

LEMBAR PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN (AI)

Nama : M. Hanif Ridho

NIM : 22551

Prodi : Agroteknologi

**Judul : Pengaruh Intensitas Penggenangan Air Dan Kematangan Pupuk
Kandang Terhadap Pertumbuhan Padi Dan Emisi Gas Metana CH₄**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Saya menggunakan bantuan teknologi Kecerdasan Buatan (AI) dalam penyusunan tugas akhir skripsi ini untuk menunjang penelitian saya.
2. Seluruh instruksi atau prompt yang digunakan dalam proses tersebut telah saya lampirkan pada bagian lampiran dokumen ini.
3. Saya menyadari bahwa meskipun menggunakan bantuan AI, tanggung jawab penuh atas isi, keaslian, dan kebenaran ilmiah dari tugas akhir skripsi ini sepenuhnya berada di tangan saya sebagai penulis.
4. Saya memastikan bahwa tidak ada pelanggaran etika akademik seperti plagiarisme dan bahwa penggunaan AI dilakukan secara bertanggung jawab dan sesuai dengan pedoman akademik yang berlaku di lingkungan INSTIPER.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan penuh tanggung jawab untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 13 Juli 2026
Yang Menyatakan,



M. Hanif Ridho

DAFTAR REFERENSI BESERTA LINK AKSESNYA

Ali, N., Jiang, Q., Akhtar, K., Luo, R., Jiang, M., He, B., & Wen, R. (2025). Biochar and manure co-application improves soil health and rice productivity through microbial modulation. <i>BMC Plant Biology</i> , 25(1), 1–17. https://doi.org/10.1186/s12870	https://drive.google.com/file/d/1E953aON-KpJ07f2vk_2SQCUC69qJuA3r/view?usp=drive_link
Annisa, W., Maas, A., Purwanto, B., & Widada, J. (2014). Effect of organic matter level on methane emission in acid sulphate soil from Belandean, South Kalimantan, Indonesia. <i>ARPJN Journal of Agricultural and Biological Science</i> , 9(4), 146–151.	https://drive.google.com/file/d/1vAy8rAXZ02wKvFpxuE9y9-KLYFFPi9z/view?usp=drive_link
Arianti, F. D., Pertiwi, M. D., Triastono, J., Purwaningsih, H., Minarsih, S., Kristantini, Hindarwati, Y., Jauhari, S., Sahara, D., & Nurwahyuni, E. (2022). Study of organic fertilizers and rice varieties on rice production and methane emissions in nutrient-poor irrigated rice fields. <i>Sustainability</i> , 14(10), 2–17. https://doi.org/10.3390/su14105919	https://drive.google.com/file/d/1rsM2CzY9NK62yHd0F8bpHVIVyLl9JKcb/view?usp=drive_link
Bashir, A., & Yuliana, S. (2019). Identifying factors influencing rice production and consumption in Indonesia. <i>Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi Dan Pembangunan</i> , 19(2), 172–185. https://doi.org/10.23917/jep.v19i2.5939	https://drive.google.com/file/d/1ikF5nh03ztqM-2j5qn1In9dYSSav8BXe/view?usp=drive_link
Canatoy, R. C., Cho, S. R., Galgo, S. J. C., Park, S. Y., & Kim, P. J. (2024). Biochar manure decreases ammonia volatilization loss and sustains crop productivity in rice paddy. <i>Frontiers in Environmental Science</i> , 12(1), 1–9. https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1421320	https://drive.google.com/file/d/12z_sY-XNdRssNEAzNhSC4UXaCppWhT3/view?usp=drive_link
Goldan, E., Nedeff, V., Barsan, N., Culea, M., Panainte-lehadus, M., Mosnegutu, E., Tomozei, C., Chitimus, D., & Irimia, O. (2023). Assessment of manure compost used as soil amendment. <i>Processes</i> , 11(1), 1–16. https://doi.org/10.3390/pr11041167	https://drive.google.com/file/d/1EWIs0JfrDF41FVzhSnQwJ_3unVSXeSZ/view?usp=drive_link
Ibrahim, A., & Saito, K. (2022). Assessing genetic and agronomic gains in rice yield in sub-Saharan Africa: A meta-analysis. <i>Field Crops Research</i> , 287(1), 1–12. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108652	https://drive.google.com/file/d/1A_3YEy4acZs7YxsZO6cdNVSYG-mWAXG/view?usp=drive_link

	drive link
Islam, M. D., Price, A. H., & Hallett, P. D. (2024). Rhizosphere development under alternate wetting and drying in puddled paddy rice. <i>European Journal of Soil Science</i> , 75(4), 1–17. https://doi.org/10.1111/ejss.13533	https://drive.google.com/file/d/1sIK1UeRxa8Vh6336uMw8tn3CPuMD99Ox/view?usp=drive_link
Jayanti, K. D., Cahyono, O., Komariah, K., & Mujiyo, M. (2026). Soil temperature and evaporation dynamics under water stress in varying soil textures and amendments. <i>Environment and Natural Resources Journal</i> , 24(1–15). https://doi.org/10.32526/enrj/24/20250209	https://drive.google.com/file/d/1xb6kNpcwrC6qYldkReW8M0YUhqG4vkl/view?usp=drive_link
Li, X., Bei, Q., Nematabad, M. R., Peng, J., & Liesack, W. (2024). Time - shifted expression of acetoclastic and methylotrophic methanogenesis by a single <i>Methanosarcina</i> genomospecies predominates the methanogen dynamics in Philippine rice field soil. <i>Microbiome</i> , 1–18. https://doi.org/10.1186/s40168-023-01739-z	https://drive.google.com/file/d/1EpuAkcklPCe-ABbViHwdU3ElnYt9llz4/view?usp=drive_link
Liesack, W., Schnell, S., & Revsbech, N. P. (2000). Microbiology of flooded rice paddies. <i>FEMS Microbiology Reviews</i> , 24(1), 625–645. https://academic.oup.com/femsre/article/24/5/625/590295	https://drive.google.com/file/d/1aRUjyQ8f4sU22eJ6uzMyJGZHyLkwj5Y0/view?usp=drive_link
Liu, J., Wang, T., Lan, L., Meng, Q., Xu, J., Hu, M., & Sajid, T. (2026). Improving soil health and rice yields with the application of soil amendments in acidic paddy soils. <i>Agronomy</i> , 1(1), 1–16. https://doi.org/10.3390/agronomy16010009	https://drive.google.com/file/d/1MZgbitU2Ygq8-TJ1bkmx-zOsjQznwIZAy/view?usp=drive_link
Malyan, S. K., Bhatia, A., Tomer, R., & Kumar, O. (2016). Impact of nitrogen fertilizers on methane emissions from flooded rice. <i>International Journal of Agricultural Invention</i> , 1(2), 124–128. https://doi.org/10.46492/ijai/2016.1.2.1	https://drive.google.com/file/d/1odja1hVY9QyHbR8XBvnXFFJkOl0oCu0B/view?usp=drive_link
Mar, K. A., Unger, C., Walderdorff, L., & Butler, T. (2022). Beyond CO2 equivalence: The impacts of methane on climate, ecosystems, and health. <i>Environmental Science and Policy</i> , 134(March 2021), 127–136. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.03.027	https://drive.google.com/file/d/1cBEiufZjvRuv1yKWxf4oXeFgvW1PvdLr/view?usp=drive_link
Mulyadi, T., Nurcholis, M., & Partoyo, P. (2020). Beberapa sifat kimia tanah sawah atas penggunaan pupuk organik dengan kurun waktu berbeda di Sayegan, Sleman. <i>Jurnal Tanah Dan Air</i> , 17(1), 74–91. http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jta/index	https://drive.google.com/file/d/1we_YNGCQk_hhjzvToKs4SrKrStKFsAdU/view?usp=drive_link

	=drive_link
Nazir, A., Bhat, M. A., Bhat, T. A., Fayaz, S., Mir, M. S., Basu, U., Ahanger, S. A., Altaf, S., Jan, B., Lone, B. A., Mushtaq, M., El-Sharnouby, M., Skalicky, M., Brestic, M., & El Sabagh, A. (2022). Comparative analysis of rice and weeds and their nutrient partitioning under various establishment methods and weed management practices in temperate environment. <i>Agronomy</i> , 12(4). https://doi.org/10.3390/agronomy12040816	https://drive.google.com/file/d/1D2o4vIG55PMaqq7qYd5cbStNoHf9eZmp/view?usp=drive_link
Nungkat, P., Kusuma, Z., & Handayanto, E. (2015). Effects of organic matter application on methane emission from paddy fields adopting organic farming system. <i>Journal of Degraded and Mining Lands Management</i> , 2(2), 303–312. https://doi.org/10.15243/jdmlm.2014.022.303	https://drive.google.com/file/d/1G9qasXoxFIJmW44IkOp-nerW0jKkfZV6/view?usp=drive_link
Pertiwinigrum, A., Wuri, M. A., Setiyana, D., Purwanto, B. H., Harto, A. W., & Gozan, M. (2020). Evaluation of methane and carbon dioxide emissions from livestock waste, compost, and biogas sludge. <i>International Journal of GEOMATE</i> , 18(68), 35–40. https://doi.org/10.21660/2020.68.5592	https://drive.google.com/file/d/1BdRT60NqSUiFPCnO7tg_eq3Skpe3zhR/view?usp=drive_link
Putri, Y. M., & Arif, C. (2018). Penerapan algoritma genetika untuk optimasi pengelolaan air lahan padi sawah rendah emisi gas metana (CH ₄). <i>Jurnal Teknik Dan Lingkungan</i> , 3(3), 149–160.	https://drive.google.com/file/d/14UW1R19rQXPWKnlfNcs1Z_jLW9iMhFg/view?usp=drive_link
Qian, H., Zhu, X., Huang, S., Linquist, B., Kuzyakov, Y., Wassmann, R., & Minamikawa, K. (2023). Greenhouse gas emissions and mitigation in rice agriculture. <i>Nature Reviews Earth & Environment</i> , 4(October), 716–732. https://doi.org/10.1038/s43017-023-00482-1	https://drive.google.com/file/d/1Fo9Q7_Kx1fykJditU3YCMETOYe_l89if/view?usp=drive_link
Rahman, M. A., Kang, S. C., Nagabhatla, N., & Macnee, R. (2017). Impacts of temperature and rainfall variation on rice productivity in major ecosystems of Bangladesh. <i>Agriculture and Food Security</i> , 6(1), 1–11. https://doi.org/10.1186/s40066-017-0089-5	https://drive.google.com/file/d/1-bQHJDo5TngHLYFSJ_X-8iTFkCTzjByG/view?usp=drive_link
Rajendran, S., Park, H., Kim, J., Park, S. J., Shin, D., Lee, J. H., Song, Y. H., Paek, N. C., & Kim, C. M. (2024). Methane emission from rice fields: necessity for molecular approach for mitigation. <i>Rice Science</i> , 31(2), 159–178. https://doi.org/10.1016/j.rsci.2023.10.003	https://drive.google.com/file/d/1fLdKvsvZ6dr9KNsHMzX6nfWtWPMQU0mb/view?usp=drive_link
Senthilraja, K., Venkatesan, S., Udhaya Nandhini, D., Dhasarathan, M., Prabha, B., Boomiraj, K., Mohan Kumar,	https://drive.google.co

S., Bhuvaneswari, K., Raveendran, M., & Geethalakshmi, V. (2023). Mitigating methane emission from the rice ecosystem through organic amendments. <i>Agriculture</i> , 13(5), 1–17. https://doi.org/10.3390/agriculture13051037	m/file/d/1y2qpK6PjGXWENnXVVfiy0svPJwAmBcPB/view?usp=drive_link
Shah, A., Huang, J., Han, T., Khan, M. N., Tadesse, K. A., Daba, N. A., Khan, S., Ullah, S., Sardar, M. F., Fahad, S., & Zhang, H. (2024). Impact of soil moisture regimes on greenhouse gas emissions, soil microbial biomass, and enzymatic activity in long-term fertilized paddy soil. <i>Environmental Sciences Europe</i> , 36(1), 1–12. https://doi.org/10.1186/s12302-024-00943-4	https://drive.google.com/file/d/13xHT0hW3KDgt7mSJ6dI3sM2u0iCtXFv/view?usp=drive_link
Wang, J., Lu, K., Nie, H., Zeng, Q., Wu, B., Qian, J., & Fang, Z. (2018). Rice nitrate transporter OsNPF7 . 2 positively regulates tiller number and grain yield. <i>Rice</i> , 2, 1–13. https://doi.org/10.1186/s12284-018-0205-6	https://drive.google.com/file/d/1AadSB9MxWg-1iv1723thRn1ICwXMo-/view?usp=drive_link
Win, E. P., Win, K. K., Bellingrath-Kimura, S. D., & Oo, A. Z. (2020). Greenhouse gas emissions, grain yield and water productivity: a paddy rice field case study based in Myanmar. <i>Greenhouse Gases: Science and Technology</i> , 10(5), 884–897. https://doi.org/10.1002/ghg.2011	https://drive.google.com/file/d/1qfa6tz56wfJ817oVKq1PdGOEwxZ-gQWG/view?usp=drive_link

