

Pertumbuhan Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L. Merrill) Setelah Aplikasi *Azotobacter chroococcum* dan Pupuk NPK

Dewikusuma Ikhsani^{1a}, Reginawanti Hindersah^{2b}, Diyan Herdiyantoro²

¹Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Jatinangor Km. 21 Jatinangor, Sumedang 45363

^adewikhsani@gmail.com ; ^breginawanti@gmail.com

ABSTRAK

Kombinasi pupuk hayati dan pupuk kimia dapat mendukung konsep pertanian terpadu berkelanjutan dan meminimalisir dampak buruk pupuk kimia. *Azotobacter* sp. merupakan mikroba tanah yang digunakan sebagai pupuk hayati karena dapat menambat N dan menghasilkan fitohormon yang berperan penting bagi pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pertumbuhan tanaman kacang tanah setelah aplikasi *Azotobacter chroococcum* dan pupuk NPK. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli - November 2016 di lahan percobaan PT. Pupuk Kujang, Cikampek, Jawa Barat dengan ketinggian 25 m dpl. Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga perlakuan yaitu 2 L/ha *Azotobacter chroococcum*, 300 kg/ha pupuk NPK dan 2 L/ha *Azotobacter chroococcum* + 150 kg/ha pupuk NPK dengan empat ulangan. Hasil percobaan menunjukkan perlakuan dengan dosis 2 L/ha *Azotobacter chroococcum* + 150 kg/ha pupuk NPK dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan bobot kering akar, sedangkan perlakuan dengan dosis 300 kg/ha pupuk NPK paling meningkatkan bobot kering tajuk tanaman.

Kata Kunci : *Azotobacter chroococcum*, NPK, Pertumbuhan Tanaman.

Growth of Groundnut (*Arachis hypogea* L. Merrill) Following Inoculation *Azotobacter chroococcum* and NPK Fertilizer.

ABSTRACT

The combination of biological fertilizers and chemical fertilizers can support the concept of sustainable integrated farming and minimize the adverse impacts of chemical fertilizers. *Azotobacter* sp. is a soil microbe that used as a biological fertilizer because it can fix N and produce phytohormones which are crucial for plant growth. This research aims to study the growth of peanut plants after *Azotobacter chroococcum* and NPK fertilizer application. This research was conducted on July-November 2016 in field trials of PT. Pupuk Kujang, Cikampek, West Java with a height of 25 m above sea level. The experiments were performed using a randomized block design with three treatments, 2 L / ha *Azotobacter chroococcum*, 300 kg / ha of NPK and 2 L / ha *Azotobacter chroococcum* + 150 kg / ha of NPK with four replications. The results showed treatment with a dose of 2 L / ha *Azotobacter chroococcum* + 150 kg / ha of NPK fertilizer can increase the growth of plant height and root dry weight, whereas treatment with a dose of 300 kg / ha of NPK most improve plant shoot dry weight

Keywords: *Azotobacter chroococcum*, NPK, Plant Growth.

PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan tanaman pangan penting sumber protein dan lemak bagi masyarakat. Kacang tanah juga merupakan bahan baku industri

sabun dan minyak; brangkasan kacang tanah digunakan untuk pakan ternak dan pupuk ^[1]. Penggunaan kacang tanah yang semakin beragam mengakibatkan permintaan kacang tanah semakin meningkat dari tahun ke tahun ^[2]. Produksi tanaman kacang tanah nasional

sejak tahun 2012 terus mengalami penurunan. Tahun 2012 produksi tanaman kacang tanah nasional sebesar 559.538 ton dan terus menurun setiap tahun. Tahun 2015 produksi tanaman kacang tanah sebesar 454.063 ton^[3], sedangkan rata-rata kebutuhan kacang tanah nasional setiap tahun sebesar \pm 816 ribu ton biji kering^[4]. Salah satu usaha untuk meningkatkan produksi kacang tanah di Indonesia adalah dengan penambahan pupuk yang dapat meningkatkan hara tersedia bagi tanaman sekaligus meningkatkan hasil tanaman.

