

## Pemberian Biochar Arang Kayu dan Tandan Kosong Sawit terhadap Gas N<sub>2</sub>O pada Tanah Gambut yang Ditumbuhi Kelapa Sawit

Anita Dewi Astanti, Abdul Hadi\*, Hairil Ifansyah

Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jenderal A. Yani KM 36 Simpang Empat, Banjarbaru 70714, Indonesia

\* Email penulis korespondensi: [abdhadi@ulm.ac.id](mailto:abdhadi@ulm.ac.id)

### Informasi Artikel

Received 04 Maret 2024

Accepted 28 Maret 2024

Published 29 Maret 2024

Online 29 Maret 2024

### Keywords:

Ammonium; N<sub>2</sub>O emission;  
Peat soil; Soil acidity

### Abstract

Peatlands are developed for agricultural cultivation, such as oil palm. The agricultural sector contributes 13.5% of the total greenhouse gas (GHG) emissions. Emissions from this sector are generally in the form of N<sub>2</sub>O 46%, CH<sub>4</sub> 45%, and CO<sub>2</sub> 9%. Recently, the focus on the development of peatlands for this activity has been so great, especially in relation to emissions of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O). The potential for peatland to be used as agricultural land must pay attention to environmental aspects such as the level of N<sub>2</sub>O emissions. This study aims to determine the effect of wood activated to empty palm oil fruit bunches on N<sub>2</sub>O emissions from peatlands oil palm. This study used an allocation block design. The factors studied were the distribution of wood charcoal and empty palm oil bunches at 6 levels, namely: wood charcoal + 0 kg of empty palm fruit bunches; wood charcoal 0.75 kg + 0.75 kg of empty palm fruit bunches, and 0.375 empty palm fruit bunches+0.375 kg of wood charcoal; empty palm fruit bunch charcoal 1.5 kg+wood charcoal 1.5 kg. N<sub>2</sub>O gas was analyzed using the closed chamber method and the soil was analyzed for soil pH and field water capacity. The treatment was repeated 3 times, resulting in 18 experimental units. The results showed that on day 0, the application of wood charcoal and empty palm oil bunches did not affect N<sub>2</sub>O emissions, but on the 15 and 45 days. The results showed that the treatment affected N<sub>2</sub>O emissions.

### 1. Pendahuluan

Gambut terbentuk di tempat yang tetap dan merupakan bahan organik yang mati. Gambut terdiri dari 10% tumbuhan dan 90% air. Gambut terbentuk di bawah kondisi bahan tanaman yang telah mati selama ribuan tahun karena kombinasi saturasi air permanen, kadar oksigen rendah dan tingkat keasaman tanah yang tinggi. Tanah gambut terutama yang berada di daerah tropis memiliki sifat fisika, kimia dan biologi tertentu yang mencerminkan ciri khas dari tanah tersebut. Sifat-sifat yang menjadi ciri khas tersebut adalah pH relatif rendah antara 3-5 (Hikmatullah dan Sukarman, 2014), ketersediaan nutrisi terbatas (Bourdon et al., 2021), penurunan permukaan gambut, bahan penyusun yang berasal dari kayu-kayuan, suhu lingkungan berkisar antara 25-32 °C (*subsidence*) (Ikkala et al., 2021). Selain itu, sifat lain yang juga dimiliki adalah kandungan organik yang tinggi karena dalam pembentukannya terdapat tanaman air dan vegetasi lahan basah yang mati dan melapuk secara bertahap membentuk lapisan dan terperangkap selama beberapa waktu (Falatehan dan Sari, 2020). Lahan gambut juga menghasilkan gas rumah kaca (GRK) seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), dan dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O).

N<sub>2</sub>O termasuk dalam GRK berumur panjang dan memiliki *Global Warming Potential* (GWP) 300 kali lebih tinggi dibanding CO<sub>2</sub> (Yang et al., 2020). Sektor pertanian juga berkontribusi 13,5% dari total emisi GRK dunia (Bell et al., 2014). Emisi dari sektor ini umumnya dalam bentuk N<sub>2</sub>O 46%, CH<sub>4</sub> 45% dan CO<sub>2</sub> 9% (Baumert et al., 2005).

Kelapa sawit termasuk dalam salah satu komoditas yang berkembang pesat di daerah tropis (Hariyanti et al., 2024). Kelapa sawit merupakan komoditas pertanian penting karena menghasilkan devisa negara sebesar 50 miliar US Dolar Amerika (Russell et al., 2018) atau setara 250 triliun rupiah atau lebih dari 10% APBN Indonesia. Kelapa sawit juga merupakan salah satu tanaman perkebunan yang menduduki posisi penting di sektor pertanian karena selain dari nilai ekonomis yang tinggi kelapa sawit juga merupakan produk utama penghasil minyak goreng.

Kelapa sawit juga mempunyai banyak manfaat, yaitu sebagai bahan pupuk kompos, bahan bakar alternatif biodiesel, bahan dasar industri lainnya seperti industri makanan, industri kosmetik, dan sebagai obat. Prospek produk untuk olahan kelapa sawit cukup menjanjikan, karena dari tahun ke tahun permintaan untuk olahan kelapa sawit selalu mengalami peningkatan, bukan hanya di dalam negeri, akan tetapi juga di luar negeri (Cifuentes-Espinosa et al., 2023).

