

**PENGARUH BAKTERI AZOTOBACTER DALAM MENAMBAT NITROGEN TERSEDIA DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays*) PADA TANAH GAMBUT**

**THE EFFECT OF AZOTOBACTER BACTERIA IN AVAILABLE NITROGEN AND THE GROWTH OF SWEET CORN (*Zea mays*) ON PEAT SOIL**

<sup>1</sup>David Samuel Nicholas Ginting <sup>1)</sup>, Gusti Zakaria Anshari <sup>2)</sup>, Rita Hayati <sup>3)</sup>

<sup>1)2)3)</sup> *Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura*

**ABSTRACT**

*Azotobacter bacteria are non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria that fix free nitrogen from the air. It is hoped that the nitrogen that has been fixed by Azotobacter bacteria can be used by plants to help corn grow. This research was carried out for 4 months, in the experimental field of the Faculty of Agriculture, Tanjungpura University, Pontianak City, West Kalimantan Province, starting from preparing the planting media until the plants reached the maximum vegetative phase. Presentation of soil data analysis was obtained from the Bogor Soil Research Institute Laboratory, Soil Chemistry and Fertility Laboratory and Soil Biology Laboratory, Faculty of Agriculture, Tanjungpura University. This research was carried out as an experiment in polybags using a method using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 5 treatments and 4 replications so that there were 20 sample units. The treatment for administering Azotobacter bacterial isolates was as follows: P0 = no isolate, P1 = 30 ml of isolate, P2 = 60 ml of isolate, P3 = 90 ml of isolate, P4 = 120 ml of isolate. Variables observed in this study included total nitrogen, available nitrogen (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), soil acidity (pH), soil organic carbon, azotobacter population, plant height (cm), stem diameter (mm), plant dry weight (grams). The results showed that giving 30 ml of Azotobacter bacterial isolate (P1) increased ammonium by 46.31%, nitrate by 14.73%, Azotobacter population by 118.86%, plant height by 6.14%, plant diameter by 8.06%, weight plant dryness was 26.24% while there was a decrease in soil pH of 0.88%, soil organic carbon 3.53%, total soil nitrogen 4.12%.*

*Keywords: azotobacter; nitrogen fixing; peat, sweet corn*

**INTISARI**

Bakteri Azotobacter adalah bakteri penambat nitrogen non-simbiosis yang memfiksasi nitrogen bebas dari udara. Nitrogen yang telah ditambah oleh bakteri Azotobacter diharapkan dapat digunakan tanaman sehingga membantu pertumbuhan jagung. Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan, di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura, Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat mulai dari persiapan media tanam hingga tanaman mencapai fase vegetatif maksimum. Penyajian data analisis tanah didapat dari Laboratorium Balai Penelitian Tanah Bogor, Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah serta Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Penelitian ini dilakukan pada percobaan dalam polybag dengan metode menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 20 unit sampel. Perlakuan pemberian isolat bakteri Azotobacter adalah sebagai berikut: P0 = tanpa isolat, P1 = 30 ml isolat, P2 = 60 ml isolat, P3 = 90 ml isolat, P4 = 120 ml isolat. Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi nitrogen total, nitrogen tersedia (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dan NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), keasaman tanah (pH), karbon organik tanah, populasi azotobacter, tinggi tanaman (cm), diameter batang (mm), berat kering tanaman (gram). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian isolat bakteri Azotobacter sebanyak 30 ml (P1) meningkatkan amonium sebesar 46,31%, nitrat 14,73%, populasi azotobacter 118,86%, tinggi tanaman 6,14%, diameter tanaman 8,06%, berat kering tanaman 26,24% sedangkan terdapat penurunan pH tanah sebesar 0,88%, karbon organik tanah 3,53%, nitrogen total tanah 4,12%.

Kata kunci: azotobacter; menambat nitrogen; gambut, jagung manis

---

<sup>1</sup> Correspondence author: [davidalabo11@gmail.com](mailto:davidalabo11@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Lahan gambut di Indonesia diperkirakan seluas 13,43 juta ha, tersebar di pulau Sumatera 5,85 juta ha, pulau Kalimantan 4,54 juta ha, pulau Irian 3,01 juta ha, dan Sulawesi 0,024 juta ha (Anda et al., 2021). Luas lahan gambut di Provinsi Kalimantan Barat diperkirakan mencapai 1.680.135 hektar atau sekitar 35,16% dari luas total lahan gambut di Pulau Kalimantan (Wahyunto et al., 2016; Ritung & Sukarman, 2016). Lahan gambut didefinisikan sebagai lahan dengan tanah jenuh air, terbentuk dari endapan yang berasal dari penumpukkan sisa-sisa (residu) jaringan tumbuhan masa lampau yang melapuk, dengan ketebalan lebih dari 50 cm.

Budidaya tanaman jagung pada lahan gambut terhambat karena tanah gambut memiliki kandungan unsur hara makro yang rendah. Satu di antara unsur makro yang dimaksud adalah nitrogen, karena berpengaruh pada pertumbuhan dan hasil yang optimal. Unsur hara nitrogen pada tanah gambut sulit tersedia bagi tanaman karena nitrogen hanya akan tersedia setelah didrainase sehingga membutuhkan pemupukan untuk mencukupi kebutuhan nitrogen tanaman. Kebutuhan nitrogen untuk budidaya jagung menurut Nova, et al., (2014), dalam satu hektar membutuhkan sekitar 138 kg nitrogen atau setara 300 kg urea. Upaya untuk mengurangi penggunaan pupuk urea yaitu memanfaatkan bakteri penambat Nitrogen, mengingat meningkatnya harga pupuk urea dan tingginya kebutuhan Nitrogen dalam budidaya jagung. Bakteri *Azotobacter* merupakan bakteri penambat Nitrogen yang dapat mengurangi penggunaan pupuk Nitrogen karena menyediakan sebagian kebutuhan Nitrogen yang dibutuhkan tanaman. Adapun kapasitas fiksasi Nitrogen oleh bakteri *Azotobacter* 10-46 kg/ha/tahun (Simanungkalit et al., 2006).