Inceptisols merupakan ordo tanah yang tersebar luas dan paling banyak ditemukan di Indonesia, tetapi memiliki kandungan unsur hara yang rendah. Ordo tanah Inceptisol Cikampek memiliki kandungan N-total, P₂O₅ sedang dan K₂O yang sangat rendah. Penggunaan pupuk majemuk lebih efisien dibandingkan pupuk tunggal karena dalam satu kali pengaplikasiannya terdapat beberapa unsur hara sekaligus sehingga mobilitas unsur hara yang siap diserap tanaman secara berimbang dari pupuk majemuk juga lebih tinggi bila dibandingkan dengan pupuk tunggal^[5]. Penambahan unsur hara N, P dan K dapat menyumbangkan hara tersedia bagi tanaman sehingga dapat menunjang pertumbuhan vegetatif maupun generatif tanaman.

Pupuk majemuk NPK merupakan salah satu pupuk anorganik yang sangat efisien dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara makro N, P, dan K untuk menggantikan pupuk tunggal seperti Urea, SP-36, dan KCl yang kadang-kadang sulit diperoleh di pasaran dan sangat mahal^[6]. Pada pertanaman kacang tanah, aplikasi pupuk NPK (15-15-15) dengan dosis 300 kg/ha berperan nyata untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil^[7,8].

Penggunaan pupuk kimia tidak dapat dihindari namun penggunaan yang intensif dapat menyebabkan degradasi tanah, sehingga kombinasi antara pupuk kimia dengan pupuk hayati merupakan pendekatan yang terbaik^[9]. Salah satu jenis mikroba yang sering dipakai untuk pupuk hayati adalah *Azotobacter*

chroococcum yang merupakan spesies *Azotobacter* sp. yang paling sering ditemukan di dalam tanah^[10]. Mekanisme utama *Azotobacter* sp. untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman adalah fiksasi nitrogen dan produksi fitohormon^[11]. Kapasitas fiksasi N *Azotobacter* sp. setara dengan 10 - 46 kg ha⁻¹ tahun⁻¹^[12] sehingga inokulasi *Azotobacter* sp. dapat menaikkan hasil antara 15-100% dan mengurangi penggunaan pupuk buatan hingga 30% pada ekosistem lahan kering^[13].

Keberadaan *Azotobacter* sp. di dalam tanah dapat bermanfaat bagi pembentukan nodula akar. *Bradyrhizobium japonicum* mampu melakukan fiksasi N₂ dengan terbentuknya bintil akar pada tanaman legum dengan bantuan *Azotobacter* sp. sebagai bakteri penambat N nonsimbiotik yang dapat mengsekresi EPS dan dapat menginduksi pembentukan nodula^[14], sehingga kebutuhan N tanaman untuk proses pertumbuhan dapat tercukupi dengan optimal.

Inokulasi pupuk hayati disertai dengan pupuk anorganik mampu meningkatkan produksi tanaman kacang tanah karena unsur hara yang tersedia pada setiap fase pertumbuhan dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan setiap organ tanaman sehingga mengoptimalkan hasil^[15]. Inokulasi *Azotobacter* sp. dan pupuk anorganik pada tanaman kedelai dapat meningkatkan bobot kering tanaman, jumlah nodula akar, jumlah polong dan bobot kering polong^[16]. Berdasarkan pernyataan tersebut maka perlu dilakukannya penelitian untuk mengetahui penggunaan kombinasi *Azotobacter chroococcum* dan pupuk anorganik (NPK) yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang tanah (*Arachis hypogea* L. Merrill).

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan pada tanah inceptisols di Lahan Percobaan PT. Pupuk Kujang, Kecamatan Cikampek, Kabupaten Karawang, Jawa Barat dengan ketinggian 25 meter di atas permukaan laut pada bulan Juli

sampai dengan November 2016. Analisis populasi *Azotobacter* sp., penghitungan jumlah nodula akar dan penimbangan bobot kering nodula akar dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas tiga perlakuan dan empat ulangan.

Perlakuan yang diujikan pada percobaan ini yaitu:

- A : *Azotobacter chroococcum* 100% (2 L/ha)
- B : pupuk NPK 100% (300 kg/ha)
- C : *Azotobacter chroococcum* (2 L/ha) + NPK 50% (150 kg/ha)

Pelaksanaan Penelitian

Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah dilakukan dengan menggunakan cangkul sedalam 15-20 cm, kemudian sekeliling lahan tersebut dibuat parit dengan ukuran lebar 50 cm dengan kedalaman 25-35 cm.

Aplikasi Pupuk Hayati dan Bahan Organik

Pupuk hayati cair *A. chroococcum* dengan kepadatan 10^8 CFU/mL sebanyak 1,50 mL/petak diencerkan dengan 100 mL aquadest, kemudian dicampurkan dengan pupuk organik sebanyak 3,75 kg/petak untuk perlakuan A dan C. Setelah itu, diinkubasi 3 hari kemudian dicampurkan ke lahan saat pengolahan tanah lalu lahan dibiarkan selama 7 hari sebelum benih kacang tanah ditanam.

