

## KETERSEDIAAN HARA NITROGEN DAN PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG DAUN (*Allium fistulosum* L.) PADA LAHAN GAMBUT YANG DIAPLIKASI DENGAN MIKROBA PENAMBAT NITROGEN

### Availability of Nitrogen and Growth of Spring Onion (*Allium fistulosum* L.) on Peatland Applications Used by Nitrogen-Fixing Microbes

Ika Andriani<sup>1,\*</sup>, A. Rizalli Saidy<sup>2</sup>, Afiah Hayati<sup>2</sup>

1. Mahasiswa PS Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani km 36 Banjarbaru

2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani km 36 Banjarbaru

\*Corresponding author: ikaandryanie@gmail.com

**Abstract.** The problem for crop cultivation on peatlands is low soil pH, this causes the nutrient content in a form that can be absorbed by plants is also low. One of the nutrients in peatlands with low availability is nitrogen. One solution in crop cultivation to overcome the problem of low nitrogen availability is the application of microbes that have the ability to fix N. The purpose of this study was to determine the availability of N on peatlands by Nitrogen-fixing microbes. This study was a field trial using a completely randomized completely design (CRD) with the treatment applied was (1) Peat soil + 20 tons ha<sup>-1</sup> manure + 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP 36, (2) Peat soil + 20 tons ha<sup>-1</sup> manure + 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + Nitrogen-fixing microbes, (3) Peat soil + 20 tons ha<sup>-1</sup> manure + 50 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + Nitrogen-fixing microbes, (4) Peat soil + 20 tons ha<sup>-1</sup> manure + 100 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + Nitrogen-fixing microbes, (5) Peat soil + 20 tons ha<sup>-1</sup> manure + 150 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + Nitrogen-fixing microbes, (6) Peat soil + 20 tons ha<sup>-1</sup> manure + 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + Phosphate solubilizing microbes, (7) Peat soil + 20 tons ha<sup>-1</sup> manure + 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 150 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + Phosphate solubilizing microbes, (8) Peat soil + 20 tons ha<sup>-1</sup> manure + Nitrogen-fixing microbes + Phosphate solubilizing microbes. The results showed that the application of nitrogen-fixing microbes had an influence on available N, N-plants, N-total soil, plant dry weight, EC.

**Keywords:** Peat, Nitrogen-fixing, Microbes

**Abstrak.** Kendala bagi budidaya tanaman pada lahan gambut adalah pH tanah yang rendah, hal ini menyebabkan kandungan unsur hara dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman juga rendah. Salah satu unsur hara di lahan gambut yang ketersediaannya rendah adalah nitrogen. Salah satu solusinya dalam budidaya tanaman untuk mengatasi masalah rendahnya ketersediaan nitrogen adalah pemberian mikroba yang mempunyai kemampuan memfiksasi N. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ketersediaan N pada lahan gambut dengan perlakuan mikroba penambat N. Penelitian ini merupakan percobaan lapangan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan perlakuan yang diujikan adalah: (1) Tanah gambut + 20 ton ha<sup>-1</sup> pupuk kandang + 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP 36, (2) Tanah gambut + 20 ton ha<sup>-1</sup> + 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP + miktoba penambat N, (3) Tanah gambut + 20 ton ha<sup>-1</sup> pupuk kandang + 50 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + mikroba penambat N, (4) Tanah gambut + 20 ton ha<sup>-1</sup> pupuk kandang + 100 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + mikroba penambat N, (5) Tanah gambut + 20 ton ha<sup>-1</sup> pupuk kandang + 150 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + mikroba penambat N, (6) Tanah gambut + 20 ton ha<sup>-1</sup> pupuk kandang + 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + mikroba pelarut P, (7) Tanah gambut + 20 ton ha<sup>-1</sup> pupuk kandang + 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 150 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + mikroba pelarut P, (8) Tanah gambut + 20 ton ha<sup>-1</sup> pupuk kandang + mikroba penambat N + mikroba pelarut P. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pemberian mikroba penambat nitrogen memberikan pengaruh nyata terhadap N tersedia, N-tanaman, N-total tanah, berat kering tanaman, EC.