PEMAKAIAN AI		
Tools	:	ChatGPT
Prompt	:	1. Berikan saya jurnal bab 1 proposal dengan judul pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pertumbuhan padi dan emisi gas metana CH4 2. Berikan saya tujuan dari pembahasan latar belakang bab 1 saya 3. Berikan saya jurnal tentang pengaruh intensitas penggenangan air terhadap pertumbuhan padi dan emisi gas metana CH4 untuk tinjauan pustaka saya 4. Carikan saya jurnal tentang pengaruh pupuk kandang terhadap pertumbuhan padi dan emisi gas metana CH4
Capture Prompt	:	 

Commented [A1]:

		ChatGPT Sebutkan tiga permasalahan pengaruh intensitas penggenangan air terhadap pertumbuhan padi dan emisi gas rumah kaca pada sistem penggenangan padi 1. Sebutkan 3 faktor penyebab dampak negatif dari "Pengaruh Intensitas Penggenangan Air terhadap Air Tanah dan Emisi Gas Rumah Kaca". Sebutkan penyebab, mekanisme, konsekuensi, dan upaya perbaikan, dan jelaskan secara singkat alasan ilmiah. Berikan contoh aplikasi pengendalian untuk setiap efek dari air. A. Jurnal tentang pengaruh intensitas penggenangan terhadap emisi CH_4 1. Jiang, Y., Cao, D. K., Wang, S., et al. (2018) Jurnal Water Management in Wetland Rice Subsidy Farming Practices of the Systems, & Global Rice Analysis DOI Field crops Research Full-text available ChatGPT A. Carikan tiga jurnal tentang pengaruh pupuk kandang terhadap pertumbuhan padi dan emisi gas rumah kaca Sebutkan 3 jurnal dan 3 faktor penyebab dampak negatif dari "Pengaruh pupuk kandang terhadap pertumbuhan padi dan emisi gas rumah kaca". Sebutkan penyebab, mekanisme, konsekuensi, dan upaya perbaikan, dan jelaskan secara singkat alasan ilmiah. 1. Pengaruh pupuk kandang terhadap pertumbuhan padi 2. Pengaruh pupuk kandang terhadap pertumbuhan padi dan emisi gas rumah kaca Berikan contoh jurnal yang dapat diakses A. Jurnal tentang pengaruh pupuk kandang terhadap emisi CH_4 1. Chen, B., Lin, X., Wang, Y., & Hu, J. (2019) Jurnal Wetland Ecosystems and Integrated Nitrogen Cycle: An Application of Anomalous Component Control Microbes in Systems & News Full-text available
--	--	--

**PENGARUH INTENSITAS PENGGENANGAN AIR DAN
KEMATANGAN PUPUK KANDANG TERHADAP PERTUMBUHAN
PADI DAN EMISI GAS METANA (CH₄)**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH

M HANIF RIDHO

21/22551/BP

**FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN STIPER**

YOGYAKARTA

2026

**PENGARUH INTENSITAS PENGGENANGAN AIR DAN
KEMATANGAN PUPUK KANDANG TERHADAP PERTUMBUHAN
PADI DAN EMISI GAS METANA (CH₄)**

SKRIPSI



**DISUSUN OLEH
M HANIF RIDHO
21/22551/BP**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN STIPER
YOGYAKARTA
2026**

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PENGARUH INTENSITAS PENGGENANGAN AIR DAN
KEMATANGAN PUPUK KANDANG TERHADAP PERTUMBUHAN
PADI DAN EMISI GAS METANA (CH₄)**

Disusun oleh
M HANIF RIDHO
21/22551/ANTAN

Telah dipertanggung jawabkan di depan dosen penguji program studi
Agroteknologi, Fakultas Pertanian Institut Pertanian STIPER Yogyakarta
pada tanggal, 2 Juli 2026

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Valensi Kautsar, Ph.D

Amir Noviyanto, S.P.,M.Sc

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

Valensi Kautsar, Ph.D.

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diberitahukan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 13 Juli 2026

Yang menyatakan,

M Hanif Ridho

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Intensitas Penggenangan Air Dan Kematangan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Padi Dan Emisi Gas Metana (Ch₄)”. Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar akademik strata-1 Fakultas Pertanian Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari berbagai pihak yang memberikan bantuan dan dukungan. Dengan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Valensi Kautsar, Ph.D ., selaku Dekan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Stiper Yogyakarta dan dosen pembimbing skripsi.
2. Dr. Sri Suryanti, SP, MP, selaku Ketua Jurusan Agroteknologi.
3. Amir Noviyanto, SP. M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi.
4. Kedua orang tua yang telah merawat saya dan keluarga saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya dalam melaksanakan penelitian ini.
5. Rekan-rekan Instiper yang telah melalui perjalanan dan perjuangan bersama.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai bahan perbaikan berikutnya.

Yogyakarta, 13 Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI.....	xi
I .PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Tanaman Padi (<i>Oryza sativa</i> L.).....	5
B. Genangan Air Pada Sawah.....	6
C. Pupuk Kandang dan Kematangannya.....	6
D. Emisi Gas Metana (CH ₄).....	8
E. Hipotesis.....	11

III. METODE PENELITIAN	13
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	13
C. Rancangan Penelitian.....	14
D. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	15
E. Parameter Pengamatan	16
F. Perhitungan Fluks (Flux) Emisi Gas.....	17
G. Analisis Data.....	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Hasil dan Analisis	19
B. Pembahasan	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan tinggi tanaman.....	20
Tabel 2. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan jumlah anakan.	22
Tabel 3. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan Panjang daun.....	24
Tabel 4. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan lebar daun.....	26
Tabel 5. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan jumlah daun.....	28
Tabel 6. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan pH tanah.	29
Tabel 7. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan redoks potensial (Eh).	30
Tabel 8. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap suhu tanah.	31
Tabel 9. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap data EC.....	32
Tabel 10. Uji normalitas data parameter lingkungan dan emis CH ₄	34
Tabel 11. Analisis korelasi spearman antara parameter lingkungan dan emisi gas metana CH ₄	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tinggi tanaman padi (cm).....	19
Gambar 2. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap jumlah anakan.....	21
Gambar 3. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap Panjang daun (cm).....	23
Gambar 4. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap lebar daun (cm).....	25
Gambar 5. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap jumlah daun.	27
Gambar 6. Perhitungan Fluks (Flux) Emisi Gas.	33

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil sidik pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif.
- Lampiran 2. Hasil sidik pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap panjang daun dan lebar daun.
- Lampiran 3. Hasil sidik pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap jumlah daun dan Eh potential redoks.
- Lampiran 4. Hasil sidik pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pH tanah dan EC.
- Lampiran 5. Dokumentasi penelitian.
- Lampiran 6. Dokumentasi penelitian.

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pertumbuhan padi dan emisi gas CH₄. Penelitian ini dilakukan pada April – Agustus 2024 di KP2 INSTIPER Jl. Nangka II, Krodan, Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah intensitas penggenangan air: tergenang terus-menerus dan setengah tergenang. Faktor kedua adalah kematangan pupuk kandang: tanpa pupuk kandang, pupuk kandang segar, pupuk kandang matang, masing-masing kombinasi diulang sebanyak 3 kali. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, Panjang daun, lebar daun, jumlah daun, Eh potential redoks, suhu tanah, pH tanah, dan emisi gas CH₄. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam (Anova) pada jenjang nyata 5%, dan jika terdapat perbedaan nyata dilakukan uji DMRT pada jenjang 5%. Hasil penelitian menunjukkan Kombinasi pupuk matang pada kondisi tergenang terus-menerus (B2G1) menunjukkan kontribusi emisi CH₄ tertinggi selama periode pengamatan, dengan nilai rata-rata berkisar antara 1,5 hingga 2,5 mg m⁻² hari⁻¹. Sebaliknya, kombinasi aplikasi pupuk matang dan setengah tergenang (B2G2) mampu menekan pelepasan gas metana secara nyata, di mana emisi tercatat pada kisaran 0,5–1,0 mg m⁻² hari⁻¹ pada kondisi tergenang dan berada di bawah 0,5 mg m⁻² hari⁻¹ pada kondisi tidak tergenang.

Kata kunci: padi, penggenangan air, pupuk kandang, gas, emisi CH₄.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa L.*) merupakan tanaman pangan utama yang memiliki peran strategis dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Konsumsi beras di Indonesia terus meningkat seiring pertambahan jumlah penduduk, sehingga produktivitas padi harus ditingkatkan melalui perbaikan teknik budidaya yang tepat (Bashir & Yuliana, 2019). Salah satu aspek penting dalam budidaya padi adalah pengelolaan air, karena sistem penggenangan memengaruhi ketersediaan oksigen tanah, aktivitas mikroorganisme, ketersediaan unsur hara, serta secara langsung berdampak pada pertumbuhan tanaman.

Budidaya padi sawah diketahui dapat meningkatkan emisi gas rumah kaca (GRK) dari tanah ke atmosfer sebagai akibat dari praktik pengelolaan tanaman, seperti pengaturan irigasi, pemilihan varietas, dan manajemen pemupukan, yang secara langsung memengaruhi proses biogeokimia karbon dan nitrogen di dalam tanah. Pada kondisi tanah sawah yang tergenang, lingkungan anaerob terbentuk dan mendorong terjadinya dekomposisi bahan organik yang menghasilkan metana sebagai produk akhir. Gas metana tersebut dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme metanogen ketika ketersediaan oksigen dan sulfat berada pada tingkat yang sangat rendah. Sebaliknya, dinitrogen oksida terbentuk melalui proses mikrobiologis pada kondisi tanah yang relatif aerob. Emisi metana dari lahan sawah dilepaskan ke atmosfer melalui beberapa mekanisme, dengan jalur transportasi utama melalui jaringan aerenkima tanaman padi yang berkontribusi hingga sekitar 90% dari total

Commented [A2]: Prompt chat gpt : koreksi tata kalimat pada pendahuluan menurut tata kaidah Bahasa Indonesia yang benar

Commented [A3R2]:

Commented [A4]: Jurnal dari ai

emisi, sementara sisanya dilepaskan melalui proses ebulisi serta difusi melalui lapisan air genangan. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem budidaya padi sawah memiliki peran penting dalam dinamika emisi gas rumah kaca, khususnya metana, yang berkontribusi terhadap perubahan iklim global (Nungkat et al., 2015).

Commented [A5]: Jurnal dari chat gpt

Budidaya padi sawah dengan pola irigasi tergenang merupakan salah satu aktivitas pertanian yang berkontribusi besar terhadap emisi gas rumah kaca, khususnya gas metana (CH_4). Kondisi lahan sawah yang tergenang air menciptakan lingkungan anaerob yang mendukung terbentuknya metana sebagai hasil akhir proses dekomposisi bahan organik di dalam tanah. Metana yang dihasilkan kemudian dilepaskan ke atmosfer dan berperan signifikan dalam mempercepat pemanasan global. Sistem budidaya padi sawah dengan irigasi tergenang tidak hanya berperan dalam penyediaan pangan, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca yang berdampak pada perubahan iklim (Putri & Arif, 2018).

