

Emisi Dinitrogen Oksida (N₂O) pada Beberapa Metode Pengelolaan Limbah Sawah di Kecamatan Anjir

Sylvi Riska Amalia, Abdul Hadi*, Meldia Septiana

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

Informasi Artikel

Received 18 April 2023

Accepted 29 Juli 2023

Published 31 Juli 2023

Online 31 Juli 2023

Kata kunci:

Nitrogen fixing bacteria; N₂O emission; Rice field waste

Abstract

Wetlands have unique biodiversity and natural phenomena. The climate has recently changed rapidly due to greenhouse gas emissions, especially nitrous oxide from human activities such as paddy rice farming. The purpose of this study is to determine the effect of rice field waste management on the population of nitrogen-fixing bacteria and N₂O emissions, and as to determine the shape and closeness of the relationship between the population of nitrogen-fixing bacteria and N₂O emissions with different waste management methods. The research method used is a one-factor RGD. Close chamber technique is used for N₂O emissions analysis. The factor tested was the method of managing paddy waste before rice planting with five treatments, namely: A = Rice field waste was slashed and then lifted into the mound after a few days of being returned to the field; B = Rice field waste is carried out management slashed, rolled up, reversed and stretched; C = Rice field waste is slashed, planted with traces and then slashed again after the trace is transferred to land outside the research plot; D = Rice field waste sprayed with herbicide 2 times; E = Rice field waste sprayed with herbicide 1 time and then soil in the tractor. Each treatment was repeated four times so that 20 units of the experiment were obtained. The results showed that the method of rice field waste management carried out had no real effect on N₂O emissions and nitrogen-fixing bacteria. N₂O emissions not correlate with the activity of nitrogen-fixing bacteria from several methods of rice field waste management carried out.

1. Pendahuluan

Luasan lahan basah di Indonesia kurang lebih 38 juta hektar yang termasuk kategori terluas di Asia. Lahan basah utama diklasifikasikan menjadi rawa, hutan mangrove, danau, muara, sungai, terumbu karang, padang lamun, tambak atau kolam, dan sawah (Banks et al., 2019). Sawah di Indonesia ada sekitar 9,53 juta ha dimana 6 juta ha berada di Pulau Jawa dan 4,186 juta ha berada di luar Pulau Jawa (Dakhyar et al., 2012). Sawah merupakan salah satu lahan basah yang penting dan memiliki watak yang khas (Hadi et al., 2021). Sawah di Kalimantan Selatan ada 334.681 ha, 166.077 ha diantaranya berada di Kabupaten Barito Kuala. Penyiapan lahan sawah di Kabupaten Barito Kuala dilakukan dengan pembabatan gulma dengan tajak, aplikasi herbisida atau pencampuran dengan tanah menggunakan traktor. Fungsi sawah adalah menghasilkan bahan pangan berupa beras, ikan dan produk lainnya. Ada empat fungsi ekologis sawah menurut Natuhara (2013), yaitu memelihara sumberdaya air, mengurangi resiko banjir menjadi habitat organisme (termasuk organisme penambat nitrogen), serta memperbaiki iklim. Selain itu, fungsi sawah juga sebagai wahana pelestarian budaya dan kelembagaan. Keempat fungsi ekologis ini berpengaruh terhadap iklim di lingkungannya.

Iklim akhir-akhir ini berubah dengan cepat akibat emisi gas rumah kaca (GRK) yang meningkat dari aktivitas manusia sejak revolusi industri. Akibat dari emisi tersebut kemudian menimbulkan efek di atmosfer bumi yang menghambat pelepasan panas sehingga mengakibatkan pemanasan permukaan bumi secara global. Pemanasan global pada atmosfer bumi lebih lanjut mengakibatkan perubahan iklim yang ditandai dengan cuaca ekstrim dan perubahan pola dan sebaran hujan. Adapun GRK yang banyak dipengaruhi oleh aktivitas manusia adalah dinitrogen oksida (N₂O), karbon dioksida (CO₂) (Subagyono et al., 2007) dan metana (CH₄) (Abduh et al., 2020).

Dinitrogen oksida merupakan GRK yang memiliki efek pemanasan 300 kali lebih besar dibandingkan CO₂. Dinitrogen oksida terutama dihasilkan pada kegiatan pemupukan, melalui proses nitrifikasi pada lahan kering dan denitrifikasi pada lahan basah. Dinitrogen dioksida juga dapat terbentuk selama proses dekomposisi bahan organik (Hadi et al., 2021). Mengingat emisi ini berhubungan dengan siklus N, maka keberadaan bakteri penambat nitrogen tentu akan mempengaruhi laju emisi N₂O.

Bakteri penambat nitrogen merupakan bakteri yang mampu menambatkan nitrogen udara untuk menjadi nitrogen yang tersedia bagi tanah dan tanaman. Didalam tanah terdapat berbagai koloni bakteri yang bersimbiosis maupun hidup bebas untuk memfiksasi N di udara. *Azobacter* dan *Azospirillum* merupakan bakteri yang membantu proses pembentukan N (Ekawati dan Syekhfani, 2005).