*Azotobacter* merupakan organisme hidup yang berpotensi meningkatkan kandungan N tersedia di dalam tanah karena mampu menambat N di udara yang lebih besar daripada mikroba penambat N yang hidup

bebas lainnya (Jannah, 2020). Proses mekanisme mikroorganisme memerlukan bahan organik sebagai pasokan energi untuk berasosiasi di dalam tanah (Jannah, 2020). Karbon organik juga merupakan sumber energi bagi *Azotobacter* sehingga pada tanah gambut yang mengandung banyak karbon organik akan menguntungkan bakteri *Azotobacter* untuk terus berkembang dan menambat Nitrogen. Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh bakteri *Azotobacter* dalam menambat Nitrogen dan pertumbuhan jagung manis pada tanah gambut.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura, Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat mulai dari persiapan media tanam hingga tanaman mencapai fase vegetatif maksimum. Penyajian data analisis tanah didapat dari Laboratorium Balai Penelitian Tanah Bogor, Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah serta Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Penelitian berlangsung selama 4 bulan sejak bulan Februari hingga Juni 2023.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan pada percobaan dalam polybag dengan metode menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 20 unit sampel. Perlakuan pemberian isolat bakteri *Azotobacter* adalah sebagai berikut.

P0 = tanpa pemberian isolat bakteri,  
P1 = 30 ml isolat bakteri *Azotobacter*/polybag,  
P2 = 60 ml isolat bakteri *Azotobacter*/polybag,  
P3 = 90 ml isolat bakteri *Azotobacter*/polybag,  
P4 = 120 ml isolat bakteri *Azotobacter*/polybag. Metode pengaplikasian isolat *Azotobacter* dilakukan dengan menyiramkan isolat langsung ke tanah dengan

$\frac{1}{3}$  dosis sesuai perlakuan dan diulang selama 3 kali dengan interval 1 minggu. Azotobacter akan diisolasi dari pupuk cair yang mengandung Azotobacter dan akan diperbanyak dalam media tumbuh (media cair). Konsentrasi bakteri Azotobacter digunakan pada perlakuan yaitu pada konsentrasi  $10^8$  cfu/ml, menurut penelitian Hindersah (2018), inokulasi dengan kepadatan  $10^8$  cfu/ml adalah kepadatan yang cukup untuk bakteri Azotobacter tetap hidup, memfiksasi nitrogen, menghasilkan eksopolisakarida dan fitohormon.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, sekop, timbangan, meteran, nampan, ember, saringan (kain), label, alat tulis, gembor untuk penyiraman dan alat-alat laboratorium untuk analisis tanah. Cawan Petri, Tabung reaksi, Lup inokulasi, Labu Erlenmeyer, Pengaduk gelas, Lampu spiritus, Vortex, Mesin pengocok, Inkubator, Autoklaf, Alkohol - Larutan garam fisiologis (NaCl 0,85 %) untuk seri pengenceran. Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain: tanah gambut, kompos, kapur, urea, SP-36, KC, polybag ukuran 40 x 50 cm, benih jagung varietas secada, pupuk cair (Bion-up), dan media seleksi Azotobacter (LG medium).

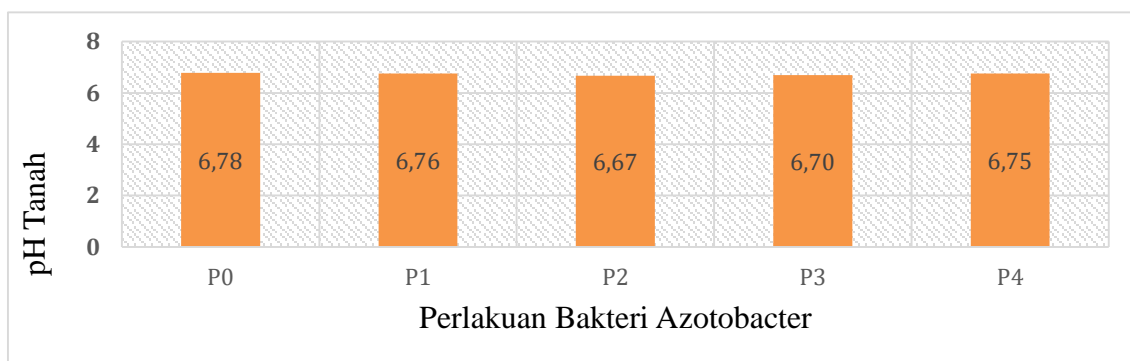
Pelaksanaan penelitian meliputi pembuatan isolat bakteri azotobacter, perhitungan populasi isolat azotobacter, persiapan tanah gambut dan analisis awal, persiapan kompos dan analisis awal, persiapan media tanam, pengaplikasian isolat bakteri azotobacter, pengambilan sampel analisis tanah, perhitungan populasi azotobacter pada tanah setelah perlakuan, penanaman, pemeliharaan tanaman. Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi nitrogen total, nitrogen tersedia ( $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^+$ ), kemasaman tanah (pH), karbon organik tanah, populasi azotobacter, tinggi tanaman (cm), diameter batang (mm), berat kering tanaman (gram).

Data hasil pengamatan dianalisis statistik menggunakan ANOVA dengan uji F untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter pengamatan. Jika hasil penelitian terdapat beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) dengan taraf kepercayaan 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kemasaman Tanah (pH)

Hasil analisis keragaman menunjukkan pemberian bakteri azotobacter tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah.