**Kata kunci:** Gambut, penambat nitrogen, mikroba

## 1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2003 luas lahan gambut di Kalimantan selatan berkisar 331.629 ha/th akan tetapi pada tahun 2011 luas lahan gambut menurun menjadi 106.271 ha/th perubahan ini disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia seperti pemanfaatan drainase yang

terlalu berlebihan dan kebakaran hutan gambut (Wahyunto *et al.* 2003; 2004, 2006; Ritung *et al.* 2011; BBSDLP, 2011).

Kendala bagi budidaya tanaman pada lahan gambut adalah pH tanah yang rendah (kemasaman tanah tinggi). Kesuma (2003) melaporkan gambut di Kalimantan Selatan mempunyai pH dengan kisaran

2,87-5,28 yang dikelaskan (masam sampai sangat masam). Tingginya tingkat kemasaman tanah pada lahan gambut menyebabkan rendahnya kandungan unsur hara dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman.

Salah satu unsur hara di lahan gambut yang ketersediannya rendah adalah nitrogen (N), walaupun pada umumnya kandungan N total pada lahan gambut dapat dikelaskan tinggi (Mutalib *et al.*, 1991). Unsur hara N pada tanah gambut sebagian besar berbentuk organik (Stevenson, 1986; Andriessse 1988). Kandungan nitrogen (N) pada tanah gambut di Pangkoh, Kalimantan Tengah sekitar 0,75% (Maas *et al.*, 1997), di Brunei berkisar 0,3-2,2% (Jali, 1999), di Malaysia 0,9-1,7% (Ahmad-shah *et al.*, 1992), dan di Kalimantan Selatan berkisar dari yang terendah 0,92% (Gambut Kabupaten Banjar) sampai yang tertinggi mencapai 3,77% (Pulau Damar, Kabupaten Hulu Sungai Tengah) (Saidy *et al.*, 2018).

Lahan gambut mengandung nitrogen organik dalam konsentrasi yang tinggi, tetapi konsentrasi nitrogen dalam bentuk yang dapat diserap tanaman rendah. Hasil penelitian Kesuma (2003) memperlihatkan bahwa lahan gambut di Kalimantan Selatan mempunyai kandungan  $\text{NH}_4^+$  pada kisaran 4,51- 736,86 ppm dan kandungan  $\text{NO}_3^-$  berada pada kisaran 0,37 – 54,69 ppm. Rendahnya ketersediaan hara N pada lahan gambut disebabkan proses mineralisasi nitrogen yang lambat dan mobilitas N di dalam tanah yang sangat tinggi (Wijanarko, *et al.*, 2012; Sari, 2005). Salah satu solusinya dalam budidaya tanaman untuk mengatasi masalah rendahnya ketersediaan nitrogen adalah pemberian mikroba yang mempunyai kemampuan memfiksasi N.

Mikroba penambat N terbagi menjadi dua yaitu: simbiosis (*root-nodulating bacteria*) dan non-simbiosis (*free-living nitrogen-fixing bacteria*) (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006). Mikroba penambat N simbiotik berupa rhizobium dan actinomycetes (Frankia), sedangkan mikroba penambat N non-simbiotik berupa azotobacter *sp.* dan azosporillum (Vincent, 1970). Bakteri rhizobium ini berperan dalam penambatan nitrogen di dalam tanah yang morfologinya berbentuk seperti batang, aerob, dan ukurannya berkisar antara 2-4  $\mu\text{m}$  (Vincent, 1970).