Penanaman dan Pemupukan

Benih kacang tanah varietas Tuban ditanam di dalam tugal dengan kedalaman 1,5-2 cm. Penanaman ini dilakukan dengan jarak 40 x 15 cm, sehingga terdapat 100 lubang tanam. Setiap lubang tanam diisi dengan 1 benih. Sebelum tanam, benih kacang tanah direndam dalam suspensi *Bradyrhizobium* spp. dan gum Arabic perbandingan 100 mL dan 1% selama 30 detik. Pupuk NPK diaplikasikan

dengan cara dibanamkan dalam larikan di sekitar tanaman kacang tanah sesuai perlakuan dari dosis rekomendasi pada saat satu minggu dan tiga minggu setelah tanam. Pupuk NPK diberikan sesuai perlakuan yaitu sebanyak 100% atau setara dengan 300 kg/ha pada perlakuan B dan 50% atau setara dengan 150 kg/ha pada perlakuan C.

Pengamatan

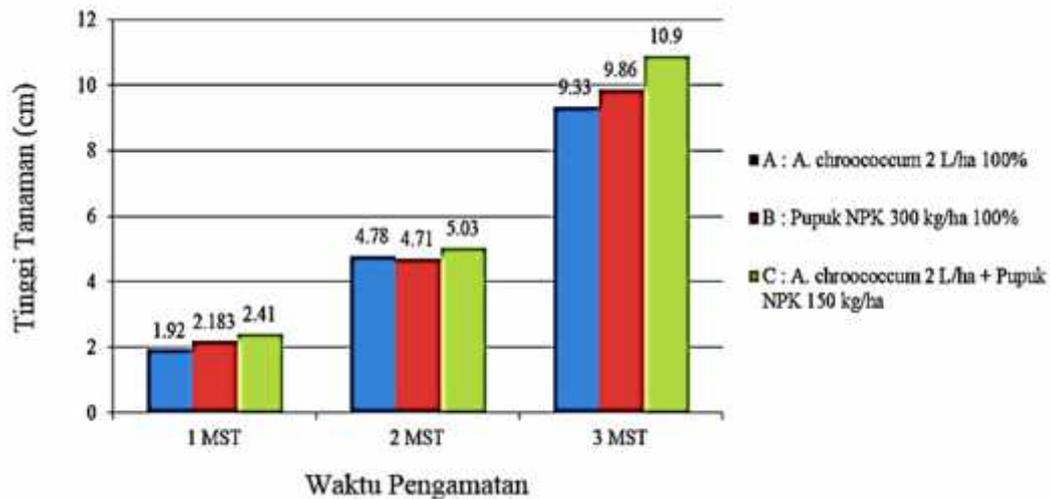
Respons yang diamati sebagai indikator aplikasi *Azotobacter chroococcum* dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah adalah tinggi tanaman pada umur 1, 2 dan 3 minggu setelah tanam (MST), bobot kering akar dan bobot kering tajuk tanaman. Selain itu diamati juga pH tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman yang bersifat *irreversible*. Pertumbuhan tanaman merupakan pertumbuhan vegetatif yang erat kaitannya dengan ketersediaan unsur N. Insur nitrogen berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel^[17], hal ini dapat diartikan bahwa apabila sel bertambah besar dan panjang, maka akan terjadi pertambahan tinggi tanaman. Pengukuran tinggi tanaman kacang tanah dilakukan dari pangkal batang sampai tunas pertama dan dilakukan setiap minggu hingga tanaman berada pada stadia vegetatif akhir, yaitu tiga minggu setelah tanam. Fase vegetatif akhir akan ditandai dengan munculnya bunga.

Gambar 1. menunjukkan perbedaan tinggi tanaman setiap perlakuan pada satu sampai tiga minggu setelah tanam. Tinggi tanaman kacang tanah setiap perlakuan pada satu sampai tiga minggu setelah tanam relatif sama. Perlakuan 2 L/ha *A. chroococcum* dan 150 kg/ha pupuk NPK merupakan perlakuan terbaik dengan tinggi 10,23 cm pada tiga minggu setelah tanam. Perlakuan 2 L/ha *A. chroococcum* 100% tanpa penambahan pupuk kimia merupakan perlakuan dengan tinggi terendah yaitu 9,33 cm pada 3 MST.