Limbah sawah termasuk kedalam limbah pertanian dan terbagi atas limbah pra panen dan limbah pasca panen. Limbah pertanian adalah bahan sisa yang ada di bidang pertanian, contohnya seperti jerami dan dedak padi. Limbah pertanian termasuk bahan organik. Sisa panen dan gulma di sawah bisa ditebas dan dibusukkan di lahan, atau diangkat dan ditumpuk membentuk galangan. Limbah sawah dapat juga dibabat dan dibenamkan ke dalam tanah menggunakan traktor menjelang musim tanam padi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh beberapa metode pengelolaan limbah sawah terhadap emisi N₂O dari sawah lahan pasang surut tipe B di Kecamatan Anjir Pasar, Kabupaten Barito Kuala serta hubungannya terhadap bakteri penambat N.

2. Bahan dan Metode

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Lahan penelitian yang digunakan merupakan lahan sawah pasang surut tipe sulfat masam tipe B yang berlokasi di Kecamatan Anjir Pasar Kabupaten Barito Kuala Provinsi Kalimantan Selatan. (-3°7'7", 114°32'29"). Menurut Irawan (2021), hasil beberapa sifat kimia menunjukkan bahwa pH tanah di lokasi penelitian berkisar 3,84 dengan kategori sangat masam. Adapun kandungan C-organik tanah berkisar 1,52%, dikelaskan rendah. Uji sampel gas di Badan Standarisasi Instrumen Pertanian Lingkungan, serta uji sampel tanah di Laboratorium Kimia dan Fisika Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan mulai bulan Desember 2021 sampai dengan bulan Februari 2022.

2.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Adapun perlakuan yang diujikan adalah metode pengelolaan limbah sawah sebelum penanaman padi. sebanyak lima perlakuan, yaitu limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga diperoleh 20 satuan percobaan.

2.3. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dimulai dengan membuat 20 plot masing-masing berukuran 3 m × 4 m (masing-masing plot ditandai dengan menancap pipa paralon di keempat sudutnya). Perlakuan diberikan pada masing-masing plot, mengikuti rancangan lingkungan yang telah direncanakan. Pupuk dasar N, P dan K diberikan sesuai dosis rekomendasi yaitu pupuk Urea sebanyak 300 kg ha⁻¹, pupuk SP36 100 kg ha⁻¹ dan KCl (Kalium) 100 kg ha⁻¹ serta padi varietas siam aman ditanam sesuai kebiasaan petani setempat.

Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel gas menggunakan sungkup dan tanah disetiap titik yang berada sekitar tengah-tengah plot sebanyak tiga kali (saat pertumbuhan vegetatif padi, pertumbuhan generatif padi dan panen). Setiap pengambilan terdapat 20 sampel tanah dan 42 sampel gas (gas diambil dua kali dari setiap plot, ditambah 2 sampel udara sebagai blanko untuk semua plot). Sampel tanah yang didapatkan dari lapangan segera dianalisis di laboratorium atau disimpan pada suhu <4°C sampai saat digunakan untuk analisis. Sampel gas dikirim ke Balai Penelitian Lingkungan Pertanian di Jawa Tengah untuk penetapan konsentrasi N₂O. Parameter pengamatan yang diamati adalah emisi N₂O (metode *close chamber*), populasi bakteri penambat nitrogen (metode cawan hitung), N-tersedia (metode Kempers dan Zweers), dan berat gabah padi kering panen.

2.4. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis ragam dengan menggunakan uji F. Jika hasil uji F memberikan pengaruh, kemudian dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kesalahan 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Emisi Gas N₂O

Perbedaan pengelolaan limbah sawah pada tanah yang ditanami tanaman padi tidak berpengaruh terhadap emisi N₂O pada waktu pengambilan sampel di fase vegetatif, generatif dan pascapanen. Emisi N₂O pada berbagai metode pengolahan tanah pada fase vegetatif, generatif, dan panen padi diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Emisi N₂O pada beberapa pengelolaan limbah sawah di Kecamatan Anjir Pasar