Penggunaan bakteri penfiksasi N non-simbiosis lebih luas dibandingkan dengan penfiksasi N simbiosis, Bakteri penfiksasi non-simbiotik yang dikenal dengan nama *Azotobacter sp.* memiliki kelebihan dibandingkan dengan bakteri penambat N atmosfer non-simbiotis lainnya, karena mampu mensintesis hormon seperti IAA (*Indole Acetic Acid*) yang menstimulasi pertumbuhan akar secara langsung dan menstimulasi pemanjangan atau pembelahan sel

(Patten dan Glick, 2002). Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ketersediaan hara nitrogen dan pertumbuhan tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.) pada lahan gambut yang diaplikasi dengan mikroba penambat nitrogen.

## 2. METODE

Untuk mencapai tujuan dilakukan percobaan lapangan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktor tunggal terdiri dari 8 perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 24 satuan percobaan sebagai berikut:

1. 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP 36 (N<sub>200</sub>P<sub>300</sub>);
2. 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP + miktoba penambat N (N<sub>200</sub>P<sub>300</sub>N<sub>fix</sub>);
3. 50 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + mikroba penambat N (N<sub>50</sub>P<sub>300</sub>N<sub>fix</sub>);
4. 100 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + mikroba penambat N (N<sub>100</sub>P<sub>300</sub>N<sub>fix</sub>);
5. 150 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + mikroba penambat N (N<sub>150</sub>P<sub>300</sub>N<sub>fix</sub>);
6. 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + mikroba pelarut P (N<sub>200</sub>P<sub>300</sub>P<sub>sol</sub>);
7. 200 kg ha<sup>-1</sup> urea + 150 kg ha<sup>-1</sup> SP36 + mikroba pelarut P (N<sub>200</sub>P<sub>150</sub>P<sub>sol</sub>);
8. mikroba penambat N (non simbiotik) + mikroba pelarut P (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>N<sub>fix</sub>P<sub>sol</sub>).

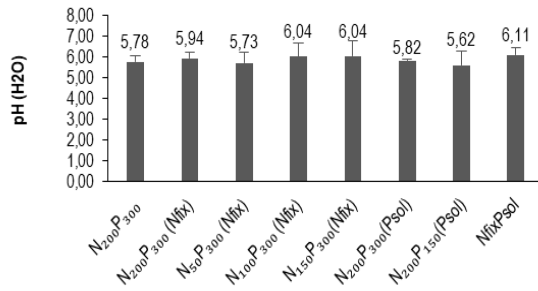
Penelitian dilakukan pada bulan Oktober-Desember 2018 di Desa Landasan Ulin Utara, Kecamatan Liang Anggang, Kota Banjarbaru dan untuk analisa tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Reaksi (pH) Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mikroba penambat nitrogen dan pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda memperlihatkan pengaruh yang tidak nyata terhadap pH tanah, nilai pH tanah akibat perlakuan berkisar 5,73-6,11 (Gambar 1). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pemberian mikroba penambat nitrogen tidak mampu meningkatkan pH tanah, hal ini diduga adanya pelapukan, penguraian dan perubahan-perubahan kegiatan jasad renik pada kompos dan juga akibat terjadinya penguraian, pengikatan dan pembebasan dengan berbagai unsur hara maka akan berlangsung penguapan dan pencucian (Sutejo, 2002). Setelah pengapuran, nilai pH mulai naik menjadi netral, akan tetapi tidak memberikan pengaruh nyata. Di duga

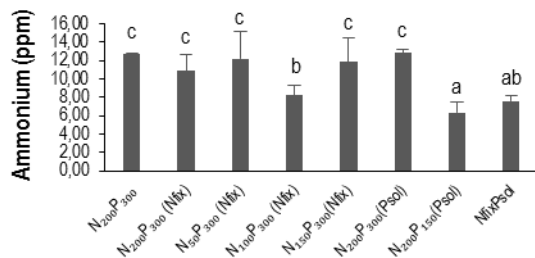
unsur-unsur hara diserap oleh tanaman tersebut dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan, fotosintesis dan respirasi tanaman.



Gambar 1. Reaksi pH tanah pada gambut dengan pemberian mikroba penambat nitrogen dan pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda. Garis diatas batang merupakan simpangan baku (*standart deviation*) dari rata-rata (n=3).