Indonesia memiliki kebun sawit sekitar tujuh juta hektar (ha). 1,7 juta ha di antaranya berada pada lahan gambut (Mulyani dan Agus, 2017). Penggunaan tanah gambut untuk budidaya kelapa sawit sendiri meningkatkan emisi nitrogen oksida ( $N_2O$ ) (Nishina et al., 2023). Emisi  $N_2O$  pada tanah gambut yang dibudidayakan diduga disebabkan oleh meningkatnya aktivitas organisme penghasil  $N_2O$  mulai saat penggalian saluran drainase (Vanags-Duka et al., 2022). Organisme yang terutama berkembang sebagai fungi dilaporkan sebagai organisme utama penghasil  $N_2O$  pada tanah gambut (Chen et al., 2014). Hal ini sejalan dengan pendapat Hadi et al. (2020) yang menyatakan bahwa kondisi aerob kondusif bagi fungi untuk memproduksi emisi  $N_2O$ .

Menurut Hadi et al. (2000) emisi  $N_2O$  sebesar  $1,04 \text{ mg m}^{-2} \text{ jam}^{-1}$  merupakan angka tertinggi yang pernah dilaporkan. Mereka menduga bahwa  $N_2O$  ini berasal dari proses nitrifikasi nitrogen organik yang memang banyak terkandung dalam tanah gambut. Kehilangan pupuk mencapai 18% dalam bentuk  $N_2O$  dari lahan gambut yang diberi urea. Maka dari itu penelitian ini dilakukan dengan upaya penurunan emisi  $N_2O$  dari lahan gambut yang ditanami kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian arang kayu dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terhadap emisi  $N_2O$  pada lahan gambut yang ditumbuhi kelapa sawit.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Mei 2022. Penelitian berlokasi di perkebunan kelapa sawit Kecamatan Liang Anggang, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Fisika, Kimia dan Biologi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Analisa gas  $N_2O$  dilakukan di Laboratorium GRK, Pati, Jawa Tengah.

### 2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan faktor tunggal, yaitu: (1) A: Kontrol, (2) B: arang tandan kosong kelapa sawit (AT) ( $0,75 \text{ kg pohon}^{-1}$ ), (3) C: arang kayu (AK) ( $0,75 \text{ kg pohon}^{-1}$ ), (4) D: AT ( $0,375 \text{ kg pohon}^{-1}$ ) + AK ( $0,375 \text{ kg pohon}^{-1}$ ), (5) E: AK ( $1,5 \text{ kg pohon}^{-1}$ ), (6) F: AT ( $1,5 \text{ kg pohon}^{-1}$ ).

### 2.3. Pelaksanaan Penelitian

Sebelum dilaksanakan pengambilan sampel tanah, terlebih dahulu dilakukan observasi lokasi. Lokasi yang dipilih adalah tanah gambut yang difungsikan sebagai perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Liang Anggang, Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Terdapat 18 titik yang diamati. Dilanjutkan dengan penyediaan bahan dan alat yang akan digunakan dalam pengambilan sampel.

Pertama persiapan TKKS. Bahan ini diambil dari wilayah penelitian di Kecamatan Liang Anggang, dengan jumlah sesuai yang diperlukan, lalu dikeringkan hingga tandan kosongnya mengering. Kemudian setelah mengering dimasukkan ke dalam wadah pengolahan biochar lalu dibakar sampai warnanya berubah menjadi hitam sampai merata. Lalu setelah warnanya berubah menjadi hitam maka dikeluarkan dari dalam wadah lalu dijemur agar menjadi dingin setelah melalui proses pembakaran dalam beberapa jam. Setelah dingin, tandan kosong tersebut disaring menggunakan ayakan berukuran 2 mm. Lalu arang tandan kosong siap untuk diaplikasikan pada titik yang telah ditentukan dan dalam jumlah yang telah ditentukan.

Arang kayu yang digunakan berasal dari bahan kayu mahoni. Arang kayu ditumbuk dan disaring untuk mendapatkan ukuran yang lebih kecil. Proses penyaringan menggunakan ayakan yang berukuran 2 mm. Arang kayu ditimbang sesuai perlakuan yang ditentukan dan diaplikasikan pada titik satuan percobaan

Aplikasi perlakuan arang kayu dan TKKS diberikan sesuai dengan masing-masing dosis perlakuan. Sebelum diaplikasikan perlakuan diayak terlebih dahulu dengan ayakan 2 mm. Selanjutnya perlakuan ditimbang sesuai dengan takaran perlakuan lalu diaplikasikan pada titik-titik yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan pengambilan sampel tanah dan gas di hari yang telah dilakukan yaitu pada hari ke-0, hari ke lima belas dan hari ke empat puluh lima. Aplikasi arang kayu dan tandan kosong dilakukan ditanah dibawah tajuk tanaman yang dicangkul hingga membentuk lubang melingkari tanaman laluebarkan kemudian ditutup lagi menggunakan tanah.