Gambar 1. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kacang Tanah Satu sampai Tiga Minggu Setelah Tanam.

Pemberian pupuk anorganik masih diperlukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan kacang tanah karena tanah Inceptisol Cikampek memiliki kadar N-total sedang. Inokulasi *A. chroococcum* saja tidak cukup untuk menunjang pertumbuhan tinggi tanaman karena fiksasi N dan fitohormon dari bakteri tersebut tidak cukup memenuhi kebutuhan nutrisi. Pupuk NPK (15-15-15) baik digunakan untuk meningkatkan unsur hara di dalam tanah sehingga dapat membantu mempercepat pertumbuhan tanaman dan mempercepat pencapaian tinggi tanaman [18].

Pengurangan dosis NPK sebanyak 50% disertai inokulasi 2 L/ha *A. chroococcum* lebih meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman pada minggu ke satu sampai ke tiga dibandingkan dengan perlakuan lainnya. *Azotobacter* sp. memiliki kemampuan mensintesis hormon pertumbuhan tanaman seperti IAA yang merupakan senyawa aktif dari auksin [19] dan memproduksi sitokinin serta giberelin yang berperan dalam perkembangan dan pembelahan sel tumbuhan [20].

Selain itu penggunaan inokulasi ganda *Azotobacter* sp. dan *Rhizobium* sp. pada tanaman kedelai dapat meningkatkan tinggi tanaman. [21].

Bobot Kering Akar dan Tajuk Tanaman

Bobot kering akar dan tajuk tanaman digunakan sebagai indikator banyaknya biomassa yang terdapat pada tumbuhan. Tabel 1 menunjukkan bahwa bobot kering akar dan tajuk tanaman memiliki bobot yang relatif sama, namun perlakuan *A. chroococcum* dan NPK 50% memiliki bobot kering akar tertinggi yaitu sebesar 0,33 g serta menunjukkan perbedaan yang cukup mendominasi perlakuan lainnya sedangkan untuk bobot kering tajuk perlakuan pupuk NPK 100% memiliki bobot tertinggi yaitu 5,93 g namun tidak mendominasi perlakuan lainnya. Meskipun ada perbedaan bobot tetapi hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh dari aplikasi *A. chroococcum* dan NPK tidak berpengaruh terhadap bobot kering akar dan tajuk tanaman.

Tabel 1. Pengaruh Inokulasi *Azotobacter chroococcum* dan Pupuk NPK terhadap Bobot Kering Akar dan Tajuk Tanaman.

Perlakuan	Bobot Kering Akar (g)	Bobot Kering Tajuk (g)
A: <i>Azotobacter chroococcum</i> 100% (2 L/ha)	0,27	5,21
B: Pupuk NPK 100% (300 kg/ha)	0,26	5,93
C: <i>Azotobacter chroococcum</i> (2 L/ha) + NPK 50% (150 kg/ha)	0,33	5,82

Inokulasi *Azotobacter* sp. yang dapat menambat N₂ dan menghasilkan hormon IAA dapat berperan dalam peningkatan biomassa [14]. Aplikasi pupuk organik yang diperkaya dengan *A. chroococcum* meningkatkan meningkatkan bobot kering tajuk sebesar 64.6% dan bobot kering akar sebesar 77.4% dibandingkan tanpa inokulasi *A. chroococcum* [22]. Penelitian saat ini tidak menggunakan perlakuan kontrol negatif sehingga belum dapat dibandingkan dengan bobot kering akar maupun tajuk tanaman tanpa perlakuan sama sekali, namun perlakuan kontrol positif menggunakan pupuk NPK 100% memiliki hasil yang hampir sama dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *A. chroococcum* memiliki kemampuan yang setara untuk meningkatkan bobot kering akar maupun tajuk tanaman dengan penggunaan pupuk NPK.

Peningkatan bobot kering akar dan tajuk tanaman sangat dipengaruhi oleh unsur

nitrogen dan hormon tumbuh tanaman. *Azotobacter* sp. selain dapat memfiksasi N juga dapat memproduksi hormon tumbuh seperti sitokinin [23], giberelin, GA3 [24] dan produksi eksopolisakarida [25], yang juga menguntungkan bagi pembentukan nodula akar oleh bakteri *Rhizobium* sp. yang dapat menyumbangkan nitrogen dari hubungan simbiotik dengan tanaman legume.

