*, 2014).

Perbedaan total fluks yang cukup jauh antara kedua metode dapat disebabkan oleh adanya penambahan pupuk NPK. Aplikasi pupuk NPK dapat menambah kadar Nitrogen (N) di dalam tanah, sehingga kebutuhan N untuk proses transformasi bakteri dapat terpenuhi dalam waktu yang cukup lama (Jin *et al.*, 2010). Nitrogen merupakan bahan utama dalam pembentukan N₂O. N₂O terbentuk ketika terjadi proses transformasi ammonium menjadi nitrat melalui proses nitrifikasi dan kemudian menjadi N₂O melalui proses denitrifikasi (Suntoro *et al.*, 2013). Fluks N₂O meningkat seiring dengan meningkatnya kadar N dalam tanah (Weitz *et al.*, 2001). N dibutuhkan pada proses pertumbuhan tanaman dalam 2 bentuk yaitu ammonium (NH₄⁺) saat kondisi tanah basah dan nitrat (NO₃⁻) ketika keadaan tanah kering (Campbell *et al.*, 2000). Hasil ini juga didapatkan dari penelitian yang sudah dilakukan oleh Pinto (2002).



Gambar 12 Total Fluks Gas N₂O

Grafik memperlihatkan bahwa NS memiliki nilai yang negatif dan NK positif. Nilai fluks berhubungan dengan produksi dan konsumsi emisi N₂O. Jika nilai negatif maka konsumsi emisi lebih besar dari pada produksi. Jika nilai positif, produksi emisi lebih besar dari pada konsumsi (Diah, 2015). Hal ini memperlihatkan bahwa pada metode SRI konsumsi lebih besar dari produksi, dan metode konvensional produksi lebih besar dari konsumsi.

Metode konvensional lebih besar produksi karena air yang tergenang terus-terus merupakan tempat yang sesuai untuk pertumbuhan mikroba. Sehingga proses nitrifikasi dan denitrifikasi dapat terjadi yang

kemudian menghasilkan N₂O. Sedangkan SRI karena sistem penggenangannya yang berselang yang merupakan tempat yang kurang sesuai untuk pertumbuhan mikroba sehingga produksi N₂O menjadi lebih sedikit dibandingkan konvensional.

4.3 Hubungan antara kondisi lingkungan mikro dan fluks gas N₂O

Kondisi lingkungan mikro mempengaruhi fluks N₂O. Kondisi lingkungan mikro yang akan dibahas adalah temperatur udara, kelembaban udara, temperatur tanah, kelembaban tanah, pH, potensial redoks, dan juga EC.

Hubungan antara kondisi lingkungan mikro terhadap fluks N₂O rata-rata berbeda pada kedua media, yaitu cenderung positif dan negatif. Hubungan positif menunjukkan bahwa ketika nilai kondisi lingkungan mikro bertambah atau naik maka fluks N₂O juga akan naik dan sebaliknya pada hubungan negatif (Hasanah *et al.*, 2017). Hubungan antara kondisi lingkungan mikro terhadap Nilai R² dapat dilihat pada tabel 3 yang berisi mengenai Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai R.

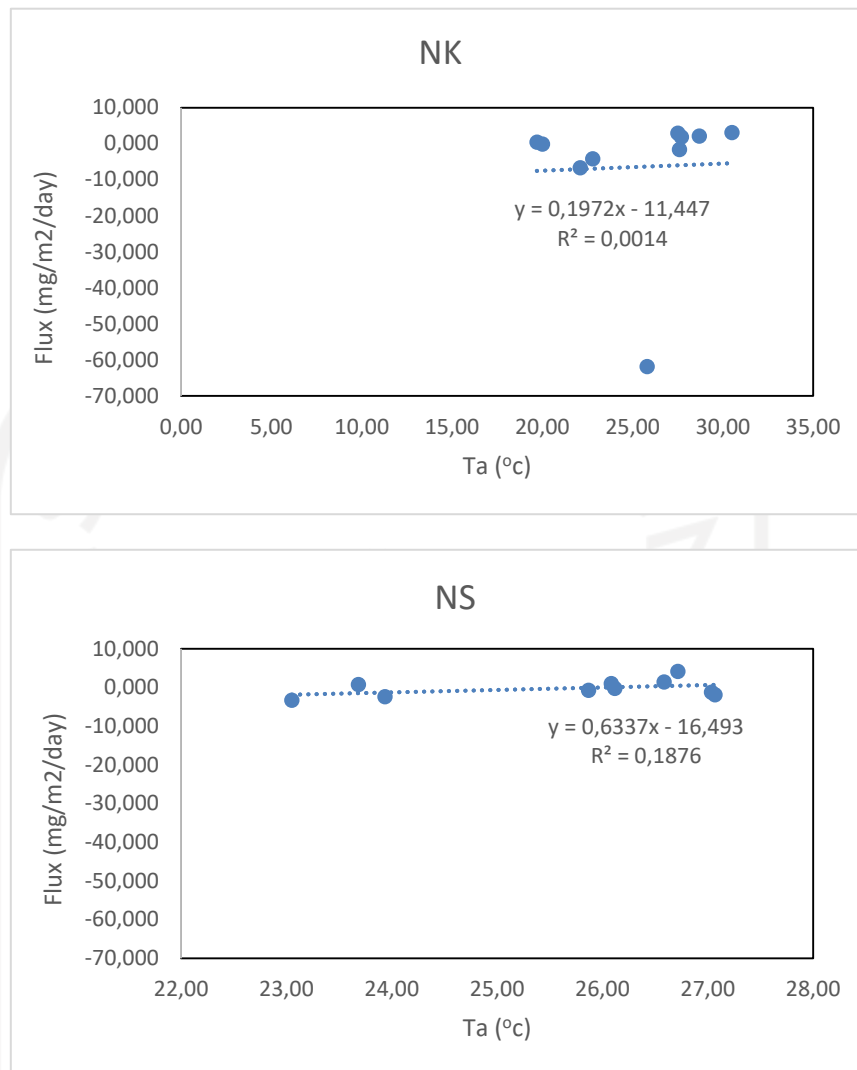
4.3.1 Hubungan Temperatur Udara dan Fluks Gas N₂O

Temperatur udara merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap fluks gas N₂O, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung peningkatan temperatur udara akan meningkatkan fluks N₂O. Secara tidak langsung, temperatur udara akan mempengaruhi temperatur tanah (Sharma *et al.*, 2010).

Hasil temperatur udara didapatkan dari hasil pengukuran kelembaban udara selama 2 minggu. Grafik NK dan NS memiliki nilai R² (<0,199) yang menandakan bahwa Temperatur Udara memiliki pengaruh yang sangat rendah terhadap Fluks Gas N₂O.

Grafik NK dan NS memiliki kecenderungan yang sama. Yaitu cenderung positif. Sehingga semakin tinggi temperatur udara, semakin tinggi fluks yang didapatkan. Proses denitrifikasi dan nitrifikasi terjadi pada suhu antara 8–30 °C (Wahyu, 2010). Hal ini sesuai dengan penelitian yang sudah dilakukan karena suhu rata-rata yang didapatkan adalah 25,43 °C.

