

## Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati Mikroba Pelarut Fosfat dalam Meningkatkan Kandungan P tanah , Pertumbuhan dan Hasil Jagung pada Ultisols

Betty Natalie Fitriatin<sup>1)</sup>, Aristyo Rahadiyan<sup>2)</sup>, Anny Yuniarti<sup>1)</sup> dan Tien Turmuktini<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Staff Pengajar Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian UNPAD

<sup>2)</sup>Alumni Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UNPAD

Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor

<sup>3)</sup>Staff Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Winayamukti

Korespondensi: [fitriatin@yahoo.com](mailto:fitriatin@yahoo.com)

---

### ABSTRACT

*Marginal soils have problems of low availability of nutrients, especially phosphorus. Phosphate solubilizing microbes can produce organic acid that dissolve P in the soil. Furthermore, the PSM also produce extracellular enzymes as a phosphatase that catalyze mineralization of organic P become inorganic P. Phosphate solubilizing bacteria (*Pseudomonas mallei* and *Pseudomonas cepacea*) and phosphate solubilizing fungi (*Penicillium* sp. and *Aspergillus* sp) is selected based on the ability of dissolving P and the production of growth regulators. Research at this stage aims to determine the biological fertilizer application techniques (PSB and PSF) as well as different types of P fertilizers to improve soil P available, growth and yield of maize. Field experiment on Ultisol Jatinangor implemented using a randomized block design (RBD) to test how applications PSM plus (giving 1, 2 and 3 applications) as well as the type of fertilizer P (SP-36 and rock phosphate). The results showed that the application of PSM can improve soil P-available growth and yield of maize. Application of PSM biological fertilizer could reduce the need for fertilizer P by 50%. PSM application once the application (early planting) with SP-36 dose 50% can increase content of soil P (P-available), and yield of maize on Ultisols.*

*Keywords : maize, phosphate solubilizing microbes, Ultisols*

---

### 1. PENDAHULUAN

Tanah marginal atau sub-optimal merupakan tanah yang memiliki kendala kesuburan dalam pemanfaatannya. Salah satu tanah yang termasuk tanah marginal yaitu Ultisols. Tanah ini memiliki kendala dalam pemanfaatannya antara lain yaitu mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi kurang mendukung pertumbuhan tanaman. Nilai pH yang biasanya masam, serta kandungan unsur hara terutama P yang rendah karena adanya fiksasi P merupakan kendala bagi pertumbuhan tanaman. Tanah dengan pH yang tinggi memiliki permasalahan rendahnya kandungan P tersedia tanah karena adanya fiksasi oleh kalsium tanah (Tan, 2008).

Penggunaan pupuk fosfat pada tanah Ultisol tidak akan efektif dan efisien karena unsur Al dan Fe yang terlarut di dalam tanah Ultisol akan mengikat unsur P yang telah

diberikan. Penggunaan pupuk anorganik juga secara terus menerus akan menurunkan kualitas tanah. Maka dari itu salah satu upayanya adalah substitusi antara pupuk anorganik dengan pupuk hayati. Salah satu pupuk hayati yang dapat diaplikasikan adalah mikroba pelarut fosfat.

Mikroba pelarut fosfat merupakan kelompok mikroba tanah yang mempunyai kemampuan mengekstraksi P dari ikatannya dengan Al, Fe, Ca, dan Mg, sehingga dapat melarutkan P yang asalnya tidak tersedia bagi tanaman menjadi tersedia bagi tanaman. Hal ini terjadi karena mikroba tersebut mengeluarkan asam-asam organik yang dapat membentuk kompleks stabil dengan kation-kation pengikat P di dalam tanah. Mikroba yang berperan dalam proses pelarutan fosfor ini antara lain dari kelompok bakteri: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*

disebut “phosphobacteria”, sedangkan dari kelompok fungi: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Sclerotium* (Whitelaw, 2000).

Kelompok mikroba pelarut fosfat ini mempunyai banyak keutamaan dalam mempengaruhi peningkatan pertumbuhan tanaman, selain dapat melepaskan P yang terfiksasi juga dapat memproduksi enzim fosfatase (Saparotka, 2003; Yadav dan Tarafdar, 2003; Fitriatin *et al.*, 2011) serta dapat menghasilkan fitohormon (Fitriatin dan Simarmata, 2005; Fitriatin *et al.*, 2013). Enzim fosfatase yang dikeluarkan oleh mikroba tersebut dapat memineralisasi P organik menjadi P anorganik (Goerge, *et al.*, 2002; Saparotka, 2003).