Commented [A6]: Jurnal dari chat gpt

Bahan organik memiliki peranan penting terhadap peningkatan emisi gas metana (CH_4) pada lahan sawah. Masukan bahan organik ke dalam tanah, baik yang berasal dari jerami, sisa tanaman, maupun pupuk kandang, berfungsi sebagai sumber karbon yang dimanfaatkan oleh mikroorganisme tanah. Dalam kondisi tanah tergenang, proses penguraian bahan organik berlangsung secara anaerob dan dikendalikan oleh mikroorganisme metanogen, sehingga menghasilkan gas metana sebagai produk akhir. Peningkatan jumlah bahan organik yang diaplikasikan ke lahan sawah akan memperbesar ketersediaan

substrat bagi aktivitas mikroba, yang selanjutnya mendorong peningkatan produksi dan emisi gas metana. Pemberian bahan organik sebesar 10 t/ha menghasilkan emisi CH_4 lebih tinggi dibandingkan dosis 5 t/ha. Selain itu, pupuk kandang sebagai salah satu sumber bahan organik dilaporkan mampu meningkatkan produksi metana karena kandungan karbonnya yang relatif mudah terdekomposisi (Nungkat et al., 2015).

Commented [A7]: Jurnal dari chat gpt

Berdasarkan uraian tersebut, diketahui bahwa intensitas penggenangan air dan tingkat kematangan pupuk kandang merupakan dua faktor penting yang berpengaruh terhadap pertumbuhan padi sekaligus emisi metana. Kajian mengenai interaksi keduanya masih terbatas, khususnya di lahan tropis seperti Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memperoleh dasar ilmiah dalam pengelolaan budidaya padi yang produktif dan ramah lingkungan.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh intensitas penggenangan air terhadap pertumbuhan tanaman padi dan emisi gas metana (CH_4)?
2. Bagaimana pengaruh tingkat kematangan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman padi dan emisi gas metana (CH_4)?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman padi dan emisi gas metana (CH_4)?

C. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh intensitas penggenangan air terhadap pertumbuhan

tanaman padi dan emisi gas metana (CH₄).

2. Menganalisis pengaruh tingkat kematangan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman padi dan emisi gas metana (CH₄).
3. Menganalisis interaksi antara intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman padi dan emisi gas metana (CH₄).

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami hubungan antara pengelolaan air dan penggunaan pupuk organik terhadap pertumbuhan padi dan emisi gas metana. Hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi petani dan pemangku kepentingan dalam menerapkan praktik budidaya padi yang efisien dan ramah lingkungan. Penelitian ini turut berkontribusi terhadap upaya mitigasi perubahan iklim melalui pengurangan emisi gas rumah kaca dari sektor pertanian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Commented [A8]: Koreksi tata iklimat pada tinjauan Pustaka menurut kaidah Bahasa Indonesia yang benar

A. Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti ketersediaan air, kondisi tanah, iklim, serta praktik pengelolaan budidaya. Ketersediaan air yang cukup berfungsi menjaga keseimbangan fisiologis tanaman, mendukung aktivitas fotosintesis, dan membantu distribusi nutrisi ke seluruh jaringan tanaman. Lahan sawah yang digenangi secara konvensional selama musim tanam memang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara serta menekan pertumbuhan gulma melalui penciptaan kondisi anaerobik di permukaan tanah (Nazir et al., 2022).

Kesuburan tanah memegang peran krusial dalam menentukan keberhasilan budidaya padi. Tanah yang subur ditandai dengan kandungan bahan organik yang cukup, struktur tanah yang baik, serta ketersediaan unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Penambahan pupuk organik seperti pupuk kandang telah terbukti mampu memperbaiki kualitas tanah dengan meningkatkan kapasitas tukar kation, memperbaiki agregasi tanah, serta mendukung keberagaman mikroba tanah yang berperan dalam dekomposisi bahan organik (Ali et al., 2025). Oleh karena itu, kualitas dan tingkat kematangan pupuk organik menjadi faktor penting dalam menjaga keseimbangan antara peningkatan kesuburan tanah dan pengendalian emisi gas rumah kaca.

Padi memiliki sistem perakaran serabut yang dangkal dan berkembang baik pada tanah tergenang. Sistem perakaran ini memudahkan padi beradaptasi

dengan kondisi sawah, tetapi juga membuatnya rentan terhadap perubahan kedalaman air dan kondisi aerasi tanah. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa padi yang ditanam dengan pengelolaan air intermiten cenderung memiliki akar lebih sehat dan aerasi tanah yang lebih baik dibandingkan dengan sistem penggenangan penuh (Islam et al., 2024). Hal ini mendukung efisiensi penggunaan air dan memberikan peluang bagi perbaikan metabolisme tanaman. Selain itu, fisiologi tanaman padi juga dipengaruhi oleh varietas yang digunakan, di mana varietas unggul berdaya hasil tinggi sering kali lebih responsif terhadap ketersediaan air dan pupuk dibanding varietas lokal tradisional (Ibrahim & Saito, 2022).

B. Genangan Air Pada Sawah

Gas metana (CH_4) merupakan salah satu gas rumah kaca utama yang memiliki kontribusi besar terhadap perubahan iklim global. Kontribusi lahan sawah terhadap total emisi metana pertanian global diperkirakan mencapai sekitar 11% . Hal ini menjadikan pengelolaan emisi metana di lahan sawah sebagai isu penting dalam konteks mitigasi perubahan iklim sekaligus keberlanjutan produksi pangan. Proses pembentukan metana di tanah sawah dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain suhu tanah, tekstur tanah, kandungan bahan organik, serta lamanya periode penggenangan Bahan organik yang masuk ke dalam ekosistem sawah juga sangat menentukan besarnya emisi metana. Pupuk organik, jerami padi, dan sisa tanaman yang terdekomposisi menjadi substrat utama bagi mikroorganisme metanogen. Penelitian [Senthilraja et al., \(2023\)](#) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk

Commented [A9]: Jurnal dari chat gpt

organik segar meningkatkan ketersediaan substrat mudah terurai, sehingga emisi metana dapat meningkat secara signifikan.

Penggunaan bahan organik matang yang lebih stabil cenderung menghasilkan emisi lebih rendah karena proses dekomposisinya lebih lambat. Selain itu, keberadaan pupuk anorganik tertentu seperti amonium sulfat juga dapat menekan pembentukan metana melalui efek penghambatan pada aktivitas mikroba metanogen (Malyan et al., 2016). Semakin lama dan semakin dalam genangan air, semakin tinggi pula aktivitas metanogen yang terjadi, sehingga potensi emisi metana akan meningkat signifikan. Oleh karena itu, praktik pengairan konvensional berupa penggenangan penuh cenderung menghasilkan emisi yang lebih besar dibandingkan sistem pengairan alternatif. Dengan demikian, interaksi antara masukan bahan organik dan kondisi pengairan menjadi kunci dalam menentukan besaran emisi gas metana di lahan sawah.

Commented [A10]: Jurnal dari bantuan chat gpt

C. Pupuk Kandang dan Kematangannya

Kematangan pupuk kandang ditandai dengan perubahan warna menjadi lebih gelap, berbau tanah, bertekstur remah, dan tidak menimbulkan panas saat dipegang. Proses dekomposisi yang sempurna menghasilkan pupuk kandang matang yang lebih stabil dan mudah diserap oleh tanaman. Sebaliknya, penggunaan pupuk kandang segar dapat meningkatkan risiko kehilangan nitrogen melalui volatilisasi amonia, serta meningkatkan produksi gas rumah kaca seperti metana (CH₄) karena masih tingginya kandungan bahan organik mudah terurai (Canatoy et al., 2024).

Commented [A11]: Jurnal dari chat gpt

Penggunaan pupuk kandang matang terbukti dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen, fosfor, dan kalium, serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pemberian pupuk organik ini juga dapat meningkatkan aktivitas mikroba tanah yang berperan dalam perombakan bahan organik, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman padi (Ali et al., 2025). Namun, pupuk kandang yang belum matang cenderung menghasilkan emisi gas metana lebih tinggi akibat tingginya kandungan bahan organik yang mudah terfermentasi dalam kondisi anaerob pada lahan sawah (Arianti et al., 2022).

Commented [A12]: Jurnal dari chat gpt

Commented [A13]: Jurnal dari chat gpt

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang matang dengan dosis tepat dapat meningkatkan hasil padi sekaligus menekan emisi gas rumah kaca. Sebaliknya, penggunaan pupuk kandang segar mempercepat dekomposisi anaerobik sehingga meningkatkan pembentukan metana. Oleh karena itu, pemilihan jenis pupuk kandang berdasarkan tingkat kematangannya menjadi faktor penting dalam sistem budidaya padi berkelanjutan (Pertiwiningrum et al., 2020).

Commented [A14]: Jurnal dari chat gpt

D. Emisi Gas Metana (CH₄)

Gas metana (CH₄) dari lahan sawah memiliki kontribusi besar terhadap perubahan iklim global karena sifatnya sebagai gas rumah kaca dengan potensi pemanasan global 28 kali lebih kuat dibanding karbon dioksida dalam periode 100 tahun. Emisi metana dari sawah menjadi signifikan karena lahan tergenang menciptakan kondisi anaerob yang ideal bagi aktivitas mikroba metanogen. Data yang dilaporkan oleh Rajendran et al., (2024) menunjukkan bahwa sektor pertanian, khususnya budidaya padi sawah, menyumbang sekitar 16% dari

total emisi CH₄ global.

Dampak emisi metana dari sawah tidak hanya terbatas pada peningkatan suhu global, tetapi juga memengaruhi keberlanjutan sistem pertanian itu sendiri. Konsentrasi CH₄ yang tinggi di atmosfer dapat memperkuat efek rumah kaca sehingga mengubah pola iklim regional, termasuk distribusi curah hujan dan siklus hidrologi (Mar et al., 2022). Perubahan pola iklim berpotensi mengganggu siklus produksi padi, terutama di negara-negara produsen utama di Asia yang sangat bergantung pada stabilitas iklim untuk menjaga produktivitas pertanian. Rahman et al. (2017) menjelaskan bahwa keberlanjutan sistem pangan global tidak hanya ditentukan oleh peningkatan hasil produksi, tetapi juga oleh kemampuan sektor pertanian dalam menekan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, emisi metana dari sawah harus dipandang sebagai masalah multidimensi yang menghubungkan isu pertanian, lingkungan, dan iklim.

Emisi CH₄ dari sawah juga memiliki kaitan erat dengan faktor sosial-ekonomi. Negara-negara berkembang yang bergantung pada padi sebagai sumber pangan utama seringkali menghadapi dilema antara peningkatan produksi untuk memenuhi kebutuhan pangan dan kewajiban menekan emisi untuk menjaga lingkungan global (Rahman et al., 2017). Ketergantungan pada praktik penggenangan penuh untuk menjaga kesuburan lahan sawah memperbesar potensi emisi metana. Hal ini menimbulkan tantangan bagi petani kecil yang aksesnya terbatas terhadap teknologi mitigasi ramah lingkungan.

Dari perspektif ekologis, tingginya emisi CH₄ dari sawah dapat memengaruhi keseimbangan ekosistem. Emisi metana dalam jumlah besar dapat memengaruhi konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, yang kemudian berdampak pada peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrem seperti banjir dan kekeringan. Kondisi tersebut secara tidak langsung dapat menurunkan produktivitas lahan pertanian serta mengganggu keanekaragaman hayati di sekitar ekosistem sawah (Win et al., 2020). Dengan kata lain, pengelolaan emisi CH₄ dari lahan sawah tidak hanya penting bagi stabilitas iklim global, tetapi juga bagi keberlanjutan agroekosistem lokal. Hal ini menegaskan pentingnya penerapan teknologi mitigasi berbasis ekologi yang mampu menekan emisi tanpa merusak fungsi ekologis lahan pertanian.

Urgensi pengelolaan emisi CH₄ dari sawah semakin tinggi seiring meningkatnya tekanan global terhadap perubahan iklim. Target pengurangan emisi gas rumah kaca yang tertuang dalam Perjanjian Paris 2015 menuntut setiap negara, termasuk Indonesia, untuk berkontribusi secara signifikan dalam menekan emisi dari sektor pertanian. Badan Litbang Pertanian (2021) melaporkan bahwa pengelolaan air dan pupuk organik merupakan strategi mitigasi yang paling potensial diterapkan pada lahan sawah. Oleh karena itu, penelitian tentang pengaruh intensitas penggenangan air dan tingkat kematangan pupuk kandang terhadap emisi metana memiliki urgensi tinggi, baik dalam konteks ilmiah, praktis, maupun kebijakan. Dengan pemahaman mendalam mengenai mekanisme dan dampaknya, strategi mitigasi yang lebih efektif dapat dirumuskan untuk mendukung sistem pertanian padi

berkelanjutan.