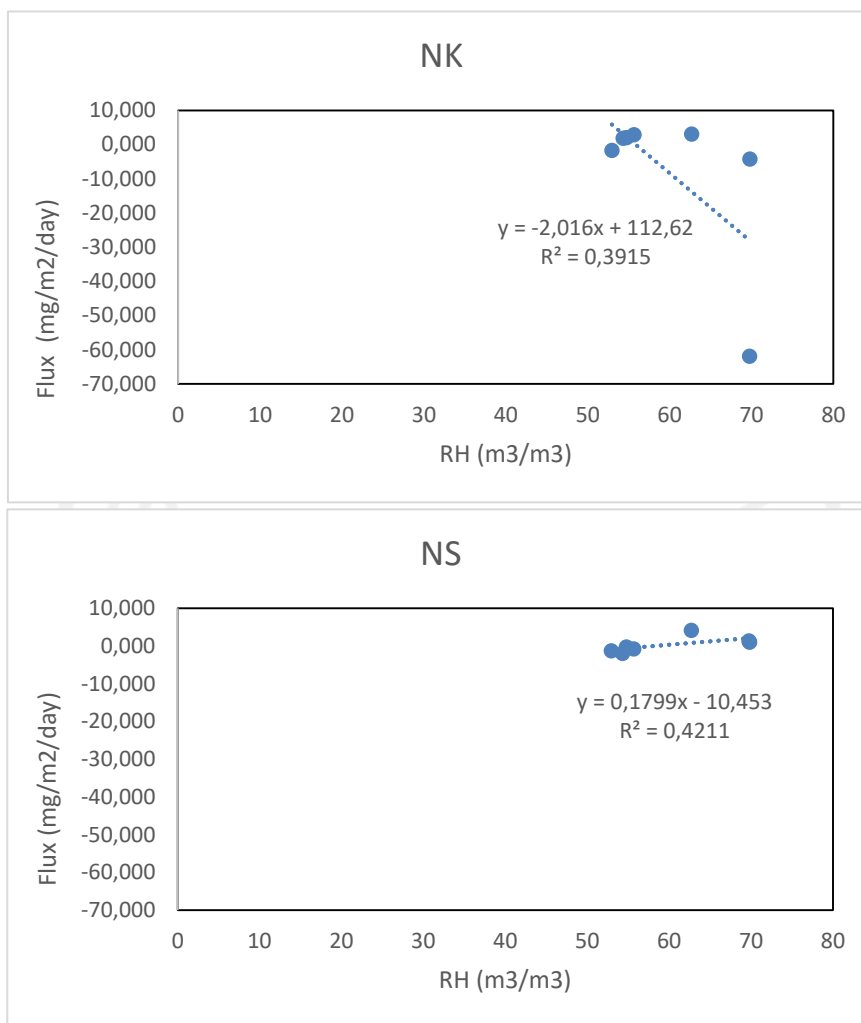
Kecenderungan positif juga didapatkan dari penelitian yang sudah dilakukan di Corn Belt. Terjadi kenaikan fluks N₂O selama 46 tahun terakhir yang dikarenakan kenaikan temperatur udara dan peningkatan N₂O terhadap perubahan iklim (Griffis, 2017).



Gambar 13 Hubungan Temperatur Udara dan Fluks N₂O

4.3.2 Hubungan Kelembaban Udara dan Fluks Gas N₂O

Kelembaban udara merupakan faktor cuaca yang mempengaruhi fluks N₂O selain temperatur udara. Kelembaban udara yang digunakan merupakan kelembaban udara rata-rata selama 2 minggu dengan interval pencatatan setiap 15 menit sekali. Rekanan kelembaban udara didapatkan dari sensor suhu dan kelembaban yang dipasang pada lokasi penelitian. Kelembaban udara dapat mempengaruhi kemampuan bakteri dalam memproduksi N₂O melalui proses denitrifikasi (Truu *et al.*, 2017).



Gambar 14 Hubungan Kelembaban Udara dan Fluks N₂O

Pada penelitian yang sudah dilakukan, dapat dilihat pada gambar 14 didapatkan bahwa Grafik kelembaban udara NK memiliki nilai R^2 0,3915 dan NS memiliki nilai R^2 0,2411. Jika dilihat pada tabel Interpretasi Koefisien Korelasi nilai R^2 , NK memiliki pengaruh yang rendah terhadap Fluks N₂O dan NS memiliki pengaruh yang sedang terhadap Fluks N₂O.

Grafik kelembaban udara NK dan NS memiliki kecenderungan yang berbeda. Grafik NK memiliki kecenderungan negatif. Dimana semakin tinggi kelembaban udara, semakin rendah fluks. Hal ini dapat disebabkan karena kenaikan kelembaban udara merubah struktur tanah sehingga tidak sesuai untuk gen *nirK* yang dimiliki oleh bakteri untuk melakukan proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Hal ini menyebabkan kemampuan bakteri untuk memproduksi N₂O berkurang (Truu *et al.*, 2017).

Grafik kelembaban udara NS memiliki kecenderungan positif. Dimana semakin tinggi kelembaban udara, semakin rendah fluks yang didapat. Kecenderungan positif juga didapatkan dari penelitian yang dilakukan oleh Hansen (2013). Hansen (2013) mengatakan hal ini dapat disebabkan karena kenaikan kelembaban udara dapat mengurangi laju

evaporasi sehingga kandungan air dalam tanah tidak banyak yang menguap. Kondisi ini menyebabkan bakteri denitrifikasi akan menjadi sumber utama dalam pembentukan N_2O , sehingga emisi N_2O meningkat ketika terjadi peningkatan kelembaban udara.

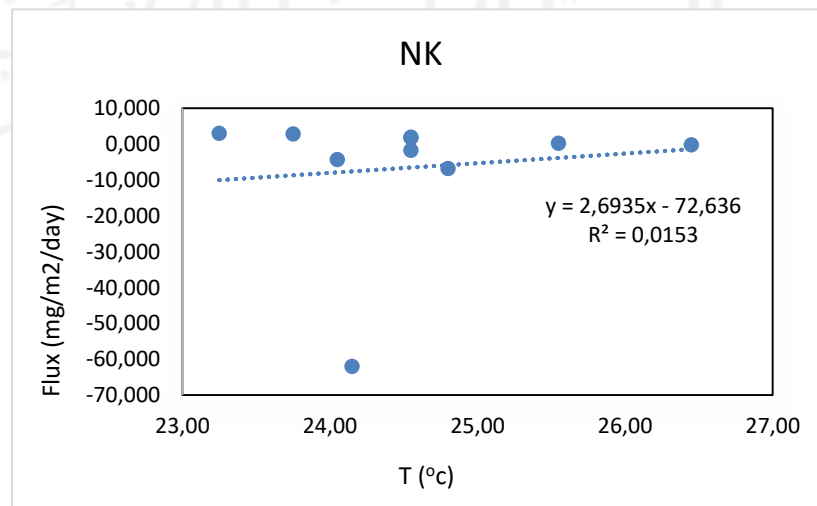
4.3.3 Hubungan Temperatur Tanah dan Fluks Gas N_2O

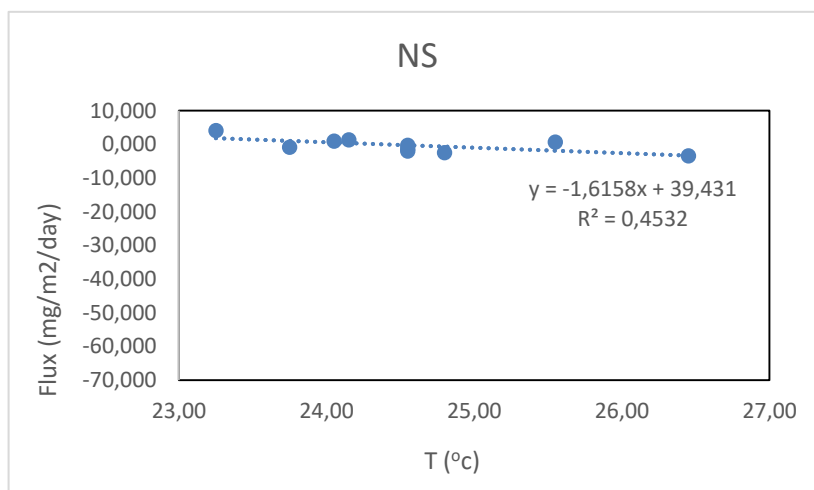
Temperatur tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi fluks N_2O . Temperatur memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap aktivitas mikroba pada proses nitrifikasi dan denitrifikasi (Lu dan Xu, 2014). Kedua proses ini merupakan proses utama yang mempengaruhi produksi dan emisi N_2O .

Pada grafik temperatur tanah NK memiliki nilai R^2 sebesar 0,0153. Yang dapat diartikan, bahwa temperatur NK memiliki pengaruh yang sangat rendah terhadap Fluks Gas N_2O . Grafik temperatur tanah NS memiliki nilai R^2 sebesar 0,4532. Dimana temperatur tanah memiliki pengaruh kriteria sedang antara Temperatur Tanah dan Fluks Gas N_2O seperti pada gambar 15.

Grafik temperatur tanah NK memiliki kecenderungan yang positif. Dimana semakin tinggi temperatur tanah, semakin tinggi pula jumlah fluks. Hasil tersebut kurang sesuai dengan teori dan penelitian sebelumnya, dimana peningkatan suhu menyebabkan peningkatan fluks N_2O . Hal ini kemungkinan disebabkan substrat yang akan digunakan untuk pembentukan N_2O sudah berkurang atau sedikit dikarenakan tidak dilakukan penambahan N selama 18 minggu penelitian (Schindlbacher, 2004).

Pada grafik temperatur tanah NS memiliki kecenderungan yang negatif. Yang dapat diartikan, semakin tinggi temperatur tanah, semakin rendah jumlah fluks. Hasil ini ini sesuai dengan penelitian fluks N_2O di lahan padi sawah (Firdaus, 2018). Suhu optimum untuk mendukung berlangsungnya proses nitrifikasi yaitu berkisar antara 30 sampai 35 °C, sedangkan denitrifikasi dapat berjalan secara optimum pada suhu 40 sampai 85 °C (Samal *et al.*, 2015). Dari grafik di dapatkan bahwa temperatur tanah tidak mencapai suhu optimum untuk proses nitrifikasi dan juga denitrifikasi sehingga fluks menjadi menurun.