Pengambilan sampel gas  $N_2O$  dilakukan sebanyak tiga kali menggunakan sungkup yang diletakkan di bawah tajuk tanaman kelapa sawit. Sungkup terbuat dari pipa setinggi 30 cm, lalu salah satu bagian ditutup menggunakan dop, dop dilubangi di bagian tertentu untuk jalur masuk selang, di bagian dalam pipa terdapat thermometer untuk melihat suhu pada sungkup. Pertama, sampel gas  $N_2O$  pada hari ke-0. Kedua, sampel gas diambil pada hari ke-15 setelah pemberian arang kayu dan tandan kosong dan yang terakhir pengambilan sampel gas dilakukan pada hari ke-45 setelah pengaplikasian perlakuan. Sampel gas yang diambil langsung dikirimkan ke laboratorium untuk dianalisis lebih lanjut.

Pengambilan sampel tanah dilakukan 3 kali di sekitar tempat pemasangan sungkup. Pertama, sampel tanah diambil pada hari ke-0. Kedua, sampel tanah diambil pada hari ke-15 setelah pemberian arang kayu dan tandan kosong dan yang terakhir pengambilan sampel dilakukan pada hari ke-45 setelah pengaplikasian perlakuan. Sampel tanah yang sudah diambil tersebut kemudian disimpan di dalam lemari pendingin untuk menjaga kondisi tanah dari gangguan luar seperti sinar matahari maupun berkurangnya kadar air, analisis tanah gambut dilakukan dalam keadaan segar dan tanah tersebut dianalisis di laboratorium jurusan tanah.

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah emisi  $N_2O$  (dinitrogen oksida) dengan metode *close chamber technique*, penetapan kadar air lapang, penetapan pH tanah metode elektroda kaca.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Emisi Gas $N_2O$

Data hasil penelitian pengaruh perlakuan terhadap  $N_2O$  menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan menghasilkan dua kemungkinan yang terjadi, yaitu menangkap (influks) dan mengemisi (enfluks) gas  $N_2O$ . Hasil menunjukkan pada tabel 1 hari ke-0 influks gas paling tinggi terdapat pada perlakuan kontrol, yaitu sebesar -13,74 gas  $N_2O$  dan yang terendah ada pada perlakuan biochar tankos 1,5 kg sebesar -1,42 gas  $N_2O$ . Enfluks gas yang di emisi pada Tabel 1 menunjukkan emisi  $N_2O$  yang paling tinggi itu terdapat pada perlakuan biochar arang kayu 1,5 kg sebesar 27,00 gas  $N_2O$  dan yang terendah pada perlakuan biochar arang tankos 0,75 kg dengan nilai sebesar 8,33 gas  $N_2O$ .

Tabel 1. Rata-rata Gas  $N_2O$  ( $mg\ N-N_2O\ m^{-2}\ jam^{-1}$ ) yang ditangkap dan dilepaskan pada hari ke-0, ke-15 dan ke-45 setelah pengaplikasian biochar arang kayu dan tandan kosong kelapa sawit pada tanah gambut.

Perlakuan	Hari Pengamatan		
	0	15	45
Kontrol	-13,735	5,731	7,685
0,75 kg AT	8,331	-9,186	-36,280
0,75 kg AK	-6,862	5,449	31,439
0,375 kg AT + 0,375 kg AK	14,368	-1,746	-25,143
1,5 kg AK	27,001	36,828	13,289
1,5 kg AT	-1,418	5,238	0,513

Keterangan: AK (arang kayu); AT (arang tandan kosong kelapa sawit)

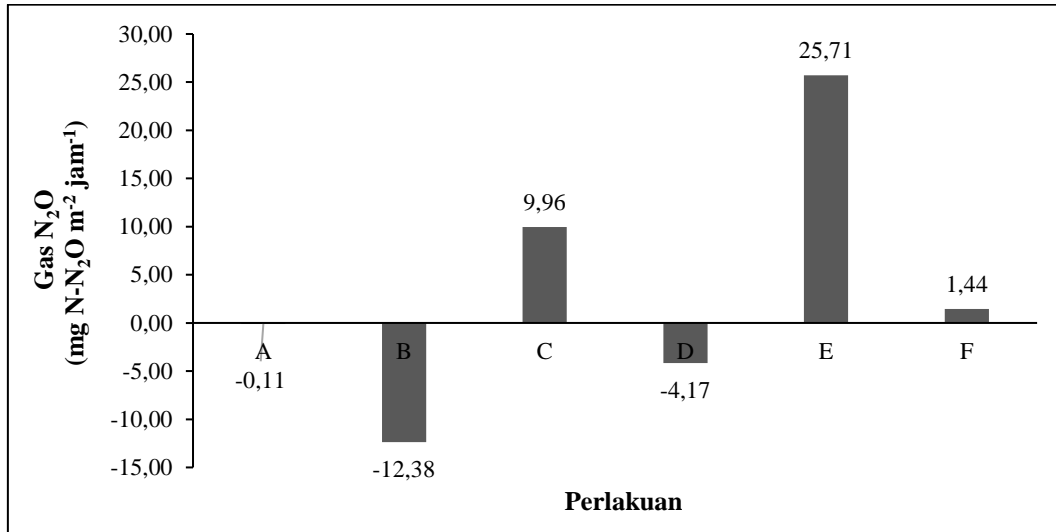
Hari ke-15 menunjukkan hanya dua perlakuan yang influks gas, yaitu pada perlakuan biochar arang tankos 0,75 kg, yaitu sebesar -9,19 gas  $N_2O$  dan perlakuan biochar tankos + kayu 0,375 kg sebesar -1,75 gas  $N_2O$ . Tabel 1 menunjukkan enfluks emisi  $N_2O$  yang paling tinggi itu terdapat pada perlakuan biochar arang kayu 1,5 kg sebesar 36,83 gas  $N_2O$  dan yang terendah pada perlakuan biochar tankos 1,5 kg dengan nilai sebesar 5,24 gas  $N_2O$ .