**Gambar 1.** Pengaruh Bakteri Azotobacter Terhadap pH Tanah

Gambar 1 menunjukkan bahwa pemberian bakteri Azotobacter tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap pH tanah. Bakteri Azotobacter dapat hidup dengan pH berkisar antara 4,8-8,5 dengan bekerja optimal pada pH 7-7,5. (Imron, et al.,

2016). Pemberian kapur dilakukan untuk mendukung lingkungan yang optimum bagi bakteri Azotobacter dan pertumbuhan tanaman. Target pH yang ingin dicapai yaitu 6,5 dan rerata pH tanah setelah pengaplikasian kapur 6,73. Nilai pH tanah awal yaitu 3,8

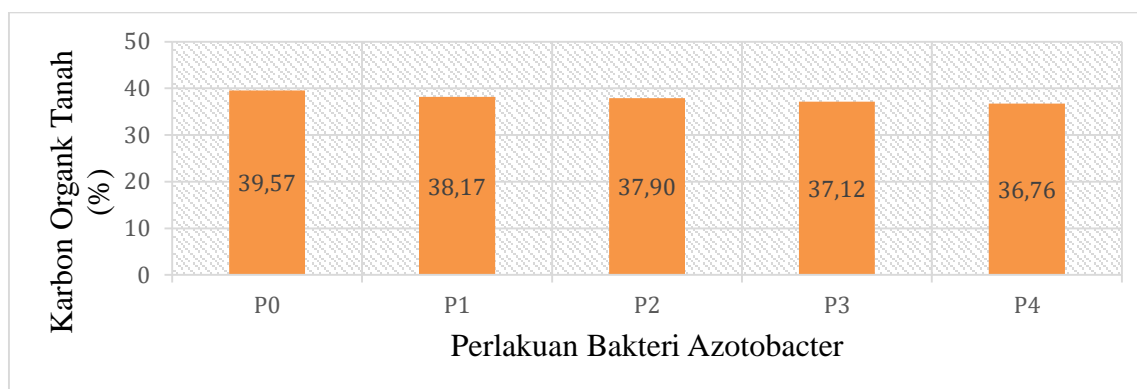
masih tergolong sangat masam sehingga dengan pemberian kapur diharapkan bakteri *Azotobacter* dapat tumbuh dan bekerja optimal dalam menambat nitrogen.

Gambar 1 juga menunjukkan bahwa pH tanah pada perlakuan yang diberi bakteri *Azotobacter* tidak mengalami perubahan disebabkan aktivitas bakteri *Azotobacter* dalam menghasilkan nitrogen tersedia, yaitu amonium, hal ini dikarenakan amonium bersifat asam lemah (Sugiyarto, et al., 2013).

Naik turunnya pH tanah disebabkan oleh ion  $H^+$  dan  $OH^-$ , jika konsentrasi ion  $H^+$  dalam tanah naik, maka pH akan turun dan jika konsentrasi ion  $OH^-$  naik maka pH akan naik.

### Karbon Organik Tanah

Hasil analisis keragaman menunjukkan pemberian bakteri *azotobacter* tidak berpengaruh nyata terhadap karbon organik tanah. Nilai karbon organik tanah dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh Bakteri *Azotobacter* Terhadap Karbon Organik Tanah

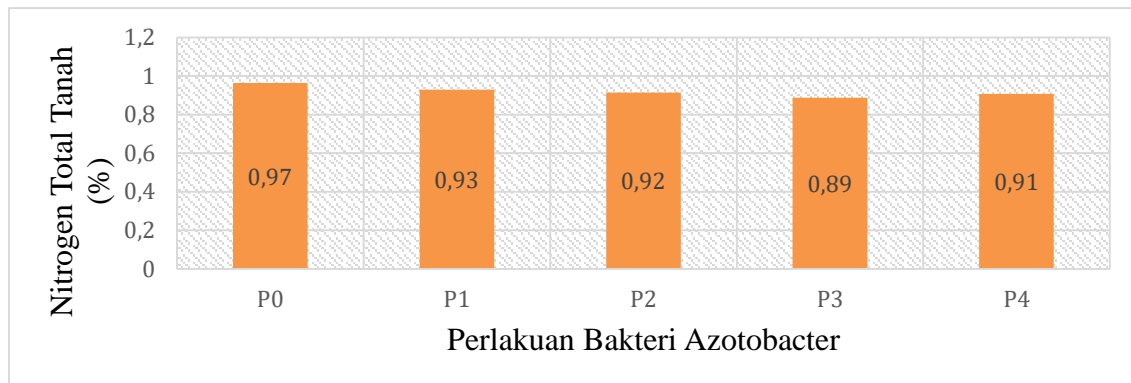
Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian bakteri *Azotobacter* tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap karbon organik tanah. Rerata karbon organik tanah cenderung mengalami penurunan seiring meningkatnya dosis perlakuan. Hal ini dikarenakan bakteri *Azotobacter* merupakan bakteri heterotrof. Bakteri heterotrof adalah kelompok bakteri yang menggunakan C-organik sebagai sumber karbon dan sumber energi pertumbuhannya (Chatterjee, et al., 2014). Proses dekomposisi bahan organik, mikroorganisme memanfaatkan senyawa karbon dalam bahan organik untuk memperoleh energi dan menghasilkan  $CO_2$ . Hal ini yang menyebabkan selama dekomposisi, karbon organik tanah akan semakin rendah.

Penurunan karbon organik tanah juga selaras dengan meningkatnya dosis perlakuan, hal ini terjadi karena semakin banyak karbon organik tanah yang digunakan sebagai sumber energi bakteri. Bakteri heterotrofik menurut

Glazer dan Nikaido, (2007) dapat memanfaatkan gula, alkohol, dan asam organik sebagai sumber energi tetapi ada pada spesies khusus yang mampu menguraikan selulosa, lignin, kitin, keratin, hidrokarbon, fenol, dan zat lain. Kadar karbon organik mengalami penurunan juga disebabkan aktivitas mikroba tanah selain bakteri *Azotobacter*, karena karbon digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk mendegradasi bahan organik (Ratna, et al., 2017).