Menurut Fitriatin *et al.* (2007), mikroba pelarut fosfat (MPF) merupakan salah satu jenis pupuk hayati yang dapat mengefisienkan pupuk fosfat anorganik, sehingga dapat mengatasi rendahnya P-tersedia tanah, dan meningkatkan konsentrasi P tanaman jagung pada Andisols. Hasil penelitian Fitriatin *et al.* (2013) menunjukkan bahwa aplikasi campuran bakteri dan jamur pelarut P lebih baik pengaruhnya terhadap hasil jagung dibandingkan hanya bakteri atau jamur pelarut P secara tunggal.

Aplikasi MPF diharapkan dapat mengatasi permasalahan defisiensi hara P pada tanah sub-optimal serta dapat memacu pertumbuhan tanaman jagung sehingga diperoleh hasil tanaman yang optimal. Teknik aplikasi pupuk hayati sangat menentukan keberhasilan peranan inokulan dalam fungsinya membantu menyediakan hara untuk tanaman. Cara aplikasi dengan pemberian pupuk hayati dalam periode tertentu selama masa pertanaman sangat mempengaruhi proses pelarutan P tanah serta terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman jagung.

Bentuk pupuk hayati dapat berupa pupuk hayati cair dan padat. Keefisienan aplikasi serta bentuk inokulan yang terbaik untuk diaplikasikan pada tanaman perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Oleh karena itu diperlukan penelitian yang bertujuan untuk

menentukan teknik aplikasi pupuk hayati yang terbaik dalam meningkatkan partumbuhan dan hasil tanaman jagung pada tanah sub-optimal.

## 2. METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran di Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat yang termasuk tanah ordo Ultisol. Bahan digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Benih jagung hibrida (*Zea mays* L.) Pertiwi-2
- Inokulan bakteri pelarut fosfat *Pseudomonas mallei* dan *Pseudomonas cepacea*, jamur pelarut fosfat *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. yang merupakan koleksi Laboratorium Biologi dan Bioteknologi Tanah Fakultas Pertanian UNPAD. Inokulan MPF telah terseleksi berdasarkan kemampuan melarutkan P serta produksi zat pengatur tumbuh.
- Media Pikovskaya
- *Nutrient Broth* (NB) dan *Potato Dextrose Agar* (PDA)
- Pupuk Urea, KCl, SP-36 dan Batuan fosfat
- Pupuk kandang sapi
- Bahan pembawa (kompos dan gambut dengan perbandingan 1 : 1).

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok dengan tiga kali ulangan, rincian perlakuan adalah sebagai berikut:

- A. Kontrol (tanpa pupuk P dan pupuk hayati MPF)
- B. Pupuk SP 36 dosis 100 % rekomendasi (100 kg ha<sup>-1</sup>)
- C. Batuan fosfat dosis 100 % rekomendasi (300 kg ha<sup>-1</sup>)
- D. Pupuk SP 36 50% dari dosis rekomendasi + Pupuk hayati MPF, pemberian 1 kali yakni awal tanam sebanyak 50 kg ha<sup>-1</sup>.

- E. Pupuk SP 36 50% dari dosis rekomendasi + Pupuk hayati MPF, pemberian 2 kali yakni pada awal tanam dan 4 MST sebanyak 50 kg ha<sup>-1</sup>.
- F. Pupuk SP 36 50% dari dosis rekomendasi + Pupuk hayati MPF pemberian 3 kali yakni pada awal tanam, 3 dan 6 MST, masing-masing sebanyak 50 kg ha<sup>-1</sup>.
- G. Batuan fosfat 50% dari dosis rekomendasi + Pupuk hayati MPF pemberian 1 kali (awal tanam) sebanyak 50 kg ha<sup>-1</sup>.
- H. Batuan fosfat 50% dari dosis rekomendasi + Pupuk hayati MPF pemberian 2 kali yakni pada awal tanam dan 4 MST, sebanyak 50 kg ha<sup>-1</sup>.
- I. Batuan fosfat 50% dari dosis rekomendasi + Pupuk hayati MPF padat, pemberian 3 kali yakni pada awal tanam, 3 dan 6 MST, masing-masing sebanyak 50 kg ha<sup>-1</sup>.