Tingkat Kemasaman Tanah (pH)

Keberadaan unsur hara untuk dapat diserap oleh tanaman sangat dipengaruhi oleh pH tanah yang dicirikan oleh nilai min log konsentrasi H⁺. Semakin tinggi konsentrasi H⁺ dalam larutan tanah maka tanah bereaksi ke arah masam atau nilai pH semakin rendah. pH larutan yang terlalu masam dapat mengakibatkan tanaman tidak dapat memanfaatkan unsur hara N, P dan K serta zat hara lain yang dibutuhkan [26].

Tabel 2. Pengaruh Inokulasi *Azotobacter chroococcum* dan Pupuk NPK terhadap pH Tanah.

Perlakuan	pH
Analisis Tanah Awal	7,14
A: <i>Azotobacter chroococcum</i> 100% (2 L/ha)	7,20
B: pupuk NPK 100% (300 kg/ha)	6,86
C: <i>Azotobacter chroococcum</i> (2 L/ha) + NPK 50% (150 kg/ha)	7,09

Tabel 2. menunjukkan nilai pH setelah maupun sebelum aplikasi pemupukan relatif sama, namun terdapat kecenderungan penurunan pH tanah setelah aplikasi pemupukan NPK dan kecenderungan peningkatan pH setelah inokulasi *Azotobacter*

chroococcum. Perlakuan pupuk NPK 100% memiliki nilai pH terendah yaitu 6,86 sedangkan perlakuan *A. chroococcum* 100% memiliki nilai pH 7,20

Penambahan atau perlakuan pemupukan berperan aktif dalam nilai pH dalam tanah.

Hara yang ditambahkan ke dalam tanah dalam bentuk pupuk akan diserap oleh akar dalam bentuk kation maupun anion dan dipertukarkan dengan kation H^+ maupun HCO_3^- dengan jumlah yang setara [27]. Pertukaran kation maupun anion ini dapat mempengaruhi pH tanah [28]. Hampir semua pupuk majemuk memiliki kecenderungan menciptakan suasana masam dalam tanah, sehingga aplikasi pupuk NPK cenderung menurunkan pH tanah [29]. Inokulasi *A. chroococcum* cenderung meningkatkan pH tanah dikarenakan aplikasi *A. chroococcum* disertai dengan pemberian pupuk organik kotoran kambing pada saat pengolahan tanah. Pemberian pupuk kandang dapat memicu dekomposisi oleh mikroba yang menghasilkan CO_2 dan OH^- dapat meningkatkan pH H_2O dan pupuk kandang dapat menambah kandungan K^+ yang jika bereaksi dengan H_2O akan menghasilkan KOH, sehingga melepaskan OH^- yang menyebabkan meningkatnya pH tanah [30].

KESIMPULAN

Aplikasi *Azotobacter chroococcum* dan pupuk NPK tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan bobot kering akar serta tajuk tanaman. Perlakuan 2 L/ha *Azotobacter chroococcum* + 150 kg/ha pupuk NPK paling meningkatkan tinggi tanaman dan bobot kering akar, sedangkan perlakuan 300 kg/ha pupuk NPK paling meningkatkan bobot kering tajuk tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marzuki, R. 2007. Bertanam Kacang Tanah. Jakarta : Penebar Swadaya.
- [2] Srilestari, R. 2005. Induksi embrio somatik kacang tanah pada berbagai macam vitamin dan sukrosa. *Jurnal Ilmu Pertanian*. (12) 1: 43-50.
- [3] Badan Pusat Statistik [BPS]. 2016. Data Produksi Kacang Tanah. Online : www.bps.go.id diakses pada tanggal 15 April 2016.
- [4] Kementerian Pertanian [Kementan]. 2016. Petunjuk Teknis Pengelolaan Produksi Kacang Tanah dan Kacang Hijau Tahun Anggaran 2016. Kementerian Pertanian: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan 2016.
- [5] Nurtika, N. 2009. Respons tanaman tomat terhadap penggunaan pupuk majemuk NPK 15-15-15 pada tanah Latosol pada musim kemarau. *Jurnal Hortikultura*. (19):1.
- [6] Naibaho, R. 2003. Pengaruh Pupuk Phonska terhadap Kandungan Unsur Hara NPK dan Ph beberapa Tanah Hutan. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [7] Widawati, S. dan Saefudin. 2015. Isolasi dan uji efektivitas plant growth promoting rhizobacteria di lahan marginal pada pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr.) var. Wilis. *Jurnal Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon*. (1) 1: 59-65.
- [8] Matui, D., Pomalingo, N. Dan W. Pembengo. 2013. Pengaruh Pupuk Phonska dan Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.). [Skripsi]. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- [9] Simanungkalit, R.D.M. 2001. Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia: Suatu Pendekatan Terpadu. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan.
- [10] Mrkovacki, N dan V. Milic. 2001. Use of *Azotobacter chroococcum* as potentially useful in agricultural application. *Annals of Microbiology*. (51): 145-158.
- [11] Hindersah R. dan T. Simarmata. 2014. Potensi rhizobakteri *Azotobacter* sp.