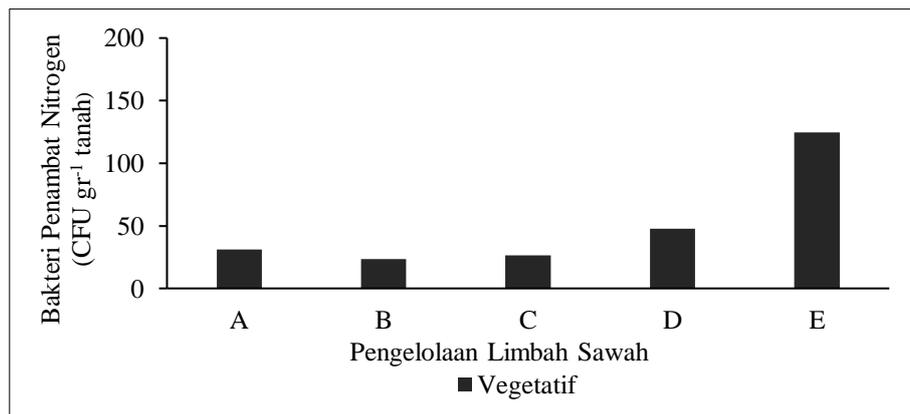
Perlakuan	mg N ₂ O-N m ⁻² h ⁻¹		
	Vegetatif	Generatif	Pascapanen
A	-7,15	6,38	-566,07
B	16,28	-69,17	-565,80
C	7,78	-9,81	-183,59
D	3,31	-31,24	530,52
E	-14,76	47,25	116,49

Keterangan: Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah).

Hasil N₂O yang diperoleh selama 3 kali pengambilan cenderung memiliki nilai yang beragam. Secara keseluruhan, fluk N₂O terbesar terdapat pada pengelolaan limbah sawah D fase pascapanen sebesar 530,52 mg N₂O-N m⁻² h⁻¹ dan bahkan terjadi *sink* N₂O pada pengelolaan limbah sawah A sebesar -566,07 mg N₂O-N m⁻² h⁻¹. Fluktuasi N₂O yang dihasilkan tergolong rendah, pemberian bahan organik pada lahan sawah tidak meningkatkan fluks emisi N₂O secara nyata. Hal ini terjadi karena pengelolaan tanah dan limbah sawah yang digunakan cenderung dilakukan secara minimal, sehingga produksi emisi N₂O yang terjadi di tanah sawah cenderung rendah.

3.2. Bakteri Penambat Nitrogen

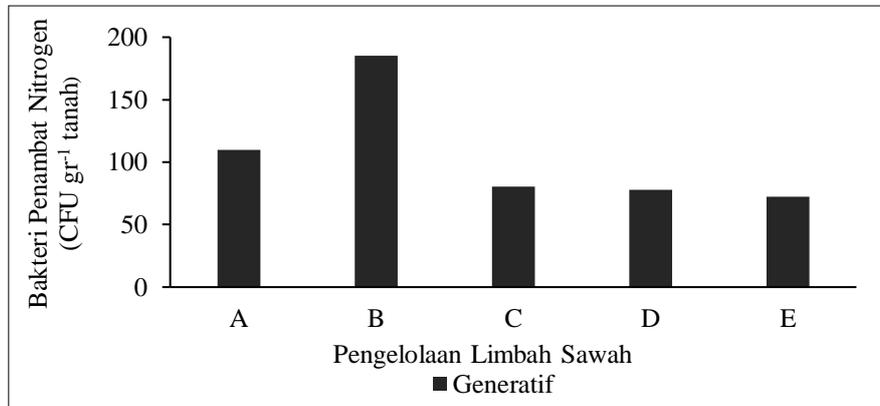
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pengelolaan limbah sawah tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mikroorganisme khususnya bakteri penambat nitrogen. Pada 3 kali pengamatan, bakteri penambat nitrogen mengalami penambahan jumlah setiap perubahan fase pertumbuhan tanaman padi dapat dilihat pada Gambar 1- 3.



Gambar 1. Jumlah bakteri penambat nitrogen pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah di Kecamatan Anjir Pasar Fase Vegetatif. Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Diagram yang ditampilkan tanpa huruf menggambarkan tidak berpengaruh nyata.

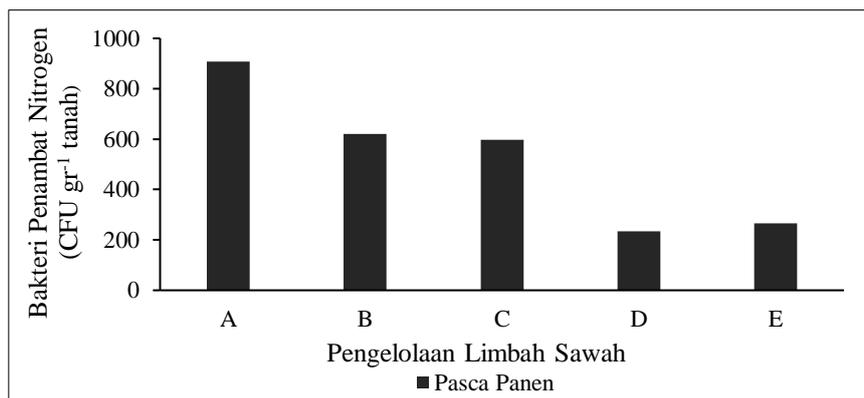
Pada pengamatan pertama di fase vegetatif tanaman padi, jumlah bakteri penambat nitrogen tertinggi terdapat pada pengelolaan E dengan nilai $124,78 \times 10^5$ CFU gr^{-1} tanah. Adapun nilai terendah terdapat pada pengelolaan limbah terdapat pada pengelolaan limbah B dengan nilai $23,25 \times 10^5$ CFU gr^{-1} tanah dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengamatan kedua dilakukan pada fase generatif primordia bunga tanaman padi menunjukkan bahwa pada pengelolaan limbah sawah A memiliki jumlah bakteri penambat nitrogen tertinggi dengan nilai $185,06 \times 10^5$ CFU gr^{-1} tanah dan nilai terendah pada pengelolaan limbah sawah E dengan nilai $72,32 \times 10^5$ CFU gr^{-1} tanah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Jumlah bakteri penambat nitrogen pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah di Kecamatan Anjir Pasar Fase Generatif. Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Diagram yang ditampilkan tanpa huruf menggambarkan tidak berpengaruh nyata.

