

Kontribusi Pupuk Hayati dan Pupuk Anorganik untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi Gogo pada Ultisols Jatinangor

Betty Natalie Fitriatin¹⁾, Muthia Erwina Nabila²⁾, Tien Turmuktini¹⁾, Emma Trinurani Sofyan¹⁾, dan Anni Yuniarti¹⁾

¹⁾Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor

²⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti
Jl. Raya Bandung-Sumedang KM 29 Tanjungsari.

Korespondensi: betty.natalie@unpad.ac.id

ABSTRACT

*Ultisols have low soil fertility problems. Beneficial microbes such as biofertilizers could improve soil fertility and the productivity of Ultisols sustainability. The purpose of this research was to study the contribution of biofertilizers and NPK fertilizers to increase growth and yield of upland rice on Ultisols. This experiment used a Randomized Block Design (RBD) in factorial pattern, consisting of two factors with three replications. The first factor consisted of biofertilizer, which were ; without biofertilizer, biofertilizer consortia A (*Pseudomonas mallei*, *P. cepaceae*, *Aspergillus niger* and *Penicillium* sp., *Azotobacter chroococum*, *Azospirillum* sp.) biofertilizer consortia B (*Azotobacter chroococum*, *A. viilandii*, *Azospirillum*, *Pseudomonas cepaceae*, *Penicillium* and *Acitenobacter*) and biofertilizer consortia A+B. The second factor were NPK fertilizers with four levels (100%, 75%, 50% and 25% dosage of recommendation). The results showed that the application of biofertilizer consortia increased growth of upland rice on Ultisols Jatinangor.*

Keywords : biofertilizers consortia, Ultisols, upland rice

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia termasuk yang sangat tinggi di dunia. Akibat jumlah penduduk yang tinggi ini mengakibatkan peningkatan tajam terhadap kebutuhan pangan dan tempat tinggal. Banyaknya kebutuhan pangan memicu alih fungsi sawah menjadi sektor perumahan. Sehingga padi sebagai tanaman untuk kebutuhan pokok banyak ditanam pada lahan kering.

Lahan kering di Indonesia didominasi oleh ordo tanah Ultisols dan Inceptisols. Ultisol merupakan salah satu tanah kering di Indonesia yang mempunyai sebaran yang luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo dkk., 2004). Reaksi Ultisols pada umumnya masam hingga sangat masam. Kandungan Al yang tinggi merupakan permasalahan yang terdapat pada Ultisol yaitu menyebabkan fiksasi unsur fosfat. Kendala lain yaitu kandungan unsur hara makro yang rendah (Hardjowigeno, 2010). Sebaran Ultisol yang

luas ini merupakan potensi dalam pengembangan pertanian lahan kering yang optimal dan berkelanjutan.

Salah satu upaya meningkatkan produktivitas Ultisols yang berkelanjutan dapat dilakukan dengan aplikasi pupuk hayati (Fitriatin *et. al.*, 2014) Pupuk hayati merupakan suatu bahan amademen yang mengandung mikroba bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman yang optimal sehingga diperoleh produksi tanaman yang maksimum (Rao, 1994). Mikroba yang umum digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati yaitu bakteri penambat nitrogen, mikroorganisme pelarut fosfat, mikoriza, dan bakteri penghasil fitohormon (Vessey, 2003). Itelima *et. al.* (2018) menyatakan pupuk hayati berperan penting untuk meningkatkan produktivitas lahan secara berkelanjutan serta mempengaruhi secara positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman.

Aplikasi pupuk hayati telah diketahui mampu meningkatkan efisiensi pupuk anor-

ganik (Fitriatin *et. al.* 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peranan pupuk hayati dan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi gogo pada Ultisols Jatinangor.

2. METODOLOGI

Percobaan dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran di Jatinangor. Tanah yang digunakan sebagai media tanam yaitu ordo Ultisols asal Jatinangor (pH H₂O 4,8 (masam); N total sebesar 0,069% (sangat rendah), P-tersedia (P₂O₅) 9,87 mg kg⁻¹ (sangat rendah), P-potensial (P₂O₅ HCl 25%) 18,29 mg 100 g⁻¹ (kriteria rendah). Benih padi gogo menggunakan varietas Situ Bagendit. Pupuk hayati yang digunakan merupakan konsorsium antara mikroorganisme pelarut P dan pemfiksasi N koleksi Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian UNPAD.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah RAK faktorial yang terdiri dari dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah pupuk hayati yang terdiri dari empat taraf:

- Tanpa pupuk hayati
- Konsorsium A (*Pseudomonas mallei*, *P.cepaeae*, *A.niger*, *Penicillium* sp, *Azotobacer chroococum*, *Azospirilum* sp.)
- Konsorsium B (*P. cepaceae*, *Azotobacer chroococum*, *A. vilandii*, *Azospirilum*, *Penicillium*, *Acitenobacater*)
- Campuran konsorsium A + B.

