

## Populasi Bakteri Penambat N<sub>2</sub> Atmosfer pada Tanah Sawah yang Diberikan Herbisida dengan Berbagai Kandungan Bahan Aktif

Hendra Setiawan, Abdul Hadi\*, Fakhrur Razie

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

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

### Informasi Artikel

Received 17 November 2023

Accepted 08 Februari 2024

Published 09 Februari 2024

Online 09 Februari 2024

### Keywords:

Herbicide; Glyphosate;

Metsulfuron Methyl;

N-fixing; Paraquat

### Abstract

Supporting the increase in agricultural production today cannot be separated from the use of herbicides in land preparation activities. Most of the herbicides applied to plants will eventually fall to the ground, then undergo changes and in a certain time will be absorbed by the clay fraction and organic matter in the soil, which is generally known as herbicide residue. Toxic herbicide residues in the soil can kill soil microbes, which are not actually the target (non-target microorganisms) so that they interfere with the activity of soil microorganisms which in turn can affect the nutrient cycle in the soil. This research was conducted with the aim of knowing the effect of giving herbicides with various types of active ingredients in paddy fields on the viability of N-fixing bacteria and their relationship to soil chemical properties. The research and analysis was carried out from November 2021 to January 2022. The method used in this study was the Completely Randomized Design (CRD) environmental design method with a single factor treatment design, namely the type of herbicide active ingredient. Based on the results of research that has been carried out, it is known that the herbicide Glyphosate can increase the population of atmospheric N<sub>2</sub>-fixing bacteria in the soil, while the herbicide Paraquat and Methyl Metsulfuron can suppress the population growth of atmospheric N<sub>2</sub>-fixing bacteria.

### 1. Pendahuluan

Kegiatan budidaya dalam pengembangan lahan biasanya diikuti dengan kegiatan pengendalian gulma di lahan tersebut. Pengendalian gulma pada areal yang luas biasanya dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan herbisida kimia, sehingga gulma dapat dikendalikan lebih cepat. Herbisida kimia mengandung bahan aktif yang dapat mempercepat dan mempercepat proses kematian gulma. Bahan aktif dalam herbisida dapat terakumulasi di dalam tanah dan mempengaruhi aktivitas organisme tanah (Sari, 2015). Peningkatan dosis herbisida yang mengandung bahan aktif glifosat yang diaplikasikan pada media tanah polibag berisi kedelai signifikan terhadap penurunan populasi dan keanekaragaman biofasik tanah.

Selain pengolahan tanah, penggunaan herbisida atau senyawa kimia untuk mengendalikan gulma di pertanian juga biasa dilakukan oleh petani umum. Menurut Dermiyati (1997), sebagian besar herbisida yang diaplikasikan pada tanaman pada akhirnya akan jatuh ke tanah, kemudian mengalami perubahan dan lama kelamaan akan diserap oleh lempung dan bahan organik tanah yang biasa disebut residu herbisida. Residu herbisida toksik di dalam tanah (Duniaji dan Suter 2021). Dapat membunuh mikroorganisme tanah non target (non target mikroorganisme), sehingga mengganggu aktivitas mikroba tanah dan mempengaruhi sirkulasi hara tanah

Dalam rangka memberikan strategi pertanian jangka panjang, penggunaan bakteri fiksasi N<sub>2</sub> berpotensi meningkatkan hasil panen padi dan pendapatan petani. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, banyak yang menemukan bahwa bakteri fiksasi N<sub>2</sub> dapat berpengaruh positif terhadap hasil panen. Menurut Quispel (1974), jumlah total N tetap di sawah di seluruh dunia dapat mencapai 4 juta Mega/tahun, dimana 30 kg ha<sup>-1</sup> merupakan hasil fiksasi N<sub>2</sub>, yaitu setara dengan 11% pupuk N yang diaplikasikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

memperjelas hubungan antara viabilitas bakteri fiksasi N dengan sifat kimia tanah dengan cara menyemprot lahan sawah dengan herbisida yang mengandung berbagai jenis bahan aktif.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2021 – Januari 2022 di Rumah kaca Jurusan Tanah dan Laboratorium Fisika, Kimia, dan Biologi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru

### 2.2. Pelaksanaan Penelitian

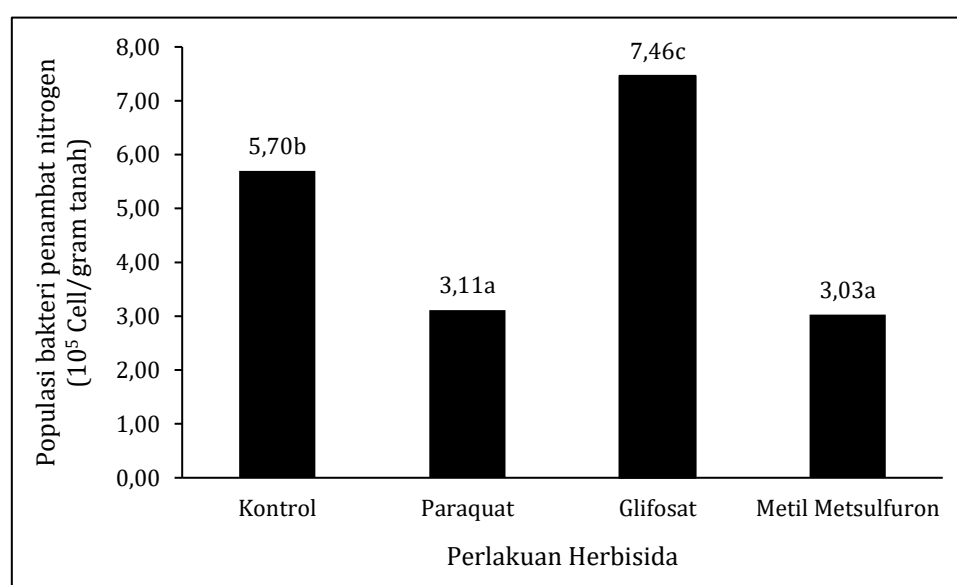
Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yaitu jenis herbisida. Adapun perlakuan herbisida yang diujikan yaitu: herbisida berbahan aktif paraquat (0,1 ml/ 100 g tanah), herbisida berbahan aktif glifosat (0,1 ml/ 100 g tanah), herbisida berbahan aktif metil metsulfuron merek dagang (0,1 ml/ 100 g tanah), dan kontrol. Bahan tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil di Desa Jejangkit, Kecamatan Jejangkit, Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan. Tanah diambil dari lapangan selanjutnya dibawa ke rumah kaca dan ditimbang sebanyak 5 kg per polybag dengan 20 satuan percobaan. Setelah itu dilakukan pengaplikasian herbisida dengan melarutkan 5 ml dari setiap jenis herbisida ke dalam 500 ml aquades ke dalam botol spray yang berbeda dan didiamkan selama tujuh hari dengan terus menjaga dan memperhatikan kelembapan tanah. Setelah tujuh hari tanah diambil dan dipisahkan sesuai dengan kode sampel untuk dianalisa di Laboratorium dengan parameter sebagai berikut: populasi bakteri penambat  $N_2$  atmosfer, evolusi gas  $CO_2$ , N-Amonium, N-Nitrat, dan pH.

Data hasil analisis atau pengukuran peubah-peubah yang diukur akan terlebih dahulu diuji kehomogenannya dengan ragam. Data yang homogen dan normal akan dilanjutkan dengan analisis *one way* ANOVA, jika data tidak homogen atau tidak normal akan dilakukan transformasi data agar data menjadi homogen atau normal sehingga dapat dilakukan analisis ragam dengan program Anova Excel V-3. Hasil anova adalah F-hitung yang kemudian akan dibandingkan dengan F-table. Apabila F-hitung > F-tabel, maka dapat disimpulkan terima  $H_1$  dan tolak  $H_0$  atau yang berarti perlakuan menghasilkan pengaruh yang sangat nyata. Kemudian dapat dilanjutkan dengan Uji LSD (*Least Significant Difference*). Dilakukan uji korelasi dan regresi untuk mengetahui hubungan populasi bakteri penambat  $N_2$  atmosfer dengan evolusi gas  $CO_2$ .