Pada fase pascapanen, pengelolaan limbah sawah A memiliki nilai tertinggi daripada metode pengelolaan limbah sawah yang lain dengan nilai $907,24 \times 10^5$ CFU gr^{-1} tanah. Nilai tertinggi hingga terendah diikuti oleh pengelolaan limbah sawah B sebanyak $620,66 \times 10^5$ CFU gr^{-1} tanah, pengelolaan limbah sawah C sebanyak $597,90 \times 10^5$ CFU gr^{-1} tanah, pengelolaan limbah sawah E dengan $266,11 \times 10^5$ CFU gr^{-1} tanah. Nilai terendah jumlah bakteri penambat nitrogen terdapat pada pengelolaan limbah sawah D dengan nilai $234,95 \times 10^5$ CFU gr^{-1} tanah dapat dilihat pada Gambar 3.

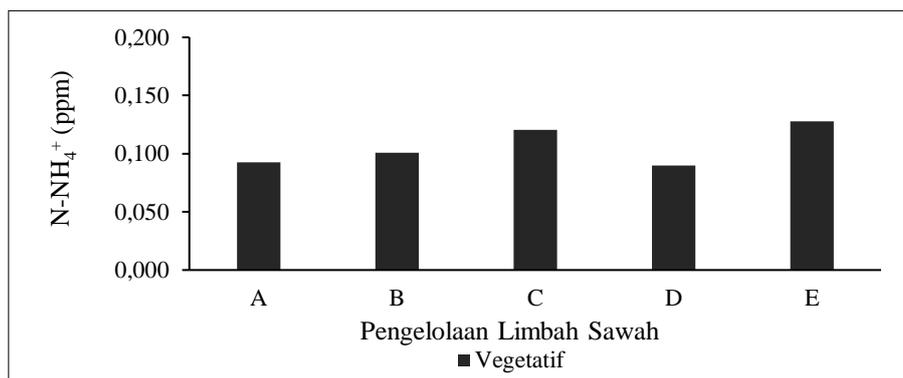


Gambar 3. Jumlah bakteri penambat nitrogen pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah di Kecamatan Anjir Pasar Fase Pascapanen. Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Diagram yang ditampilkan tanpa huruf menggambarkan tidak berpengaruh nyata.

Jumlah bakteri penambat nitrogen yang terdapat pada 3 kali pengamatan mengalami peningkatan yang signifikan. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa jumlah bakteri penambat nitrogen pada tanah yang dilakukan pengelolaan limbah sawah yang berbeda mengalami dinamika yang beragam. Pada pengelolaan limbah sawah A dengan nilai $907,24 \times 10^5$ CFU g^{-1} tanah pada fase pascapanen merupakan penyumbang terbesar selama 3 kali pengamatan yang dilakukan. Adapun jumlah bakteri penambat nitrogen terendah terdapat pada pengelolaan limbah sawah B pada fase vegetatif yaitu $23,25 \times 10^5$ CFU g^{-1} tanah.

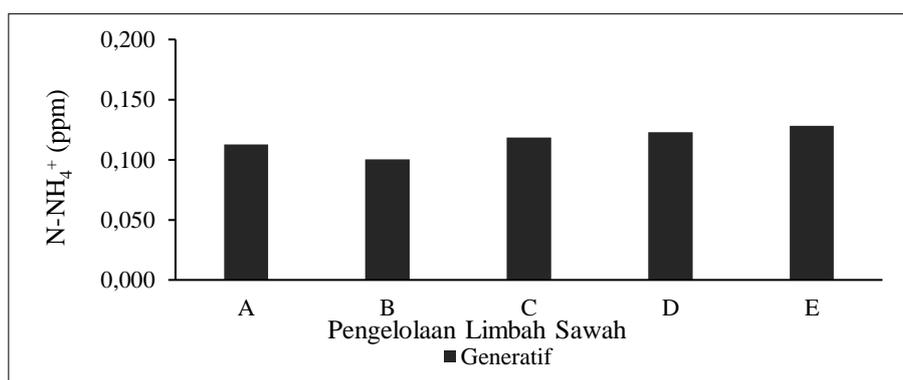
3.3. N-Tersedia

Berdasarkan hasil pengukuran, pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah tidak berpengaruh terhadap konsentrasi NH_4^+ kecuali pada fase pasca panen padi. Pada pengamatan fase vegetatif, nilai $N-NH_4^+$ tertinggi terdapat pada pengelolaan limbah sawah E sebesar 0,128 ppm dan nilai terendah terdapat pada pengelolaan limbah sawah D dengan nilai 0,090 ppm dapat dilihat pada Gambar 4.

