

KARAKTERISASI DAN VIABILITAS ISOLAT BAKTERI PELARUT FOSFAT DALAM BAHAN PEMBAWA KOMPOS DAN ZEOLIT

**Erlina Rahmayuni, Sri Ismiani, Dhanti Hanifa Muslimah,
Elly Daru Ika Wilujeng, dan Muhammad Naufal Rizqulloh**

Mahasiswa Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya lahan, Fakultas Pertanian,
Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

*E-mail: erlinaaprianto@gmail.com

Diterima: 14/05/2018

Direvisi: 02/07/2018

Disetujui: 02/07/2018

ABSTRAK

Fosfat merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman setelah nitrogen. Besarnya potensi dari mikroba di dalam tanah seperti bakteri pelarut fosfat yang dapat membantu penyediaan unsur hara fosfor bagi pertumbuhan tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah 1) mengisolasi dan karakterisasi bakteri pelarut fosfat, 2) menguji patogenitas isolat bakteri pelarut fosfat pada tanaman, dan 3) menguji viabilitas bakteri pelarut fosfat pada bahan pembawa kompos dan zeolit. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, pada bulan Oktober 2017 sampai Januari 2018. Metode yang digunakan adalah seleksi bakteri pelarut fosfat menggunakan media spesifik pikovskaya, karakterisasi biokimia isolat, uji patogenitas pada tanaman tembakau dan uji viabilitas pada media pembawa kompos dan zeolit. Hasil penelitian menunjukkan dua dari empat isolat bakteri pelarut fosfat berpotensi dikembangkan menjadi pupuk hayati, yaitu isolat BPF-P dan BPF-J.

Kata kunci: Isolasi, mikroba tanah, patogenitas, pupuk hayati, unsur hara

ABSTRACT

Phosphate is a nutrient that is needed by plants after nitrogen. The great potential of microbes in the soil such as phosphate solubilizing bacteria (PSB) that can help the provision of phosphorus nutrients for plant growth. The objectives of this study were 1) isolated and characterized PSB, 2) pathogenicity test of PSB to plants, 3) viability test of PSB on carrier such as compost and zeolite. The method have use were the selection of PSB used pikovskaya specific media, biochemical characteristics test, pathogenic test on tobacco plant, and viability test on carrier. The results showed, two of four isolates were potentially to be developed into bio-fertilizer, they are isolates BPF-P and BPF-J.

Keywords: bio-fertilizer, isolation, pathogenicity, soil microbes, soil nutrient

PENDAHULUAN

Tanah merupakan sumber daya penting bagi kehidupan yang ada di muka bumi. Tanah menyediakan air, udara dan nutrisi yang dibutuhkan bagi makhluk hidup, seperti mikroorganisme tanah dan tanaman. Sumber daya tanah dapat menghasilkan pangan, pakan, sandang, papan dan bio-energi yang dapat mendukung kehidupan manusia melalui pemanfaatan tanah, seperti pertanian dan produksi biomassa (Utomo, 2016). Tanah mempunyai hubungan timbal balik dengan tanaman yang tumbuh di atasnya dan mikroorganisme tanah yang ada di dalamnya.

Tanah mengandung berbagai macam populasi mikroorganisme yang tersusun atas kelompok-kelompok yang spesifik. Berbagai kelompok mikroorganisme yang berbeda ini ada yang bersifat antagonistik terhadap kelompok lainnya tetapi ada pula yang saling berasosiasi yang dapat mempengaruhi kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman.

Pengolahan tanah dapat menurunkan tingkat kesuburan tanah, diantaranya sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Salah satu penyebab menurunnya sifat biologi tanah adalah berkurangnya keberadaan mikroorganisme yang ada di dalam tanah baik secara jumlah maupun jenisnya. Peranan dari mikroorganisme di dalam tanah salah satunya adalah dalam hal penyediaan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman.

Fosfat merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman setelah Nitrogen. Fosfat dapat berbentuk senyawa organik maupun anorganik. Di alam, Fosfat tersedia dalam konsentrasi rendah karena Fosfat difiksasi

membentuk Fosfat kompleks, Besi, Aluminium, dan Kalsium yang tidak larut. Defisiensi Fosfat merupakan faktor pembatas pertumbuhan yang utama untuk tanaman, sehingga penambahan pupuk kimia berfosfat dilakukan untuk mengoptimalkan produksi tanaman tersebut. Menurut Wulandari (2001) Fosfat pada tanah masam akan bersenyawa dengan Aluminium membentuk Al-P, sedangkan Fosfat pada tanah alkali akan bersenyawa dengan Kalsium membentuk Ca-P yang sukar larut. Oleh karena itu diperlukan suatu cara untuk dapat mengatasi hal tersebut.