Hari ke-45 menunjukkan hanya dua perlakuan yang influks gas, yaitu pada perlakuan biochar tankos 0,75 kg, yaitu sebesar -36,28 gas  $N_2O$  dan perlakuan biochar tankos + kayu 0,375 kg sebesar -25,14 gas  $N_2O$ . Pada Tabel 1 enfluks emisi  $N_2O$  yang paling tinggi terdapat pada perlakuan biochar arang kayu 0,75 kg dengan nilai sebesar 31,31 gas  $N_2O$  dan yang terendah pada perlakuan biochar tankos 1,5 kg dengan nilai sebesar 0,51 gas  $N_2O$ .

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh selama tiga kali pengambilan, gas cenderung memiliki nilai yang beragam. Secara keseluruhan, gas  $N_2O$  yang teremisi tertinggi terdapat pada perlakuan biochar arang kayu 1,5 kg hari ke-15 sebesar 36,828 gas  $N_2O$  dan yang terendah diperoleh dari perlakuan biochar tankos 1,5 kg hari ke-45, yaitu sebesar 0,513 gas  $N_2O$ , sedangkan gas yang ditangkap tertinggi itu terdapat pada perlakuan biochar arang tankos 0,75 kg hari ke-45 sebesar -36,28 gas  $N_2O$  dan yang terendah pada perlakuan biochar tankos 1,5 kg hari ke-0 sebesar -1,418 gas  $N_2O$  (Gambar 2).

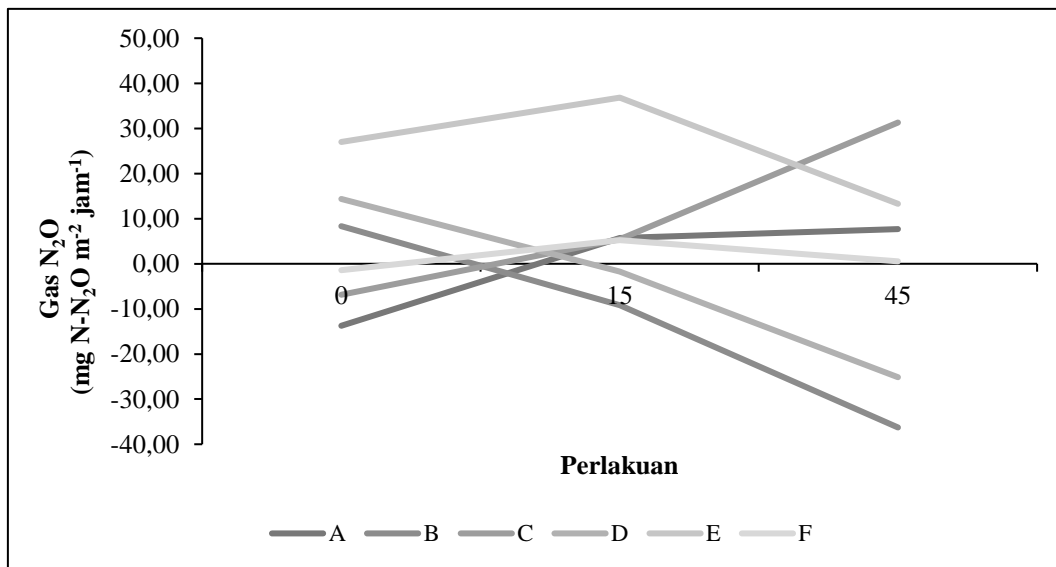
Emisi  $N_2O$  yang dihasilkan dari pemberian biochar arang kayu dan tandan kosong kelapa sawit pada tanah gambut di Landasan Ulin Utara mengalami dua proses yaitu influks dan enfluks gas  $N_2O$ . Hal ini disebabkan emisi  $N_2O$  yang diserap tanah dari atmosfer pada lahan mengalami fluktuasi. Influks merupakan konsentrasi emisi yang berasal dari atmosfer masuk ke dalam tanah, sedangkan enfluks merupakan konsentrasi emisi yang berasal dari tanah menuju atmosfer.

Faktor yang menyebabkan pembentukan emisi  $N_2O$  salah satunya adalah pemberian N-organik maupun N dalam sisa tanaman yang digunakan sebagai kompos (Wang et al., 2021). Pembentukan emisi  $N_2O$  biasanya ditentukan pada kondisi ekologis yang berkaitan dengan faktor biotik, faktor abiotik dan teknik budidaya tanah tersebut (Deveautour et al., 2022).