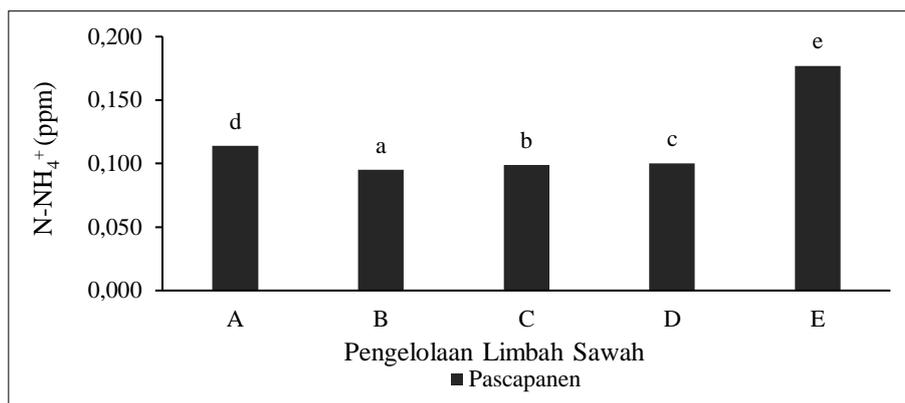


Gambar 4. $N-NH_4^+$ pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah di Kecamatan Anjir Pasar fase vegetatif. Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Diagram yang ditampilkan tanpa huruf menggambarkan tidak berpengaruh nyata.

Pada fase generatif, nilai NH_4^+ tertinggi terdapat pada pengelolaan limbah sawah E sebesar 0,128 ppm. Nilai NH_4^+ terendah terdapat pada pengelolaan limbah sawah B dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai pengukuran NH_4^+ tertinggi pada fase pascapanen terdapat di pengelolaan limbah sawah E dengan nilai 0,177 ppm. Pengelolaan limbah sawah B memiliki nilai terendah yaitu 0,095 ppm dapat dilihat pada Gambar 6.

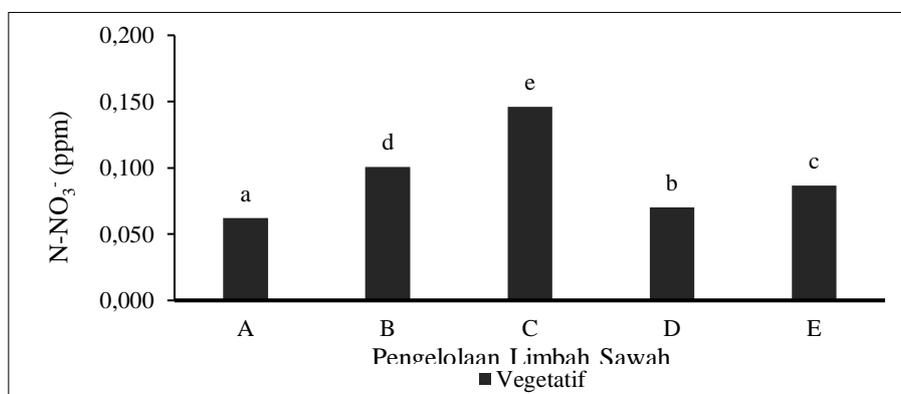


Gambar 5. $N-NH_4^+$ pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah di Kecamatan Anjir Pasar fase generatif. Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Diagram yang ditampilkan tanpa huruf menggambarkan tidak berpengaruh nyata.



Gambar 6. N-NH₄⁺ pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah di Kecamatan Anjir Pasar fase pascapanen. Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Diagram yang ditampilkan menggunakan huruf berbeda berpengaruh sangat nyata berdasarkan uji nilai tengah DMRT.

Konsentrasi amonium (N-NH₄⁺) tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan E pada fase pascapanen 0,177 ppm, dan diikuti oleh perlakuan A, D dan C. Pengelolaan limbah sawah dengan nilai NH₄⁺ terendah ada pada pengelolaan limbah sawah D pada fase vegetatif yaitu 0,090 ppm dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai NH₄⁺ yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan bervariasi. NH₄⁺ yang terdapat di dalam tanah mengalami fluktuatif pada setiap pengamatan. Pada pengelolaan A dan E, nilai NH₄⁺ mengalami peningkatan, sedangkan pengelolaan limbah sawah B, C dan D cenderung pada nilai yang tetap NH₄⁺ memiliki konsentrasi yang berbeda karena adanya proses kimia dalam tanah dalam produksi NH₄⁺ dan NO₃⁻ dan adanya pengendali reaksi yaitu ketersediaan N anorganik (NH₃, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻ dan molekul N) yang ada di dalam tanah.