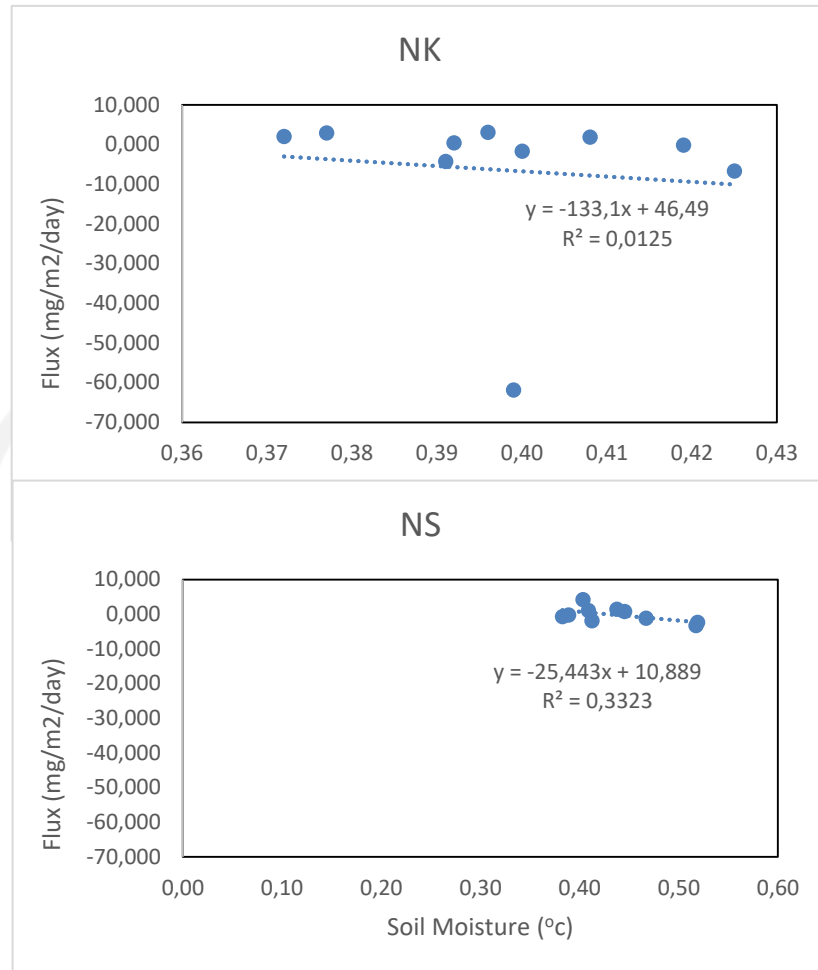
Gambar 15 Hubungan Temperatur Tanah dan Fluks N₂O

4.3.4 Hubungan Kelembaban Tanah dan Fluks Gas N₂O

Kelembaban tanah merupakan ketersediaan air untuk tanaman yang diperlukan untuk penjadwalan irigasi dan alokasi sumberdaya air. Perlakuan pemberian air yang beragam pada lahan sawah tela mempengaruhi perubahan kelembaban tanah dan suhu tanah yang akan merimbas pada peningkatan atau penurunan aktivitas mikroorganismenya. Aktivitas mikroorganismenya mempengaruhi emisi gas N₂O yang dilepaskan ke atmosfer (Setyanto *et al.*, 2004).

Grafik NK memiliki nilai R² sebesar 0,0125. Yang berarti NK memiliki pengaruh yang sangat rendah terhadap Fluks Gas N₂O. Grafik NS memiliki nilai R² sebesar 0,3323 yang jika dilihat dari tabel Interpretasi Koefisien Korelasi terdapat pada kriteria rendah terhadap hubungan antara Kelembaban Tanah dan Fluks Gas N₂O dapat dilihat pada gambar 16.

Peningkatan kelembaban tanah mampu menghambat laju nitrifikasi, sehingga dapat menghambat proses terbentuknya gas N₂O (Jain *et al.*, 2000). Yang berarti semakin meningkatnya kelembaban tanah, semakin turun pula nilai fluksnya. Hal ini sesuai dengan grafik kelembaban tanah NK dan kelembaban tanah NS yang berkecenderungan negatif. Proses nitrifikasi dan denitrifikasi terhambat saat kelembaban tinggi karena bakteri membutuhkan kelembaban tanah yang kecil agar dapat melakukan proses nitrifikasi dan denitrifikasi (Weltz *et al.*, 2000).



Gambar 16 Hubungan Kelembaban Tanah dan Fluks N₂O

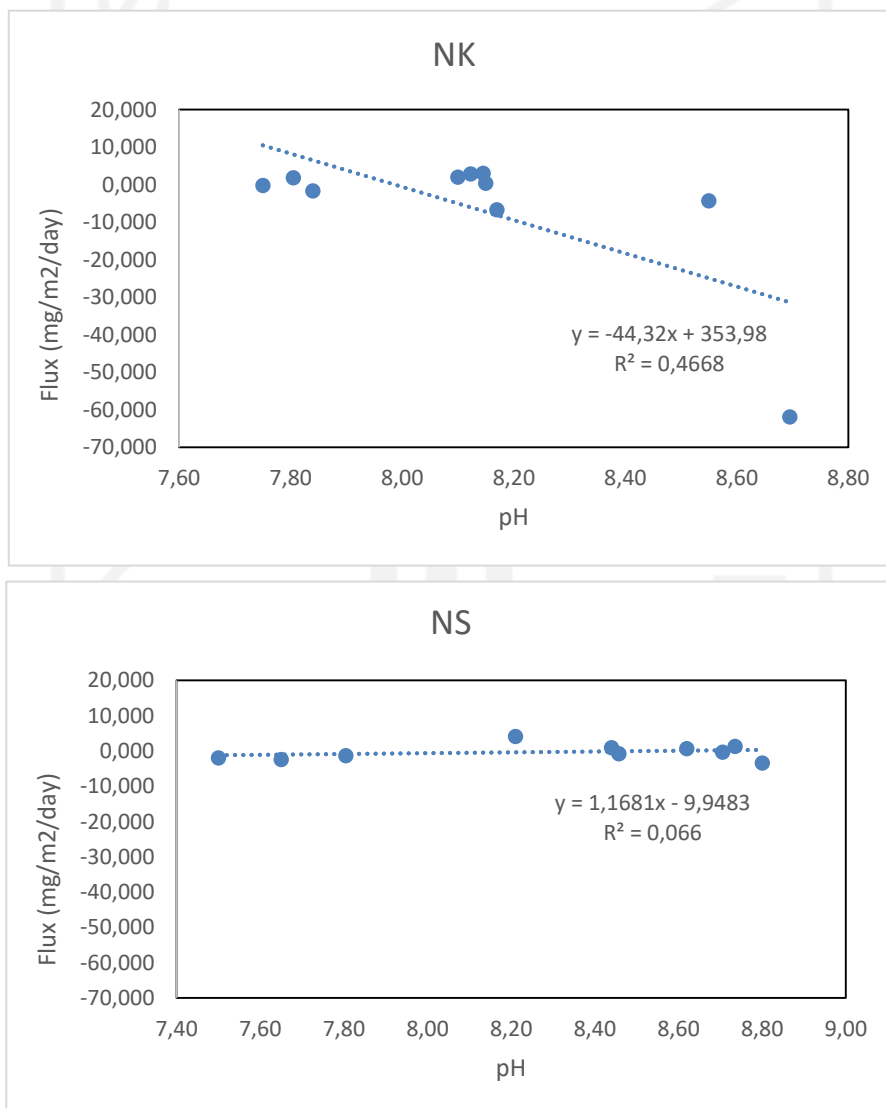
4.3.5 Hubungan pH dan Fluks Gas N₂O

pH tanah merupakan pengukuran terhadap keasaman atau alkalinitas (kebasaaan) tanah yang memberikan indikasi terhadap aktivitas ion hidrogen (H⁺) dan ion hidroksil (OH⁻) pada larutan tanah. Kedua jenis ion tersebut memiliki aktivitas kimia yang tinggi. Penggenangan pada tanah mineral masam mengakibatkan nilai pH tanah akan meningkat dan pada tanah basa akan mengakibatkan nilai pH tanah menurun mendekati netral (Chau, 2016). Pada umumnya unsur hara dalam tanah mudah diserap pada pH 6-7, hal ini dikarenakan pada pH tersebut unsur hara lebih mudah terlarut (Karamina *et al.*, 2017).