E. Hipotesis

Intensitas penggenangan diduga menyebabkan perubahan kondisi aerasi dan potensial redoks (Eh) tanah sawah. Kondisi tergenang terus-menerus cenderung menciptakan lingkungan anaerob yang mendukung aktivitas mikroorganisme metanogen sehingga meningkatkan emisi CH_4 , namun dapat membatasi respirasi akar dan penyerapan hara tertentu. Sebaliknya, kondisi setengah tergenang memungkinkan ketersediaan oksigen tanah tetap terjaga, sehingga mendukung respirasi akar, aktivitas mikroorganisme aerob, efisiensi penyerapan unsur hara, serta pertumbuhan vegetatif tanaman padi, sekaligus berpotensi menekan pembentukan emisi metana.

Tingkat kematangan pupuk kandang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi dan emisi gas metana (CH_4). Pupuk kandang segar diduga mengandung bahan organik yang mudah terdekomposisi, sehingga meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan konsumsi oksigen yang berpotensi menurunkan nilai Eh serta meningkatkan emisi CH_4 . Sebaliknya, pupuk kandang matang memiliki bahan organik yang lebih stabil dan telah mengalami proses dekomposisi, sehingga pelepasan unsur hara berlangsung lebih lambat dan seimbang, konsumsi oksigen oleh mikroorganisme lebih rendah, serta kondisi redoks tanah lebih stabil. Perbedaan karakteristik tersebut diduga memengaruhi ketersediaan hara, pertumbuhan vegetatif padi, dan besarnya emisi metana yang dihasilkan.

Interaksi antara intensitas penggenangan air dan tingkat kematangan

pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman padi dan emisi gas metana (CH_4). Kombinasi antara kondisi penggenangan dan sifat bahan organik dari pupuk kandang diduga menentukan keseimbangan proses aerob dan anaerob di dalam tanah sawah. Pada kondisi tergenang dengan pemberian pupuk kandang segar, aktivitas mikroorganisme anaerob diperkirakan meningkat sehingga emisi CH_4 lebih tinggi. Sebaliknya, pada kondisi setengah tergenang dengan pupuk kandang matang, lingkungan tanah cenderung lebih oksidatif dan stabil, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman padi dan berpotensi menekan pembentukan emisi metana. Interaksi kedua faktor ini diduga berperan penting dalam mengontrol dinamika hara, aktivitas mikroba, dan gas rumah kaca di lahan sawah.

III. METODE PENELITIAN

Commented [A15]: Koreksi tata Bahasa Indonesia pada metode penelitian dengan baik dan benar

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada April – Agustus 2024 di KP2 INSTIPER Jl. Nangka II, Krodan, Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, dibutuhkan alat dan bahan yang menunjang keberhasilan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Ember digunakan untuk wadah media tanam guna menjaga keseragaman perlakuan.
- Alat ukur pH memiliki tingkat akurasi $\pm 0,1$.
- Alat ukur redoks potensial tanah (Eh meter) memiliki tingkat akurasi ± 1 mV.
- Alat ukur EC (*Electrical Conductivity*) memiliki tingkat akurasi ± 1 ds/cm.
- Gas sampler dan gas chromatography (GC).
- Alat ukur pertumbuhan tanaman (mistar) digunakan untuk mengukur tinggi tanaman dan parameter morfologi lainnya dengan ketelitian hingga 1 mm.

Bahan yang digunakan adalah :

- Benih padi varietas Inpari 42
- Pupuk kandang matang dan segar
- Air

C. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan, yaitu:

1. Faktor A (Intensitas Penggenangan Air):

G1: Tergenang terus-menerus

G2: Setengah tergenang (macak-macak)

2. Faktor B (Kematangan Pupuk Kandang):

B0: Tanpa pupuk kandang

B1: Pupuk kandang segar

B2: Pupuk kandang matang

Setiap kombinasi perlakuan akan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat total 18 unit percobaan ($2 \times 3 \times 3$).

3. Matrik Perlakuan

Faktor 1	Tanpa Pupuk (B0)	Pupuk Segar (B1)	Pupuk Matang (B2)
Faktor 2			
Tergenang Terus-Menerus (G1)	B0G1 (U1,U2,U3)	B1G1 (U1,U2,U3)	B2G1 (U1,U2,U3)
Setengah Tergenang (G2)	B0G2 (U1,U2,U3)	B1G2 (U1,U2,U3)	B2G2 (U1,U2,U3)

4. Lay out Penelitian

B2G2	B1G1	B0G2
B0G1	B2G1	B0G1
B1G2	B2G2	B1G2
B0G2	B0G1	B1G1
B1G1	B0G2	B2G2
B2G1	B1G2	B2G1

D. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Pengambilan sampel tanah sawah kering kemudian dikumpulkan di ember yang sudah disiapkan dengan diisi air kemudian dicacah sampai membentuk seperti lumpur. Setelah membentuk lumpur didiamkan selama 7 hari sampai air menyusut.
2. Peletakan ember dan penggenangan air: antar ember diberi jarak 50 cm, penggenangan air diberikan sesuai perlakuan.
3. Penanaman : penanaman dilakukan didalam ember yang sudah berisi media tanam setiap ember ditanami 3 bibit padi.
4. Pemberian pupuk : Sebagai pupuk dasar, 100 kg/ha NPK diaplikasikan pada 7 hari setelah tanam. Pemupukan tambahan diaplikasikan pada 21 menggunakan 100 kg/ha Pupuk NPK sebanyak 100 kg/ha dan SP36 sebanyak 100 kg/ha, diikuti dengan aplikasi kedua pada 35 hari setelah tanam menggunakan 100 kg/ha NPK dan 100 kg/ha KCl. Dosis pupuk organik berbasis kotoran sapi mentah dan matang dihitung berdasarkan volume tanah dan kepadatan curah, setara dengan 20 ton/ha.
5. Pengairan: Perlakuan setengah tergenang diaplikasikan dengan hanya membasahi tanah sampai kondisi tanah dikategorikan macak macak sedangkan perlakuan tanah tergenang terus-menerus diaplikasikan dengan menggenangi tanah sampai kedalaman 5 cm.
6. Pemeliharaan: Meliputi pengendalian hama, penyesuaian kondisi air sesuai dengan perlakuan, dan pemantauan pertumbuhan vegetatif tanaman. Tingkat kejenuhan tanah dikendalikan melalui irigasi atau

penggenangan, diselaraskan dengan kombinasi perlakuan, untuk memastikan keakuratan hasil yang diperoleh dari setiap petak percobaan.

7. Pengamatan : Pengamatan mingguan yang dilakukan selama penelitian juga mengukur sifat kimia tanah yang memengaruhi emisi gas rumah kaca. Sifat tanah yang diukur meliputi konduktivitas listrik, pH tanah, dan potensial redoks. Sifat sifat ini merupakan faktor kunci dalam menentukan dinamika emisi CH₄ yang dihasilkan oleh tanaman padi.

E. Parameter Pengamatan

1. Pertumbuhan Tanaman
 - Tinggi tanaman (cm)
 - Jumlah anakan
 - Panjang daun
 - Lebar daun
 - Jumlah daun
2. Emisi Gas Metana
 - Emisi CH₄ (mg m⁻² hari⁻¹.) yang diukur dengan metode chamber dan dianalisis menggunakan gas kromatografi
3. Parameter Lingkungan
 - pH tanah
 - Redoks potensial (Eh)
 - Suhu tanah
 - Data EC

F. Perhitungan Fluks (Flux) Emisi Gas

Pengukuran emisi CH₄ dilakukan menggunakan metode *static closed chamber-GC* setiap tujuh hari setelah penanaman padi. Ruang pengambilan sampel berupa tabung silinder dengan diameter 30 cm dan tinggi 150 cm, terbuat dari akrilik transparan. Diameter ruang tersebut sesuai dengan diameter ember percobaan untuk menciptakan ruang kedap udara tanpa kebocoran. Setiap ruang dilengkapi dengan kipas bertenaga baterai untuk memastikan homogenitas udara dan termometer untuk mencatat suhu internal untuk perhitungan laju emisi gas. Sampel gas dikumpulkan menggunakan jarum suntik kedap udara 10 mL yang terpasang pada dinding ruang melalui keran tiga arah.

Pengambilan sampel dilakukan setiap minggu antara pukul 09:00 dan 11:00, dengan empat sampel gas diambil pada interval 10 menit (0, 10, 20, dan 30 menit) selama setiap sesi. Sampel gas kemudian dipindahkan ke dalam vial kaca vakum 10 mL yang disegel dengan sekat karet butil untuk analisis laboratorium.

Fluks emisi (*f*) dihitung dari kemiringan regresi linier CH₄. Fluks emisi (*f*) dihitung dari kemiringan regresi linier konsentrasi CH₄ dan waktu penutupan ruang. Nilai kemiringan ini kemudian dikonversi menjadi massa gas per satuan luas dan waktu (mg m⁻² d⁻¹) menggunakan rumus berikut :

$$f = \frac{\text{Slope (ppm min}^{-1}) \times V_c \times MW \times 60 \times 24}{22.4 \times \left(273 + \frac{T}{273}\right) \times A_c \times 1000}$$

f – CH₄ fluks emisi (mg m⁻² d⁻¹), *V_c* – mewakili volume ruang gas

dalam liter (L), MW – berat molekul gas masing-masing, 60 – setara dengan menit per jam (min h^{-1}), 24 – mewakili jam per hari (h d^{-1}), 22.4 – volume 1 mol gas dalam liter (L) pada suhu dan tekanan standar, 273 – suhu dalam satuan Kelvin ($^{\circ}\text{K}$), T – suhu di dalam ruangan dalam derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$), A_c – luas ruangan dalam meter persegi (m^2), dan 1000 – faktor konversi dari mikro gram (μg) ke milligrams (mg^{-1}).

G. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANOVA) dengan taraf signifikansi 5%. Jika terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji lanjutan Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Commented [A16]: Koreksi tata Bahasa hasil dan pembahasan menurut kaidah Bahasa Indonesia yang benar

A. Hasil dan Analisis

1. Tinggi Tanaman



Gambar 1. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tinggi tanaman padi (cm).

Gambar 1 memperlihatkan pengaruh intensitas penggenangan air terhadap pertumbuhan tinggi tanaman padi. Pengaplikasian penggenangan air setengah tergenang menunjukkan hasil tertinggi selama periode pengamatan sementara pengaplikasian tergenang terus menerus menunjukkan hasil terendah selama periode pengamatan. Pengaruh kematangan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tinggi tanaman padi. Pupuk segar menunjukkan pertumbuhan tanaman tertinggi hingga akhir pengamatan, disusul oleh tanpa pupuk sementara pupuk matang menghasilkan tinggi tanaman terendah selama periode pengamatan. Untuk mengetahui perbedaan signifikan secara statistik, perlu analisis sidik ragam

dan uji lanjut. Hasil sidik ragam pertambahan tinggi tanaman (Lampiran 1) memperlihatkan tidak terdapat interaksi berbeda nyata antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan tinggi tanaman.

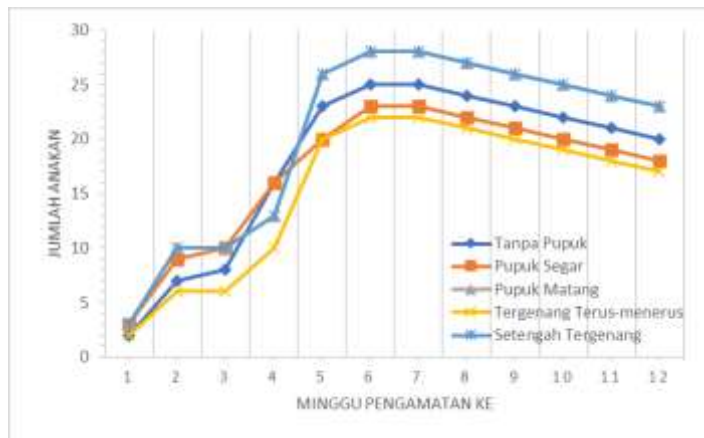
Tabel 1. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan tinggi tanaman (cm).