Pengamatan terhadap parameter yang diamati pada fase vegetatif akhir yaitu kandungan P-tersedia tanah (metode Bray I), pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman). Selain itu dilakukan pengamatan terhadap hasil tanaman jagung (diamati pada fase generatif akhir).

Luas lahan yang digunakan yaitu 3 x 2 m per plot dan menggunakan jarak tanam 70 x 30 cm. Sehingga dalam setiap plot terdapat kurang lebih 30 tanaman. Pupuk yang diberikan sebagai pupuk dasar adalah pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik berupa pupuk kandang sapi dicampurkan bersama inokulan dan diinkubasikan selama dua hari sebelum tanam, dosis yang diberikan sebanyak 2 ton ha<sup>-1</sup>.

Pupuk anorganik yang digunakan adalah pupuk Urea, KCl dan SP-36. Dosis masing-masing adalah 300 kg ha<sup>-1</sup> urea, 100 kg ha<sup>-1</sup> SP-36 dan 100 kg ha<sup>-1</sup> KCl (Departemen Pertanian, 2004). Pupuk SP-36 diberikan pada saat penanaman dengan dosis sesuai perlakuan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakteristik Ultisol

Berdasarkan hasil analisis tanah awal Ultisol menunjukkan kandungan P-tersedia tergolong rendah, akan tetapi kandungan P tanah (ekstrak HCl 25 %) mencapai 33,37 mg 100 g<sup>-1</sup> P dengan kriteria sedang. Kandungan P tersedia yang rendah mencerminkan bahwa P banyak difiksasi oleh koloid tanah. Sehingga diperlukan MPF dalam menyediakan P yang berguna untuk me-nunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Ultisol Jatinangor memiliki pH 5,8 (agak masam). Kondisi pH tanah merupakan faktor penting yang menentukan kelarutan unsur. Kelarutan oksida-oksida hidrous dari Fe dan Al secara langsung tergantung pada konsentrasi hidroksil (OH<sup>-</sup>) dan tergantung pada pH, Selain itu, pH juga mengendalikan kelarutan karbonat dan silikat, mempengaruhi reaksi-reaksi redoks, aktivitas jasad renik, dan menentukan bentuk-bentuk kimia dari fosfat dan karbonat dalam larutan tanah.

Kandungan C-organik tanah Ultisol Jatinangor tergolong sangat rendah (0,30 %). Hal ini menunjukkan bahwa tanah ini perlu penambahan bahan organik. Tekstur Ultisols Jatinangor di dominasi oleh kandungan liatn sampai dengan 53 %, sedangkan kandungan pasirnya 7 % dan debu 40 %. Hal ini bisa disimpulkan bahwa tekstur Ultisol Jatinangor tempat penelitian yaitu liat berdebu karena fraksi liat lebih mendominasi.

#### 3.2 Kandungan P Tersedia Tanah

Hasil percobaan menunjukkan bahwa waktu aplikasi pupuk hayati mikroba pelarut fosfat dan jenis pupuk P memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap P tersedia tanah. Kemerasan tanah sangat mempengaruhi ketersediaan P. Menurut Tan (2008), menyatakan bahwa kisaran pH optimal yang mendukung ketersediaan P antara 5,5 sampai 7,0 hal ini didukung dengan hasil analisis tanah yang memiliki pH 5,84 yang tergolong agak masam.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pemberian pupuk SP-36 dosis 50% dan pemberian MPF satu kali aplikasi memiliki potensi meningkatkan P tersedia tanah dibandingkan dengan yang lain yaitu P tersedia sebesar 21,41 mg kg<sup>-1</sup> (peningkatan sebesar 104,8 %). Hal ini diduga karena pupuk SP-36 memiliki sifat *fast release* dan kandungan fosfor yang ada dalam pupuk SP-36 sudah dalam bentuk tersedia bagi tanaman.

**Tabel 1** Pengaruh MPF dan pupuk P terhadap kandungan P tersedia tanah

Perlakuan	P tersedia tanah (mg.kg <sup>-1</sup> )
Kontrol	10,45 a
Pupuk SP 36 dosis 100%(100 kg ha <sup>-1</sup> )	16,12 ab
Batuan fosfat dosis 100% (300 kg ha <sup>-1</sup> )	10,64 ab
Pupuk SP 36 dosis 50% + MPF (1 kali)	21,41 b
Pupuk SP 36 dosis 50% + MPF (2 kali)	14,34 ab
Pupuk SP 36 dosis 50% + MPF (3 kali)	11,60 ab
Batuan fosfat dosis 50% + MPF (1 kali)	16,21 ab
Batuan fosfat dosis 50% + MPF (2 kali)	5,26 a
Batuan fosfat dosis 50% + MPF (3 kali)	7,86 ab

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 95 %.