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Populasi bakteri penambat $N_2$ atmosfer

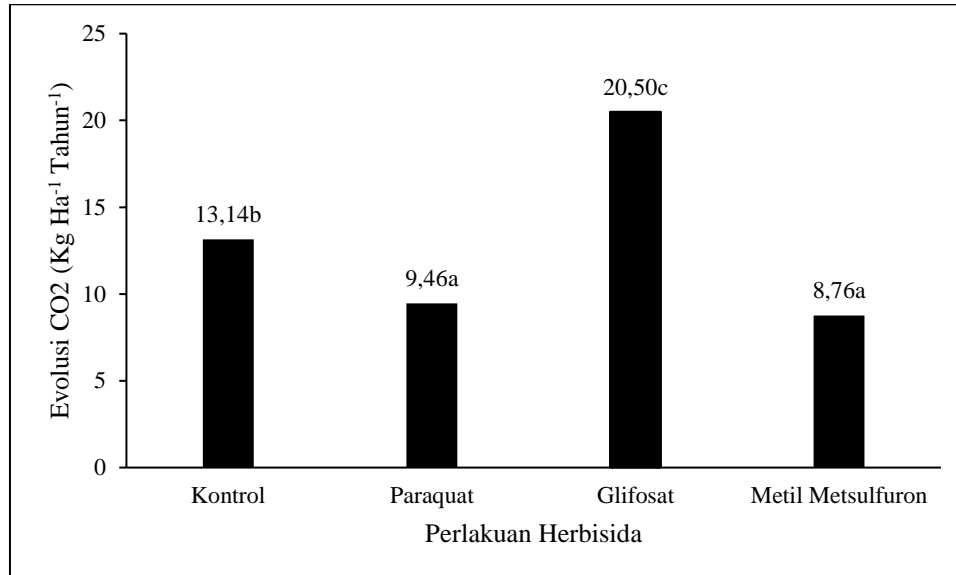
Dari hasil uji ANOVA dan uji LSD dapat diketahui bahwa pemberian herbisida pada tanah menunjukkan perbedaan yang sangat nyata terhadap populasi mikroba penambat  $N_2$  atmosfer. Populasi paling banyak terdapat pada pemberian herbisida Glifosat, sedangkan populasi paling sedikit terdapat pada tanah yang diberikan herbisida Paraquat dan Metil Metsulfuron (Gambar 1).



Gambar 1. Populasi bakteri penambat  $N_2$  atmosfer pada tanah yang diberikan herbisida dengan berbagai jenis bahan aktif

### 3.2 Evolusi gas CO<sub>2</sub>

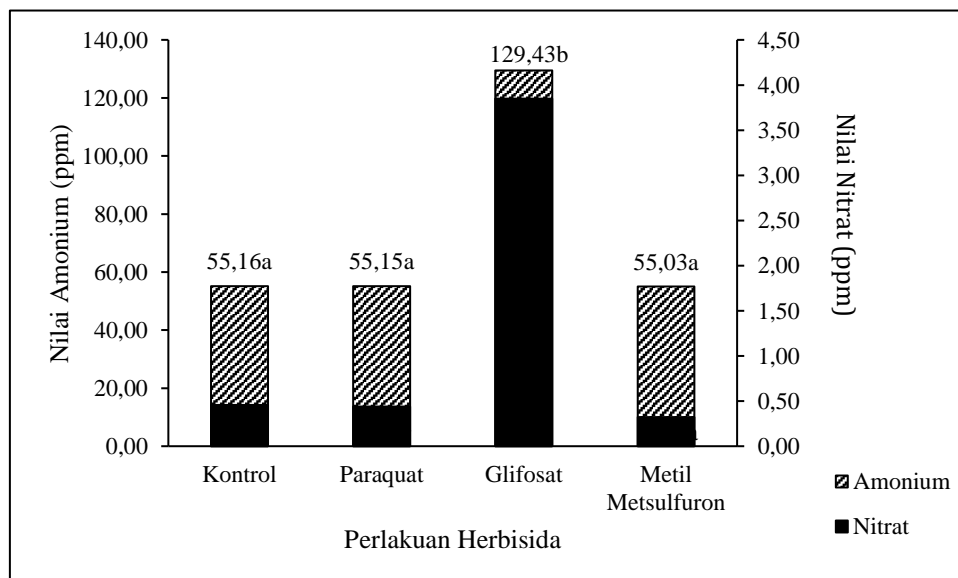
Dari hasil uji ANOVA dan uji LSD dapat diketahui bahwa pemberian herbisida pada tanah menunjukkan perbedaan yang sangat nyata terhadap evolusi gas CO<sub>2</sub>. Evolusi gas CO<sub>2</sub> paling banyak terdapat pada pemberian herbisida Glifosat, sedangkan populasi paling sedikit terdapat pada tanah yang diberikan herbisida Paraquat dan Metil Metsulfuron (Gambar 2).