Grafik pH NK dan NS memperlihatkan hasil R² yang berbeda. Grafik NK memiliki nilai R² sebesar 0,4668. Dapat dilihat pada gambar 17 yang menunjukkan bahwa pH NK termasuk dalam pengaruh kriteria sedang terhadap Fluks Gas N₂O. Grafik pH NS memperlihatkan nilai R² sebesar 0,066. Dimana pH NS memiliki pengaruh yang sangat rendah terhadap Fluks Gas N₂O.

Grafik pH NK kecenderungan negatif. Dimana semakin tinggi nilai pH, semakin rendah fluks. Hal ini kemungkinan dapat terjadi karena sistem penggenangan dari metode konvensional yang secara terus-menerus. Sehingga membuat proses denitrifikasi yang membuat berkurangnya aktivitas enzim N_2O reduktase (N_2OR). N_2OR merupakan salah satu sumber N_2O .

Grafik pH NS memperlihatkan kecenderungan positif. Dimana semakin tinggi pH, semakin tinggi pula nilai fluks. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian pada lahan padi sawah yang sudah dilakukan oleh Chau (2016). Chau (2016) mengatakan bahwa kenaikan pH akan menyebabkan konsentrasi NH_3 yang berasal dari NH_4 akan meningkat karena NH_3 dan NH_4 merupakan sumber dari N_2O . Sehingga dapat dikatakan semakin pH tanah meningkat maka fluks gas N_2O juga meningkat.



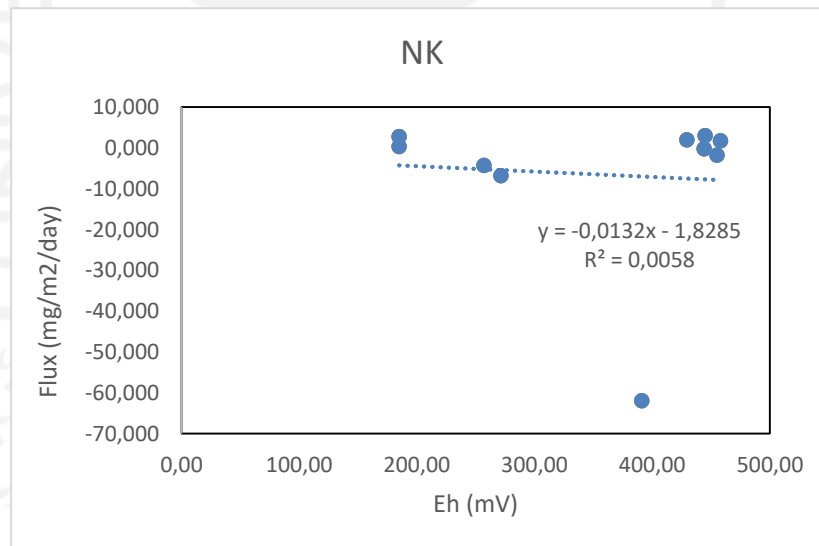
Gambar 17 Hubungan pH dan Fluks N_2O

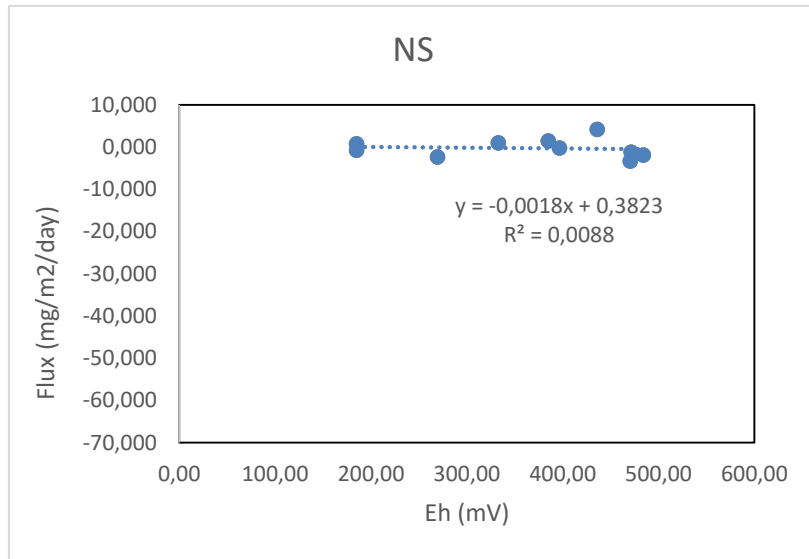
4.3.6 Hubungan Potensial Reduksi-Oksidasi dan Fluks Gas N₂O

Eh merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi emisi N₂O. Pengukuran terhadap Eh memiliki fungsi agar dapat mengetahui aerasi tanah. Eh mengukur ketersediaan elektron yang terjadi akibat dari transfer elektron teroksidasi dan tereduksi (Paul, 2007). Grafik Eh NK dan NS masing-masing memperlihatkan nilai R² sebesar 0,0058 dan 0,0088 dapat dilihat pada gambar 18. Dimana Potensial Reduksi-Oksidasi NK dan NS sama-sama memiliki pengaruh yang sangat rendah terhadap Fluks Gas N₂O.

Grafik Eh NK dan NS pada gambar 18 memperlihatkan kecenderungan yang negatif. Dimana semakin tinggi nilai Eh, semakin rendah fluks. Pada grafik dapat dilihat nilai Eh terdapat pada kisaran 170 hingga 500 mV. Potensial reduksi oksidasi dapat digunakan untuk menunjukkan kondisi tanah termasuk dalam kondisi aerob atau anaerob (Hasanah *et al.*, 2017). Menurut Nursyamsi *et al.* (2005), Apabila nilai Eh turun atau mengalami reduktif, maka nitrat akan cepat hilang menjadi gas N₂O dan atau N₂ proses denitrifikasi. Pada saat nilai Eh rendah, kandungan oksigen dalam tanah juga rendah. Kandungan oksigen yang rendah menyebabkan terbentuknya kondisi tanah yang anaerob (Wang *et al.*, 2018).

Kecenderungan negatif juga didapatkan oleh Cyio (2008). Cyio (2008) mengatakan penurunan Eh tanah mendorong berkurangnya jumlah elektron dalam larutan tanah. Jumlah elektron berbanding lurus dengan potensial redoks sehingga penurunan jumlah elektron secara otomatis akan menurunkan pula nilai Eh.