### Nitrogen Total

Hasil analisis keragaman menunjukkan pemberian bakteri *azotobacter* tidak berpengaruh nyata terhadap Nitrogen total tanah. Nilai Nitrogen total tanah dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Pengaruh Bakteri Azotobacter Terhadap Nitrogen Total Tanah

Gambar 3 menunjukkan pemberian bakteri Azotobacter tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nitrogen total tanah. Berdasarkan rerata, kadar nitrogen total cenderung mengalami penurunan berbanding terbalik dengan peningkatan dosis perlakuan. Hal ini terjadi karena hubungan linier antara karbon organik dan nitrogen total tanah, menurut Devi dan Sherpa, (2019) peningkatan nitrogen total tanah sejalan dengan peningkatan C-organik. Penurunan kadar nitrogen total (Gambar 3) sejalan dengan penurunan karbon organik tanah (Gambar 2). Penurunan nitrogen total disebabkan sebagian nitrogen tersedia digunakan oleh mikroorganisme dalam perombakan bahan organik. Hampir semua unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman seperti N, P, K, Ca dan S serta unsur hara mikro yang diperoleh dari pelapukan bahan organik membutuhkan unsur hara nitrogen (Hasibuan, 2008). Tingginya nilai karbon organik pada gambut dibandingkan jumlah nitrogen yang relatif sedikit menyebabkan nisbah C/N tinggi. Jika rasio C/N tinggi maka aktivitas mikroorganisme akan menurun sehingga memerlukan beberapa siklus untuk mendegradasi bahan organik sehingga akan memperlambat dalam proses dekomposisi dan menghambat perkembangan bakteri (Utomo, et al., 2018).

Ketersediaan karbon organik sebagai sumber energi mikroba, jika ketersediaannya

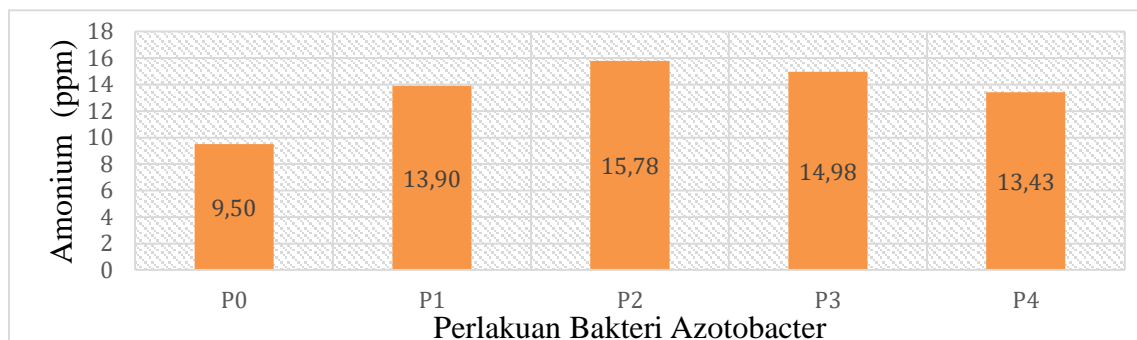
berlebihan akan menghambat perkembangan mikroorganisme, karena peningkatan karbon organik yang berlebihan dibanding kandungan nitrogen total dalam tanah. Akibat tingginya karbon organik akan menghambat pembentukan protein, hal ini akan menghambat kegiatan jasad renik (Sukaryorini, et al., 2017). Kandungan karbon organik yang tinggi pada gambut ini menjadi penghambat perkembangan bakteri Azotobacter dalam melakukan fiksasi nitrogen, meskipun nitrogen total dalam tanah cenderung mengalami penurunan tetapi nilai rerata nitrogen tersedia cenderung mengalami peningkatan (Gambar 4 dan Gambar 5) ini menunjukkan bahwa bakteri Azotobacter tetap berperan dalam meningkatkan nitrogen tersedia.

Penurunan nitrogen total juga disebabkan proses mineralisasi nitrogen yang terjadi dalam tanah. Mineralisasi merupakan proses pelepasan unsur hara dengan mengkonversi senyawa organik menjadi anorganik. Mineralisasi mencakup pelapukan bahan organik tanah yang melibatkan kerja enzim untuk menghidrolisis protein kompleks (Wijanarko, et al., 2012). Bakteri Azotobacter melakukan fiksasi nitrogen dari udara untuk sintesis protein. Protein ini kemudian mengalami proses mineralisasi menjadi amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dalam tanah setelah bakteri Azotobacter mengalami kematian, dengan demikian bakteri Azotobacter berkontribusi

terhadap ketersediaan nitrogen bagi tanaman. Mineralisasi N organik menjadi N anorganik merupakan faktor penting dalam menentukan ketersediaan N dalam tanah. Proses mineralisasi N terdiri atas aminisasi (protein menjadi R-NH<sub>2</sub>), amonifikasi (R-NH<sub>2</sub> menjadi NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dan nitrifikasi (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> menjadi NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (Benbi dan Richter, 2002).

#### Amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) Tanah

Hasil analisis keragaman menunjukkan pemberian bakteri azotobacter tidak berpengaruh nyata terhadap amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) tanah. Nilai amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) tanah dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Pengaruh Bakteri Azotobacter Terhadap Amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) Tanah

Gambar 4 menunjukkan bahwa pemberian bakteri Azotobacter tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) tanah. Namun rerata amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) pada tanah yang diberi isolat bakteri Azotobacter cenderung mengalami peningkatan dibandingkan tanah yang tidak diberi isolat bakteri Azotobacter. Peningkatan ini terjadi karena bakteri Azotobacter menghasilkan amonia (NH<sub>3</sub>) melalui proses fiksasi nitrogen lalu amonia (NH<sub>3</sub>) yang dihasilkan akan menjadi amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) melalui proses yang disebut amonifikasi. Proses reaksi pembentukan amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) sebagai berikut: NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O → NH<sub>4</sub>OH ↔ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup> (Marsidi, *et al.*, 2002).