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

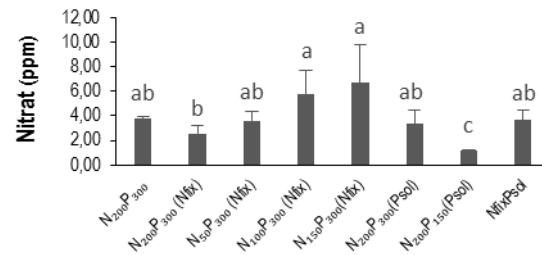
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mikroba penambat nitrogen dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh terhadap N-Amonium. Hasil uji beda nilai tengah DMRT menunjukkan perlakuan N 200 kg/ha + P 150 kg/ha + mikroba pelarut P memberikan nilai amonium yang paling rendah (Gambar 2.)



Gambar 2. Konsentrasi Amonium pada gambut dengan pemberian mikroba penambat nitrogen dan pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda. Garis diatas batang merupakan simpang baku (*standart deviation*) dari rata-rata (n=3). Huruf yang tidak sama di atas garis mengindikasikan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan Uji Beda Nyata Duncan (Duncan Multiple Range Test) dengan P≤0.05

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mikroba penambat nitrogen dan pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh terhadap N-Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Hasil uji beda nilai tengah DMRT menunjukkan perlakuan N 200 kg/ha +

P 150 kg/ha + mikroba pelarut P memberikan nilai nitra yang paling rendah (Gambar 3).



Gambar 3. Konsentrasi N-Nitrat pada gambut dengan pemberian mikroba penambat nitrogen dan pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda. Garis diatas batang merupakan simpangan baku (*standart deviation*) dari rata-rata (n=3). Huruf yang tidak sama di atas garis mengindikasikan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan Uji Beda Nyata Duncan (Duncan Multiple Range Test) dengan P≤0.05.

Hasil penelitian pada konsentrasi NH<sub>4</sub><sup>+</sup> lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> pada tanah gambut ini disebabkan oleh lambatnya proses nitrifikasi. Lambatnya proses nitrifikasi di dalam tanah ini disebabkan karena salah satu faktor yaitu rendahnya populasi bakteri nitrifikasi. Kandungan air yang tinggi juga dapat menyebabkan kekurangan O<sub>2</sub>, sehingga terjadi penurunan aktivitas mikroorganisme yang menyebabkan penurunan dekomposisi bahan organik (Saidy, 2018). Selain itu penyerapan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> oleh tanaman dapat juga terjadi akibat perubahan bentuk NH<sub>4</sub><sup>+</sup> oleh tanaman.

Amir *dkk* (2012) mengatakan bahwa perbedaan hasil yang mengalami kenaikan dan penurunan disebabkan oleh adanya aktifitas dari mikroorganisme yang mampu merubah ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> menjadi NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Nitrat di dalam tanah biasanya sifatnya yang mudah tercuci karena dia tidak mudah diikat oleh koloid tanah akibatnya perbedaan ini yang menyebabkan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> lebih tersedia dari NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Salisbury dan Ross (1995) mengatakan bahwa N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> merupakan ion yang bermuatan positif dan terserap oleh koloid tanah sehingga tumbuhan mudah untuk memanfaatkan akibatnya ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> yang bermuatan positif ini tidak mudah tercuci bersama dengan air tetapi bisa juga ammonium dapat hilang atau tidak tersedia bagi tanaman.