Faktor kedua adalah dosis pupuk N, P dan K yang terdiri dari empat taraf, yaitu: 100%, 75%, 50%, dan 25% dosis rekomendasi. Dosis pupuk hayati yaitu 50 kg ha⁻¹ sedangkan dosis rekomendasi pupuk NPK yaitu Urea 250 kg ha⁻¹, SP-36 100 kg ha⁻¹, KCl 100 kg ha⁻¹.

Variabel respon yang diamati adalah pertumbuhan tanaman dengan parameter tinggi tanaman dan jumlah anakan. Pengamatan dilakukan secara periodik sampai fase vegetatif akhir. Faktor lain yang diamati adalah bobot gabah kering.

Pembuatan pupuk hayati dilakukan dengan cara melarutkan biakan murni isolat BPF, JP, dan isolat-isolat bakteri penambat nitrogen dengan NaCl fisiologis 0,85% hingga mencapai 10 ml. Isolat dipindahkan ke tabung Erlenmeyer yang berisi media perbanyakan. Perbanyakan isolat bakteri pelarut fosfat dan bakteri pemfiksasi nitrogen menggunakan nutrient broth (NB) sedangkan jamur pelarut fosfat menggunakan potato dextrose broth (PDB). Masing-masing biakan murni dari setiap isolat dimasukan ke dalam media perbanyakan sebanyak 10% dari volume media selanjutnya dikocok dengan shaker 112 rpm selama 3 hari dan Dilakukan perhitungan populasi terlebih dahulu terhadap BPF, JP, serta bakteri pemfiksasi N dengan metode *Total Plate Count* sebelum dimasukkan ke dalam bahan pembawa yaitu campuran gambut dan kompos perbandingan 1:1 sebanyak 10% volume berat.

Pupuk hayati yang digunakan merupakan pupuk hayati dalam bentuk padat dengan kepadatan bakteri 10⁸ berdasarkan hasil analisis awal populasi mikroba konsorsium pupuk hayati. Dosis yang diberikan yaitu 50 kg/ha atau 0,375 g/pot. Pemberian pupuk hayati pada tanah dilakukan dengan cara mencampurkan pupuk hayati dengan pupuk organik (kompos jerami) sebanyak 10.000 kg/ha atau 75 g/pot lalu dibenamkan di dalam pot.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pertumbuhan Padi Gogo

Hasil percobaan menunjukkan terjadi interaksi antara pupuk hayati dan pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan tanaman berupa tinggi tanaman pada umur 4 dan 6 minggu setelah tanam (MST). Aplikasi pupuk hayati konsorsium A (*Pseudomonas mallei*, *P.cepaeae*, *A.niger*, *Penicillium* sp, *Azotobacer chroococum*, *Azospirilum* sp.) mampu meningkatkan tinggi tanaman secara nyata pada dosis pemberian pupuk NPK 25-50 % rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mampu mening-

katkan pertumbuhan tanaman serta dapat mengurangi kebutuhan pupuk anorganik. Hal ini membutkan bahwa pupuk hayati berupa konsorsium mikroba pelarut fosfat dan bakteri pemfiksasi N dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Itelima *et. al.* (2018), bahwa

pupuk hayati mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produktivitas lahan secara berkelanjutan. Hasil penelitian Biswakarma *et. al.* (2018) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati bakteri pelarut fosfat dan pupuk NPK mampu meningkatkan tinggi tanaman padi.

Tabel 1 Pengaruh pupuk hayati dan pupuk N, P, K terhadap tinggi tanaman pada 4 MST

Pupuk Hayati (H)	Pupuk NPK (P)			
	100%	75%	50%	25%
Tanpa	29,84 B b	28,60 B a	24,07 AB a	22,54 A a
Konsorsium A	23,87 A a	26,68 AB a	28,07 B ab	25,73 AB a
Konsorsium B	29,14 A b	28,44 A a	29,92 A b	27,44 A a
Konsorsium A dan B	20,83 A a	26,79 B a	29,22 B a	25,79 B a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf kapital (arah vertikal) yang sama dan huruf kecil (arah horizontal) yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Pengamatan tinggi tanaman pada 6 MST (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan yang berpotensi memberikan peningkatan tinggi tanaman tanaman yaitu perlakuan pupuk hayati konsorsium B (*P. cepaceae*, *Azotobacer chroococum*, *A. vilandii*, *Azospirillum*, *Penicillium*, *Acitenobacater*) dengan dosis pupuk N, P, K 50% dan 100%

meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pupuk hayati dan dosis N, P, K 100% (kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa dengan aplikasi pupuk hayati konsorsium gabungan diikuti dengan penurunan dosis N, P, K dapat memberikan pengaruh yang sama dengan pemberian pupuk N, P, K 100%.