		Pupuk kandang			Rerata
		B0	B1	B2	
Intensitas Penggenangan air	G1	106.3	107.3	95.6	103.1 a
	G2	101.3	98.0	92.6	97.3 a
Rerata		103.8 p	102.6 p	94.1 p	(-)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT dengan jenjang 5%.
 (-) : Interaksi tidak berbeda nyata

Pengaruh kombinasi intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pertumbuhan Tinggi tanaman tidak menunjukkan beda nyata (Tabel 1). Penambahan tanpa pupuk segar menunjukkan nilai rerata sebesar 103.8 cm, tidak berbeda nyata dengan pupuk segar dan pupuk matang yang masing-masing sebesar 102.6 cm dan 94.1 cm. Hal yang sama ditunjukkan pada intensitas penggenangan air yang tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Tergenang terus-menerus menunjukkan tinggi bibit sebesar 103.7 cm, tidak berbeda nyata dengan setengah tergenang yang menunjukkan tinggi bibit sebesar 97.3 cm. Interaksi antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air menunjukkan tidak berbeda nyata.

2. Jumlah Anakan



Gambar 2. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap jumlah anakan.

Gambar 2 memperlihatkan pengaruh intensitas penggenangan air terhadap jumlah anakan. Pengaplikasian penggenangan air setengah tergenang menunjukkan hasil tertinggi selama periode pengamatan sementara pengaplikasian tergenang terus menerus menunjukkan hasil terendah selama periode pengamatan. Pengaruh kematangan pupuk kandang terhadap jumlah anakan. Pupuk matang menunjukkan pertumbuhan jumlah anakan tertinggi hingga akhir pengamatan, disusul oleh tanpa pupuk. Sementara, pupuk segar menghasilkan jumlah anakan terendah selama periode pengamatan. Untuk mengetahui perbedaan signifikan secara statistik, perlu analisis sidik ragam dan uji lanjut. Hasil sidik ragam jumlah anakan (Lampiran 2) memperlihatkan tidak terdapat interaksi berbeda nyata antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap jumlah anakan.

Tabel 2. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan jumlah anakan.

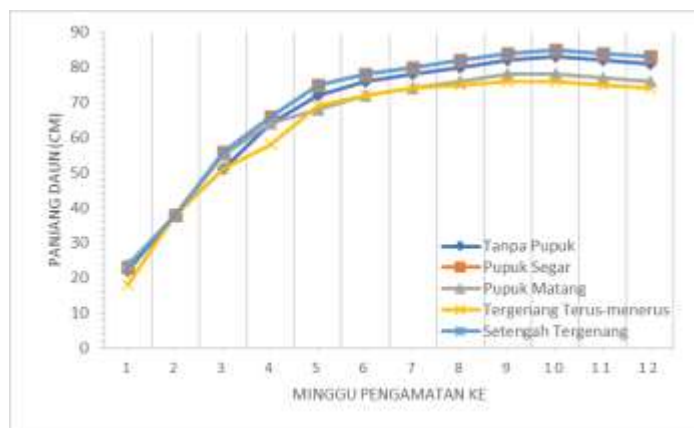
		Pupuk kandang			Rerata
		B0	B1	B2	
Intensitas	G1	17.0	11.6	8.0	12.2 a
Penggenangan air	G2	19.0	9.0	9.0	12.3 a
Rerata		18.0 p	10.3 p	8.5 p	(-)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT dengan jenjang 5%.

(-) : Interaksi tidak berbeda nyata

Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap jumlah anakan tidak menunjukkan beda nyata (Tabel 2). Seluruh perlakuan pupuk kandang memberikan pengaruh yang relatif sama terhadap jumlah anakan. Penambahan tanpa pupuk menunjukkan nilai rerata sebesar 18, pupuk segar dan pupuk matang yang masing-masing sebesar 10.3 dan 8.5. Hal yang sama ditunjukkan pada intensitas penggenangan air yang tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah anakan. Tergenang Terus-menerus menunjukkan jumlah anakan sebesar 12.2 cm, tidak berbeda nyata dengan setengah tergenang yang menunjukkan jumlah anakan sebesar 12.3. Interaksi antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air menunjukkan tidak berbeda nyata.

3. Panjang daun



Gambar 3. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap Panjang daun (cm).

Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap panjang daun. Pengaplikasian penggenangan air setengah tergenang menunjukkan hasil tertinggi selama periode pengamatan sementara pengaplikasian penggenangan air tergenang terus-menerus menunjukkan hasil terendah selama periode pengamatan. Pengaruh kematangan pupuk kandang terhadap Panjang daun. Pupuk segar menunjukkan hasil tertinggi hingga akhir pengamatan, disusul oleh tanpa pupuk. Sementara, pupuk matang menunjukkan hasil terendah selama periode pengamatan. Untuk mengetahui perbedaan signifikan secara statistik, perlu analisis sidik ragam dan uji lanjut. Hasil sidik ragam Panjang daun (Lampiran 3) memperlihatkan tidak terdapat interaksi berbeda nyata antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap Panjang daun.

Tabel 3. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan Panjang daun (cm).

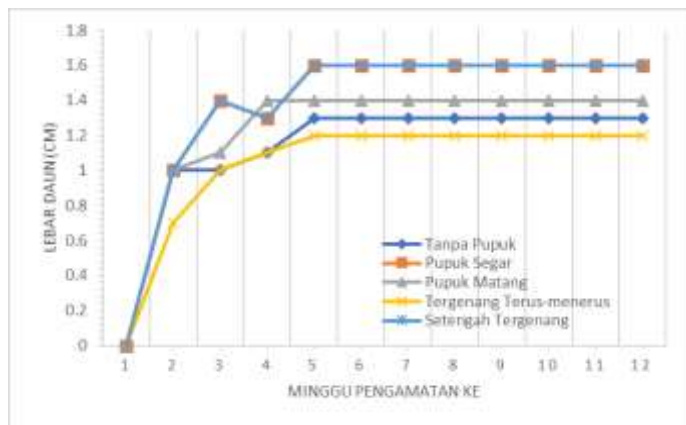
		Pupuk kandang			Rerata
		B0	B1	B2	
Intensitas Penggenangan air	G1	72.3	74.6	66.3	71.1 a
	G2	72.3	74.6	68.3	71.7 a
Rerata		72.3 p	74.6 p	67.3 p	(-)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT dengan jenjang 5%.

(-) : Interaksi tidak berbeda nyata

Panjang daun dengan kombinasi pupuk kandang dan intensitas penggenangan air tidak menunjukkan beda nyata (Tabel 3). Penambahan tanpa pupuk menunjukkan nilai rerata sebesar 72.3 cm, tidak berbeda nyata dengan pupuk segar dan pupuk kandang matang yang masing-masing sebesar 74.6 dan 67.3 cm. Hal yang sama ditunjukkan pada intensitas penggenangan air yang tidak menunjukkan pengaruh beda nyata terhadap Panjang daun. Tergenang Terus-menerus menunjukkan Panjang daun sebesar 71.7 cm, tidak berbeda nyata dengan setengah tergenang yang menunjukkan Panjang daun sebesar 71.7 cm. Interaksi antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air menunjukkan tidak berbeda nyata.

4. Lebar daun



Gambar 4. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap lebar daun (cm).

Gambar 4 memperlihatkan pengaruh intensitas penggenangan air terhadap lebar daun. Pengaplikasian penggenangan setengah tergenang menunjukkan hasil tertinggi sementara pengaplikasian tergenang terus menerus menunjukkan hasil terendah selama periode pengamatan. Pengaruh kematangan pupuk kandang terhadap lebar daun. Pupuk segar menunjukkan hasil tertinggi hingga akhir pengamatan, disusul oleh pupuk matang. Sementara, tanpa pupuk menunjukkan hasil terendah selama periode pengamatan. Untuk mengetahui perbedaan signifikan secara statistik, perlu analisis sidik ragam dan uji lanjut. Hasil sidik ragam lebar daun (Lampiran 4) memperlihatkan tidak terdapat interaksi berbeda nyata antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap lebar daun.

Tabel 4. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan lebar daun (cm).

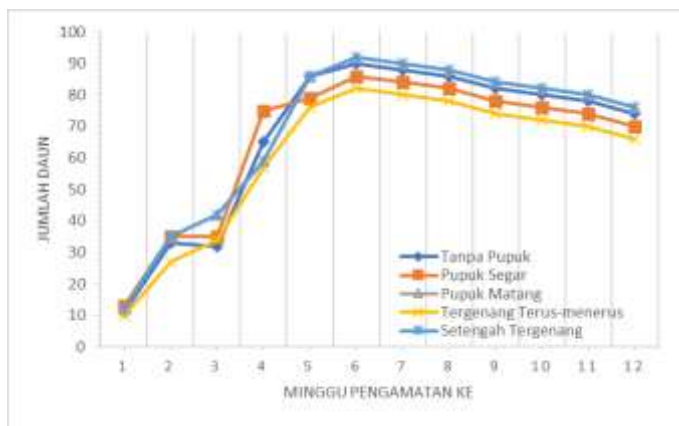
		Pupuk kandang			Rerata
		B0	B1	B2	
Intensitas Penggenangan air	G1	1.1	1.3	1.1	1.2 a
	G2	1.1	1.2	1.1	1.1 a
Rerata		1.1 p	1.2 p	1.1 p	(-)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT dengan jenjang 5%.

(-) : Interaksi tidak berbeda nyata

Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap Lebar daun tidak menunjukkan beda nyata (Tabel 4). Penambahan tanpa pupuk menunjukkan nilai rerata sebesar 1.1 cm, tidak berbeda nyata dengan pupuk segar dan pupuk matang yang masing-masing sebesar 1.25 dan 1.1 cm. Hal yang sama ditunjukkan pada intensitas penggenangan air yang tidak menunjukkan pengaruh beda nyata terhadap lebar daun. Tergenang Terus-menerus menunjukkan lebar daun sebesar 1.16 cm, tidak berbeda nyata dengan setengah tergenang yang menunjukkan lebar daun sebesar 1.17 cm. Interaksi antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air menunjukkan tidak berbeda nyata.

5. Jumlah daun



Gambar 5. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap jumlah daun (cm).

Gambar 5 memperlihatkan pengaruh intensitas penggenangan air terhadap jumlah daun. Pengaplikasian penggenangan setengah tergenang menunjukkan hasil tertinggi sementara pengaplikasian tergenang terus-menerus menunjukkan hasil terendah selama periode pengamatan. Pengaruh kematangan pupuk kandang terhadap jumlah daun. Pupuk matang menunjukkan hasil tertinggi hingga akhir pengamatan, disusul oleh tanpa pupuk. Sementara, pupuk segar menghasilkan lebar daun terendah selama periode pengamatan. Untuk mengetahui perbedaan signifikan secara statistik, perlu analisis sidik ragam dan uji lanjut. Hasil sidik ragam lebar daun (Lampiran 5) memperlihatkan tidak terdapat interaksi berbeda nyata antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap jumlah daun.

Tabel 5. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan jumlah daun (cm).

		Pupuk kandang			Rerata
		B0	B1	B2	
Intensitas Penggenangan air	G1	68.6	62.6	40.0	57.1 a
	G2	48.6	36.0	44.0	42.9 a
Rerata		58.6 p	49.3 p	42.0 p	(-)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT dengan jenjang 5%.

(-) : Interaksi tidak berbeda nyata

Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap jumlah daun tidak menunjukkan beda nyata (Tabel 5). Penambahan tanpa pupuk menunjukkan nilai rerata sebesar 58.6 cm, tidak berbeda nyata dengan pupuk segar dan pupuk matang yang masing-masing sebesar 49.3 dan 42.0 cm. Hal yang sama ditunjukkan pada intensitas penggenangan air yang tidak menunjukkan pengaruh beda nyata terhadap jumlah daun. Tergenang Terus-menerus menunjukkan jumlah daun sebesar 57.1 cm, tidak berbeda nyata dengan setengah tergenang yang menunjukkan jumlah daun sebesar 42.9 cm. Interaksi antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air menunjukkan tidak berbeda nyata.

6. pH Tanah

Hasil sidik ragam pH tanah (Lampiran 6) memperlihatkan tidak terdapat interaksi berbeda nyata antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap jumlah daun.

Tabel 6. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan pH tanah.

		Pupuk kandang			Rerata
		B0	B1	B2	
Intensitas Penggenangan air	G1	6.4	6.3	6.4	6.4 a
	G2	6.4	6.3	6.3	6.3 a
Rerata		6.4 p	6.3 p	6.35 p	(-)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT dengan jenjang 5%.