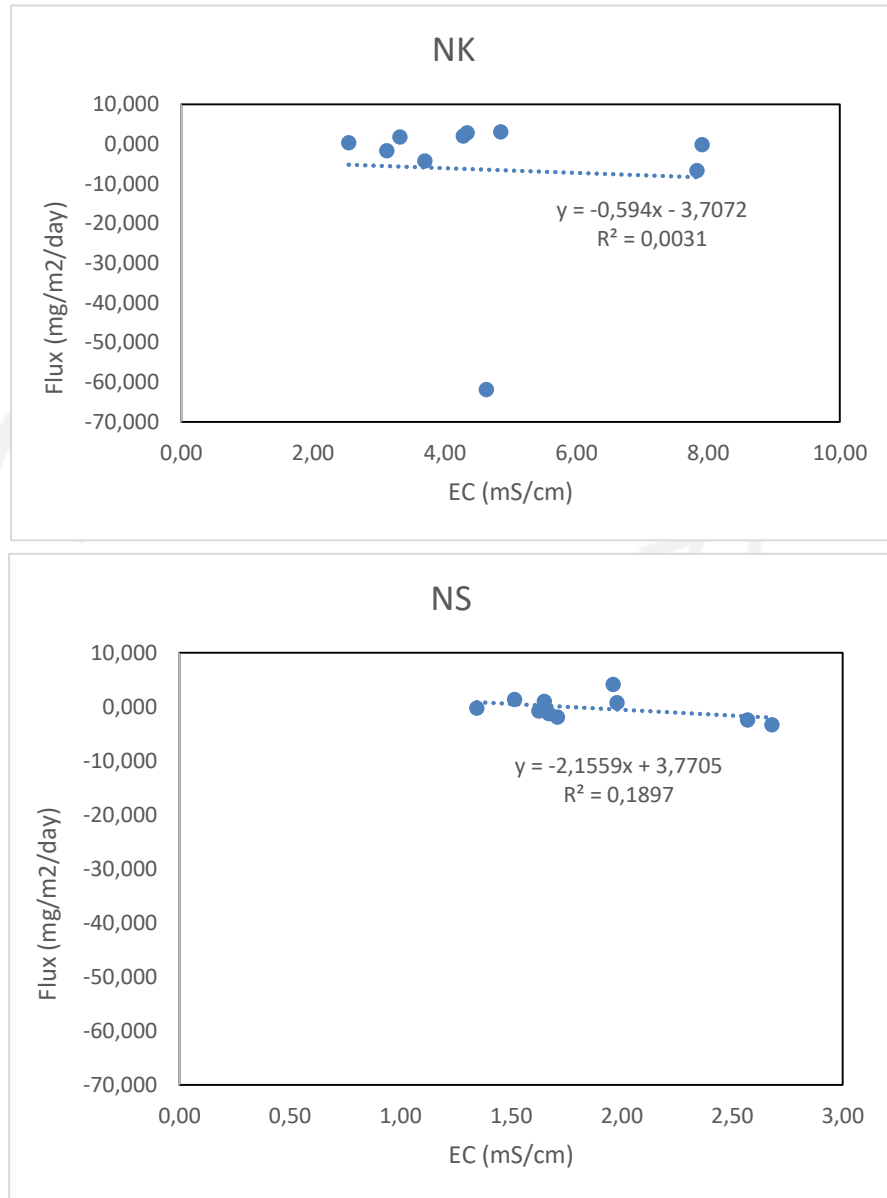
Gambar 18 Hubungan Eh dan Fluks N₂O

4.3.7 Hubungan Daya Hantar Listrik dan Fluks Gas N₂O

Daya Hantar Listrik (DHL) tanah dapat diartikan sebagai kemampuan tanah dalam menghantarkan arus listrik. Pengukuran DHL tanah untuk pendugaan kondisi tanah memiliki beberapa kelebihan antara lain kemudahan operasional, biaya operasional rendah, dan lebih cepat dibandingkan dengan metode pengukuran tanah lainnya (Farahani et al. 2005). Nilai DHL menunjukkan jumlah elektrolit yang larut dalam tanah, semakin tinggi nilai elektrolit, maka salinitasnya lebih tinggi dan DHL nya pun semakin tinggi (Muliawan *et al.*, 2016). Tetapi dari penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan hasil yang berbeda seperti pada gambar 19.

Grafik memperlihatkan bahwa NK memiliki nilai R² sebesar 0,0031. NS memiliki nilai R² sebesar 0,1897. Jika dilihat dari tabel Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai R, Daya Hantar Listrik NK dan NS memiliki pengaruh yang sangat rendah terhadap Fluks Gas N₂O.

Grafik NK dan NS memiliki kecenderungan yang negatif. Dapat dikatakan bahwa semakin tinggi nilai Ec, semakin rendah fluks yang keluar. Berkaitan dengan penelitian sebelumnya yang juga menurun diakibatkan karena kenaikan Ec menunjukkan kenaikan salinitas tanah. Pada salinitas yang tinggi aktivitas bakteri baik bakteri nitrifikasi maupun denitrifikasi menurun dikarenakan bakteri kurang toleran dengan kondisi tersebut (Harsitoningrum, 2012). Bakteri membutuhkan kadar Ec yang rendah untuk dapat melakukan proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Sehingga menyebabkan emisi yang menurun jika Ec semakin tinggi.



Gambar 19 Hubungan Daya Hantar Listrik dan Fluks N₂O



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan.

1. Fluks N_2O pada metode konvensional dan SRI memiliki hasil total fluks yang berbeda. Metode konvensional mendapat total fluks sebesar $3,025 \text{ mg/m}^2$. Sedangkan metode SRI mendapatkan total fluks sebesar $-32,591 \text{ mg/m}^2$.
2. Kondisi lingkungan mikro memberi pengaruh yang berbeda-beda terhadap fluks N_2O pada metode konvensional dan SRI. Nilai R^2 pada masing-masing lingkungan mikro juga memperlihatkan hasil yang berbeda. Pengaruh temperatur udara terhadap fluks N_2O sama-sama berkecenderungan positif. Metode konvensional dan SRI pada kelembaban udara, temperatur tanah, dan pH memiliki kecenderungan yang berbeda. Pada kelembaban udara NK kecenderungan negatif dan NS berkorelasi positif. Pada temperatur tanah NK memiliki kecenderungan positif dan NS memiliki kecenderungan negatif. Dan pada pH NK kecenderungan negatif NS kecenderungan positif. NK dan NS pada potensial redoks (Eh), daya hantar listrik (Ec) dan pH memiliki kecenderungan negatif.

1.2 Saran

Saran yang diberikan terkait penelitian ini adalah.

1. Bagi mahasiswa yang ingin melakukan penelitian terkait emisi gas N_2O pada lahan padi sawah, sebaiknya menerapkan metode lain selain SRI dan Konvensional. Penambahan metode digunakan untuk mengetahui emisi N_2O dari budidaya padi anorganik. Penambahan metode yang digunakan berfungsi agar dapat mengetahui metode mana saja yang dapat mengurangi atau menambah emisi N_2O saat melakukan budidaya padi anorganik.
2. Bagi pemerintah, agar dapat mengambil kesimpulan dari penelitian yang dilakukan yang kemudian memberikan penyuluhan mengenai metode SRI kepada para petani yang ingin menanam padi agar dapat mengurangi emisi N_2O .
3. Dalam melakukan penanaman, petani sebaiknya menggunakan metode SRI karena metode ini lebih dapat mengurangi emisi N_2O dibandingkan metode Konvensional.

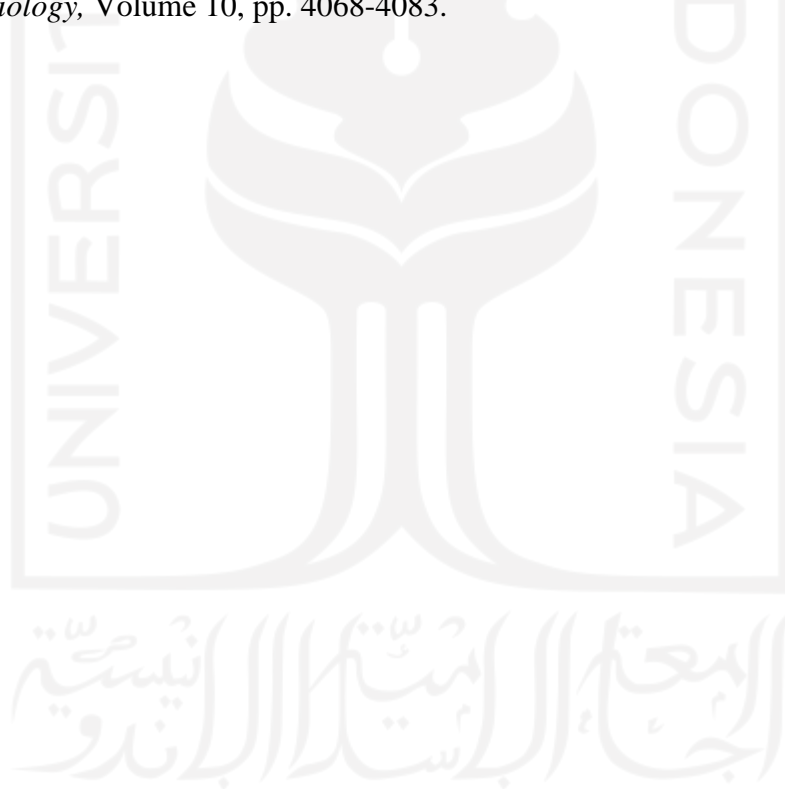
DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, M. Kartikawati, R., dan Setyanto, P., 2009. Emisi Nitro Oksida (N₂O) Pada Sistem Pengelolaan Tanaman di Lahan Sawah tadah Hujan. *Penelitian Pertanian*, Volume 1, pp. 35-38.
- Arif, C. Setiawan, B. Widodo, S. Rudiyanto. Hasanah, N. 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), pp. 1-10.
- Arif, Budian. P., 2015. Emisi Gas N₂O dari Beberapa Sumber Pupuk Nitrogen dilahan Sawah Tanah Hujan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, Volume 1, pp. 13-17.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika., 2019. *Prakiraan Musim Kemarau 2019 di Indonesia*. Jakarta: Badan Meteorolgi Klimatologi dan Geofisika.
- Balitbangtan. 2014. Pedoman Umum Pengembangan Model Pertanian Ramah Lingkungan Berkelanjutan. *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 73 hlm.
- Bernhard., 2010. The Nitrogen Cycle: Processes, Players, and Human Impact. *Nature Education Knowledge*, 2(2), pp. 1-9.
- Bracmort, K., 2010. Nitrous Oxide from Agricultural Sources: potential Role in Greenhouse Gas Emission Reduction and Ozone Recovery. *Congressional Research Service*, Volume 2, pp. 1-9.
- Cariem, C., 2016. *Emisi Gas N₂O dari Lahan Padi Sawah pada Berbagai Kondisi Lingkungan Mikro*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Intsitut Pertanian Bogor.
- Cyio, 2008. Efektivitas Bahan Organik dan Tinggi Genangan terhadap. *Agroland*, 11(5), pp. 257-263.
- Departemen Pertanian RI. 2007. *Foodborne Disease*.
- Dwiharjaka, A., 2004. Emisi gas dinitrogen oksida dari tanah sawah tadah hujan yang diberi jerami padi dan bahan penghambat nitrifikasi. *Jurnal biologi Indonesia*, Volume 2, pp. 211-224.
- Farahani, H.J., Buchleiter, G.W., Brodahl, M.K. 2005. Characteristic of apparent soil electrical conductivity variability in irrigated sandy and non saline field in Colorado. *American Society of Agricultural Engineers*. Vol. 48(1): 155-168.
- Firdaus., 2018. *Analisis Sensitivitas Lingkungan Mikro yang Berpengaruh Pada Emisi N₂O dari Lahan Padi Sawah*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Firestone, M. & Davidson, E. 1989. Microbiological Basis of NO and N₂O Production and Consumption in Soil. *Exchange of Trace Gases Between*, 4(2), pp. 7-21.
- Griffis, T.J. Chen, Z. Baker, J.M. Wood, J.D. Illet, D.B. Lee, X. Venterea, R.T, Turner, P.A., 2017. Nitrous Oxide Emissions are Enchanced in a Warmer and Wetter World. *PNAS*, 114(45), pp. 12081-12085.
- Gunawan, T., 2012. Tanam Padi Metode SRI (System of Rice Intensification). *Penelitian Pertanian*, Volume 2, p. 113.