Salah satu kendala yang menghambat kesuburan tanah adalah kurangnya Fosfat tersedia di dalam tanah. Meskipun Fosfat yang terkandung di dalam tanah melimpah akan tetapi apabila dalam tanah tersebut tidak terkandung bakteri pelarut Fosfat maka hanya sedikit Fosfat yang akan tersedia dan di tanah dan bisa diserap oleh tanaman. Hal tersebut mengakibatkan tanah menjadi tidak subur dan produktivitas pertanian menurun.

Menurut Rao (1994) di dalam tanah terdapat banyak bakteri yang mempunyai kemampuan melepas P dari ikatan Fe, Al, Ca dan Mg sehingga P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman, salah satunya adalah *Pseudomonas*. Bakteri yang mempunyai kemampuan untuk melarutkan P organik menjadi bentuk fosfat terlarut yang tersedia bagi tanaman disebut bakteri pelarut fosfat (BPF). Efek pelarutan umumnya disebabkan oleh adanya produksi asam organik seperti asam asetat, asam format, asam laktat, asam oksalat, asam malat dan asam sitrat yang dihasilkan oleh mikroba tersebut (Richardson, 2001; Gyaneshwar *et al.*, 2002; dan Ponmugaran, 2006).

Melihat besarnya potensi dari mikroba di dalam tanah, seperti bakteri

pelarut fosfat yang dapat membantu penyediaan unsur hara Fosfor bagi pertumbuhan tanaman. Maka perlu usaha untuk mengembangkan dan mengetahui lebih banyak karakteristik dari bakteri pelarut fosfat agar dapat lebih optimal dalam pemanfaatannya di bidang pertanian.

Berdasarkan latar belakang yang telah diungkapkan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah 1) mengisolasi dan karakterisasi bakteri pelarut fosfat, 2) menguji patogenitas isolat bakteri pelarut fosfat pada tanaman tembakau dan 3) menguji viabilitas bakteri pelarut fosfat pada bahan pembawa kompos dan zeolit.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 sampai Januari 2018 di Laboratorium Biologi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lingkungan, Institut Pertanian Bogor. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 g sampel tanah dari Lahan Percobaan IPB, medium Pikovskaya (glukosa, Ca_3PO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KCl, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, FeSO_4 , MnSO_4 , *yeast extract* dan *Bacto Agar*), medium *Nutrient Agar* (NA), medium *Nutrient Broth* (NB), *Oxidative Fermentatif* (Karbohidrat: sukrosa, glukosa, dan laktosa, NaCl, Pepton, K_2HPO_4 , *Bacto Agar* dan *Bromthymol Blue*), medium *Sulfide Indole Motility* (SIM) (*Tryptone*, Pepton, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, *Ferrous Ammonium Sulfat*, dan *Bacto Agar*), serta zeolite dan kompos sebagai medium pembawa.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik sampel, tabung reaksi, rak tabung reaksi, cawan petri, jarum ose, mikropipet, botol kultur jaringan, batang pengaduk, gelas ukur,

erlenmeyer, autoklaf, oven, tabung durham, saringan, sekop kecil, *water bath*, *shaker*, neraca analitik, PH-meter, *magnetic stirrer*, dan jarum suntik.

Lokasi pengambilan sampel tanah dilakukan di lahan percobaan kampus Institut Pertanian Bogor. Pengambilan sampel tanah di sekitar daerah perakaran tanaman (bambu, pisang, rumput gajah, cabai, jagung, dan padi). Cara pengambilan sampel tanah yaitu dengan mencabut tanaman secara langsung atau menggunakan alat bantu sekop. Tanah yang melekat di perakaran tanaman diambil secara komposit sampai 500 g, lalu dimasukkan ke dalam plastik sampel untuk dibawa dan disimpan di Laboratorium.