Gambar 2. Evolusi gas CO<sub>2</sub> pada tanah yang diberikan herbisida dengan berbagai jenis bahan aktif.

### 3.3 N-Amonium (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dan N-Nitrat (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

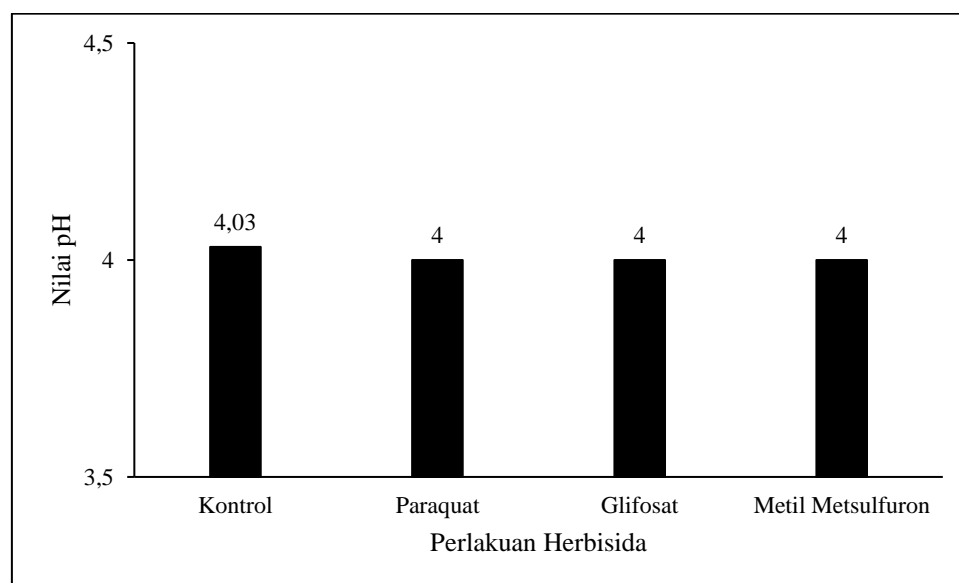
Dari hasil uji ANOVA dan uji LSD dapat diketahui bahwa pemberian herbisida pada tanah menunjukkan perbedaan yang sangat nyata terhadap nilai N-Amonium (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dan N-Nitrat (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) pada tanah. Nilai N-Amonium (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dan N-Nitrat (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) paling tinggi terdapat pada pemberian herbisida Glifosat. (Gambar 3).



Gambar 3. Nilai N-Amonium (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dan N-Nitrat (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) pada tanah yang diberikan herbisida dengan berbagai jenis bahan aktif.

### 3.4 Derajan Keasaman (pH)

Dari hasil uji ANOVA dapat diketahui bahwa pemberian herbisida dengan berbagai jenis kandungan bahan aktif pada tanah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap nilai pH pada tanah (Gambar 4).



Gambar 4. Nilai pH pada tanah yang diberikan herbisida dengan berbagai jenis bahan aktif.