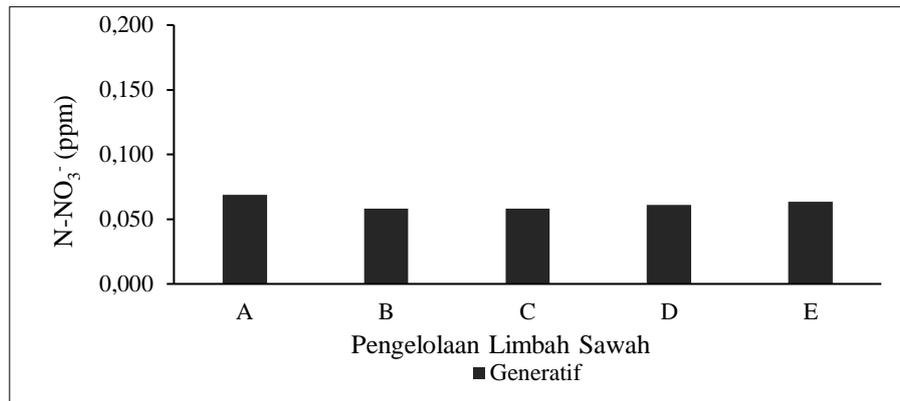


Gambar 7. N-NO₃⁻ pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah di Kecamatan Anjir Pasar fase vegetatif. Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Diagram yang ditampilkan menggunakan huruf berbeda berpengaruh sangat nyata berdasarkan uji nilai tengah DMRT.

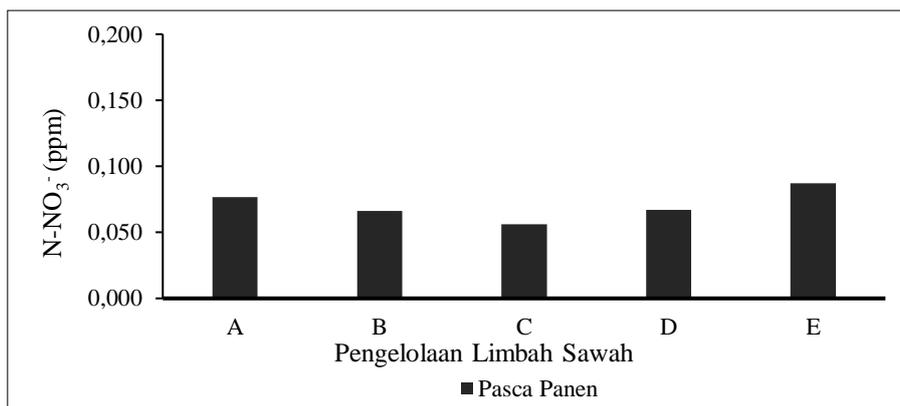
Hasil nitrat (N-NO₃⁻) menunjukkan bahwa pengelolaan limbah sawah yang dilakukan tidak berpengaruh nyata terhadap konsentrasi NO₃⁻ kecuali pada fase vegetatif dapat dilihat pada Gambar 7. Pada fase vegetatif, pengelolaan limbah sawah dengan nilai NO₃⁻ tertinggi terdapat pada pengelolaan limbah sawah C dengan nilai 0,146 ppm. Adapun nilai NO₃⁻ terendah ada pada pengelolaan limbah A dengan nilai 0,062 ppm, sedangkan pengelolaan limbah sawah lainnya yaitu B memiliki nilai 0,101 ppm, pengelolaan limbah sawah D dengan nilai 0,070 ppm dan pengelolaan limbah sawah E dengan nilai 0,087 ppm dapat dilihat pada Gambar 7.

Pada fase generatif, pengelolaan limbah sawah A memiliki nilai tertinggi NO₃⁻ pada tanah sebesar 0,069 ppm. Nilai NO₃⁻ terendah terdapat pada pengelolaan limbah sawah B dan C yang memiliki nilai yang sama yaitu 0,058

ppm. Adapun nilai NO_3^- pada pengelolaan limbah D sebesar 0,061 ppm dan pengelolaan limbah sawah E dengan sebesar 0,064 ppm dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. N-NO₃⁻ pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah di Kecamatan Anjir Pasar fase generatif. Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Diagram yang ditampilkan tanpa huruf menggambarkan tidak berpengaruh nyata.



Gambar 9. N-NO₃⁻ pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah di Kecamatan Anjir Pasar fase pascapanen. Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Diagram yang ditampilkan tanpa huruf menggambarkan tidak berpengaruh nyata.