Seleksi bakteri pelarut fosfat dilakukan dengan metode cawan sebar. Sebanyak 10 g sampel tanah dimasukkan kedalam 90 mL NaCl 0.85%, lalu dihomogenkan menggunakan *shaker* sehingga diperoleh tingkat pengenceran pertama (10^{-1}). Selanjutnya diambil 1 mL dari pengenceran 10^{-1} kemudian dimasukkan kedalam 9 mL NaCl 0.85%, lalu di homogenkan menggunakan *magnetic stirrer* sehingga diperoleh tingkat pengenceran kedua (10^{-2}). Pengenceran tersebut dilakukan sampai diperoleh pengenceran keenam (10^{-6}). Sebanyak 0,1 mL hasil dari pengenceran 10^{-4} sampai 10^{-6} disebar pada media Pikovskaya dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Bakteri yang tumbuh diseleksi berdasarkan kemampuannya membentuk zona bening (*halo zone*). Bakteri yang terpilih dimurnikan menggunakan metode strik kuadran lalu diisolasi. Isolat yang diperoleh diuji kemampuannya dalam melarutkan posfat.

Uji patogenitas isolat dilakukan terhadap tanaman tembakau. Isolat bakteri pelarut fosfat ditumbuhkan pada media NB dan diinkubasi pada suhu 34 °C selama 24 jam. Sebanyak 1 mL isolat diinjeksikan ke daun tembakau menggunakan jarum suntik secara hati – hati dan perlahan. Titik injeksi diberi label sesuai isolat. Setelah 48 jam akan terjadi perubahan di area sekitar titik injeksi apabila isolat bersifat patogen, misal area sekitar injeksi mengalami nekrosis. Perubahan yang terjadi diasumsikan isolat bakteri pelarut fosfat mempunyai kemungkinan bersifat patogen.

Bahan pembawa (*carrier*) bakteri pelarut fosfat yang diuji adalah kompos dan zeolit. Bahan pembawa disterilkan terlebih dahulu menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 30 menit. Isolat yang telah diperbanyak pada media NB diinokulasi ke dalam masing-masing bahan pembawa sebanyak 10 mL berdasarkan perhitungan persentase kadar air pada media pembawa. Kemudian bahan pembawa diinkubasi pada suhu ruang selama 3 minggu. Setiap minggu jumlah koloni dihitung menggunakan metode *total plate count* (TPC). Masing-masing bahan pembawa di ambil 1 g untuk diencerkan sampai diperoleh seri pengenceran 10^{-7} , 10^{-8} , dan 10^{-9} . Masing-masing tingkat pengenceran tersebut ditabur pada media spesifik Pikovskaya. Jumlah koloni yang tumbuh pada media dihitung setelah diinkubasi selama 24 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat

Hasil inokulasi sampel tanah dari Lahan Percobaan Kampus Institut Pertanian Bogor menunjukkan pertumbuhan koloni bakteri di setiap tingkat pengenceran (10^{-4} sampai 10^{-6}).

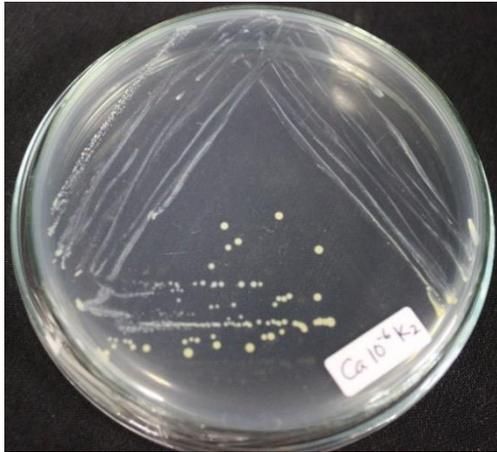
Pengenceran dilakukan dengan tujuan meminimalisir kepadatan koloni bakteri yang tumbuh sehingga koloni yang tumbuh mudah untuk diamati dan diisolasi. Larutan pengenceran menggunakan NaCl 0.85% yang berfungsi mempertahankan sel bakteri tetap dalam keadaan isotonis sehingga tidak lisis. Pengenceran dikatakan berhasil apabila jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media tumbuh sebanyak sepersepuluh bagian dari hasil pengenceran satu tingkat di atasnya. Berdasarkan munculnya koloni mikroba pada media Pikovskaya, menunjukkan proses pengenceran dan inokulasi pada penelitian ini dikatakan berhasil. Selanjutnya, koloni bakteri yang potensial dipilih dengan mempertimbangkan warna dan bentuk koloni serta zona bening yang dihasilkan (Gambar 1). Zona bening disebabkan karena bakteri dapat melarutkan fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) yang terkandung dalam media Pikovskaya (George et al .2002).



Gambar 1. Hasil inokulasi tanah Lahan Percobaan Kampus IPB pada media Pikovskaya.