Tabel 2 Pengaruh pupuk hayati dan pupuk N, P, K terhadap tinggi tanaman pada 6 MST

Pupuk Hayati (H)	Pupuk NPK (P)			
	100%	75%	50%	25%
Tanpa	52,33 A b	45,58 A a	49,05 A a	46,93 A a
Konsorsium A	52,18 A b	46,71 A a	50,5 A a	49,53 A a
Konsorsium B	48,33 A ab	52,25 AB a	55,89 B b	47,33 A a
Konsorsium A dan B	39,45 A a	46,05 A a	46,7 A a	41,25 A a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf kapital (arah vertikal) yang sama dan huruf kecil (arah horizontal) yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa aplikasi perlakuan tanpa pupuk hayati, pupuk hayati konsorsium A berpotensi memberikan peningkatan tinggi tanaman padi gogo

meskipun tidak berbeda nyata pada perlakuan konsorsium B dengan dosis N, P, K 100%. Perlakuan pupuk hayati konsorsium B dan pupuk N, P, K dosis 50% berpotensi

meningkatkan tinggi tanaman padi gogo meskipun tidak berbeda nyata dengan pupuk hayati konsorsium B dan N, P, K 100% saat tanaman mencapai umur 6 MST. Hal ini membuktikan bahwa penurunan dosis N, P, K dapat dikurangi dengan pemberian pupuk hayati konsorsium.

Pengamatan terhadap jumlah anakan menunjukkan saat tanaman padi gogo berumur 4 MST perlakuan pupuk N, P, K dosis 100% dan dikombinasikan dengan pupuk hayati konsorsium A atau B memberikan pengaruh secara nyata dengan jumlah anakan lebih banyak dibandingkan engan tanpa dan pupuk hayati konsorsium A dan B (Tabel 3). Hal ini dikarenakan pertumbuhan tanaman terjadi karena adanya proses-proses pembela-

han sel dan pemanjangan sel dimana proses-proses tersebut memerlukan karbohidrat dalam jumlah besar. Gardner *et. al.* (1991) menyatakan bahwa pertumbuhan dan hasil suatu tanaman dipengaruhi oleh keadaan lingkungan tumbuhnya.

Salah satu faktor lingkungan tumbuh yang penting bagi pertumbuhan tanaman adalah ketersediaan unsur hara. Pada jenis pupuk hayati konsorsium B penurunan dosis N, P, K hingga 50% dapat memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah anakan tanaman padi gogo. Dosis N, P, K 25 % yang dikombinasikan dengan pupuk hayati konsorsium A dan B memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap pertambahan jumlah anakan.

Tabel 3 Pengaruh pupuk hayati dan dosis pupuk N, P, terhadap jumlah anakan tanaman padi 4 MST.

Pupuk Hayati (H)	Pupuk N, P, K (P)			
	100%	75%	50%	25%
Tanpa	3,33 A a	3,00 A a	3,33 A a	3,17 A a
Konsorsium A	4,50 B b	3,00 A a	3,33 A a	3,67 AB a
Konsorsium B	3,33 A b	4,33 B a	4,37 B a	3,67 AB a
Konsorsium A dan B	3,17 A a	3,67 AB a	3,33 AB a	4,33 B a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf kapital (arah vertikal) yang sama dan huruf kecil (arah horizontal) yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian pupuk N, P, K dosis 50% yang dikombinasikan dengan pupuk hayati konsorsium B menunjukkan peningkatan jumlah anakan hingga 2% dibandingkan dengan dosis N, P, K 100% dan tanpa pupuk hayati ketika dilakukan pengamatan 6 MST. Hal ini disebabkan mikroba yang terdapat pada pupuk hayati dapat membantu dalam pertumbuhan tanaman melalui produksi substansi zat pengatur tumbuh seperti giberelin, sitokinin asam indol asetat (IAA), dan dapat memacu pertumbuhan akar (Rahmi, 2014), sehingga dengan diproduksi IAA oleh bakteri penambat N maka pemupukan dapat menjadi lebih efisien (Akbari dkk, 2007).