### 3.5 Populasi bakteri penambat $N_2$ atmosfer dan evolusi gas $CO_2$ pada tanah sawah

Jumlah populasi bakteri penambat  $N_2$  atmosfer tertinggi terjadi pada tanah yang diaplikasikan herbisida berbahan aktif Glifosat yaitu  $7,46 \times 10^5$  sel/gram tanah jika dibandingkan dengan tanpa pemberian herbisida  $5,70 \times 10^5$  sel gram tanah<sup>-1</sup>, dan aplikasi herbisida berbahan aktif lainnya. Aplikasi herbisida berbahan aktif Paraquat  $3,11 \times 10^5$  sel gram tanah<sup>-1</sup>, tidak berbeda dengan tanah yang diaplikasikan herbisida berbahan aktif Metil Mesulfuron  $3,03 \times 10^5$  sel gram tanah<sup>-1</sup>. Ketersediaan sumber energi (C-Organik) di lingkungan rizosfer merupakan salah satu faktor yang menentukan banyaknya bakteri penambat  $N_2$  atmosfer pada tanah, tetapi selain itu faktor lingkungan yang lain juga penting dalam menentukan banyaknya bakteri penambat  $N_2$  dalam tanah seperti temperatur, kelembaban, dan aerasi pada tanah. Widyati (2018) menyebutkan bahwa pemberian bahan aktif glifosat akan memacu pertumbuhan mikroba pada tanah, hal ini terjadi karena pemberian bahan aktif glifosat mampu meningkatkan bahan organik pada tanah.

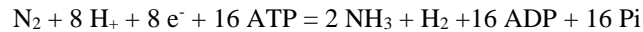
Salah satu indikator aktivitas biologi pada tanah adalah respirasi tanah. Respirasi tanah merupakan indikator suatu ekosistem, meliputi semua kegiatan yang berkaitan dengan proses metabolisme di dalam tanah, penguraian sisa-sisa tumbuhan di dalam tanah, dan konversi zat organik menjadi  $CO_2$  (Fahmi, 2016). Respirasi tanah adalah proses evolusi  $CO_2$  pada tanah yang di dihasilkan oleh mikroorganisme tanah dan akar tanaman.

Pemberian herbisida dengan berbagai jenis bahan aktif pada tanah sawah memberikan pengaruh yang sangat nyata pada evolusi gas  $CO_2$  disetiap perlakuan. Pada perlakuan pemberian herbisida berbahan aktif Glifosat mendapatkan jumlah evolusi gas  $CO_2$  tertinggi di bandingkan perlakuan lainnya sedangkan perlakuan pemberian herbisida berbahan aktif Paraquat dan perlakuan pemberian herbisida berbahan aktif Metil Mesulfuron mempunyai jumlah evolusi  $CO_2$  lebih rendah jika dibandingkan dengan tanpa pemberian herbisida. Evolusi gas  $CO_2$  pada tanah erat kaitannya dengan aktivitas mikroba dalam tanah. Proses evolusi gas  $CO_2$  pada tanah tidak hanya dipengaruhi oleh faktor biologis (vegetasi dan mikroorganisme) dan faktor lingkungan (suhu, kelembaban, dan pH) tetapi juga dapat dipengaruhi oleh faktor yang lebih kuat yaitu faktor perbuatan manusia (Fang et al., 1998).

### 3.6 Kandungan N-Amonium ( $N-NH_4^+$ ) dan N-Nitrat ( $N-NO_3^-$ ) serta nilai pH pada tanah sawah

Nitrogen adalah salah satu unsur hara yang esensial dan penting dalam proses biokimia di tanaman. Di dalam tanah sumber nitrogen yaitu bahan organik, pupuk kandang, fiksasi nitrogen biologis, dan pupuk anorganik (Laegreid et al, 1999). Pada tanah yang diaplikasikan herbisida Glifosat mampu meningkatkan kandungan ammonium dan nitrat serta kandungan C-organik pada tanah dibandingkan dengan tanah yang tidak diberikan perlakuan (Amiati, 2010). Selain itu tingginya nilai Amonium dan nitrat pada tanah yang diaplikasikan herbisida berbahan aktif Glifosat disebabkan karena banyaknya jumlah populasi bakteri penambat nitrogen pada tanah tersebut. Proses fiksasi unsur nitrogen yang ada diudara dilakukan oleh bakteri penambat nitrogen pada tanah dengan cara mengkonversi nitrogen bebas ( $N_2$ ) yang berada di udara menjadi dalam bentuk ammonium ( $NH_4^+$ ) yang tersedia

bagi tanam proses penambatan nitrogen di udara mikroba memiliki enzim nitrogenase. Mekanisme penambatan nitrogen secara biologis dapat digambarkan pada reaksi dibawah ini:



Reaksi ini dilakukan oleh mikroba yang menggunakan satu kompleks enzim nitrogenase. Setelah ion  $\text{NH}_4^+$  terbentuk Proses selanjutnya akar akan menyerap ion  $\text{NH}_4^+$  yang digunakan oleh mikroorganisme lalu mengalami proses nitrifikasi atau digunakan oleh mikroorganisme dan diubah menjadi bahan organik (Mitsc dan Gosselink, 1993). Proses nitrifikasi dilakukan dengan menggunakan dua kelompok kemolitotrof yang dapat melakukan proses oksidasi. Langkah pertama yaitu oksidasi ammonium menjadi nitrit:



Proses ini dilakukan dengan bantuan bakteri Nitrosomonas sp. Langkah kedua yaitu oksidasi nitrit menjadi nitrat:

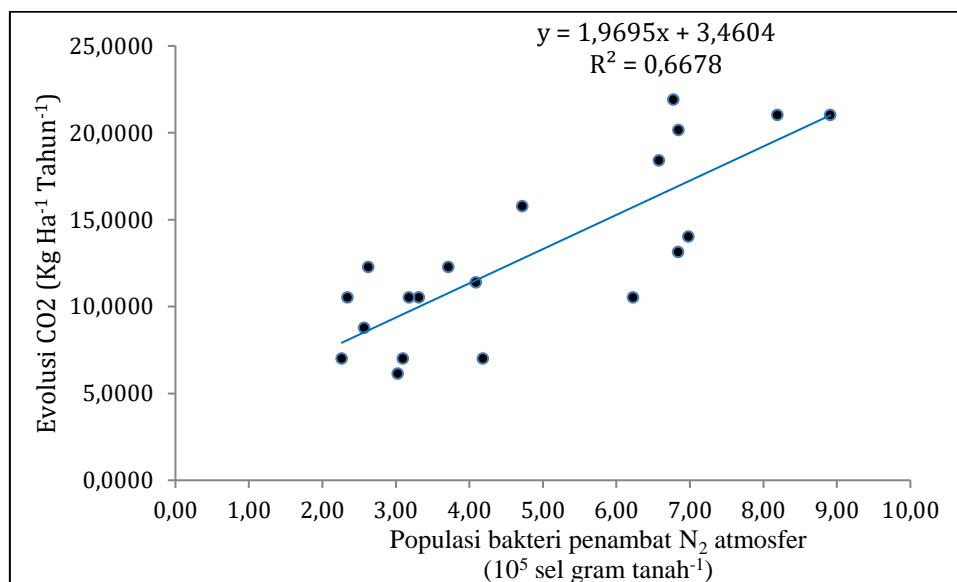


Proses ini dilakukan dengan bantuan bakteri Nitrobacter sp. Proses nitrifikasi dikendalikan oleh beberapa faktor termasuk: pasokan amonium, pasokan oksigen, pasokan karbon dioksida, kepadatan populasi dan bakteri nitrifikasi, suhu, pH dan alkalinitas (Merz, 2000).

Pada tanah sawah yang dierikan herbisida berbahan aktif Paraquat, Glifosat, dan Metil Mesulfuron menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada nilai pH-nya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Putra (2017) yang menyebutkan bahwa perlakuan pemberian herbisida pada tanah tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah. Nilai pH pada tanah yang diaplikasikan herbisida berbahan aktif. Paraquat, Glifosat, dan Metil Mesulfuron berkisar antara 3,90 – 4,06 dimana nilai ini masuk dalam kriteria sangat masam menurut Balai Penelitian Tanah (2009).