Koloni bakteri yang terpilih diisolasi dan dimurnikan dengan metode strik kuadran (Gambar 2). Tujuan pemurnian adalah untuk memperoleh koloni tunggal yang selanjutnya dapat

digunakan untuk keperluan identifikasi, pengujian, dan pemeliharaan. Isolat bakteri yang telah murni diinokulasi ke media miring Pikovskaya 1% untuk dipelihara dan digunakan selanjutnya dalam seleksi atau pengujian lainnya.



Gambar 2. Pemurnian isolat dengan metode strik kuadran.

Berdasarkan hasil seleksi bakteri pada tanah lahan percobaan kampus

Institut Pertanian Bogor diperoleh empat isolat potensial yang mempunyai kemampuan tinggi dalam melarutkan fosfat dengan membentuk zona bening (Gambar 3). Keempat isolat tersebut adalah:

1. Isolat BPF-P (dari tanah perakaran padi),
2. Isolat BPF-J (dari tanah perakaran jagung),
3. Isolat BPF-CA (dari tanah perakaran cabai), dan
4. Isolat BPF-RG (dari tanah perakaran rumput gajah).

Tania *et al* (2012) Kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat anorganik dapat disebabkan oleh adanya aktivitas enzim fosfatase. Enzim fosfatase yang dihasilkan tersebut kemudian digunakan untuk melarutkan trikalsium fosfat yang terkandung di dalam media, sehingga terbentuk zona bening di sekitar koloni bakteri.



Gambar 3. Kemampuan menghasilkan zona bening oleh A) isolat BPF-P, B) isolat BPF-CA, C) isolat BPF-RG, dan D) isolat BPF-J.

Setelah diperoleh isolat terpilih, kemudian dilakukan karakterisasi morfologi bakteri secara mikroskopis dan uji biokimia. Koloni bakteri pelarut fosfat yang tumbuh memiliki bentuk, struktur, tepi dan elevasi yang berbeda. Hasil pengamatan secara morfologi dan fisiologi ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Hasil karakterisasi isolat BPF J dan BPF P mengindikasikan bahwa isolat bakteri tersebut tergolong genus *Klebsiella*. Menurut Holt *et al* (1994) genus *Klebsiella* termasuk bakteri Gram negatif yang berbentuk batang, bersifat aerob dengan suhu optimum pertumbuhan 37 °C.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Morfologi Koloni Isolat Bakteri Pelarut Fosfat

| Isolat | Elevasi | Tepi | Struktur | Bentuk Makrokopis | Bentuk Mikrokopis |
|--------|-------------------|---------------|----------------|-------------------|-------------------|
| BPF CA | <i>Raised</i> | <i>Entire</i> | <i>Smooth</i> | <i>Circular</i> | <i>Spiral</i> |
| BPF RG | - | - | - | - | <i>Spiral</i> |
| BPF J | <i>Low convex</i> | <i>Entire</i> | <i>Smooth</i> | <i>Circular</i> | <i>Basil</i> |
| BPF P | <i>Low convex</i> | <i>Entire</i> | <i>Ciliate</i> | <i>Circular</i> | <i>Basil</i> |

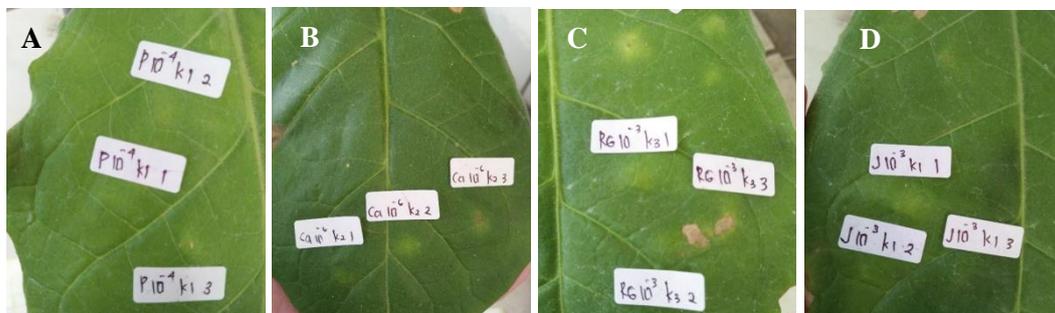
Tabel 2. Hasil Uji Fisiologi Koloni Isolat Bakteri Pelarut Fosfat

| Kode Isolat | Jenis Gram | Uji Katalase | Uji Motilitas | Uji Oksidase | Uji Fermentasi | |
|-------------|------------|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------------------|
| | | | | | Glukosa | Oksidatif Fermentatif |
| BPF CA | negatif | + | - | + | + | + |
| BPF RG | negatif | + | - | + | + | +(+ gas) |
| BPF J | negatif | - | - | + | + | + |
| BPF P | negatif | + | + | + | + | + |