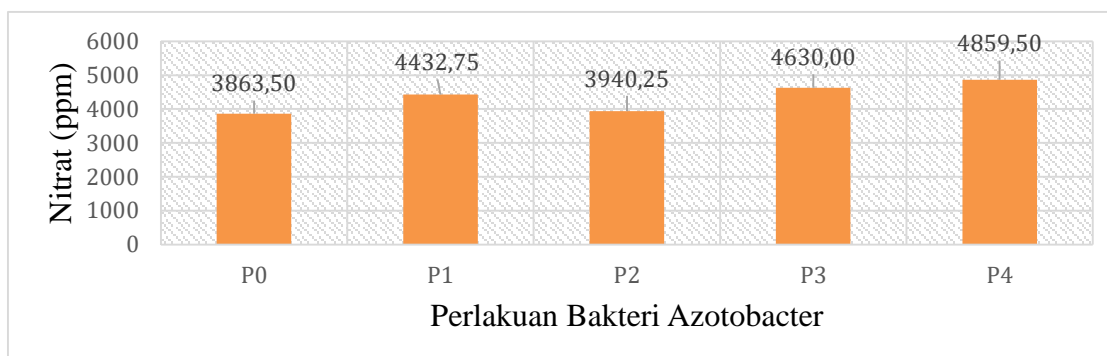
Ion amonium dalam tanah menurut Hartono, *et al.*, (2021) banyak ditemukan pada kondisi tanah yang tergenang dan konsentrasi oksigen yang terbatas, akibatnya pada kondisi anaerob bentuk amonium menjadi dominan. Hal ini dikarenakan pada reaksi pembentukan amonium (amonifikasi) pada proses ionisasi, amonia yang dihasilkan bakteri Azotobacter bereaksi dengan air dan membentuk ion amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dan ion hidroksida (OH<sup>-</sup>). Pemberian isolat bakteri Azotobacter terhadap

amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) tidak berpengaruh nyata pada tanah gambut. Hal ini dikarenakan tanah gambut pada penelitian berada dalam polybag yang menyebabkan kondisi aerob, proses amonifikasi hanya berjalan baik pada lingkungan anaerob.

Penurunan kadar amonium menurut Khotimah, *et al.*, (2020) dapat disebabkan adanya proses nitrifikasi yang terjadi, nitrifikasi memerlukan ketersediaan oksigen dalam kondisi yang cukup agar amonium dapat berubah menjadi nitrat. Pernyataan ini sesuai dengan kadar nitrat yang tinggi (Gambar 5) bila dibandingkan kadar amonium (Gambar 4) dikarenakan gambut berada dalam kondisi aerob sehingga proses nitrifikasi berjalan dengan baik.

#### Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) Tanah

Hasil analisis keragaman menunjukkan pemberian bakteri azotobacter tidak berpengaruh nyata terhadap kadar nitrat tanah. Nilai nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) tanah dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Pengaruh Bakteri Azotobacter Terhadap Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )/Tanah

Gambar 5 menunjukkan bahwa pemberian bakteri Azotobacter tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) tanah. Namun rerata nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) pada tanah yang diberi isolat bakteri Azotobacter cenderung mengalami peningkatan dibandingkan tanah yang tidak diberi isolat bakteri Azotobacter.

Peningkatan kadar nitrat disebabkan bakteri Azotobacter mengubah nitrogen dalam atmosfer menjadi amonia melalui proses pengikatan nitrogen dimana amonia ( $\text{NH}_3$ ) yang dihasilkan diubah menjadi amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) (Hamastuti, *et al.*, 2012). Peningkatan amonia akan mempengaruhi kadar nitrat melalui proses nitrifikasi. Menurut Leonanda dan Zolanda (2018) Tahap proses nitrifikasi dibagi menjadi 2 tahap yaitu nitritasi dan nitritasi didefinisikan sebagai tahap oksidasi amonia ( $\text{NH}_3$ ) menjadi ion nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) yang dilakukan oleh bakteri Nitrosomonas pada tahap nitritasi didefinisikan sebagai tahap oksidasi ion nitrit

menjadi ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) yang dilakukan oleh bakteri Nitrobacter.

Pemberian isolat bakteri Azotobacter terhadap nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) tidak berpengaruh nyata pada tanah gambut disebabkan bakteri Azotobacter dalam siklus nitrogen berada dalam proses fiksasi nitrogen sedangkan nitrat dihasilkan dalam proses nitrifikasi. Bakteri yang terlibat langsung dalam proses nitrifikasi yaitu Nitrosomonas dan Nitrobacter sehingga jumlah nitrat dipengaruhi oleh bakteri ini. Bakteri Azotobacter pada tanah dengan kandungan nitrogen total yang tinggi seperti gambut tidak berkerja optimal dikarenakan kondisi nitrogen total tanah yang rendah akan menginduksi penambatan nitrogen oleh Azotobacter (Indriani, *et al.*, 2017).