- Hadisudarmo, Purwanto 2009. Biologi Tanah Kajian Pengelolaan Tanah Berwawasan Lingkungan. *Indonesia Cerdas*. Yogyakarta.
- Harsitoningrum, M. Sudarno, I., 2012. *Pengaruh Fluktuasi Salinitas Terhadap Nitrifikasi oleh Bakteri yang Diambil pada Estuari Sungai Banjir Kanal Barat Semarang*. Semarang: Jurusan Teknik lingkungan Universitas Diponegoro.
- Hutabarat., 2001. Emisi Nitrous Oksida pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan. *Thesis Program Pasca Sarjana Institut*, 2(4), pp. 9-12.
- Husny. Zulkarnain. Gofar, N. Sabaruddin, dan Marsi., 2010. Emisi Gas Metan dan Nitrous Oksida Serta Hasil Padi Yang Ditanam Dengan Metode System Of Rice Intensification (SRI) Dan Konvensional Di Rumah Kaca. *Media*, Volume 17, p. 94.
- Jain, MC., Kumar, S., Wassmann, S., Mitra, S., Singh, SD., Singh, JP., Singh, S., Yadav, AK., Gupta, S. 2000. Methane Emissions from Irrigated Rice Fields in Northern India, New Delhi. *Nutrient Cycle in Agroecosystems*, 58(4), pp. 75-83.
- Karamina, H., Fikrinda, W. Murti, A., 2017. Kompleksitas Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Tanah Terhadap Nilai pH Tanah. *Jurnal Kultivasi*, 16(3), pp. 430-434.
- Khalil, K., Mary, B., Renault, P., 2004. Nitrous Oxide Production by Nitrification and Denitrification in Soil Aggregates as Affected by O₂ Concentration. *Soil Biology & Biochemistry*, 36(1), pp. 687-699.
- Kurniawati, Astri, Rizki, Maftukhah, and Aafirudin, G., 2018. Analisis Perbandingan Aktivitas Mikroorganisme Pada Lahan Sawah Untuk Budidaya Padi. *Balai Penelitian Lingkungan Pertanian*, 12(2), p. 62.
- Manggandari, D., 2015. *Emisi Gas Metana (CH₄) dari Lahan Padi Sawah pada Berbagai Kondisi Lingkungan Mikro*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Meijide, A., Lourdes, Augusto, A., and Antonio, V., 2009. Nitrogen Oxide emissions affected by organic fertilization in a non-irrigated Mediterranean barley field. *Ecos.Env*, Volume 132, pp. 106-115.
- Meng, L., W. Ding, and Z. Cai, 2005. Long-term application of organic manure and nitrogen fertilizer on N₂O emissions, soil quality and crop production in sandy loam soil. *Soil Biol. and Biochem.* 37: 2037–2045.
- Mosier, A., Bronson, K., Freney, J., and Keerthisinghe, D., 1994. Use nitrification inhibitors to reduce nitrous oxide emission from urea fertilized soils. *Global Emissions and Controls from Rice Field and Other Agricultural and Industrial Sources*, N₂O Flux, Volume 1, pp. 187-196.
- Muliawan, N., Samprno, J. Jumarang, M., 2016. Identifikasi Nilai Salinitas pada Lahan Pertanian di Daerah Jungkat Berdasarkan Metode Daya Hantar Listrik (DHL). *Prisma Fisika*, IV(2), pp. 69-72.
- Mulyadi. Noeriwan. Sasa, IJ. Partohardjono, S., 1999. Emisi Gas N₂O dari Lahan Sawah irigasi dan Hubungannya dengan Varietas dan Takaran Pupuk. *Institut Pertanian Bogor*, 1(2), pp. 12-19.
- Murdiyarsa, D., 2003. CDM : Mekanisme Pembangunan Bersih. *Wetland International, Institut Pertanian Bogor*, Volume 2, pp. 1-5.
- Nurlina, Mahrus, A., Abdullah, H., 2017. Difference Amount per hole planting seeds on the growth of plant and rice (*oryza L*) using the system rice intensification. *Gontor Agrotech Science Journal*, Volume 3, pp. 9-16.

- Nursyamsi, D., Syafuan, L.O., Purnomo, D.W., 2005. Peranan bahan organik dan dolomit dalam memperbaiki sifat-sifat tanah podsolik dan pertumbuhan jagung (*Zea mays L.*). *J. Penelit. Pertan.* 24 (2), 35–39.
- Paul, E., 2007. *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*. 3rd ed. United Kingdom: Elsevier.
- Pihlatie. Youde, F., 2004. *Water regime-nitrogen fertilizer straw incorporation interaction : Field Study on nitrous oxide emissions from a rice agroecosystem in Nanjing, China*. China: Agriculture, Ecosystems and Environment.
- Pinto, AS. Bustamante. Kiselle, K. Burke, R. Zepp, R. Viana, L. Varella, R. Molina, M., 2002. Soil emissions of N₂O, NO and CO₂ in Brazilian savannas: Effects. *Geophys*, 3(1), p. 8089–8096.
- Ramadhan, A. Hariyono, D., 2019. Pengaruh Pemberian Naungan Terhadap Pertumbuhan dan Hasil pada Tiga Varietas Tanaman Stroberi. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(1), pp. 1-7.
- Rhoades, J. Chanduvi, F. Lesch, S., 1999. *Soil Salinity Assessment: Methods and Interpretation of Electrical Conductivity Measurements*. Roma: FAO United Nations.
- Samal, L. Sejian, V. Bagath, M. Suganthi, R. Bhatta, R. Lal, R., 2015. *Gaseous Emissions from Grazing Lands*. New York: Taylor & Francis.
- Saragih, B., 2001. Keynote Address Ministers of Agriculture Government of Indonesia. *2nd National Workshop On Strengthening The Development And Use Of Hybrid Rice In Indonesia*, Volume 1, p. 10.
- Schindbaker, A. Boltenstern., 2004. Effects of Soil Moisture and Temperature on NO, NO₂. and N₂O Emissions from European Forest Soils. *Journal of Geophysical Research*, 109(1), pp. 1-12.
- Setyanto, P., Sopiawati, T., Adriani, T., Hervani, A., Wahyuni, S., and Wihardjaka, A., 2014. *Emisi Gas Rumah Kaca dari Penggunaan Lahan Gambut dan Pemberian Bahan Amelioran: Sintesis Lima Lokasi Penelitian*. Pati: Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jakenan.
- Sharma, P. Shukla, M. Sammi, T., 2010. Predicting Soil Temperature Using Air Temperature and Soil, Crop, and Meteorological Parameters for Three Specialty Crops in Southern New Mexico. *Applied Engineering in Agriculture*, 26(1), pp. 47-58.
- Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L., Fixen, P.E., 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agric. Ecosyst. Environ.* 133, 247–266.
- Sommer, 2006. *Interpreting Soil Test Results*. Collingwood: CSIRO Publishing.
- Sutejo, M., 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Truu, M. Ostonen, I. Preem, J. Lohmus, K. Nolvak, H. Ligi, T. Rosensvald, K. Parts, K. Kupper, P. Truu, J., 2017. Elevated Air Humidity Changes Soil Bacterial Community Structure in the Silver Birch Stand. *Front Microbiol*, 8(557), p. 113.
- Uphoff., 2003. Higher yields with fewer external inputs? The System of Rice Intensification and potential contributions to agricultural sustainability. *International Journal of Agricultural Sustainability*, Volume 1, pp. 38-50.
- Uphoff, N. and. Fernandes., 2003. *Sistem Intensifikasi Padi Tersebar Pesat*. Ithaca, NY: Cornell University.