Uji Patogenitas Isolat Bakteri Pelarut Fosfat terhadap Tanaman Tembakau

Uji patogenitas dilakukan pada tanaman tembakau, isolat diperbanyak terlebih dahulu menggunakan media NB dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 34 °C. Hasil uji patogenitas masing-masing isolat pada daun tembakau menunjukkan tingkat patogenitas yang berbeda-beda (Gambar 4). Hasil injeksi pada isolat BPF P dan BPF J menunjukkan ciri-ciri daun agak menguning tetapi tidak menyebabkan nekrosis dan perubahan yang signifikan pada tiap ulangannya. Hal ini dapat diartikan bahwa bakteri aman digunakan karena tidak bersifat patogen terhadap tanaman.

Berbeda dengan hasil uji patogenitas terhadap tanaman tembakau oleh isolat BPF CA dan BPF RG. Ketiga ulangan injeksi isolat tersebut menimbulkan nekrosis pada daun. Reaksi dimulai dengan munculnya bercak kecoklatan pada daun tembakau. Hal ini merupakan proses kematian sel secara cepat dan terlokalisasi. Reaksi nekrosis muncul pada tanaman yang terinfeksi saat pengenalan patogen yang merupakan usaha untuk menghambat pertumbuhan patogen (Zhu *et al.*, 2000). Induksi patogenitas dipengaruhi oleh gen *hrp* yang umumnya ditemukan pada bakteri Gram negatif, misalnya *Xantomonas* sp.

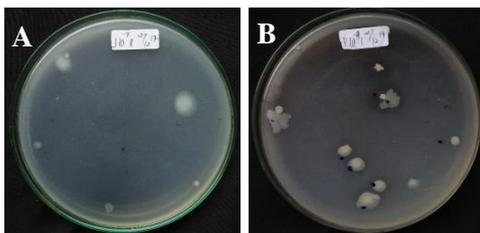


Gambar 4. Uji patogenitas bakteri pelarut fosfat terhadap tanaman tembakau oleh isolat dari tanah perakaran padi (A), cabai (B), rumput gajah (C), dan jagung (D).

Uji Viabilitas Bakteri Pelarut Fosfat dalam Bahan Pembawa Kompos dan Zeolit

Berdasarkan hasil uji patogenitas, maka diperoleh dua isolat potensial dari empat isolat terpilih yang kompeten untuk digunakan sebagai pupuk hayati, yaitu isolat BPF P (tanah perakaran padi) dan BPF J (tanah perakaran jagung). Kedua isolat tersebut diinokulasi ke bahan pembawa, yaitu kompos dan zeolit. Kompos dipilih sebagai medium pembawa karena mengandung nutrisi yang dibutuhkan untuk aktivitas mikroba (Sudrajat *et al.* 2014). Sedangkan zeolit memiliki kemampuan sebagai adsorpsi, katalis, dan penukar kation. Struktur kristal zeolit tetap stabil walau dipanaskan hingga 650 °C, serta stabil pada kondisi basa hingga pH 10 dan pada kondisi asam hingga pH 3,0 (Whitelaw, 2003).

Bahan pembawa diinkubasi selama 3 minggu pada suhu ruang dan diamati setiap minggunya. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah koloni yang tumbuh menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). (Gambar 5).



Gambar 5. Koloni isolat BPF P yang tumbuh dari pengenceran kompos 10^{-9} (A) dan koloni isolat BPF J yang tumbuh dari pengenceran zeolit 10^{-7} (B).