(-) : Interaksi tidak berbeda nyata

Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pH tanah tidak menunjukkan beda nyata (Tabel 6). Penambahan tanpa pupuk menunjukkan nilai rerata sebesar 6.4, tidak berbeda nyata dengan pupuk segar dan pupuk matang masing-masing sebesar 6.3 dan 6.35. Hal yang sama ditunjukkan pada intensitas penggenangan air yang tidak menunjukkan pengaruh beda nyata terhadap pH tanah. Tergenang Terus-menerus menunjukkan pH tanah sebesar 6.36, tidak berbeda nyata dengan setengah tergenang yang menunjukkan pH tanah sebesar 6.35. Interaksi antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air menunjukkan tidak berbeda nyata.

7. Redoks Potensial Eh

Hasil sidik ragam redoks potensial (Eh) (Lampiran 7) memperlihatkan tidak terdapat interaksi berbeda nyata antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap jumlah daun.

Tabel 7. Pengaruh pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap pertambahan redoks potensial (mV).

		Pupuk kandang			Rerata
		B0	B1	B2	
Intensitas Penggenangan air	G1	-36.6	-206.6	-31.6	-91.6 a
	G2	-190	-203.3	-45	-146. a
Rerata		-113.3 p	-204.9 p	-38.3 p	(-)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT dengan jenjang 5%.

(-) : Interaksi tidak berbeda nyata

Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap Redoks potensial (Eh) tidak menunjukkan beda nyata (Tabel 7). Penambahan tanpa pupuk menunjukkan nilai rerata sebesar -113.3 mV, tidak berbeda nyata dengan pupuk segar dan pupuk matang yang masing-masing sebesar -204.95 mV dan -38.3 mV. Hal yang sama ditunjukkan pada intensitas penggenangan air yang tidak menunjukkan pengaruh beda nyata terhadap redoks potensial (Eh). Tergenang Terus-menerus menunjukkan redoks potensial (Eh) sebesar -91.6 mV, tidak berbeda nyata dengan setengah tergenang yang menunjukkan redoks potensial (Eh) sebesar -146.1 mV. Interaksi antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air menunjukkan tidak berbeda nyata.

8. Suhu tanah

Hasil sidik ragam suhu tanah (Lampiran 8) memperlihatkan tidak terdapat interaksi berbeda nyata antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap suhu tanah.

Tabel 8. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap suhu tanah (°C).

		Pupuk kandang			Rerata
		B0	B1	B2	
Intensitas Penggenangan air	G1	28.5	27.7	27.4	27.9 a
	G2	27.8	27.1	27.6	27.5 a
Rerata		28.1 p	27.4 p	27.5 p	(-)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT dengan jenjang 5%.

(-) : Interaksi tidak berbeda nyata

Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap Suhu tanah tidak menunjukkan beda nyata (Tabel 8). Penambahan tanpa pupuk menunjukkan nilai rerata sebesar 28.1°C tidak berbeda nyata dengan pupuk segar dan pupuk matang yang masing-masing sebesar 27.4 °C dan 27.5°C. Hal yang sama ditunjukkan pada intensitas penggenangan air yang tidak menunjukkan pengaruh beda nyata terhadap suhu tanah. Tergenang Terus-menerus menunjukkan suhu tanah sebesar 27.8 °C, tidak berbeda nyata dengan setengah tergenang yang menunjukkan suhu tanah sebesar 27.5. °C Interaksi antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air menunjukkan tidak berbeda nyata.

9. Data EC

Hasil sidik ragam data EC (Lampiran 9) memperlihatkan tidak terdapat interaksi berbeda nyata antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air terhadap suhu tanah.

Tabel 9. Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap data EC (mS/cm).

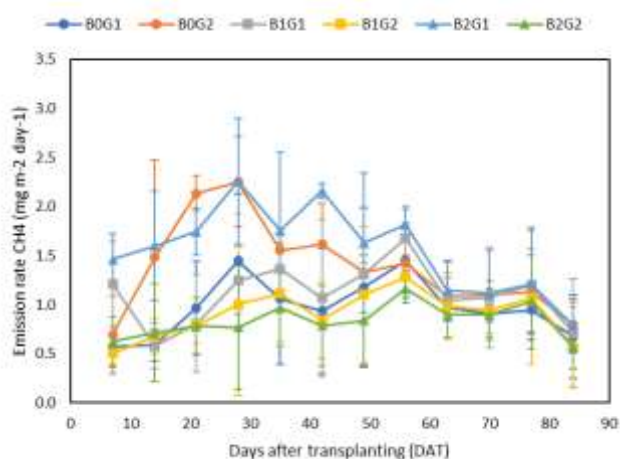
		Pupuk kandang			Rerata
		B0	B1	B2	
Intensitas	G1	980..0	1005.0	1025.0	1003.3 a
Penggenangan air	G2	1145.0	1193.3	1146.6	1161.6 a
Rerata		1062.5 p	1099.1 p	1085.8 p	(-)

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti huruf yang pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT dengan jenjang 5%.

(-) : Interaksi tidak berbeda nyata

Pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap Data EC tidak menunjukkan beda nyata (Tabel 9). Penambahan tanpa pupuk menunjukkan nilai rerata sebesar 1062.5 mS/cm tidak berbeda nyata dengan pupuk segar dan pupuk matang yang masing-masing sebesar 1099.1 mS/cm dan 1085.8 mS/cm. Hal yang sama ditunjukkan pada intensitas penggenangan air yang tidak menunjukkan pengaruh beda nyata terhadap data EC. Tergenang Terus-menerus menunjukkan data EC sebesar 1003.3 mS/cm, tidak berbeda nyata dengan setengah tergenang yang menunjukkan suhu tanah sebesar 1161.6 mS/cm. Interaksi antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air menunjukkan tidak berbeda nyata.

10. Perhitungan Fluks (Flux) Emisi Gas



Gambar 6. Perhitungan Fluks (Flux) Emisi Gas.

Gambar 6 menunjukkan bahwa besarnya emisi CH_4 dipengaruhi secara kuat oleh sistem pengelolaan air. Perlakuan tergenang terus-menerus (G1) menghasilkan emisi yang secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan setengah tergenang (G2). Emisi maksimum umumnya terjadi pada kisaran 20–30 hari setelah tanam (HST), di mana kombinasi perlakuan B2G1 (pupuk matang dan tergenang terus-menerus) dan B0G2 (tanpa pupuk dan setengah tergenang) mencatat nilai emisi tertinggi, yakni sekitar $2,5 \text{ mg m}^{-2} \text{ hari}^{-1}$. Sebaliknya, nilai emisi CH_4 terendah ditemukan pada perlakuan B2G2 (pupuk kandang matang dan setengah tergenang) dengan besaran sekitar $0,5 \text{ mg m}^{-2} \text{ hari}^{-1}$.

Kombinasi penggunaan pupuk kandang matang pada kondisi tergenang terus-menerus (B2G1) menunjukkan kontribusi emisi CH_4 tertinggi selama periode pengamatan, dengan nilai rata-rata berkisar antara

1,5 hingga 2,5 mg m⁻² hari⁻¹. Sedangkan, kombinasi aplikasi pupuk matang dan setengah tergenang (B2G2) mampu menekan pelepasan gas metana secara nyata, di mana emisi tercatat pada kisaran 0,5–1,0 mg m⁻² hari⁻¹ pada kondisi tidak tergenang. Pada fase akhir pertumbuhan tanaman, yakni sekitar 70–90 hari setelah tanam (HST), emisi CH₄ mengalami penurunan yang signifikan dan cenderung stabil pada nilai kurang dari 0,5 mg m⁻² hari⁻¹ pada seluruh kombinasi perlakuan.

11. Uji normalitas dan analisis korelasi

Uji normalitas bertujuan untuk memastikan kelompok data atau variabel berdistribusi secara normal, jika nilai signifikansi <0,05 maka data tidak terdistribusi normal, sebaliknya jika nilai signifikansi >0,05 maka data terdistribusi normal. Berikut adalah hasil uji normalitas antara parameter lingkungan dan emisi CH₄ yang dilakukan menggunakan metode Kolmogorov Smirnov Test.

Tabel 10. Uji normalitas data parameter lingkungan dan emis CH₄.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test						
		pH Tanah	Redoks Potensial	Suhu Tanah	EC	Emisi CH ₄
N		18	18	18	18	18
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6.3917	-118.8889	27.7167	1082.5000	.6867
	Std. Deviation	0.18244	264.01067	0.67148	137.54411	0.09518
Most Extreme Differences	Absolute	0.192	0.299	0.117	0.162	0.223
	Positive	0.192	0.299	0.117	0.162	0.223
	Negative	-0.123	-0.296	-0.065	-0.086	-0.195
Test Statistic		0.192	0.299	0.117	0.162	0.223
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.077 ^c	0.0000 ^c	0.200 ^{c,d}	0.200 ^{c,d}	0.018 ^c

Tabel 10 menjelaskan uji normalitas data parameter lingkungan dan emisi CH₄ menunjukkan nilai signifikansi pH tanah 0,077, potensial redoks (Eh) 0,0000, suhu tanah 0,200, data EC 0,200, dan emisi CH₄ 0,018. Dari

data yang dihasilkan dari uji normalitas menunjukkan data pH tanah, suhu tanah, dan EC terdistribusi secara normal. Sementara redoks potensial dan emisi CH₄ menunjukkan data tidak terdistribusi secara normal.

Analisis korelasi Spearman digunakan untuk mengetahui arah dan tingkat keeratan hubungan antara parameter pertumbuhan tanaman padi dengan emisi gas metana (CH₄). Korelasi Spearman dipilih karena terdapat variabel yang tidak memenuhi asumsi normalitas sehingga analisis parametrik tidak dapat diterapkan. Metode ini bekerja berdasarkan peringkat (ranking) data sehingga lebih robust terhadap data yang tidak berdistribusi normal.

Koefisien korelasi Spearman (ρ atau rho) memiliki nilai antara -1 hingga +1. Nilai koefisien yang mendekati +1 menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat, sedangkan nilai yang mendekati -1 menunjukkan hubungan negatif yang sangat kuat. Nilai yang mendekati nol menunjukkan bahwa hubungan antarvariabel sangat lemah atau tidak terdapat hubungan.

Keberartian hubungan ditentukan berdasarkan nilai signifikansi (Sig.). Apabila nilai Sig. < 0,05 maka hubungan antarvariabel dinyatakan signifikan, sedangkan apabila nilai Sig. > 0,05 maka hubungan tersebut dinyatakan tidak signifikan pada taraf kepercayaan 95%.

Interpretasi tingkat kekuatan hubungan mengacu pada kriteria sebagai berikut:

- 0,00–0,19: sangat lemah
- 0,20–0,39: lemah

- 0,40–0,59: sedang
- 0,60–0,79: kuat
- 0,80–1,00: sangat kuat

Interpretasi tersebut berlaku baik untuk nilai koefisien positif maupun negatif, dengan tanda positif menunjukkan hubungan searah dan tanda negatif menunjukkan hubungan berlawanan arah.

Tabel 11. Analisis korelasi spearman antara parameter lingkungan dan emisi gas metana CH₄

Korelasi						
		pH Tanah	Redoks Potensial	Suhu Tanah	EC	Emisi CH ₄
pH Tanah	Correlation Coefficient	1	0.718**	-0.183	0.002	0.18
	Sig. (2-tailed)	0	0.001	0.466	0.995	0.476
	N	18	18	18	18	18
Redoks Potensial	Correlation Coefficient	0.718**	1	0.119	-0.375	0.395
	Sig. (2-tailed)	0.001	0	0.639	0.125	0.105
	N	18	18	18	18	18
Suhu Tanah	Correlation Coefficient	-0.183	0.119	1	-0.493	0.213
	Sig. (2-tailed)	0.466	0.639	0	0.038	0.395
	N	18	18	18	18	18
EC	Correlation Coefficient	0.002	-0.375	-0.493	1	-0.346
	Sig. (2-tailed)	0.995	0.125	0.038	0	0.16
	N	18	18	18	18	18
Emisi CH ₄	Correlation Coefficient	0.179	0.395	0.213	-0.346	1
	Sig. (2-tailed)	0.476	0.105	0.395	0.16	0
	N	18	18	18	18	18

Hasil analisis korelasi spearman menunjukkan nilai sig. (2-tailed) pH tanah terhadap emisi CH₄ sebesar 0.476 > 0.05 dinyatakan tidak signifikan, sementara nilai koefisien korelasi menunjukkan 0.180 tergolong pada kriteria interpretasi tingkat kekuatan hubungan sangat lemah. Nilai sig. (2-tailed) redoks potensial (Eh) menunjukkan nilai sebesar 0.105 > 0.05 dinyatakan tidak signifikan, sementara nilai koefisien korelasi menunjukkan 0.395 tergolong pada kriteria interpretasi tingkat kekuatan hubungan sangat lemah. Nilai sig. (2-tailed) suhu tanah dan emisi CH₄ menunjukkan nilai sebesar 0.395 > 0.05 dinyatakan tidak signifikan, sementara nilai koefisien korelasi menunjukkan nilai sebesar 0.213 tergolong pada kriteria interpretasi tingkat kekuatan hubungan lemah. Nilai sig. (2-tailed) EC dan emisi CH₄

menunjukkan nilai sebesar $0.160 > 0.05$ dinyatakan tidak signifikan, sementara nilai koefisien korelasi menunjukkan nilai sebesar -0.346 tergolong pada kriteria interpretasi tingkat kekuatan hubungan sangat lemah.