- Wang, J. Bogaen, H. Vereecken, H. Bruggemann, N., 2018. Characterizing Redox Potential Effects on Greenhouse Gas Emissions Induced by Water Level Changes. *Vadose Zone Journal*, 2(1), pp. 16-21.
- Wihardjaka, A. Tanjung, S. Sunarminto, B. Sugiharto, E., 2012. Hubungan Fluks Metana dan Dinitrogen Oksida dengan Karakteristik Tanah Sawah Tadah Hujan di Jawa Tengah. *Ecolab*, 6(2), pp. 61-104.
- Xiong, Z., Xing, G., and Zhu, Z., 2007. Nitrous Oxide and Methane Emissions as Affected by Water, Soil and Nitrogen. *Pedosphere*, Volume 2, pp. 146-155.
- Yamulki. Doby, K., 1997. Nitrous oxide emission factors for agricultural soils in Great Britain : the impact of soil water-filled pore space and other controlling variables. *Global change biol*, Volume 9, pp. 206-210.
- Yu, K., Wang, P., Vermoesen, A., and Van, C., 2001. Nitrous oxide and methane emissions from different soil suspensions effect of soil redox status. *Biol.Fertil*, Volume 34, pp. 25-30.
- Zhou, M., Zhu, B., Wang, S., Zhu, X., Vereecken, H., Bruggemann, N., 2017. Stimulation of N₂O Emissions by Manure Application to Agricultural Soils May largely Offset Carbon Benefits; a Global Meta-Analysis. *Global Change Biology*, Volume 10, pp. 4068-4083.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengukuran Gas N₂O

No	Kode Sampel	N ₂ O (ppb)
1	M0.Sblm tanam NK1.Os.0	0,35675
2	M0.Sblm tanam NK1.Os.10	0,38487
3	M0.Sblm tanam NK1.Os.20	0,39072
4	M0.Sblm tanam NS1.Os.0	0,36952
5	M0.Sblm tanam NS1.Os.10	0,38106
6	M0.Sblm tanam NS1.Os.20	0,39569
7	M0.sesudah tanam NK1.OP.0	0,40566
8	M0.sesudah tanam NK1.OP.10	0,3693
9	M0.sesudah tanam NK1.OP.20	0,37639
10	M0.sesudah tanam NS1.OP.0	0,39872
11	M0.sesudah tanam NS1.OP.10	0,39261
12	M0.sesudah tanam NS1.OP.20	0,39854
13	Minggu2.2NK1.0	0,3821
14	Minggu2.2NK1.10	0
15	Minggu2.2NK1.20	0,40092
16	Minggu2.2NS1.0	0,41377
17	Minggu2.2NS1.10	0,37684
18	Minggu2.2NS1.20	0,38057
19	Minggu4.NK1.4.0	0,39441
20	Minggu4.NK1.4.10	0,43086
21	Minggu4.NK1.4.20	0,40636
22	Minggu4.NS1.4.0	0,38135
23	Minggu4.NS1.4.10	0,39037
24	Minggu4.NS1.4.20	0,39537
25	Minggu6.NK1.5.0	0,39559
26	Minggu6.NK1.5.10	0,43531
27	Minggu6.NK1.5.20	0,45031
28	Minggu6.NS1.5.0	0,39565
29	Minggu6.NS1.5.10	0,39681
30	Minggu6.NS1.5.20	0,40645
31	NK1.8.0	0,3937
32	NK1.8.10	0,39153
33	NK1.8.20	0,40785
34	NS1.8.0	0,40893
35	NS1.8.10	0,40924
36	NS1.8.20	0,41754
37	NK1.10.0	0,39391
38	NK1.10.10	0,40601

Lanjutan Lampiran 1

39	NK1.10.20	0,43726
40	NS1.10.0	0,38149
41	NS1.10.10	0,4067
42	NS1.10.20	0,40006
43	NK1.12.0	0,40063
44	NK1.12.10	0,40059
45	NK1.12.20	0,43326
46	NS1.12.0	0,38956
47	NS1.12.10	0,4143
48	NS1.12.20	0,38972
49	NK1.14.0	0,39238
50	NK1.14.10	0,43108
51	NK1.14.20	0,42978
52	NS1.14.0	0,43981
53	NS1.14.10	0,40842
54	NS1.14.20	0,41336
55	NK1.16.0	0,42846
56	NK1.16.10	0,40925
57	NK1.16.20	0,43591
58	NS1.16.0	0,44786
59	NS1.16.10	0,44317
60	NS1.16.20	0,42998
61	NK1.18.0	0,36954
62	NK1.18.10	0,39905
63	NK1.18.20	0,39307
64	NS1.18.0	0,41822
65	NS1.18.10	0,41262
66	NS1.18.20	0,41516
67	M0.Sblm tanam NK2.Os.0	0,3777
68	M0.Sblm tanam NK2.Os.10	0,39047
69	M0.Sblm tanam NK2.Os.20	0,40318
70	M0.Sblm tanam NS2.Os.0	0,40291
71	M0.Sblm tanam NS2.Os.10	0,37593
72	M0.Sblm tanam NS2.Os.20	0,38482
73	M0.sesudah tanam NK2.OP.0	0,39858
74	M0.sesudah tanam NK2.OP.10	0,39579
75	M0.sesudah tanam NK2.OP.20	0,39779
76	M0.sesudah tanam NS2.OP.0	0,42615
77	M0.sesudah tanam NS2.OP.10	0,38738
78	M0.sesudah tanam NS2.OP.20	0,38827
79	Minggu2.2NK2.0	0,38255

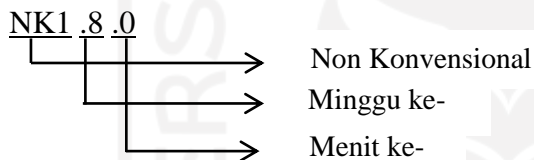
Lanjutan Lampiran 1

No	Kode Sampel	N2O (ppb)
80	Minggu2.2NK2.10	0,39902
81	Minggu2.2NK2.20	0,3882
82	Minggu2.2NS2.0	0,39609
83	Minggu2.2NS2.10	0,38705
84	Minggu2.2NS2.20	0,39367
85	Minggu4.NK2.4.0	0,43224
86	Minggu4.NK2.4.10	0,38676
87	Minggu4.NK2.4.20	0,42577
88	Minggu4.NS2.4.0	0,40179
89	Minggu4.NS2.4.10	0,39483
90	Minggu4.NS2.4.20	0,39975
91	Minggu6.NK2.5.0	0,43879
92	Minggu6.NK2.5.10	0,45778
93	Minggu6.NK2.5.20	0,31722
94	Minggu6.NS2.5.0	0
95	Minggu6.NS2.5.10	0
96	Minggu6.NS2.5.20	0
97	NK2.8.0	0,41769
98	NK2.8.10	0,41684
99	NK2.8.20	0,40673
100	NS2.8.0	0,37308
101	NS2.8.10	0,4041
102	NS2.8.20	0,38605
103	NK2.10.0	0,42868
104	NK2.10.10	0,41169
105	NK2.10.20	0,43242
106	NS2.10.0	0,36979
107	NS2.10.10	0,39424
108	NS2.10.20	0,41968
109	NK2.12.0	0,41295
110	NK2.12.10	0,43548
111	NK2.12.20	0,42536
112	NS1.12.0	0,40496
113	NS1.12.10	0,42874
114	NS1.12.20	0,39274
115	NK2.14.0	0,44522
116	NK2.14.10	0,44038
117	NK2.14.20	0,4417
118	NS2.14.0	0,4206
119	NS2.14.10	0,42449
120	NS2.14.20	0,44327

Lanjutan Lampiran 1

121	NK2.16.0	0,43445
122	NK2.16.10	0,40221
123	NK2.16.20	0,39971
124	NS2.16.0	0,441
125	NS2.16.10	0,42826
126	NS2.16.20	0,43897
127	NK2.18.0	0,40659
128	NK2.18.10	0,42265
129	NK2.18.20	0,41175
130	NS2.18.0	0,44713
131	NS2.18.10	0,41215
132	NS2.18.20	0,41771