Perlakuan jenis pupuk batuan fosfat dosis 50 % dan pemberian MPF satu kali juga mampu meningkatkan 55,12% P-tersedia dibandingkan dengan kontrol. Hal ini membuktikan bahwa pemberian satu kali pupuk hayati sudah cukup untuk meningkatkan P-tersedia dalam tanah.

### 3.3 Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan pertumbuhan tanaman jagung dilakukan terhadap tinggi tanaman pada 4 MST, 6 MST dan 8 MST (Tabel 2). Berdasarkan data pengamatan terhadap tinggi

tanaman menunjukkan bahwa secara umum pemberian MPF mampu meningkatkan tinggi tanaman jagung.

**Tabel 2** Pengaruh MPF dan pupuk P terhadap tinggi tanaman jagung (cm)

Perlakuan	4 MST	6 MST	8 MST
Kontrol (tanpa pupuk P dan pupuk hayati MPF)	61,87	136,67	191,00
Pupuk SP 36 dosis 100 % (100 kg ha <sup>-1</sup> )	67,53	150,47	210,73
Batuan fosfat dosis 100% (300 kg ha <sup>-1</sup> )	70,53	137,53	195,67
Pupuk SP 36 dosis 50% + MPF (aplikasi satu kali)	69,20	149,67	212,07
Pupuk SP 36 dosis 50% + MPF (aplikasi dua kali)	74,80	152,53	207,73
Pupuk SP 36 dosis 50% + MPF (aplikasi tiga kali)	70,20	142,33	196,93
Batuan fosfat dosis 50% + MPF (aplikasi satu kali)	76,00	149,00	203,80
Batuan fosfat dosis 50% + MPF (aplikasi dua kali)	78,00	160,67	216,93
Batuan fosfat dosis 50% + MPF (aplikasi tiga kali)	70,33	147,20	209,13

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan P dengan SP-36 dan batuan fosfat dosis 50 % yang diberi pupuk hayati MPF memberikan pengaruh yang tidak berbeda terhadap pertumbuhan dengan perlakuan pupuk P dosis 100 % (Tabel 2). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pemberian pupuk MPF mampu menurunkan kebutuhan pupuk P hingga 50 %. Perbedaan jenis pupuk P yaitu antara SP-36 dan batuan fosfat tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tinggi tanaman.

### 3.4 Hasil Tanaman Jagung

Hasil percobaan menunjukkan pemberian MPF mampu meningkatkan hasil jagung

pada tanah Ultisol (Tabel 3). Hal ini diduga karena pemberian MPF mampu meningkatkan kandungan P tanah akibat mekanisme pelarutan P yang disebabkan asam organik dari MPF (Fitriatin dkk., 2013).

**Tabel 3** Pengaruh MPF dan pupuk P terhadap terhadap bobot tanpa kelobot dan bobot pipilan

Perlakuan	Bobot tanpa kelobot (gr/tanaman)	Bobot pipilan (g/tanaman)	Bobot pipilan (ton/ha)
Kontrol (tanpa pupuk P dan pupuk hayati MPF)	296,87	133,30	5.35
Pupuk SP 36 dosis 100% (100 kg ha <sup>-1</sup> )	318,53	148,65	5.38
Batuan fosfat dosis 100% (300 kg ha <sup>-1</sup> )	307,93	136,95	5.88
Pupuk SP 36 dosis 50% + MPF (aplikasi satu kali)	327,13	158,15	6.46
Pupuk SP 36 dosis 50% + MPF (aplikasi dua kali)	343,13	163,57	6.02
Pupuk SP 36 dosis 50% + MPF (aplikasi tiga kali)	308,87	147,59	5.72
Batuan fosfat dosis 50% + MPF (aplikasi satu kali)	292,40	145,81	5.85
Batuan fosfat dosis 50% + MPF (aplikasi dua kali)	309,53	164,56	6.17
Batuan fosfat dosis 50% + MPF (aplikasi tiga kali)	318,20	151,85	5.97

Berdasarkan hasil percobaan dapat diketahui bahwa pemberian MPF berupa inokulan bakteri pelarut fosfat *Pseudomonas*

*mallei* dan *Pseudomonas cepacea*, jamur pelarut fosfat *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. mampu meningkatkan hasil jagung berupa bobot tanpa kelobot per petak hingga 15,58 % dan bobot biji pipilan kering hingga 23,45 % (Tabel 3).