Gambar 1. Rata-rata gas N<sub>2</sub>O setelah pengaplikasian biochar arang kayu dan tandan kosong kelapa sawit pada tanah gambut. A: Kontrol, (2) B: arang tandan kosong kelapa sawit (AT) (0,75 kg pohon<sup>-1</sup>), (3) C: arang kayu (AK) (0,75 kg pohon<sup>-1</sup>), (4) D: AT (0,375 kg pohon<sup>-1</sup>) + AK (0,375 kg pohon<sup>-1</sup>), (5) E: AK (1,5 kg pohon<sup>-1</sup>), (6) Pemberian F : AT (1,5 kg pohon<sup>-1</sup>)

Lahan pada penelitian ini mempunyai kondisi tergenang pada saat musim hujan, kondisi tanah tergenang dapat meningkatkan emisi N<sub>2</sub>O pada kondisi anaerob. N<sub>2</sub>O merupakan hasil dari proses denitrifikasi dan nitrifikasi tanah. Oksidasi NH<sub>4</sub><sup>+</sup> menjadi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> terjadi akibat proses nitrifikasi. Proses denitrifikasi adalah proses dimana NO<sub>3</sub><sup>-</sup> direduksi menjadi gas nitrogen. N<sub>2</sub>O terbentuk di antara kedua proses tersebut, yang mana akibat adanya proses nitrifikasi dan denitrifikasi, gas yang bereaksi tidak berhasil diikat oleh mikroba tanah dan kembali ke atmosfer bumi sebagai N<sub>2</sub>O, namun apabila sebaliknya mikroba tanah berhasil menangkap gas yang bereaksi maka gas N<sub>2</sub>O akan tertahan dalam tanah (Chaddy et al., 2019).



Gambar 2. Gas N<sub>2</sub>O hari ke-0, ke-15 dan ke-45 setelah pengaplikasian biochar arang kayu dan tandan kosong kelapa sawit. A: Kontrol, (2) B: arang tandan kosong kelapa sawit (AT) (0,75 kg pohon<sup>-1</sup>), (3) C: arang kayu (AK) (0,75 kg pohon<sup>-1</sup>), (4) D: AT (0,375 kg pohon<sup>-1</sup>) + AK (0,375 kg pohon<sup>-1</sup>), (5) E: AK (1,5 kg pohon<sup>-1</sup>), (6) Pemberian F : AT (1,5 kg pohon<sup>-1</sup>)

Umumnya pada lahan gambut yang telah dikelola itu terjadi emisi N<sub>2</sub>O, dimana pemupukan yang telah intensif dilakukan (misalnya pupuk kandang dan urea). Penelitian ini mengungkapkan bahwa penempatan arang kayu dan arang tandan kosong kelapa sawit pada tanah gambut tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan N<sub>2</sub>O tanah, sehingga nilai amonium dan nitrat juga tidak berubah secara signifikan dalam penelitian ini. Hal ini karena proses

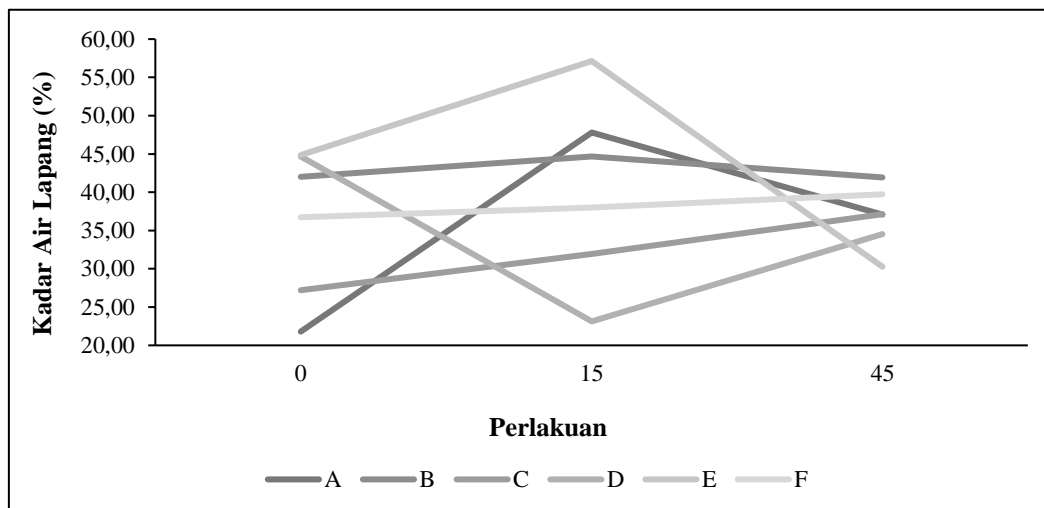
nitrifikasi menghasilkan  $\text{NO}_3^-$  yang kemudian diubah menjadi  $\text{N}_2\text{O}$  selama proses denitrifikasi (Thakur dan Medhi, 2019).

Pada proses nitrifikasi, amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) diubah menjadi nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) melalui proses oksidasi (aerob), sedangkan denitrifikasi berlangsung dalam suasana anaerob dan reduksi biokimia nitrat dilakukan oleh bakteri heterotrofik menjadi  $\text{N}_2\text{O}$  dan nitrat  $\text{N}_2$ . Kondisi basah dan kering yang bergantian di dalam tanah menyebabkan kehilangan nitrogen yang besar melalui denitrifikasi. Kondisi tanah aerob mendorong nitrifikasi  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NO}_3^-$ , yang terakumulasi. Kondisi di lapangan, hujan menyebabkan akumulasi  $\text{NO}_3^-$  terbawa ke dalam tanah, menguras oksigen tanah dan tanah yang terdenitrifikasi  $\text{NO}_3^-$ . (Thakur dan Medhi, 2019).