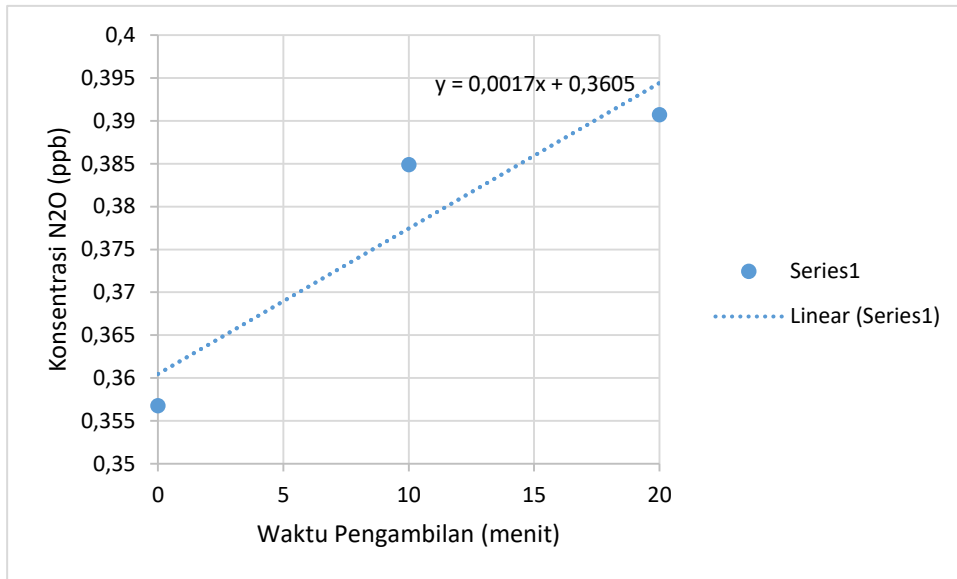
Contoh kode sampel



Lampiran 2 Contoh Perhitungan fluks gas N₂O

kode excel	T	hch	t	N ₂ O
Nk1.sebelum tanam.0	32	0,99	0	0,35675
Nk1.sebelum tanam.10			10	0,38487
Nk1.sebelum tanam.20			20	0,39072

Dari data konsentrasi dan waktu pengambilan sampel, selanjutnya mencari nilai dC/dT dengan menggunakan grafik berikut.



Diketahui:

Berat molekul (mW) = 44,013 gr
 Volume molekul (mV) = 22,14 L
 Ukuran Chamber (hch) = 0,99 m
 dC/dT = 0,0017 (didapatkan dari nilai a pada grafik)

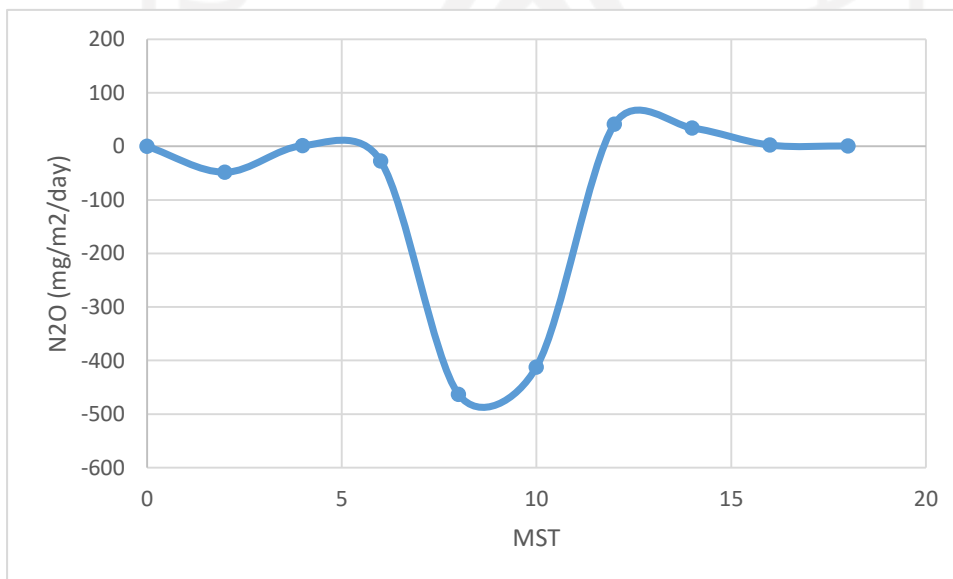
Rumus mencari fluks N_2O

$$E = \frac{\delta C}{\delta t} \times h_{ch} \times \frac{mW}{mV} \times \frac{273.2}{273.2+T}$$

$$E = 0,0017 \times 0,99 \text{ m} \times \frac{44,013 \text{ gr}}{22,14 \text{ L}} \times \frac{273.2}{273.2+32}$$

$$E = 0,00295 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{menit}$$

Lampiran 3 Contoh Perhitungan Total Fluks



Total fluks emisi N₂O diperoleh dengan metode simpson dari hasil fluks per hari dan diambil total emisi dari minggu terakhir pengukuran.

Dengan rumus:

$$\frac{a}{2} \times (M1 + M)$$

Keterangan:

- a = Total periode
- M1 = Fluks Emisi sebelum
- M = Fluks Emisi

SIMPSON N2O		
MST	NK	NS
0	0	0
2	-48,330	-40,148
4	1,172	-18,039
6	-27,425	12,280
8	-463,206	16,698
10	-412,069	38,699
12	41,221	23,724
14	34,204	-7,081
16	2,338	-10,489
18	0,687	-22,102

Lampiran 4 Hasil Pengukuran Micro Environmental Condition

PARAMETER MIKRO												
MST	Ta	Rha	pH		T		EH		EC		Kelembaban Tanah	
			NK	NS	NK	NS	NK	NS	NK	NS	NK	NS
0	24,80		8,17	7,65	22,10	23,93	271,46	269,58	7,83	2,57	0,43	0,52
2	26,45		7,75	8,80	20,00	23,05	444,16	470,68	7,91	2,68	0,42	0,52
4	25,55		8,15	8,62	19,70	23,68	185,00	185,00	2,54	1,98	0,39	0,45
6	24,05	69,80	8,55	8,44	22,80	26,08	256,98	332,78	3,70	1,65	0,39	0,41
8	24,15	69,75	8,70	8,74	25,80	26,58	391,08	385,04	4,63	1,52	0,40	0,44
10	23,25	62,70	8,15	8,21	30,50	26,72	445,16	436,16	4,85	1,96	0,40	0,40
12	23,75	55,65	8,12	8,46	27,50	25,87	185,00	185,00	4,34	1,63	0,38	0,38
14	24,55	54,75	8,10	8,71	28,70	26,12	429,66	396,66	4,28	1,35	0,37	0,39
16	24,55	52,95	7,84	7,81	27,60	27,03	455,16	471,66	3,12	1,67	0,40	0,47
18	24,55	54,30	7,81	7,50	27,70	27,07	458,16	484,16	3,32	1,71	0,41	0,41

Lampiran 5 Pembuatan Media

PARAMETER MIKRO												
MST	Ta	Rha	pH		T		EH		EC		Kelembaban Tanah	
			NK	NS	NK	NS	NK	NS	NK	NS	NK	NS
0	24,80		8,17	7,65	22,10	23,93	271,46	269,58	7,83	2,57	0,43	0,52
2	26,45		7,75	8,80	20,00	23,05	444,16	470,68	7,91	2,68	0,42	0,52
4	25,55		8,15	8,62	19,70	23,68	185,00	185,00	2,54	1,98	0,39	0,45
6	24,05	69,80	8,55	8,44	22,80	26,08	256,98	332,78	3,70	1,65	0,39	0,41
8	24,15	69,75	8,70	8,74	25,80	26,58	391,08	385,04	4,63	1,52	0,40	0,44
10	23,25	62,70	8,15	8,21	30,50	26,72	445,16	436,16	4,85	1,96	0,40	0,40
12	23,75	55,65	8,12	8,46	27,50	25,87	185,00	185,00	4,34	1,63	0,38	0,38
14	24,55	54,75	8,10	8,71	28,70	26,12	429,66	396,66	4,28	1,35	0,37	0,39
16	24,55	52,95	7,84	7,81	27,60	27,03	455,16	471,66	3,12	1,67	0,40	0,47
18	24,55	54,30	7,81	7,50	27,70	27,07	458,16	484,16	3,32	1,71	0,41	0,41