Tabel 3 menunjukkan jumlah koloni bakteri pelarut fosfat yang tumbuh dalam media pembawa kompos dan zeolit pada hari ke-9. Jumlah koloni bakteri isolat BPF J paling banyak tumbuh dihasilkan oleh media pembawa kompos, yaitu 20×10^{-7} cfu.g⁻¹. Hal ini

menunjukkan adanya kesesuaian antara media pembawa dengan pertumbuhan bakteri. Kompos mengandung senyawa organik dan unsur hara yang digunakan bakteri untuk bahan dasar pembentukan sel, pembentukan asam nukleat, sumber energi untuk proses metabolisme dan lain-lain (Firdausi, 2016). Sedangkan jumlah koloni bakteri isolat BPF P paling banyak tumbuh dihasilkan oleh media pembawa zeolit, yaitu 9×10^{-7} cfu.g⁻¹. Zeolit memiliki kemampuan menyerap air dan kapasitas tukar kation yang tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kompos cocok digunakan sebagai media pembawa isolat BPF J, sedangkan zeolite cocok digunakan sebagai media pembawa isolat BPF P. Firdausi (2016) menyatakan media pembawa yang sesuai akan meningkatkan pertumbuhan bakteri pelarut fosfat. Pada saat diberikan ke tanah akan meningkatkan unsur hara P yang tersedia untuk tanaman sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan suatu tanaman.

Tabel 3. Hasil TPC hari ke-9 setelah inokulasi

| Pengenceran | BPF J --- cfu.g ⁻¹ --- | BPF P --- |
|---------------|--------------------------------------|--------------|
| Kompos | | |
| 10^{-7} | 20 | 1 |
| 10^{-8} | 4 | - |
| 10^{-9} | 1 | 1 |
| Zeolit | | |
| 10^{-7} | 1 | 9 |
| 10^{-8} | 1 | 6 |
| 10^{-9} | - | 3 |

Keterangan: cfu = *colony forming unit*

SIMPULAN

Hasil penelitian memperoleh empat isolat bakteri pelarut fosfat. Dua diantaranya berpotensi digunakan sebagai pupuk hayati karena bersifat non-patogen, yaitu isolat BPF P (dari tanah perakaran padi) dan isolat BPF J (dari tanah perakaran jagung). Media pembawa kompos cocok digunakan untuk isolat BPF P, sedangkan zeolit cocok digunakan untuk isolat BPF J.

DAFTAR PUSTAKA

- Firdausi, N., W. Muslihatin, dan T. Nurhidayati. 2016. Pengaruh Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat Terhadap pH dan Unsur Hara Fosfat dalam Tanah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol. 5 (2): E53 – E56.
- Holt, J.G., N.R. Krieg., P.H.A. Sneath., J.T. Stale., dan S.T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Ninth Edition*. Lippincott Williams and Wilkins. USA. [En.]
- Ponmurugan.P., and C. Gopi. 2006. In Vitro Production of Growth Regulators and Phosphatase Aktiviti by Phosphate Solubilizing Bacteria. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 5 (4): 348 – 350. [En.]
- Richardson, A.E. 2001. Prospect for Using Soil Microorganisms to Improve the aquisition of Phosphorus by Plants. *Aust. J. Plant Physiol*, Vol. 58: 797 – 906. [En.]
- Rodriguez, H., and R. Fraga. 1999. Phosphate Solubilizing Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotient. *Biotech. Adv.*, Vol. 17: 319 – 339. [En.]
- Setiawati, T.C. 2002. Uji Antagonistik antara Bakteri Pelarut Fosfat dengan *Pseudomonas solanacearum* secara in Vitro dan Pengaruhnya pada Tanaman Tembakau. Laporan Penelitian Dosen Muda. Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Suliasih, S., Widawati dan A. Muharam, 2010. Aplikasi Pupuk Organik dan Bakteri Pelarut Fosfat untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat dan Aktivitas Mikroba Tanah. *J. Hort.* Vol. 20 (3): 241 – 246.
- Tania, N., Astina, dan S. Budi. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Semi Pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*, Vol. 1 (1): 10 – 15.
- Van Dyke, M. I., and J. I. Prosser. 2000. Enhanced Survival of *Pseudomonas fluorescens* in Soil Following Establishment of Inoculum In a Sterile Soil Carrier. *Soil Biol. Biochem.*, Vol. 32: 1377 – 1382. [En.]
- Whitelaw, M. 2003. Zeolite: A cyber interview. <http://www.markw.com/zeointvw.htm> [En.]
- Wulandari, S. 2001. Efektifitas Bakteri Pelarut Fosfat *Pseudomonas* sp. Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Natur Indonesia*, Vol. 4 (1): 21 – 25.
- Zhu, W., Magbanua, M.M. dan White, F.F. 2000. Identification of two novel hrp-Associated Genes in the hrp Gene Cluster of *Xanthomonas oryzae pv.oryzae*. *J. Bacteriol.*, Vol. 182: 1844 – 1853. [En.]