B. Pembahasan

Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan bahwasanya interaksi antara pupuk kandang dan intensitas penggenangan air tidak berbeda nyata terhadap semua parameter pertumbuhan tanaman, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, Panjang daun, jumlah anakan produktif, dan lebar daun. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh dari pupuk kandang dan intensitas penggenangan air tidak saling memengaruhi secara sinergis, sehingga masing-masing faktor memberikan pengaruhnya secara terpisah.

Kombinasi perlakuan B1G2 (pupuk segar dan setengah tergenang) memberikan hasil tertinggi selama periode pengamatan pada pertumbuhan tinggi tanaman, Panjang daun, lebar daun. Kondisi setengah tergenang memungkinkan ketersediaan oksigen tanah tetap terjaga sehingga respirasi akar dan aktivitas mikroorganisme tanah dapat berlangsung optimal, yang pada akhirnya mendukung penyerapan unsur hara dan pertumbuhan vegetatif tanaman (Liesack et al., 2000). Pemberian pupuk kandang segar menghasilkan tinggi tanaman lebih baik dari pada pupuk kandang matang, hasil ini dikuatkan oleh penelitian Goldan et al., (2023) bahwa nitrogen dari pupuk kandang yang telah dikomposkan mengalami mineralisasi dan pelepasan yang lebih lambat dibandingkan nitrogen dari sumber organik yang belum matang. Pupuk kandang

matang memiliki struktur kompleks dan fraksi nitrogen organik yang lebih stabil, sehingga laju pelepasan N ke tanah dan tanaman berlangsung bertahap dan lebih lambat.

Kombinasi B2G2 (pupuk matang dan setengah tergenang) menunjukkan hasil tertinggi selama periode pengamatan terhadap pertumbuhan jumlah anakan dan jumlah daun meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Kondisi setengah tergenang kemungkinan menciptakan lingkungan tanah yang lebih aerasi, sehingga respirasi akar dan aktivitas mikroba tanah yang membantu mineralisasi unsur hara dapat berlangsung lebih optimal dan mendukung pembentukan anakan padi. Pupuk kandang matang membantu ketersediaan nitrogen (N) bagi tanah yang berperan dalam pembentukan anakan dan jumlah daun, karena nitrogen meningkatkan kemampuan pembelahan dan pertumbuhan tunas anakan di padi; hal ini didukung oleh temuan bahwa respon jumlah anakan berkaitan erat dengan ketersediaan N dan pertumbuhan vegetatif tanaman secara fisiologis (Wang et al., 2018).

pH tanah pada semua perlakuan tetap berada dalam kisaran mendekati netral dan tidak dipengaruhi secara nyata oleh tingkat kematangan pupuk kandang maupun intensitas penggenangan air, menunjukkan bahwa pengelolaan perlakuan dalam jangka pengamatan ini belum memengaruhi reaksi tanah. Kondisi ini konsisten dengan temuan bahwa aplikasi amandemen tanah dan bahan organik sering kali tidak langsung mengubah pH tanah sawah, karena dinamika pH dipengaruhi oleh berbagai faktor biokimia dan redoks tanah yang kompleks di sistem padi tergenang (Liu et al., 2026).

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara jenis pupuk kandang dan intensitas penggenangan terhadap Eh, namun pupuk kandang matang cenderung menghasilkan Eh lebih tinggi (kurang negatif) dibanding pupuk segar dan tanpa pupuk. Hal ini disebabkan bahan organik matang lebih stabil sehingga konsumsi oksigen oleh mikroba lebih rendah, sedangkan pupuk segar meningkatkan aktivitas mikroba sehingga berpotensi mengubah kondisi redoks tanah melalui proses respirasi mikroba yang lebih intensif. Potensial redoks berperan penting dalam mengendalikan dinamika unsur hara di dalam tanah, khususnya dalam menentukan bentuk dan ketersediaan nitrogen, fosfor, dan silikon, serta konsentrasi ion tereduksi seperti Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan SO_4^{2-} secara langsung. Selain itu, kondisi redoks juga memengaruhi ketersediaan kation Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^+ , Zn^{2+} , dan anion MoO_4^{2-} secara tidak langsung, serta mengatur laju dekomposisi bahan organik dan transformasi air di dalam tanah (Mulyadi et al., 2020). Dengan demikian, pupuk kandang matang secara teknis lebih unggul dalam mempertahankan kondisi redoks tanah yang stabil, mendukung pertumbuhan padi, dan menjaga kualitas kimia tanah.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa jenis pupuk kandang maupun variasi penggenangan tidak memberikan perbedaan signifikan terhadap suhu tanah, yang berkisar antara $27,4^\circ\text{C}$ – $28,15^\circ\text{C}$. Meskipun demikian, data menunjukkan tren penurunan suhu tanah pada perlakuan dengan pupuk kandang dibanding tanpa pupuk, kemungkinan terkait dengan perbaikan struktur tanah dan peningkatan retensi air. Temuan ini konsisten dengan penelitian terbaru yang menyatakan bahwa amandemen organik dapat mempengaruhi dinamika

suhu tanah, menurunkan suhu pada siang hari dan mempertahankan panas pada malam hari, walaupun pengaruhnya relatif kecil dibanding faktor iklim dan kelembapan tanah (Jayanti et al., 2026). Oleh karena itu, penggunaan pupuk kandang, baik matang maupun segar, berpotensi membantu menjaga stabilitas suhu tanah tanpa menimbulkan efek negatif terhadap pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara jenis pupuk kandang dan intensitas penggenangan terhadap EC tanah. Tren data menunjukkan bahwa pupuk kandang, baik segar maupun matang, cenderung sedikit meningkatkan EC, kemungkinan melalui pelepasan ion dari bahan organik. Temuan ini konsisten dengan literatur yang menyatakan bahwa amandemen organik dapat meningkatkan kandungan ion tanah secara moderat, sedangkan variasi pengairan jangka pendek tidak berpengaruh signifikan terhadap. Dengan demikian, penggunaan pupuk kandang berpotensi menjaga ketersediaan hara tanah tanpa menimbulkan akumulasi ion berlebihan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi CH₄ sangat dipengaruhi oleh sistem pengelolaan air, di mana perlakuan tergenang terus-menerus (G1) menghasilkan fluks CH₄ lebih tinggi dibandingkan kondisi setengah tergenang (G2). Emisi maksimum terjadi pada 20–30 hari setelah tanam (HST), dengan kombinasi perlakuan pupuk matang dan tergenang terus-menerus (B2G1) mencatat nilai tertinggi sekitar 2,5 mg m⁻² hari⁻¹. Sebaliknya, perlakuan dengan pupuk matang dan setengah tergenang (B2G2) menunjukkan emisi terendah, sekitar 0,5 mg m⁻² hari⁻¹. sistem pengelolaan air dan jenis pupuk kandang menunjukkan pengaruh berbeda terhadap emisi CH₄. Produksi metana di tanah

sawah terjadi melalui proses methanogenesis, yaitu aktivitas mikroba metanogenik (Archaea) yang memecah bahan organik menjadi CH₄ dan CO₂ dalam kondisi anaerobik. Terdapat dua jalur utama methanogenesis: hidrogenotrofik, di mana CO₂ direduksi menjadi CH₄ menggunakan H₂ sebagai donor elektron, dan asetatotrofik, di mana asetat dipecah menjadi CH₄ dan CO₂ (Li et al., 2024).

Perlakuan kombinasi pupuk kandang matang pada kondisi tergenang terus-menerus (B2G1) dan kombinasi tanpa pupuk pada kondisi setengah tergenang (B0G2) meningkatkan emisi CH₄ tertinggi selama periode pengamatan dengan nilai 1,5–2,5 mg m⁻² hari⁻¹, sedangkan perlakuan pupuk kandang matang pada kondisi setengah tergenang (B2G2) mampu menekan emisi. Hal ini disebabkan oleh rendahnya fraksi bahan organik mudah terdekomposisi dalam pupuk kandang matang, sehingga suplai substrat bagi mikroba metanogenik berkurang (Annisa et al., 2014). Pada fase akhir pertumbuhan padi (70–90 HST), emisi metana (CH₄) menunjukkan tren penurunan yang stabil (<0,5 mg m⁻² hari⁻¹) pada seluruh kombinasi perlakuan. Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya substrat organik mudah terdekomposisi akibat dimanfaatkan oleh tanaman dan mikroba selama fase pertumbuhan sebelumnya, serta peningkatan oksigen di rizosfer melalui mekanisme *radial oxygen loss*, yang menekan aktivitas mikroba. Selain itu, ketersediaan nutrisi terlarut bagi methanogen menurun, sehingga laju produksi CH₄ menjadi lebih rendah. Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pengaturan air dan kualitas bahan organik memegang peran utama dalam

pengendalian emisi metana pada sawah (Qian et al., 2023)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Interaksi pupuk kandang dan intensitas penggenangan air tidak berbeda nyata terhadap parameter tanaman (tinggi tanaman, jumlah dan ukuran daun, jumlah anakan) maupun parameter lingkungan (pH, Eh, suhu, EC).
2. Pupuk kandang matang dan penggenangan setengah tergenang cenderung mendukung pertumbuhan vegetatif lebih baik, meningkatkan efisiensi penyerapan hara, dan menjaga kondisi tanah yang stabil.
3. Emisi CH_4 tertinggi terjadi pada pupuk matang dan pengairan tergenang terus-menerus, sedangkan kombinasi pupuk matang dan setengah tergenang menekan emisi.
4. Strategi penggunaan pupuk matang dengan pengairan setengah tergenang terbukti optimal untuk meningkatkan produktivitas padi sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Bagi petani atau praktisi pertanian, penggunaan pupuk kandang sebaiknya memperhatikan tingkat kematangannya sebelum diaplikasikan ke lahan sawah. Pupuk kandang yang telah mengalami proses dekomposisi secara optimal diharapkan mampu memperbaiki sifat tanah, menyediakan unsur hara secara lebih stabil, serta mendukung pertumbuhan tanaman padi sesuai dengan kondisi lahan yang dikelola, namun hasil penelitian menunjukkan pupuk segar

mampu menekan lebih baik dibanding pupuk matang untuk itu perlu diperhatikan kematangan pupuk.