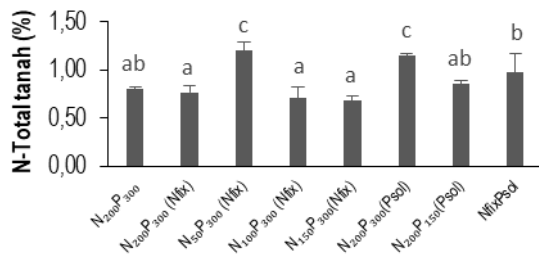
Menurut Yulipriyanto (2010) sebagian besar tumbuhan mampu mengasimilasikan N- NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sebagai sumber nitrogen bagi tumbuhan yang dihasilkan oleh bakteri nitrifikasi dimana nitrifikasi ini merupakan proses aerob yang terjadi pada tanah dengan pH netral dan akan terhambat prosesnya dalam keadaan

anaerob atau tanah menjadi asam.

Hilangnya Nitrogen dari tanah dapat terjadi karena beberapa hal yaitu digunakan oleh tanaman itu sendiri atau mikroorganisme, nitrogen dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  dapat diikat oleh mineral liat sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman nitrogen dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  mudah tercuci dan terakhir terjadi proses denitrifikasi.

### 3.3 Kandungan Nitrogen di Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mikroba penambat nitrogen dan pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh terhadap kandungan nitrogen di tanah. Hasil uji beda nilai tengah DMRT menunjukkan bahwa perlakuan tertinggi pada N 200 kg/ha + P 300 kg/ha + mikroba pelarut P tapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan N 50 kg/ha + P 300 kg/ha + mikroba penambat N (Gambar 4.)



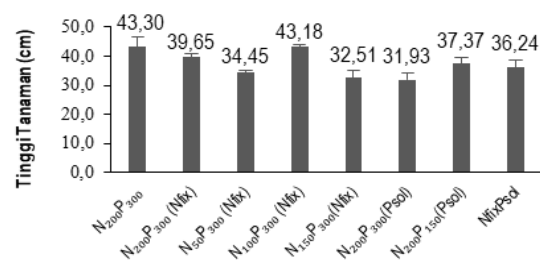
Gambar 4. Kandungan nitrogen di tanah pada pemberian mikroba penambat nitrogen dan pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda. Garis diatas batang merupakan simpangan baku (*standart deviation*) dari rata-rata (n=3). Huruf yang tidak sama di atas garis mengindikasikan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan Uji Beda Nyata Duncan (Duncan Multiple Range Test) dengan  $P \leq 0.05$

Ada beberapa kemungkinan yang dapat mempengaruhi N-total pada tanah seperti proses translokasi maupun volatilisasi, serta jenis vegetasi yang tumbuh diatas tanah gambut. Radjagukguk (2001), menyatakan bahwa pada umumnya kadar nitrogen total pada tanah gambut ini tinggi akan tetapi nitrogen hanya akan tersedia setelah drainase dan mineralisasi. Suhardjo dan Widajaja-Adhi (1977), Lambert (1995), Sajarwan (1998) dan Dohong (1999), menyatakan bahwa kandungan N-Total dalam tanah gambut pada beberapa daerah di indonesia berkisar antara 0,3 dan 2,1%.

### 3.4 Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mikroba penambat nitrogen dan pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda tidak memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, tinggi tanaman berkisar 31,93-43,30 cm (Gambar 5).

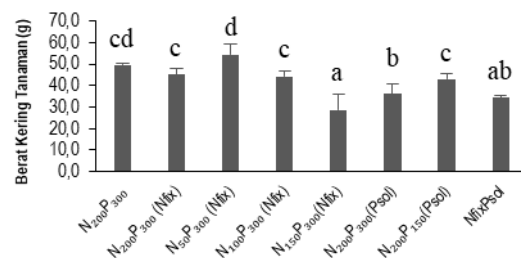
Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pemberian mikroba penambat N tidak mampu meningkatkan tinggi tanaman hal ini diduga berkaitan dengan keadaan tanah tempat tumbuh tanaman tersebut, selain itu pertumbuhan tanaman juga tergantung pada berbagai faktor (Hayati, 1998). Yang menyebabkan tidak berpengaruhnya tinggi pada tanaman diduga terdapatnya beberapa faktor minimum lain dari tanah, hal ini sesuai dengan Hukum Minimum Leibig yaitu pertumbuhan tanaman ditentukan oleh faktor yang berada di dalam jumlah minimum.