#### Populasi Bakteri Azotobacter

Hasil analisis keragaman menunjukkan pemberian bakteri azotobacter berpengaruh nyata pada terhadap populasi bakteri azotobacter. Hasil uji BNJ populasi bakteri azotobacter dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Uji BNJ Terhadap Populasi Bakteri Azotobacter

| Perlakuan                              | Rerata                |
|--|-----------------------|
| P0 (tanpa isolat bakteri azotobacter)  | $2,65 \times 10^8$ a  |
| P1 (30 ml isolat bakteri azotobacter)  | $5,80 \times 10^8$ b  |
| P2 (60 ml isolat bakteri azotobacter)  | $3,15 \times 10^8$ ab |
| P3 (90 ml isolat bakteri azotobacter)  | $3,25 \times 10^8$ ab |
| P4 (120 ml isolat bakteri azotobacter) | $4,72 \times 10^8$ ab |

**Keterangan:** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ 5%



Berdasarkan uji lanjut BNJ pada Tabel 1 perlakuan P1 dengan dosis 30 ml berbeda nyata terhadap P0 (tanpa pemberian bakteri *Azotobacter*). Namun tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P2, P3 dan P4. Hal ini searah dengan penelitian Hindersah (2010) bahwa pemberian isolat bakteri *Azotobacter* berpengaruh nyata terhadap populasi bakteri *Azotobacter*. Pemberian isolat bakteri *Azotobacter* dapat secara langsung meningkatkan jumlah populasi bakteri *Azotobacter*. Hal ini dikarenakan dosis yang meningkat akan menambah konsentrasi populasi bakteri pada tanah. Penurunan populasi bakteri *Azotobacter* pada P2, P3 dan P4 terjadi dikarenakan umumnya bakteri dalam aktivitas organisme yang satu dengan

organisme yang lainnya, akan saling bersaing dalam memperebutkan tempat, udara, air, bahan makanan (nutrien) (Rifai, *et al.*, 2020). Kompetisi bakteri yang terjadi dikarenakan kepadatan bakteri yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kondisi lingkungan yang tidak memadai. Hal ini dapat menghambat pertumbuhan dan reproduksi bakteri, sehingga jumlah populasi bakteri dapat menurun.

**Tinggi Tanaman**

Hasil analisis keragaman menunjukkan pemberian bakteri *azotobacter* berpengaruh nyata pada terhadap tinggi tanaman. Hasil uji BNJ tinggi tanaman dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji BNJ Terhadap Tinggi Tanaman

| Perlakuan                                      | Rerata    |
|--|-----------|
| P0 (tanpa isolat bakteri <i>azotobacter</i> )  | 179,00 a  |
| P1 (30 ml isolat bakteri <i>azotobacter</i> )  | 190,00 b  |
| P2 (60 ml isolat bakteri <i>azotobacter</i> )  | 184,50 ab |
| P3 (90 ml isolat bakteri <i>azotobacter</i> )  | 188,00 b  |
| P4 (120 ml isolat bakteri <i>azotobacter</i> ) | 188,50 b  |

**Keterangan:** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ 5%

Berdasarkan uji lanjut BNJ pada Tabel 2 perlakuan P1 dengan dosis 30 ml isolat bakteri *Azotobacter* berbeda nyata terhadap P0, tetapi berbeda nyata terhadap P2, P3, dan P4. Tinggi tanaman tertinggi pada P1 dengan pemberian 30 ml isolat bakteri *Azotobacter* tinggi tanaman yaitu 190 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian bakteri *Azotobacter* dapat meningkatkan tinggi tanaman jagung manis. Peningkatan tinggi tanaman disebabkan meningkatnya kadar nitrat (Gambar 5), menurut Utama, *et al.*, (2008) tanaman menyerap nitrat lebih banyak dibandingkan amonium sehingga dengan peningkatan kadar nitrat, tanaman akan tumbuh dengan optimal. Unsur nitrogen berguna untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, merangsang pertumbuhan vegetatif dan berfungsi untuk

sintesa asam amino dan protein dalam tanaman (Subowo, *et al.*, 2010)

Bakteri *Azotobacter* selain sebagai bakteri penambat nitrogen bakteri *Azotobacter* mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh yang dapat memacu pertumbuhan tanaman (Indriani, *et al.*, 2011). Penurunan tinggi tanaman pada P2, P3, dan P4 terjadi dikarenakan menurunnya jumlah populasi bakteri *Azotobacter* (Tabel 1) sehingga menurunnya produksi hormon pemacu pertumbuhan tanaman.

**Diameter Tanaman**

Hasil analisis keragaman menunjukkan pemberian bakteri *azotobacter* berpengaruh nyata pada terhadap diameter batang tanaman. Hasil uji BNJ diameter batang tanaman dapat dilihat pada Tabel 3



**Tabel 3.** Hasil Uji BNJ Terhadap Diameter Batang Tanaman

| Perlakuan                              | Rerata  |
|--|---------|
| P0 (tanpa isolat bakteri azotobacter)  | 21,21a  |
| P1 (30 ml isolat bakteri azotobacter)  | 22,92a  |
| P2 (60 ml isolat bakteri azotobacter)  | 23,80b  |
| P3 (90 ml isolat bakteri azotobacter)  | 23,82b  |
| P4 (120 ml isolat bakteri azotobacter) | 22,61ab |

**Keterangan:** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ 5%

Berdasarkan uji lanjut BNJ pada Tabel 3 perlakuan P2 dengan dosis 60 ml isolat bakteri Azotobacter berbeda nyata terhadap P0, P1, tetapi tidak memberi pengaruh nyata terhadap P3 dan P4. Diameter batang tanaman tertinggi pada P3 dengan pemberian 90 ml isolat bakteri Azotobacter diameter batang tertinggi yaitu 23,82 mm. Hal ini dikarenakan bakteri Azotobacter mampu mensintesis hormon pertumbuhan yaitu IAA (Widiastuti, et al., 2010). Indole-3-Acetic Acid (IAA) merupakan anggota utama dari kelompok auksin yang mengendalikan banyak proses fisiologis penting termasuk pembesaran dan pembelahan sel Shokri dan Emtiazi (2010) pembesaran sel jaringan menyebabkan peningkatan diameter batang tanaman.