2. Pengelolaan air pada lahan sawah perlu disesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman agar mampu mendukung pertumbuhan tanaman sekaligus menekan emisi gas metana (CH_4). Penerapan sistem penggenangan yang lebih efisien dapat menjadi salah satu alternatif dalam mendukung budidaya padi yang berkelanjutan.
3. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi tingkat kematangan pupuk kandang yang lebih rinci berdasarkan parameter ilmiah, seperti rasio C/N, kadar air, suhu pengomposan, dan kandungan unsur hara, sehingga hubungan antara tingkat kematangan pupuk dengan pertumbuhan tanaman maupun emisi CH_4 dapat dijelaskan secara lebih komprehensif.
4. Penelitian selanjutnya juga disarankan menambahkan parameter pengamatan, seperti kandungan bahan organik tanah, pH tanah, populasi mikroorganisme, serapan unsur hara tanaman, serta komponen hasil panen (jumlah gabah per malai, bobot 1.000 butir, dan produktivitas), sehingga mekanisme pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman dapat dijelaskan secara lebih mendalam.
5. Penelitian lanjutan perlu dilakukan pada musim tanam, kondisi tanah, varietas padi, serta lokasi yang berbeda agar diperoleh informasi yang lebih luas mengenai respons tanaman terhadap tingkat kematangan pupuk kandang dan pengelolaan air. Hal ini penting karena efektivitas pupuk organik dan sistem penggenangan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, jenis tanah, dan

karakteristik varietas yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N., Jiang, Q., Akhtar, K., Luo, R., Jiang, M., He, B., & Wen, R. (2025). Biochar and manure co-application improves soil health and rice productivity through microbial modulation. *BMC Plant Biology*, 25(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06834-x>
- Annisa, W., Maas, A., Purwanto, B., & Widada, J. (2014). Effect of organic matter level on methane emission in acid sulphate soil from Belandean , South Kalimantan , Indonesia. *ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science*, 9(4), 146–151.
- Arianti, F. D., Pertiwi, M. D., Triastono, J., Purwaningsih, H., Minarsih, S., Kristamtini, Hindarwati, Y., Jauhari, S., Sahara, D., & Nurwahyuni, E. (2022). Study of organic fertilizers and rice varieties on rice production and methane emissions in nutrient-poor irrigated rice fields. *Sustainability*, 14(10), 2–17. <https://doi.org/10.3390/su14105919>
- Bashir, A., & Yuliana, S. (2019). Identifying factors influencing rice production and consumption in Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi Dan Pembangunan*, 19(2), 172–185. <https://doi.org/10.23917/jep.v19i2.5939>
- Canatoy, R. C., Cho, S. R., Galgo, S. J. C., Park, S. Y., & Kim, P. J. (2024). Biochar manure decreases ammonia volatilization loss and sustains crop productivity in rice paddy. *Frontiers in Environmental Science*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1421320>

- Goldan, E., Nedeff, V., Barsan, N., Culea, M., Panainte-lehadus, M., Mosnegutu, E., Tomozei, C., Chitimus, D., & Irimia, O. (2023). Assessment of manure compost used as soil amendment. *Processes*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/pr11041167>
- Ibrahim, A., & Saito, K. (2022). Assessing genetic and agronomic gains in rice yield in sub-Saharan Africa: A meta-analysis. *Field Crops Research*, 287(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108652>
- Islam, M. D., Price, A. H., & Hallett, P. D. (2024). Rhizosphere development under alternate wetting and drying in puddled paddy rice. *European Journal of Soil Science*, 75(4), 1–17. <https://doi.org/10.1111/ejss.13533>
- Jayanti, K. D., Cahyono, O., Komariah, K., & Mujiyo, M. (2026). Soil temperature and evaporation dynamics under water stress in varying soil textures and amendments. *Environment and Natural Resources Journal*, 24(1–15). <https://doi.org/10.32526/enrj/24/20250209>
- Li, X., Bei, Q., Nematabad, M. R., Peng, J., & Liesack, W. (2024). Time - shifted expression of acetoclastic and methylotrophic methanogenesis by a single *Methanosarcina* genomospecies predominates the methanogen dynamics in Philippine rice field soil. *Microbiome*, 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40168-023-01739-z>
- Liesack, W., Schnell, S., & Revsbech, N. P. (2000). Microbiology of flooded rice paddies. In *FEMS Microbiology Reviews* (Vol. 24, Issue 5, pp. 625–645). [https://doi.org/10.1016/S0168-6445\(00\)00050-4](https://doi.org/10.1016/S0168-6445(00)00050-4)

- Liu, J., Wang, T., Lan, L., Meng, Q., Xu, J., Hu, M., & Sajid, T. (2026). Improving soil health and rice yields with the application of soil amendments in acidic paddy soils. *Agronomy*, 1(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/agronomy16010009>
- Malyan, S. K., Bhatia, A., Tomer, R., & Kumar, O. (2016). Impact of nitrogen fertilizers on methane emissions from flooded rice. *International Journal of Agricultural Invention*, 1(2), 124–128. <https://doi.org/10.46492/ijai/2016.1.2.1>
- Mar, K. A., Unger, C., Walderdorff, L., & Butler, T. (2022). Beyond CO₂ equivalence: The impacts of methane on climate, ecosystems, and health. *Environmental Science and Policy*, 134(March 2021), 127–136. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.03.027>
- Mulyadi, T., Nurcholis, M., & Partoyo, P. (2020). Beberapa sifat kimia tanah sawah atas penggunaan pupuk organik dengan kurun waktu berbeda di Sayegan, Sleman. *Jurnal Tanah Dan Air*, 17(1), 74–91. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jta/index>
- Nazir, A., Bhat, M. A., Bhat, T. A., Fayaz, S., Mir, M. S., Basu, U., Ahanger, S. A., Altaf, S., Jan, B., Lone, B. A., Mushtaq, M., El-Sharnouby, M., Skalicky, M., Brestic, M., & El Sabagh, A. (2022). Comparative analysis of rice and weeds and their nutrient partitioning under various establishment methods and weed management practices in temperate environment. *Agronomy*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/agronomy12040816>
- Nungkat, P., Kusuma, Z., & Handayant⁴⁹ E. (2015). Effects of organic matter

application on methane emission from paddy fields adopting organic farming system. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 2(2), 303–312. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2014.022.303>

Pertiwinigrum, A., Wuri, M. A., Setiyana, D., Purwanto, B. H., Harto, A. W., & Gozan, M. (2020). Evaluation of methane and carbon dioxide emissions from livestock waste, compost, and biogas sludge. *International Journal of GEOMATE*, 18(68), 35–40. <https://doi.org/10.21660/2020.68.5592>

Putri, Y. M., & Arif, C. (2018). Penerapan algoritma genetika untuk optimasi pengelolaan air lahan padi sawah rendah emisi gas metana (CH₄). *Jurnal Teknik Dan Lingkungan*, 3(3), 149–160.

Qian, H., Zhu, X., Huang, S., Linquist, B., Kuzyakov, Y., Wassmann, R., & Minamikawa, K. (2023). Greenhouse gas emissions and mitigation in rice agriculture. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4(October), 716–732. <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00482-1>

Rahman, M. A., Kang, S. C., Nagabhatla, N., & Macnee, R. (2017). Impacts of temperature and rainfall variation on rice productivity in major ecosystems of Bangladesh. *Agriculture and Food Security*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40066-017-0089-5>

Rajendran, S., Park, H., Kim, J., Park, S. J., Shin, D., Lee, J. H., Song, Y. H., Paek, N. C., & Kim, C. M. (2024). Methane emission from rice fields: necessity for molecular approach for mitigation. *Rice Science*, 31(2), 159–178. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2023.105903>

- Senthilraja, K., Venkatesan, S., Udhaya Nandhini, D., Dhasarathan, M., Prabha, B., Boomiraj, K., Mohan Kumar, S., Bhuvaneswari, K., Raveendran, M., & Geethalakshmi, V. (2023). Mitigating methane emission from the rice ecosystem through organic amendments. *Agriculture*, 13(5), 1–17. <https://doi.org/10.3390/agriculture13051037>
- Wang, J., Lu, K., Nie, H., Zeng, Q., Wu, B., Qian, J., & Fang, Z. (2018). Rice nitrate transporter OsNPF7 . 2 positively regulates tiller number and grain yield. *Rice*, 2, 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12284-018-0205-6>
- Win, E. P., Win, K. K., Bellingrath-Kimura, S. D., & Oo, A. Z. (2020). Greenhouse gas emissions, grain yield and water productivity: a paddy rice field case study based in Myanmar. *Greenhouse Gases: Science and Technology*, 10(5), 884–897. <https://doi.org/10.1002/ghg.2011>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil sidik pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif.

- a. Sidik ragam pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap tinggi tanaman.

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	Sig.	
Kematangan Pupuk	2	66.778	33.389	0.873	0.447	tn
Penggenangan Air	2	117.556	117.556	3.073	0.11	tn
Blok	2	423.444	211.722	5.534	0.024	tn
Pupuk*Penggenangan	2	16.778	8.389	0.219	0.807	tn
Error	10	382.556	38.256			
Total	18	1007.112				

kov

- b. Sidik ragam pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap jumlah anakan produktif.

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	Sig.	
Kematangan Pupuk	2	14.111	7.056	1.608	0.248	tn
Penggenangan Air	2	32	32	7.291	0.022	tn
Blok	2	278.111	139.056	31.684	0.000	n
Pupuk*Penggenangan	2	32.333	16.167	3.684	0.063	tn
Error	10	43.889	38.256			
Total	18	400.444				

Keterangan : Sig > 0,05 menunjukkan tidak berbeda nyata (tn)

: Sig < 0,05 menunjukkan berbeda nyata (n)

Lampiran 2. Hasil sidik pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap panjang daun dan lebar daun.

- c. Sidik ragam pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap panjang daun.

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	Sig.	
Kematangan Pupuk	2	30.111	15.056	0.49	0.627	tn
Penggenangan Air	2	98	98	3.19	0.104	tn
Blok	2	52.111	26.056	0.848	0.457	tn
Pupuk*Penggenangan	2	13	6.5	0.212	0.813	tn
Error	10	307.222	30.722			
Total	18	500.444				

Keterangan : Sig > 0,05 menunjukkan tidak berbeda nyata (tn)

: Sig < 0,05 menunjukkan berbeda nyata (n)

- d. Sidik ragam pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap lebar daun.

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	Sig.	
Kematangan Pupuk	2	0.004	0.002	0.103	0.903	tn
Penggenangan Air	2	0.216	0.08	3.711	0.083	tn
Blok	2	0.058	0.029	1.34	0.305	tn
Pupuk*Penggenangan	2	0	0	0	1	tn
Error	10	0.216	0.22			
Total	18	0.494				

Keterangan : Sig > 0,05 menunjukkan tidak berbeda nyata (tn)

: Sig < 0,05 menunjukkan berbeda nyata (n)

Lampiran 3. Hasil sidik pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap jumlah daun dan Eh potential redoks.

- e. Sidik ragam pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap jumlah daun.

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	Sig.	
Kematangan Pupuk	2	9.333	4.667	0.044	0.957	tn
Penggenangan Air	2	32	32	0.302	0.595	tn
Blok	2	2265.333	1132.667	10.686	0.003	n
Pupuk*Penggenangan	2	41.333	20.667	0.195	0.826	tn
Error	10	0.216	106			
Total	18	2348.215				

Keterangan : Sig > 0,05 menunjukkan tidak berbeda nyata (tn)

: Sig < 0,05 menunjukkan berbeda nyata (n)

- f. Sidik ragam pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap Eh potential redoks.

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	Sig.	
Kematangan Pupuk	2	4869.444	2434.772	0.044	0.957	tn
Penggenangan Air	2	1175555.5	1175555.5	0.302	0.595	tn
Blok	2	602.778	301.389	10.686	0.003	n
Pupuk*Penggenangan	2	602.778	301.389	0.195	0.826	tn
Error	10	3297.222	329.772			
Total	18	1184927.7	78			

Keterangan : Sig > 0,05 menunjukkan tidak berbeda nyata (tn)

: Sig < 0,05 menunjukkan berbeda nyata (n)

Lampiran 4. Hasil sidik pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pH tanah dan EC.

- g. Sidik ragam pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap pH tanah.

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	Sig.	
Kematangan Pupuk	2	0.051	0.025	2.797	0.08	tn
Penggenangan Air	2	0.344	0.344	38.061	0	n
Blok	2	0.041	0.02	2.256	0.155	tn
Pupuk*Penggenangan	2	0.039	0.02	2.179	0.164	tn
Error	10	0.09	0.009			
Total	18	0.565				

Keterangan : Sig > 0,05 menunjukkan tidak berbeda nyata (tn)

: Sig < 0,05 menunjukkan berbeda nyata (n)

- h. Sidik ragam pengaruh intensitas penggenangan air dan kematangan pupuk kandang terhadap EC.

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	Sig.	
Kematangan Pupuk	2	103633.33	51816.66	5.747	0.02	tn
Penggenangan Air	2	11501.389	11501.83	1.276	0.28	tn
Blok	2	94575	47287.5	5.242	0.02	tn
Pupuk*Penggenangan	2	21744.444	10872.22	1.206	0.33	tn
Error	10	90158.333	9015.833			
Total	18	321612.49				

Keterangan : Sig > 0,05 menunjukkan tidak berbeda nyata (tn)

: Sig < 0,05 menunjukkan berbeda nyata (n)

Lampiran 5. Dokumentasi penelitian.



Lampiran 6. Dokumentasi penelitian.