Kadar air juga memiliki hubungan dengan peningkatan gas  $\text{N}_2\text{O}$ . Kadar air yang tinggi juga dapat meningkatkan gas seperti yang terlampir pada (Gambar 2 & 3). Terlihat pada perlakuan kontrol dan arang kayu 1,5 kg terlihat semakin tinggi kadar air, maka semakin besar pula emisi yang dikembalikan ke atmosfer bumi disebabkan terjadinya penyerapan oleh air terhadap gas sehingga pada saat terjadi penguapan, gas juga ikut menguap dan terjadi peningkatan emisi gas  $\text{N}_2\text{O}$  (Rabot et al., 2016).

### 3.2. Kadar Air Lapang

Gambar 3 menunjukkan perbedaan rata-rata kadar air lapang antara tiga waktu pengambilan sampel, yaitu pada hari ke-0, ke-15 dan ke-45. Kadar air paling tinggi berada pada perlakuan arang kayu 1,5 kg pada hari ke-15 dengan nilai kadar air lapang sebesar 57,13% dan paling rendah pada kontrol pada hari ke-0 dengan nilai kadar air lapang sebesar 21,80%. Dinamika kandungan kadar air lapang pada penelitian ini pada beberapa perlakuan menunjukkan peningkatan dan penurunan yang tidak teratur.



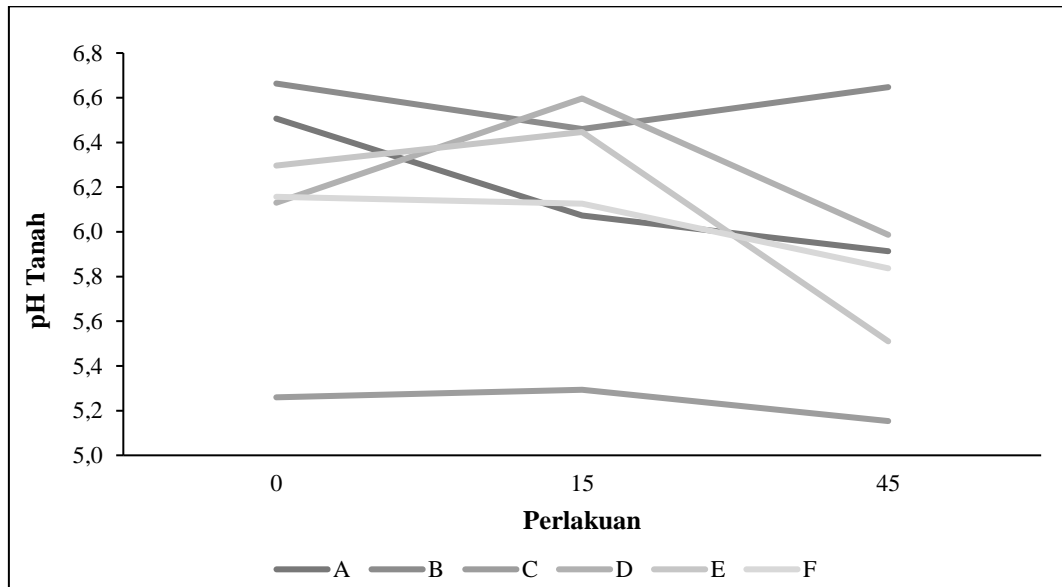
Gambar 3. Rata-rata kadar air lapang hari ke-0, ke-15 dan ke-45 setelah pengaplikasian biochar arang kayu dan tandan kosong kelapa sawit. A: Kontrol, (2) B: arang tandan kosong kelapa sawit (AT) ( $0,75 \text{ kg pohon}^{-1}$ ), (3) C: arang kayu (AK) ( $0,75 \text{ kg pohon}^{-1}$ ), (4) D: AT ( $0,375 \text{ kg pohon}^{-1}$ ) + AK ( $0,375 \text{ kg pohon}^{-1}$ ), (5) E: AK ( $1,5 \text{ kg pohon}^{-1}$ ), (6) Pemberian F : AT ( $1,5 \text{ kg pohon}^{-1}$ )

Pemberian biochar arang kayu dan tandan kosong sawit menyebabkan kenaikan dan penurunan kadar air yang tidak merata. Hal ini diakibatkan tinggi rendahnya kadar air karbon aktif sangat dipengaruhi oleh higroskopisitas dan porositas karbon, yang juga dipengaruhi oleh lama waktu kontak arang di luar selama proses pendinginan (Junior et al., 2016). Kandungan air yang diinginkan harus serendah mungkin, karena hal ini mempengaruhi penyerapan gas dan cairannya (Junior et al., 2016). Pada penelitian ini, hasil pengukuran kadar air juga berbeda untuk setiap perlakuan. Hal ini diduga akibat pengaruh perubahan porositas tanah akibat penambahan biochar arang kayu dan arang tandan kosong sawit sesuai penelitian Masthura dan Zulkarmain (2018) ukuran pori biochar berbeda-beda besarnya tergantung bahan bakunya, semakin besar pori-pori biochar maka akan semakin banyak air yang dapat terserap.