Meningkatnya nitrogen tersedia oleh bakteri Azotobacter dapat memacu pertumbuhan diameter tanaman. Menurut Lakitan (2002) unsur nitrogen merupakan satu di antara unsur pembentuk klorofil yang digunakan sebagai absorben cahaya matahari dalam proses fotosintesis. Unsur nitrogen dapat mempercepat pertumbuhan tanaman secara keseluruhan khususnya batang dan daun. Ketersediaan nitrogen dan komponen

fotosintesis akan menyebabkan peningkatan laju fotosintesis. Fotosintat yang dihasilkan akan ditranslokasikan ke organ pertumbuhan tanaman diantaranya batang untuk penambahan tinggi tanaman.

Diameter batang merupakan tubuh sekunder yang terdiri dari jaringan yang dihasilkan selama pertumbuhan sekunder tanaman. Pada tanaman yang pertumbuhannya bersifat meristematik, unsur nitrogen sangat diperlukan untuk pembelahan sel. Penurunan tinggi tanaman pada P4 terjadi karena faktor lain yang diduga mempengaruhi tinggi tanaman menurut Qibtiyah (2015) unsur fosfor yang dibutuhkan pada masa pertumbuhan dan perkembangan akar, hal ini karena fosfor berperan dalam pembentukan sel dan juga perkembangan jaringan meristem dan menyebabkan ukuran diameter batang tanaman meningkat.

#### Berat Kering Tanaman

Hasil analisis keragaman menunjukkan pemberian bakteri azotobacter berpengaruh nyata pada terhadap berat kering tanaman. Hasil uji BNJ berat kering tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Uji BNJ Terhadap Berat Kering Tanaman

| Perlakuan                              | Rerata   |
|--|----------|
| P0 (tanpa isolat bakteri azotobacter)  | 59,64 a  |
| P1 (30 ml isolat bakteri azotobacter)  | 75,29 b  |
| P2 (60 ml isolat bakteri azotobacter)  | 65,30 ab |
| P3 (90 ml isolat bakteri azotobacter)  | 75,94 b  |
| P4 (120 ml isolat bakteri azotobacter) | 67,34 ab |

**Keterangan:** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ 5%

Berdasarkan uji lanjut BNJ pada Tabel 7 perlakuan P1 dengan dosis 30 ml isolat bakteri *Azotobacter* berbeda nyata terhadap P0 tetapi berbeda nyata terhadap P2, P3, dan P4. Berat kering tertinggi pada P3 dengan pemberian 90 ml isolat bakteri *Azotobacter* berat kering tertinggi yaitu 75,94 gram. Berat kering tanaman merupakan gambaran seberapa banyak sel jaringan yang telah terbentuk, peningkatan berat kering tanaman disebabkan ukuran tanaman yang meningkat dari tinggi hingga diameter batang tanaman.

Peningkatan berat kering tanaman terjadi karena tanaman menyerap nitrogen tersedia yang dihasilkan bakteri *Azotobacter*. Hal ini sejalan dengan pernyataan Permatasari, et al., (2014) berat kering tanaman mencerminkan pertumbuhan tanaman dan banyaknya unsur hara yang terserap per satuan bobot biomassa yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai berat kering tanaman yang dihasilkan, maka pertumbuhan tanaman semakin baik dan unsur hara yang terserap semakin banyak. Penurunan tinggi tanaman pada P2, dan P4 terjadi karena faktor ketersediaan P dan K yang tidak diukur pada penelitian ini yang menjadi pembatas pertumbuhan tanaman, sehingga kemungkinan berat kering suatu tanaman dapat menurun.

## KESIMPULAN

Pemberian isolat bakteri *Azotobacter* sebanyak 30 ml (P1) meningkatkan amonium sebesar 46,31%, nitrat 14,73%, populasi *azotobacter* 118,86%, tinggi tanaman 6,14%, diameter tanaman 8,06%, berat kering tanaman 26,24%. terdapat penurunan pH tanah sebesar 0,88%, karbon organik tanah 3,53%, nitrogen total tanah 4,12%.

## DAFTAR PUSTAKA

Anda, M., Ritung, S., Suryani, E., Hikmat, M., Yatno, E., Mulyani, A. and Subandiono, R.E., 2021. Revisiting tropical peatlands in Indonesia: Semi-detailed mapping, extent and

depth distribution assessment. *Geoderma*, 402, p.115235.

Benbi, D.K, and J. Richter. 2002. A critical review of some approaches to modelling nitrogen mineralization. *Biol Fertil Soils*. 35:168–183.

Chatterjee, SN., Syed, AA., Mukhopandhyay, B. (2014): Diversity of Soil Bacteria In Some Village Areas Anjoining to Joypur Forest of Vankura District of West Bengal, India. *International Journal of Environmental Biology* 2014; 4(1): 67-70. ISSN 2277–386X.

Devi, S. B., & Sherpa, S. S. S. S. (2019). Soil carbon and nitrogen stocks along the altitudinal gradient of the Darjeeling Himalayas, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(6), 361.

Glazer AN, Nikaido H. 2007. Microbial Biotechnology: fundamentals of Applied Microbiology. Cambridge University Press, Cambridge, New York, USA.

Hamastuti, H. 2012. Peran Mikroorganisme *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Aspergillus niger* pada Pembuatan Kompos Limbah Sludge Industri Pengolahan Susu. *Jurnal Teknik Pomits*. 1(1):1-5.

Hartono, A., Nugroho, B., Nadalia, D. and Ramadhani, A., 2021. Dinamika Pelepasan Nitrogen Empat Jenis Pupuk Urea Pada Kondisi Tanah Tergenang. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 23(2), pp.66-71.

Hasibuan, B. E. 2008. Pupuk dan Pemupukan, FP- USU, Medan.

Hindersah, R. and Arief, D.H., 2010. Pengaruh Inokulasi *Azotobacter* Penghasil Eksopolisakarida terhadap Berat Kering dan Kandungan Kadmium Kubis (*Brassica oleracea*) di Tanah yang Dikontaminasi Kadmium. *Agrikultura*, 21(1).