Aplikasi pupuk N, P, K dapat menyediakan nutrisi secara cepat bagi tanaman serta mikroba yang terkandung di dalam pupuk hayati mampu membantu penyediaan hara yang dibutuhkan tanaman padi gogo sehingga pertambahan jumlah anakan tanaman dapat terjadi. Bakteri yang diinokulasikan pada pupuk hayati konsorsium B didominasi oleh bakteri pemfiksasi unsur N sehingga dapat memberikan jumlah anakan yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Rauf dkk (2000) yang menyatakan unsur N merupakan unsur yang cepat terlihat pengaruhnya terhadap tanaman, meningkatkan jumlah anakan dan meningkatkan jumlah bulir per rumpun.

Perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata pada pengamatan 2 MST diduga hal ini karena bakteri yang diinokulasikan belum dapat beradaptasi dengan baik atau masih dalam fase *lag* (pertumbuhan lambat) sedangkan

ketika tanaman mencapai usia 8 – 10 MST diduga bakteri telah memasuki fase *stationer* sehingga bakteri sudah tidak lagi memberikan pengaruh secara signifikan terhadap pertambahan jumlah anakan.

Tabel 4 Pengaruh pupuk hayati dan dosis pupuk N, P, K terhadap jumlah anakan tanaman padi pada 6 MST

Pupuk Hayati (H)	Pupuk N, P, K (P)			
	100%	75%	50%	25%
Tanpa	4,40 A a	5,71 A a	4,57 A a	4,37 A a
Konsorsium A	5,56 A a	4,37 A a	6,17 A a	4,67 A a
Konsorsium B	4,87 A a	5,75 AB a	6,80 B b	4,67 A a
Konsorsium A dan B	6,00 B a	4,93 A a	4,70 A a	4,73 A a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf kapital (arah vertikal) yang sama dan huruf kecil (arah horizontal) yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

3.2 Hasil Padi Gogo

Hasil analisis statistik menunjukkan terdapat interaksi antara pemberian pupuk hayati konsorsium dan pupuk N, P, dan K terhadap bobot gabah kering panen. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan dapat terlihat bahwa kombinasi perlakuan pupuk hayati konsorsium dan pupuk N, P, K dan berbeda nyata lebih baik pada bobot gabah kering panen (Tabel 5). Pada kombinasi pupuk N, P, K dosis 75% dengan pupuk hayati konsorsium A dan gabungan (A dan B) berpotensi meningkatkan hasil bobot gabah

kering panen meskipun tidak berbeda nyata secara signifikan dengan perlakuan pupuk hayati konsorsium A dan dosis pupuk N, P, K 100% serta pupuk hayati konsorsium B dengan dosis pupuk N, P, K 50%. Aplikasi pupuk hayati konsorsium B dikombinasikan dengan pupuk N, P, K dosis 50% berpotensi dalam peningkatan hasil gabah kering panen walaupun tidak berbeda nyata dengan pupuk hayati konsorsium B pada dosis N, P, K 75% yang berbeda nyata apabila dibandingkan dengan pupuk hayati konsorsium lainnya pada dosis pupuk N, P, K yang sama.

Tabel 5 Pengaruh pupuk hayati dan pupuk N, P, dan K terhadap bobot gabah kering panen (gr/tanaman).

Pupuk Hayati (H)	Pupuk N, P, K (P)			
	100%	75%	50%	25%
Tanpa	27,74 A a	25,37 A a	28,68 A a	29,01 A a
Konsorsium A	28,42 AB a	32,80 B b	25,2 A a	25,50 A a
Konsorsium B	26,72 A a	33,05 B ab	34,3 B b	27,06 A a
Konsorsium A dan B	25,8 A a	32,16 B b	29,24 A a	27,08 A a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf kapital (arah vertikal) yang sama dan huruf kecil (arah horizontal) yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa dengan penurunan dosis pupuk N, P, K dan

diberikan pupuk hayati mampu memberikan hasil gabah kering panen yang lebih baik

apabila dibandingkan dengan hanya pemberian pupuk N, P, K 100%. Itelima *et. al.* (2018), menyatakan bahwa pupuk hayati dapat berguna dalam mereduksi pupuk anorganik namun tidak mengurangi hasil panen tanaman, dapat menyuburkan tanah, memperbaiki struktur tanah, serta membantu penanggulangan penyakit yang berasal dari tanah.