- dalam meningkatkan kesehatan tanah. *Jurnal Natura Indonesia*. 5:127-133
- [12] Simanungkalit, R.D.M, Suriadikart, D.A, Saraswati R, Setyorini D dan W. Hartatik. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. BBSDLP. Online: <http://balittanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/juknis/pupuk%20organik.pdf>. [5/03/2016].
- [13] Kader, M.A dan M.H. Hoque. 2002. Effect of *Azotobacter* inoculant on yield and nitrogen uptake by wheat. *J.Bio. Sci.* 2 : 259 -251.
- [14] Widiastuti, H., Siswanto dan Suharyanto. 2010. Karakterisasi dan seleksi beberapa isolat *Azotobacter* sp. untuk meningkatkan perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman. *Buletin Plasma Nutfah* 16(2)2: 160- 167.
- [15] Dey, R., Pal K.K., Bhatt, D.M. dan S.M. Chaucan. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application plant growth-promoting rhizobacteria. *Microbiol Res.* 159: 371-394.
- [16] Purwaningsih, S. dan Saefudin. 2012. Pengaruh inokulasi bakteri penambat nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil panen kedelai (*Glycine max* L). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 13-20.
- [17] Mapegau. 2007. Pengaruh pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau. *Jurnal Agripura*. (3): 2.
- [18] Latada, K.Y. 2013. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L. Merrill.) Melalui Pemberian Pupuk Phonska. [Skripsi]. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- [19] Razie, F dan A. Iswandi. 2005. Potensi *Azotobacter* spp. (dari lahan pasang surut Kalimantan Selatan) dalam menghasilkan Indole Acetic Acid (IAA). *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. (7)1:35-39.
- [20] Taiz, L. dan E. Zeiger. 1991. *Plant Physiology*. Tokyo: The Benyamin/Cumming Publishing Company Inc. : 219-247.
- [21] Gauri, S.S., Mandal, S.M. dan B.R.Pati. 2012. Impact of *Azotobacter* exopolysaccharides on sustainable agriculture. *Appl Microbiol Biotechnol.* 95:331–338.
- [22] Lasrin, H. 1997. Ketahanan hidup *Azotobacter* penambat nitrogen pada berbagai bahan pembawa serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*). [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [23] Hindersah, R., Arief, D.H., Sumarni, Y dan Totowarsa. 2003. Produksi Hormon Sitokinin Oleh *Azotobacter*. Disampaikan pada Kongres dan Seminar Nasional HITI, Padang Juli 2003. Hal. 549-555.
- [24] Lenin, G and M. Jayanthi. 2012. Indole Acetic Acid, Gibberellic Acid and Siderophore Production by PGPR Isolates From Rhizospheric Soils of *Catharanthus roseus*. *Inter. J. Pharma. Biol. Arch.*, 3: 933-938.
- [25] Hindersah, R., Arief, D. H, Soemitro, S dan L. Gunarto. 2006. Exopolysaccharide Extraction from Rhizobacteria *Azotobacter* sp. *Proc. International Seminar IMTGT*. Medan, 22-23 Juni 2006. Hal 50-55.
- [26] Patty, P.S., Kaya, S. dan Ch. Silahooy. 2013. Analisis status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan N oleh tanaman padi sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Agrologia*. 2(1): 51-58.
- [27] Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.

- [28] Prodjosantoso, A.K dan R. Tutik. 2011. Kimia Lingkungan (Teori, Eksperimen dan Aplikasi). Yogyakarta: Kanisius.
- [29] Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Bogor: Jurusan Tanah, Institut Pertanian Bogor.
- [30] Syukur dan Harsono. 2008. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan NPK terhadap Beberapa Sifat Kimia dan Fisika Tanah Pasir Pantai Samas Bantul. Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 8 (2): 138-145.