Penambahan arang kayu dan TKKS dapat meningkatkan persentase penyerapan air. Hal ini dikarenakan ukuran karbon aktif atau biochar mempengaruhi besar kecilnya daya serap (Jagadeesh dan Sundaram, 2023). Biochar mampu membantu tanah untuk tetap menyimpan unsur hara jadi dengan pemberian biochar dapat menambah kemampuan penyerapan air yang lebih banyak, jika unsur hara dan air dapat terserap dengan baik di dalam tanah maka akan tetap tersimpan unsur hara dan air karena hal tersebut sangat diperlukan oleh tanah, sehingga tanah dapat dengan baik mempertahankan kandungannya atau disebut kemampuan retensi tanah sebab tanah yang bagus adalah tanah yang dapat menyerap unsur hara dan air dengan baik (Jagadeesh dan Sundaram, 2023).

### 3.3. Kemasaman Tanah (pH)

Gambar 4 menunjukkan perbedaan rata-rata pH antar waktu dalam pengambilan sampel yaitu pada hari ke-0, ke-15 dan ke-45. Hasil penelitian menunjukkan pH pada lahan penelitian ini berkisar dari 5,15-7,45. Hasil pengukuran pH cenderung bagus, dengan pH paling tinggi itu berada pada titik perlakuan arang tandan kosong kelapa sawit 0,75 kg pada hari ke-0 dengan nilai pH 6,66 dan paling rendah pada titik arang kayu 0,75 kg perlakuan pada hari ke-45 dengan nilai pH 5,15.



Gambar 4. Rata-rata pH hari ke-0, ke-15 dan ke-45 setelah pengaplikasian biochar arang kayu dan tandan kosong kelapa sawit. A: Kontrol, (2) B: arang tandan kosong kelapa sawit (AT) (0,75 kg pohon<sup>-1</sup>), (3) C: arang kayu (AK) (0,75 kg pohon<sup>-1</sup>), (4) D: AT (0,375 kg pohon<sup>-1</sup>) + AK (0,375 kg pohon<sup>-1</sup>), (5) E: AK (1,5 kg pohon<sup>-1</sup>), (6) Pemberian F : AT (1,5 kg pohon<sup>-1</sup>)

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian perlakuan berpengaruh terhadap pH tanah. Hal ini karena arang kayu dan tandan kosong sawit memiliki kemampuan menahan air sekitar 25,30%, kandungan K total 0,08% BD 0,68% total pori 63,30%, N-total sekitar 1,32%, C-organik 25,62%, P total 0,07%, untuk pertumbuhan mikroba yang berperan dalam tanah membutuhkan kombinasi udara dan air yang baik (Nurkholifah, 2020).

Menurut Wang et al. (2021), gas N<sub>2</sub>O yang berasal dari tanah merupakan hasil dari denitrifikasi mikroorganisme yang berada dalam tanah. Nitrifikasi sangat sensitif terhadap pH tanah, dengan reduksi yang nyata yang terjadi pada pH di bawah 6,0 atau di atas 8,0, selain itu nitrifikasi dapat diabaikan pada pH yang di bawah 4,5 (Le et al., 2019). Bakteri kemoautolitotrop merupakan agensi utama yang berperan dalam proses nitrifikasi pada pH yang masam, di mana bakteri heterotrof di tanah secara umum memberikan hanya kontribusi yang kecil terhadap oksidasi NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Norton dan Ouyang, 2019). Kondisi pH yang optimum untuk proses nitrifikasi adalah pada rentangan pH 7-8. Pada pH lebih dari 8 perubahan dari NO<sub>2</sub><sup>-</sup> menjadi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dihambat sampai dengan jumlah tertentu, dan terjadi perubahan yang lebih besar dari NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ke NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (Le et al., 2019). Nitrifikasi merupakan proses sentral yang merupakan aliran, transfer, dan kehilangan N, sehingga peningkatan nitrifikasi merupakan sumber utama dari N<sub>2</sub>O dan NO yang teremis dari tanah (Meng et al., 2021).

## 4. Kesimpulan

Pemberian arang kayu dan arang TKKS berpengaruh terhadap emisi N<sub>2</sub>O pada hari ke-15 dan ke-45, sedangkan hari ke-0 tidak berpengaruh. Nilai kadar air lapang mengalami kenaikan atau penurunan saat pengambilan sampel dihari yang berbeda. Pemberian arang kayu dan arang TKKS tidak berpengaruh terhadap amonium.

## Daftar Pustaka

- Baumert, K.A., Herzog, T., Pershing, J. 2005. Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy. World Resources Institute, United States.
- Bell, M.J., Cloy, J.M., Rees, R.M. 2014. The true extent of agriculture's contribution to national greenhouse gas emissions. *Environmental Science & Policy* 39, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.02.001>