### 3.7 Hubungan populasi bakteri penambat $\text{N}_2$ atmosfer dengan evolusi gas $\text{CO}_2$

Hasil uji korelasi antara populasi bakteri penambbat  $\text{N}_2$  atmosfer dengan evolusi gas  $\text{CO}_2$  memperlihatkan hubungan dari populasi bakteri penambat  $\text{N}_2$  atmosfer sebagai variable bebas dan evolusi gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan sebagai variable terikat. Hubungan antara kedua variable tersebut digambarkan dan disajikan dalam persamaan linear dan diagram pada Gambar 5:



Gambar 5. Hasil uji korelasi regresi antara populasi mikroba penambat  $\text{N}_2$  atmosfer dengan evolusi gas  $\text{CO}_2$

Model ini menunjukkan bahwa hubungan populasi bakteri penambat  $\text{N}_2$  atmosfer berbanding lurus dengan evolusi gas  $\text{CO}_2$ . Semakin banyak populasi bakteri penambat  $\text{N}_2$  atmosfer maka evolusi gas  $\text{CO}_2$  juga semakin

meningkat. Lubna (2013), mengatakan bahwa kegiatan mikroorganime dalam tanah akan menghasikan produk akhir berupa CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan melalui respirasi tanah.

#### 4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi bakteri penambat N<sub>2</sub> atmosfer dan jumlah evolusi gas CO<sub>2</sub> tanah yang diaplikasikan herbsida berbahan aktif Glifosat lebih banyak jika dibandingkan dengan herbsida berbahan aktif Paraquat dan Metil Metsulfuron. N-Amonium dan N-Nitrat pada tanah yang diaplikasikan herbsida berbahan Glifosat memiliki nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan herbsida berbahan aktif Paraquat dan Metil Metsulfuron, sedangkan pemberian herbsida berbahan aktif Paraquat, Glifosat, dan Metil Metsulfuron tidak berpengaruh terhadap nilai pH tanah.

#### Daftar Pustaka

- Amiati, G.S. 2010. Respon Fisiologis Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) Terhadap Herbisida Glisofat dan 2,4-D. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk Edisi 2. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Dermiyati. 1997. Pengaruh mulsa terhadap aktivitas mikroorganime tanah dan produksi jagung hibrida C-1. Jurnal Tanah Trop. 5, 63-68.
- Duniaji, A.S., Suter, I.K. 2021. Pengujian kandungan residu pestisida pada tanaman sayuran di Kabupaten Badung dengan kartu pendeteksi pestisida (*pesticide detection cards*) dan gas chromatography mass spectrophotometry. Jurnal Ilmu Teknologi Pangan 10 (4), 746-752.
- Fahmi. 2016. Pengaruh Dua Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Herbisida Terhadap Respirasi Tanah Pada Pertanaman Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Fang, J., Zhao, K., Liu, S. 1998. Factors affecting soil respiration in reference with temperature's role in the global scale. Chinese Geographical Science 8, 246-255.
- Laegreid, M., Bockman, O.C., Kaarstad, O. 1999. Agriculture, Fertilizers and The Environment. CABI publishing, United Kingdom.
- Lubna, D., Sembiring, E. 2013. Emisi CO<sub>2</sub> dan penurunan karbon organik pada campuran tanah dan kompos (skala laboratorium). Jurnal Teknik Lingkungan 19, 24-32.
- Merz, A.J., So, M. 2000. Interactions of pathogenic neisseriae with epithelial cell membranes. Annual Review of Cell and Developmental Biology 16(1), 423-457.
- Mitsch, W.J. Gosselink, J.G. 1993. Wetlands. Ed. ke-2. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Putra, R.Y.A., Wiharso, D., Niswati, A. 2017. Pengaruh pengolahan tanah dan aplikasi herbisida terhadap kandungan asam humat pada tanah ultisol Gedung Meneng Bandar Lampung. Jurnal Agrotek Tropika 5(1), 51-56.
- Quispel, A. 1974. General Introduction. pp. 1-8 in *The Biology of Nitrogen Fixation, Nort-Holland*. Res, Monographs. Vol. 33 (Cited from Kawaguci. K. ED). 1987. Paddy Soil Science. Kodansha. Tokyo in Japanese.
- Sari, Y.K., Niswati, A., Arif, M.A.S., Yusnaini, S. 2015. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanaman ubi kayu (*Manihot utilissima*). Jurnal Agrotek Tropika 3(3), 422-436.
- Widyati, E. 2018. Intervensi manusia terhadap komunitas rhizosfir: Review. Jurnal Manusia dan Lingkungan 26(1), 10-19.