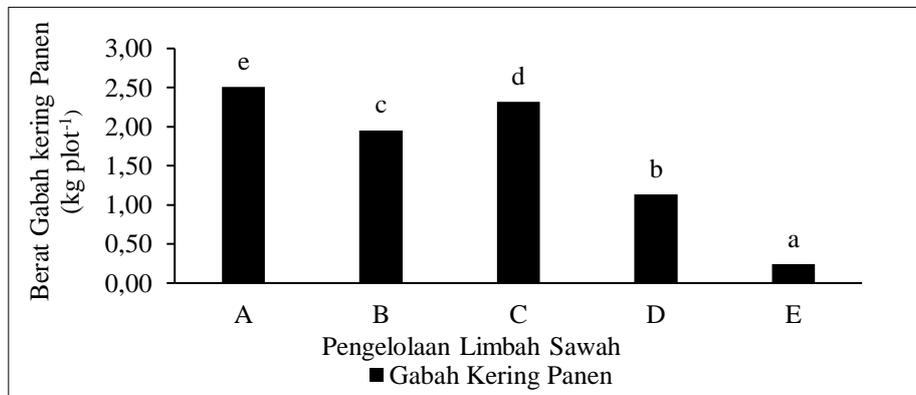
Pada fase pascapanen, nilai NO_3^- pada pengelolaan limbah sawah E memiliki nilai tertinggi yaitu 0,087 ppm. Selanjutnya nilai NO_3^- berturut-turut dari tertinggi sampai terendah diperoleh oleh pengelolaan limbah sawah A, D dan B yang masing-masing memiliki nilai sebesar 0,077 ppm, 0,066 ppm dan 0,066 ppm, sedangkan nilai terendah NO_3^- terdapat pada pengelolaan limbah sawah C dengan nilai 0,056 ppm dapat dilihat pada Gambar 9.

Hasil uji keragaman menunjukkan bahwa metode pengelolaan limbah sawah tidak berpengaruh terhadap konsentrasi NO_3^- , kecuali pada fase vegetatif tanaman padi. Dinamika kandungan NO_3^- pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah menunjukkan peningkatan dan penurunan yang tidak teratur selama 3 kali pengamatan. Nilai NO_3^- tertinggi diberikan oleh pengelolaan limbah sawah C fase vegetatif tanaman padi dengan nilai 0,146 ppm. Adapun nilai terendah terdapat pada pengelolaan limbah sawah perlakuan A. NO_3^- hasil menunjukkan bahwa pada fase vegetatif NO_3^- berpengaruh nyata pada fase generatif, serta pascapanen nilai NO_3^- tidak berpengaruh nyata terhadap emisi N_2O dan bakteri penambat nitrogen. Hal ini diduga karena adanya ketidakseimbangan unsur N terutama NO_3^- dalam keadaan tanah yang tergenang sehingga terjadi perbedaan hasil NO_3^- pada setiap fase. Hasil

NO_3^- yang berbeda diduga karena pengolahan limbah sawah C menyebabkan laju reduksi NO_3^- berkurang semenjak sawah digenangi sehingga masih memiliki NO_3^- yang cukup tinggi (Kyuma, 2004).

3.4. Berat Gabah Kering Panen

Pada hasil tanaman padi yang dilakukan beberapa pengelolaan limbah sawah yang berbeda sebanyak 5 pengelolaan, didapatkan berat gabah kering panen yang dapat dilihat pada Gambar 10.

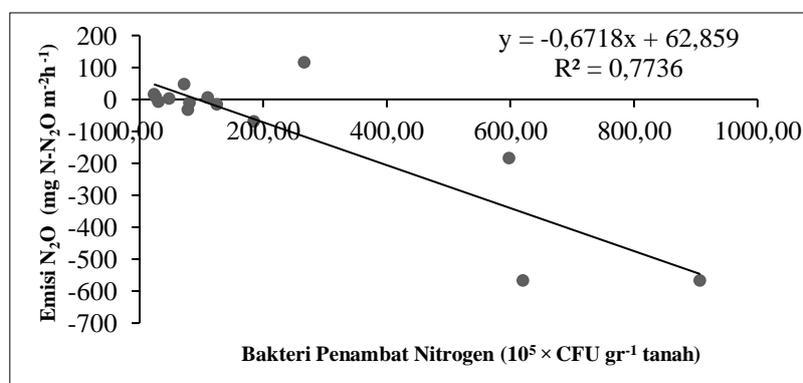


Gambar 10. Berat gabah kering panen. Limbah sawah (rumput, semak dan sisa tanaman padi) yang A = ditebas lalu diangkat ke guludan setelah beberapa hari dikembalikan ke lahan; B = dilakukan pengelolaan Tempulikampar (Tebas, Puntal, Balik dan Ampar); C = ditebas, ditanami lacak kemudian ditebas kembali setelah lacaknya dipindahkan ke lahan di luar plot penelitian; D = disemprot herbisida sebanyak 2 kali; E = disemprot herbisida 1 kali lalu tanah di traktor (limbah dicampur dengan tanah). Diagram yang ditampilkan tanpa huruf menggambarkan tidak berpengaruh.