- Bourdon, K., Fortin, J., Dessureault-Rompere, J., Caron, J. 2021. Agricultural peatlands conservation: How does the addition of plant biomass and copper affect soil fertility? *Soil Science Society of American Journal* 85(4), 1242-1255. <https://doi.org/10.1002/saj2.20271>
- Chaddy, A., Melling, L., Ishikura, K., Hatano, R. 2019. Soil N<sub>2</sub>O emissions under different N rates in an oil palm plantation on tropical peatland. *Agriculture* 9(10), 213. <https://doi.org/10.3390/agriculture9100213>
- Chen, H., Mothapo, N.V., Shi, W. 2014. The significant contribution of fungi to soil N<sub>2</sub>O production across diverse ecosystems. *Applied Soil Ecology* 73, 70-77. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.08.011>
- Cifuentes-Espinosa, J.A., Feintrenie, L., Monzon-Alvarado, C., Schmoock, B., Mesa-Jurado, M.A. 2023. Oil palm growers' prospects for sustainable oil palm production. A case study from Campeche, Mexico. *Agricultural Systems* 212, 103780. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103780>
- Deveautour, C., Rojas-Pinzon, P.A., Veloso, M., Rambaud, J., Duff, A.M., Wall, D., Carolan, R., Philippot, L., Richards, K.G., O'Flaherty, V., Brennan, F. 2022. Biotic and abiotic predictors of potential N<sub>2</sub>O emissions from denitrification in Irish grasslands soils: A national-scale field study. *Soil Biology and Biochemistry* 168, 108637. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2022.108637>
- Falatehan, A.F., Sari, D.A.P. 2020. Characteristics of peat biomass as an alternative energy and its impact on the environment. *Solid State Technology* 63(5), 4700-4712.
- Hadi, A., Fatah, L., Affandi, D.N. 2010. Reducing Greenhouse Gas. Report to Ministry of National Education. Republic of Indonesia, Jakarta
- Hariyanti, F., Syahza, A., Zulkarnain., Nofrizal. 2024. Economic transformation based on leading commodities through sustainable development of the oil palm industry. *Heliyon* 10(4), e25674. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25674>
- Hikmatullah., Sukarman. 2014. physical and chemical properties of cultivated peat soils in four trial sites of ICCTF in Kalimantan and Sumatra, Indonesia. *J. Trop Soils* 19(3), 131-141. <https://doi.org/10.5400/jts.2014.19.3.131>
- Ikkala, L., Ronkanen, A-K., Utriainen, O., Klove, B., Marttila, H. 2021. Peatland subsidence enhances cultivated lowland flood risk. *Soil and Tillage Research* 212, 105078. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105078>
- Jagadeesh, N., Sundaram, B. 2023. Adsorption of pollutants from wastewater by biochar: A review. *Journal of Hazardous Materials Advances* 9, 100226. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100226>
- Junior, A.F.D., Pirola, L.P., Takeshita, S., Lana, A.Q., Brito, J.O., de Andrade, A.M. 2016. Higrscopicity of charcoal produced in different temperatures. *Cenre* 22(4), 423-430. <https://doi.org/10.1590/01047760201622032175>
- Le, T.T.H., Fettig, J., Meon, G. 2019. Kinetics and simulation of nitrification at various pH values of a polluted river in the tropics. *Ecohydrology & Hydrobiology* 19(1), 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.06.006>
- Meng, Y., Wang, J.J., Wei, Z., Dodla, S.K., Fultz, L.M., Gaston, L.A., Xiao, R., Park, J-H., Scaglia, G. 2021. Nitrification inhibitors reduce nitrogen losses and improve soil health in a subtropical pastureland. *Geoderma* 388, 114947. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.114947>
- Mulyani, A., Agus, F. 2017. Kebutuhan dan ketersediaan lahan cadangan untuk mewujudkan cita-cita Indonesia sebagai lumbung pangan dunia tahun 2045. *Analisis Kebijakan Pertanian* 15(1), 1-17.
- Nishina, K., Melling, L., Toyoda, S., Itoh, M., Terajima, K., Waili, J.W.B., Wong, G.X., Kiew, F., Aeries, E.B., Hirata, R., Takahashi, H., Onodera, T. 2023. Dissolved N<sub>2</sub>O concentrations in oil palm plantation drainage in a peat swamp of Malaysia. *Science of The Total Environment* 872, 162062. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162062>
- Norton, J., Ouyang, Y. 2019. Controls and adaptive management of nitrification in agricultural soils. *Front. Microbiol.* 10, 1931. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01931>
- Nurkholifah, V. 2020. Produksi dan Karakterisasi Arang dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Kayu Karet. Skripsi. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Rabot, E., Henault, C., Cousin, I. 2016. Effect of the soil water dynamics on nitrous oxide emissions. *Geoderma* 280, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.06.012>

- Russell, R., Paterson, M., Lima, N. 2018. Climate change affecting oil palm agronomy, and oil palm cultivation increasing climate change, require amelioration. *Ecology and Evolution* 8(1), 452-461. <https://doi.org/10.1002/ece3.3610>
- Thakur, I.S., Medhi, K. 2019. Nitrification and denitrification processes for mitigation of nitrous oxide from waste water treatment plants for biovalorization: Challenges and opportunities. *Bioresource Technology* 282, 502-513. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.03.069>
- Vanags-Duka, M., Bardule, A., Butlers, A., Upenieks, E.M., Lazdins, A., Purvina, D., Licite, L. 2022. GHG emissions from drainage ditches in peat extraction sites and peatland forests in Hemiboreal Latvia. *Land* 11(12), 2233. <https://doi.org/10.3390/land11122233>
- Wang, C., Amon, B., Schulz, K., Mehdi, B. 2021. Factors that influence nitrous oxide emissions from agricultural soils as well as their representation in simulation models: A review. *Agronomy* 11(4), 770. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040770>
- Yang, P., Yang, H., Lai, D.Y.F., Guo, Q., Zhang, Y., Tong, C., Xu, C., Li, X. 2020. Large contribution of non-aquaculture period fluxes to the annual N<sub>2</sub>O emissions from aquaculture ponds in Southeast China. *Journal of Hydrology* 582, 124550. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124550>