- Hindersah, R., Kalay, M., Talahaturuson, A. and Lakburlawal, Y., 2018. Bakteri Pemfiksasi Nitrogen Azotobacter Sebagai Pupuk Hayati dan Pengendali Penyakit Pada Tanaman Kacang Panjang. *Agric*, 30 (1), 25–32.
- Imron, Muhammad Fauzul, and Ipung Fitri Purwanti. "Uji kemampuan bakteri Azotobacter S8 dan Bacillus subtilis untuk menyisihkan trivalent chromium (Cr<sup>3+</sup>) pada limbah cair." *Jurnal Teknik ITS* 5.1 (2016).
- Indriani, Febby Nur, Reginawanti Hindersah, and Pudjawati Suryatmana. "N-Total, Serapan N, dan Pertumbuhan Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Akibat Inokulasi Azotobacter dan Bahan Organik pada Tailing Tambang Emas Pulau Buru, Maluku." *soilrens* 15.2 (2017).
- Indriani, Nyimas Popi, I. Susilawati Mansyur, and Romi Zamhir Islami. "Peningkatan produktivitas tanaman pakan melalui pemberian fungi mikoriza arbuskular (FMA)." *Jurnal Pastura* 1.1 (2011): 27-30.
- Jannah, L.K., 2020. Pengaruh kombinasi aplikasi bakteri Azotobacter dan berbagai jenis pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L) varietas Mercy f1 (Doctoral dissertation, Agroteknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung).
- Khotimah, K.H.O.S.N.U.L., Suwastika, A.A.N.G. and Atmaja, I.W.D., 2020. Dinamika amonium dan nitrat pada lahan sawah semi organik untuk tanaman padi lokal dan hibrida di Subak Jatiluwih Kabupaten Tabanan. *Jurnal Agrotrop*, 10(1), pp.39-48.
- Lakitan, B. 2002. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Leonanda, B.D. and Zolanda, Y., 2018. Reaktor nitrifikasi biofilter untuk air limbah sisa makanan dan feses ikan. *METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*, 2(1), pp.9-14.
- Marsidi, Ruliasih. "Proses nitrifikasi dengan sistem biofilter untuk pengolahan air limbah yang mengandung amoniak konsentrasi tinggi." *Jurnal Teknologi Lingkungan* 3.3 (2002).
- Nova, L.A., Yetti, H. and Khoiri, M.A., 2014. Pengaruh Pemberian Dolomit dan Pupuk N, P, K terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) di Lahan Gambut. *Jom Faperta*, 1(2), pp.1-11.
- Permatasari, Aisyah Dewi, and Tutik Nurhidayati. "Pengaruh inokulan bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza asal Desa Condro, Lumajang, Jawa Timur terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit." *Jurnal Sains dan Seni ITS* 3.2 (2014): E44-E48.
- Qibtiyah, M. (2015). Pengaruh penggunaan konsentrasi pupuk daun gandasil d dan dosis pupuk guano terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). Saintis, 7(2), 109-122.
- Ratna, D.A.P., Samudro, G. and Sumiyati, S., 2017. Pengaruh kadar air terhadap proses pengomposan sampah organik dengan metode takakura. *Jurnal Teknik Mesin*, 6.
- Rifai, M.R., Widowati, H. and Sutanto, A., 2020. Sinergisme dan antagonisme beberapa jenis isolat bakteri yang dikonsorsiumkan. *Bioloa*, 1(1), pp.19-24.
- Ritung, S. & Sukarman. (2016). Kesesuaian lahan gambut untuk pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, hlm. 61-83.
- Shokri, D. and Emtiazi, G., 2010. Indole-3-acetic acid (IAA) production in symbiotic and non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria and its optimization by Taguchi design. *Current microbiology*, 61, pp.217-225.

- Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D dan W. Hartatik. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati: Organic Fertilizer and Biofertilizer. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Subowo, W. Sugiharto, Suliasih, dan S. Widawati, Pengujian Pupuk Hayati Kalbar untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kedelai (*Glycine max*) var. Baluran. *Cakra Tani*. Vol. 25 (2010) 112 - 118.
- Sugiyarto, Sugiyarto, and Heru Pratomo Al. "Miskonsepsi atas konsep asam-basa, kesetimbangan kimia, dan redoks dalam berbagai buku-ajar kimia SMA/MA." *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains* 1.1 (2013): 41-53.
- Sukaryorini, Pancadewi, Ayu Masfiatul Fuad, and Setyobudi Santoso. "Pengaruh macam bahan organik terhadap ketersediaan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), C-organik dan populasi mikroorganisme pada tanah entisol." *Berkala Ilmiah Agroteknologi-PLUMULA* 5.2 (2017).
- Utama, M.Z.H., 2008. Mekanisme fisiologi toleransi cekaman aluminium spesies legum penutup tanah terhadap metabolisme nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), dan nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ). *Indonesian Journal of Agronomy*, 36(2).
- Utomo, P.B. and Nurdiana, J., 2018. Evaluasi Pembuatan Kompos Organik Dengan Menggunakan Metode Hot Composting. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 2(1).
- Wahyunto, Nugroho, K., & Agus, F. (2016). Perkembangan pemetaan dan distribusi lahan gambut di Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, hlm. 33-60.
- Widiastuti, H., 2010. Karakterisasi dan seleksi beberapa isolat *Azotobacter* sp. untuk meningkatkan perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman.
- Wijanarko, Andy, Benito Heru Purwanto, and Didik Indradewa. "Pengaruh kualitas bahan organik dan kesuburan tanah terhadap mineralisasi nitrogen dan serapan N oleh tanaman ubikayu di Ultisol." *Perkebunan dan Lahan Tropika* 2.2 (2012): 1-14.