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa berat gabah padi kering panen sangat berpengaruh nyata. Pengelolaan limbah sawah A mempunyai nilai terbesar yaitu 2,51 kg plot⁻¹. Adapun pada pengelolaan lainnya mempunyai nilai gabah kering panen yang bervariasi. Pada pengelolaan limbah sawah B, berat gabah kering panen yang dihasilkan sebesar 1,95 kg plot⁻¹, pengelolaan limbah sawah C sebesar 2,32 kg plot⁻¹ dan pengelolaan limbah sawah D sebesar 1,13 kg plot⁻¹. Berat gabah kering panen terendah terdapat pada pengelolaan limbah sawah E dengan nilai sebesar 0,24 kg plot⁻¹.

3.5. Hubungan Antara Emisi N_2O dan Bakteri Penambat Nitrogen

Hasil uji korelasi dan regresi dilakukan pada data emisi (N_2O) dan populasi bakteri penambat nitrogen pada beberapa metode pengelolaan limbah sawah yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil menunjukkan bahwa emisi N_2O berkorelasi sangat nyata dengan bakteri penambat nitrogen. Koefisien determinasi 0,7736 atau 77,36%, variabel populasi bakteri penambat nitrogen mampu menjelaskan variabel 77,36% mempengaruhi emisi N_2O dan sisanya 22,64% ada pada faktor lainnya seperti ketersediaan unsur hara khususnya unsur hara N yang ada didalam tanah. Hal ini sejalan dengan pendapat Kou-Giesbrecht dan Menge (2021), bahwa emisi N_2O dipengaruhi oleh bakteri penambat nitrogen, dimana tanaman yang bersimbiosis dengan bakteri ini akan menghasilkan emisi N_2O dua kali lipat lebih banyak dar tanaman yang tidak bersimbiosis.



Gambar 11. Hasil korelasi dan regresi antara emisi N_2O dan bakteri penambat nitrogen.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan metode pengelolaan limbah sawah pada setiap fase (vegetatif, generatif dan pasca panen) yang dilakukan tidak memberikan pengaruh terhadap parameter emisi N₂O dan bakteri penambat N. Bakteri penambat N dan emisi N₂O berkorelasi sangat nyata dengan metode pengelolaan limbah sawah yang dilakukan pada setiap fase (vegetatif, generatif dan pascapanen).

Daftar Pustaka

- Abduh, A.M., Hanudin, E., Purwanto, B.H., Utami, S.N.H. 2020. Effect of plant spacing and organic fertilizer doses on methane emission in organic rice fields. *Environment and Natural Resources Journal* 18(1), 66-74. doi.org/10.32526/enrj.18.1.2020.07
- Banks, S., White, L., Behnamian, A., Chen, Z., Montpetit, B., Brisco, B., Pasher, J., Duffe, J. 2019. Wetland classification with multi-angle/temporal SAR using random forests. *Remote Sens* 11(6), 670. doi.org/10.3390/rs11060670
- Dakhyyar, N, Hairani, A., Indrayati, L. 2012. Prospek pengembangan penataan lahan sistem surjan di lahan rawa pasang surut. *Jurnal Agrovigor* 5(2), 113–118. doi.org/10.21107/agrovigor.v5i2.327
- Ekawati, I., Syekhfani. 2005. Dekomposisi tajuk padi oleh biakan campuran bakteri selulolisis dan penambat nitrogen. *Jurnal Pembangunan Pedesaan* 42(2), 96–102.
- Hadi, A., Budi, I.S., Salamiah, Wahdah, R., Yusran, F.H. 2021. Aplikasi Teknologi Selaras Watak Lahan Basah. LMU Press. Banjarmasin.
- Irawan, M.A.R. 2021. Emisi gas metana dari sawah di kecamatan anjir pasar yang ditanami padi unggul hasil radiasi dan padi lokal. *Skripsi Universitas Lambung Mangkurat*. Banjarbaru.
- Kou-Giesbrecht, S., Menge, D.N.L. 2021. Nitrogen-fixing trees increase soil nitrous oxide emissions: a meta-analysis. *Ecology* 102(8), e03415. doi.org/10.1002/ecy.3415
- Kyuma, K. 2004. *Paddy Soil Science*. Kyoto University Press. Japan.
- Natuhara, Y. 2013. Ecosystem services by paddy fields as substitutes of natural wetlands in Japan. *Ecological Engineering* 56, 97-106. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.04.026
- Subagyono, Kasdi, Elsa, S. 2007. Pengelolaan sumber daya iklim dan air untukantisipasi perubahan iklim. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 8(1), 27-35. doi.org/10.31172/jmg.v8i1.5