Gambar 5. Tinggi tanaman pada gambut dengan pemberian mikroba penambat nitrogen dan pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda. Garis di atas batang merupakan simpang baku (*standart deviation*) dari rata-rata (n=3).

### 3.5 Berat Kering Tanaman

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian mikroba penambat nitrogen dan pupuk nitrogen dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh terhadap berat kering tanaman. Hasil uji beda nilai tengah DMRT berat kering tanaman yang paling rendah adalah pada perlakuan N 150 kg/ha + P 300 kg/ha + mikroba penambat N dan yang paling tinggi pada perlakuan N 50 kg/ha + P 300 kg/ha + mikroba penambat N (Gambar 6).



Gambar 6. Berat kering tanaman pada gambut dengan pemberian mikroba penambat nitrogen



dengan dosis yang berbeda. Garis diatas batang merupakan simpangan baku mengindikasikan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan Uji Nyata Duncan (Duncan Multiple Range Test) dengan  $P \leq 0.05$ .

Hasil penelitian yang telah dilakukan pemberian mikroba penambat nitrogen mampu meningkatkan berat kering tanaman bawang daun. Jumlah pada berat kering tanaman berkaitan dengan organ daun pada tumbuhan, sebab pada daun terjadi proses fotosintesis dimana hasil fotosintesis akan terakumulasi menjadi berat kering tanaman pada bawang daun. Semakin baik pertumbuhan daun tanaman bawang daun maka semakin besar berat kering tanaman bawang daun tersebut. Gardner, *dkk.* (1991), mengatakan bahwa pertumbuhan yang baik akan menghasilkan bobot segar yang tinggi diiringi dengan kandungan air yang rendah dan diperoleh berat kering yang tinggi.

Martajaya (2002), mengatakan bahwa tanaman apabila mendapatkan N yang cukup maka daun akan tumbuh besar dan memperluas permukaannya. Sama halnya dengan tinggi tanaman, permukaan daun yang lebih luas memungkinkan untuk menyerap cahaya matahari yang banyak sehingga proses fotosintesis juga berlangsung lebih cepat kemudian fotosintesis yang terbentuk akan terakumulasi pada bobot kering tanaman.

#### 4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa pemberian mikroba penambat nitrogen memberikan pengaruh signifikan terhadap kandungan nitrogen pada tanah, dan berat kering. Dosis yang paling baik untuk di aplikasikan adalah pada perlakuan  $N_{50}P_{300}N_{fix}$ .

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak A. Rizalli Saïdy, SP.M.Ag Sc.Ph.D dan ibu Dr. Afiah Hayati, SP.MP selaku dosen pembimbing, dan seluruh staf laboratorium yang telah membantu selama penelitian.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

Andriessse, J.P. 1988. Nature and Management Of Tropical Peat Soil. Soil Resources, Management and Conservation Service, FAO Land And Water Development Division. FAO. Rome.

Ahmad-Shah, A., M. Radzi-Abbas, dan A.S. Mohd-Jamil. 1992. Characteristics of Tropical Peat Under A Secondary Forest and An Oil Palm

Plantation in Selangor, Malaysia. Pp. 256-269. In: Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Peat Congress. Uppsala, Sweden.

Amir L., Sari, A.P., Hiola F. Jumadi, O. 2012. Ketersediaan Nitrogen Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amarathus tricolor L.*) yang Diperlakukan dengan Pemberian Pupuk Kompos Azolla.

Dohong S. 1999. Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi. *Disertasi*. 171, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Gardner, E.J., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya (Terjemahan Herawati Susilo). Universitas Indonesia Press.

Hayati, A. 1998. Pengaruh Penyelaputan Ekstrak Bahan Organik Gambut pada Pupuk TSP Terhadap Kesediaan Fosfor dalam Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.

Jail, D.D 1999. Nitrogen Mineralization, Litter Production and Cellulose Decomposition in Tropical Peat Swamps. PhD Thesis. University of London.