Peningkatan hasil jagung menunjukkan bahwa pupuk hayati berupa MPF ini dapat diaplikasikan pada tanah Ultisols yang memiliki kandungan P yang rendah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Pereira dan Castro (2014) yang menunjukkan bahwa bakteri pelarut fosfat berupa *Pseudomonas* sp. mampu meningkatkan biomasa kering tanaman hingga 20 %. Peningkatan hasil jagung akibat aplikasi MPF juga diduga karena MPF ini mampu menghasilkan fitohormon (Fitriatin *et al.*, 2013). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Zao *et al.* (2013) bahwa bakteri pelarut fosfat yang diisolasi dari rhizosfir jagung mampu memproduksi zat pemacu tumbuh.

#### 4. KESIMPULAN

Aplikasi MPF berupa inokulan bakteri pelarut fosfat *Pseudomonas mallei* dan *Pseudomonas cepacea* serta jamur pelarut fosfat *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. mampu meningkatkan kandungan P-tersedia tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Aplikasi MPF satu kali aplikasi (awal tanam) dengan pemberian SP-36 dosis 50% mampu meningkatkan P-tersedia tanah, pertumbuhan dan hasil jagung pada Ultisols. Aplikasi pupuk hayati MPF ini mampu mengurangi kebutuhan pupuk P untuk tanaman jagung sampai 50 %.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, Rektor UNPAD dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNPAD yang telah mendanai penelitian Unggulan Perguruan Tinggi. Ucapan terima kasih



kepada Sdr. Sofie dan Ocky yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian ini serta semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Fitriatin, B. N. dan T. Simarmata. 2005. Efek Metode Perlakuan Benih dengan Kinetin dan Suspensi bakteri Pelarut Fosfat Penghasil Fitohormon terhadap pertumbuhan dan hasil Tanaman Padi Gogo. Jurnal Agrikultura, Vol. 16 (2), hal : 84-88.
- Fitriatin, B.N., T. Simarmata, dan B. Joy. 2007. Kajian Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat Penghasil Fosfatase dan Fitase untuk Meningkatkan Kelarutan Fosfor Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung pada Andisols. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.
- Fitriatin, B.N., D.H. Arief, T. Simarmata, D.A. Santosa, and B. Joy. 2011. Phosphatase-Producing Bacteria Isolated from Sanggabuana Forest and Their Capability to Hydrolyze Organic Phosphate. Journal of Soil Science and Environmental Management Vol. 2(10), pp. 299-303.
- Fitriatin, B.N. , A. Yuniarti, T.Turmuktini and M. Saman. 2013. Effect of P solubilizing microbe producing growth regulators to increase solubilizing of soil phosphate and yield of maize on marginal soil. Soil – Water Journal. Vol 2. Number 2 (1). pp. 547 – 554.
- George, T.S., P.J. Gregory, M. Wood, D. Read, R.J. Buresh. 2002. Phosphatase activity and organic acids in the rhizosphere of potential agroforestry species and maize. Soil Biology and Biochemistry 34, pp. 1487-1494.
- Pereira, S.I. and P. Castro. 2014. Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance *Zea mays* growth in agricultural P-deficient soils. Ecological Engineering 73 : 526 – 535.
- Saparotka, N. 2003. Phosphatase activities (ACP, ALP) in Agroecosystem Soils. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Tan, K.H. 2008. Soils in the Humid Tropics and Monsoon Region of Indonesia. CRC Press. Taylor and Francis Group. Boca Raton London New York.
- Whitelaw. 2000. Growth promotion of plants inoculated with phosphate solubilizing fungi. Adv. Agron. 69, pp. 99-151.
- Yadaf, R.S. and J.C. Taradar. 2003. Phytase and phosphatase producing fungi in arid and semi-arid soils and their efficiency in hydrolyzing different organic P compounds. Soil Biology and Biochemistry 35, pp. 1-7.
- Zao, Ke., P. Pentiigen, X. Zhan, X.Do, M. Lio,, X. Yu, and Q. Chen. 2013. Maize rhizosphere in Sichuan China, host plant growth promoting *Burkholderia cepacia* with phosphate solubilizing and antifungal abilities. Microbiological Research 169, pp. 76 – 82.