Aplikasi pupuk hayati konsorsium B didominasi oleh bakteri pemfiksasi N apabila dibandingkan dengan pupuk hayati konsorsium A namun tetap pada komposisi yang berimbang, sehingga mampu memberikan pengaruh yang cenderung lebih baik terhadap bobot gabah kering panen dibandingkan dengan pupuk hayati konsorsium A maupun konsorsium gabungan pada dosis N, P, K 50%. Hasil penelitian Saba *et. al.* (2013) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati mampu mengurangi kebutuhan pupuk sintetik pada tanaman padi.

Pada pupuk hayati konsorsium gabungan (A dan B) tidak memberikan pengaruh secara nyata pada dosis N, P, K 50% diduga hal ini dikarenakan tingginya persaingan unsur hara mikroba dalam memperoleh makanan yang menyebabkan kebutuhan nutrisi mikroba kurang terpenuhi sehingga mikroba bekerja kurang optimal yang menyebabkan bobot gabah kering pada pupuk hayati konsorsium gabungan menjadi kurang optimal (Simanungkalit, 2006).

4. KESIMPULAN

Hasil percobaan dari pengaruh aplikasi pupuk hayati dan pupuk anorganik berupa N,P dan K diperoleh bahwa interaksi antara pupuk hayati dan pupuk N,P,K meningkatkan secara nyata pertumbuhan tanaman berupa tinggi tanaman dan jumlah anakan pada umur 4 MST dan 6 MST dan hasil panen berupa bobot gabah kering panen. Aplikasi pupuk hayati konsorsium B (*P. cepaceae*, *Azotobacter chroococum*, *A. vilandii*, *Azospirillum*, *Penicillium*, *Acitenobacater*) dengan pemberian pupuk N,P,K dosis 50% rekomendasi meningkatkan secara nyata bobot

gabah kering panen dengan hasil sebesar 34,3 g /tanaman.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih dan penghargaan setingtingginya disampaikan kepada Kemenristekdikti yang mendanai penelitian Strategis Nasional Institusi tahun 2018 (16/UN6.E/LT/2018). Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor UNPAD, Direktur Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNPAD dan Dekan Fakultas Pertanian atas dukungan dan kerjasamanya. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada saudara Muthia Erwina Nabila dan Yuni yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, Gh. Abbas, S.M. Arab, H.A. Alikhani, I. Allahdadi, and M.H. Arzanesh. 2007. Isolation and selection of indigenous *Azospirillum* spp. and the IAA of superior strains effects on wheat roots. World Journal of Agricultural Sciences 3 (4):523-529.
- Biswakarma, B., H. Verma and N.C. Sarkar. 2018. Effect of phosphate solubilizing bacteria on yield of transplanted rice under lateritic belt of West Bengal, India. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 7(2): 3192-3204.
- Fitriatin, B.N. , A. Yuniarti, and T. Turmuktini. 2014. The effect of phosphate solubilizing microbe producing growth regulators on soil phosphate, growth and yield of maize and fertilizer efficiency on Ultisol. Eurasian Journal of Soil Science. 3: 104 -107.
- Fitriatin, B.N., P. Tamara, O. Mulyani, E.T. Sofyan, A.Yuniarti and T. Turmuktini. 2018. Influence of biofertilizer and humic acid on NPK content and yield of rice (*Oryza sativa* L.). International

- Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch 3: 20-27.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, dan R. L. Mitchell, 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan oleh: Herawati Susilo. University of Indonesia Press. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 2010. Ilmu Tanah. Akademika Presindo, Jakarta.
- Itelima, J.U., W.J. Bang, M.D. Sila, I.A. Onyimba, and O.J. Egbere. 2018. A review: Biofertilizer - A key player in enhancing soil fertility and crop productivity. *Microbiol Biotechnol Rep* 2(1):22-28.
- Rao, N. S. S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Edisi 2. Diterjemahkan oleh: Herawati Susilo. Jakarta: UI-Press.
- Rauf, A.W., T. Syamsuddin, S. R. Sihombing. 2000. Peranan Pupuk NPK pada Tanaman Padi. Loka Pengkajian Teknologi Pertanian No.01/LPTP/IRJA/99-00: 211-219.
- Saba, N., I.U. Awan, M.S. Baloch, I.H. Shah, M.A. Nadim, and J. Qadir. 2013. Improving synthetic fertilizer use efficiency through bio-fertilizer application in rice. *Gomal University Journal of Research*, 29(2): 32-28.
- Simanungkalit, R.D.M. 2006. Prospek pupuk organik dan hayati. *Dalam Simanungkalit dkk. (Eds). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati.* Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Hlm 265 – 272.
- Subagyo, H. N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2004. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Dalam Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. *Sumberdaya lahan Indonesia dan Pengelolaannya.* Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor. Hlm. 21-66
- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant Soil* 255(2): 571-586.