Kesuma, R. D. 2003. Hubungan Konsetrasi  $H^+$  Dengan Sifat Fisik dan Kimia Tanah Gambut. Skripsi. Fakultas Pertanian ULM. Banjarbaru.

Lambert K. 1995. Physico-Chemical Characteristation of Lowland Tropical Peat Soil, PhD Thesis, 161. RUG, Gent, Belgium.

Maas, A. 1993. Perbaikan Kualitas Gambut dan Sematan Fosfat. dalam: Prosiding Seminar Nasional Gambut II. Tri Utomo, S dkk., (eds). HGI-BPPT Jakarta 13-14 Januari 1993.

Martajaya M. 2002. *Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis (Zea mays Saccharata Stury) yang Dipupuk dengan Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik Pada Saat yang Berbeda*. Program Studi Hortikultura Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Mataram.

Mutalib, A. A, J.S., Lim, M.H. Wong, and L. Koonvai. 1991. Characterization, Distribution and Utilization Of Peat In Malaysia. In *proc.* International Symposium on Tropical Peatland. 6-10 May 1991, Kuching, Serawak, Malaysia.

Patten, C.L. and B.R. Glick. 2002. Role of Pseudomonas Putidaindol Acetic Acid In

- Development of The Host Plant Root System. *Appl. Environ Microbiol.* Vol. 68: 3795-3801.
- Radjagukguk, B. 2001. Perspektif Permasalahan dan Konsepsi Pengelolaan Lahan gambut Tropika untuk Pertanian Berkelanjutan. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Saidy, A.R. *et al.*, 2018. Carbon Mineralization Dynamics of Tropical Peats In Relation To Peat Characteristics. *Journal. University Lambung Mangkurat.* Banjarbaru.
- Saidy, A.R. 2018. Bahan organik tanah: Klasifikasi, fungsi dan metode studi. *Lambung Mangkurat University Press.* Banjarmasin.
- Sari, R.P. 2005. Pengaruh Pencampuran Pupuk Nitrogen Dengan Gambut Terhadap Efisiensi Pemupukan Nitrogen pada Padi Sawah. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Sajarwan A. 1998. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Terhadap Laju Dekomposisi dan Perubahan Sifat Kimia Tanah Gambut Fibrist. *Tesis.* 133. Universitas Brawijaya. Malang.
- Salisbury FB dan Ross CW. 1995. *Fisiologi Tumbuhan* Jilid 2. ITB. Bandung.
- Simanullang, R. 2018. Hubungan Antara Mikroba Penambat N<sub>2</sub> Atmosfer Dengan Karakteristik Kimia Tanah Gambut. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Suriadikarta, R.D.M. dan Simanungkalit, D.A. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Sutejo, M. 2002. Pupuk dan Cara Pemupukan. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Suhardjo H and IPG Widjaja-Adhi. 1977. Chemical characteristics of the upper 30 cm of peat soils from Riau. *Proceedings ATA 106 Midterm Seminar. Peat and Podzolics Soils and Their Potential for Agriculture in Indonesia.* Bogor. 74–92. *Soil Research Institute.*
- Stevenson, F.J. and A. Fitch. 1986. Reactions With Organic Matter. *In: J.F. Loneragan, A.D. Robson, and R.D. Graham (Eds.). Copper in Soil and Plants.* Academic Press. Sydney.
- Vincent, J.M. 1970. A Manual For The Study of The Root-Nodule Bacteria. *International Biological Programme Handbook.* Blackweel Scientific Publication. Oxford, England.
- Wijanarko, A. *et al.*, 2012. Pengaruh Kualitas Bahan Organik dan Kesuburan Tanah Terhadap Mineralisasi Nitrogen Dan Serapan N oleh Tanaman Ubi Kayu di Ultisol. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Yulipriyanto H. 2010. Biologi Tanah Dan Strategi Pengelolaannya. *Graha Ilmu.* Yogyakarta.