

Perbandingan beberapa bakteri pelarut fosfat eksogen pada tanah Andisol sebagai areal pertanaman teh dominan di Indonesia

Comparison of some exogeneous solubilizing phosphate bacteria on Andisol as Indonesia dominant native tea soil

Mieke Rochimi Setiawati¹ dan Eko Pranoto²

¹Dosen Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung

²Peneliti bagian Tanah dan Nutrisi Tanaman, Pusat Penelitian Teh dan Kina

Diajukan: 2 September 2015; direvisi: 14 September 2015; diterima: 30 September 2015

Abstrak

Tanaman teh ditanam di daerah dataran tinggi dengan ordo tanah dominan Andisol yang memiliki karakteristik khusus diantaranya pH tanah yang rendah dan memiliki mineral Amorf yang menyebabkan ketersediaan hara fosfat rendah, terutama bagi tanaman teh oleh karena itu, dibutuhkan peranan mikroba pelarut fosfat. Percobaan skala laboratorium telah dilakukan untuk melihat aktivitas *Pseudomonas cepaceae*, *P. malei*, *Bacillus mycoides*, dan *B. subtilis*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa seluruh perlakuan tidak berbeda nyata dalam meningkatkan kelarutan fosfat. Walaupun demikian, perlakuan D (*Bacillus mycoides*) merupakan isolat yang menghasilkan kelarutan fosfat tertinggi, Kemampuan melarutkan fosfat dari bakteri pelarut fosfat tergantung pada habitatnya, terutama pH tanah. Walaupun keempat isolat tersebut merupakan isolat unggulan pada areal tanaman pertanian yang ber-pH relatif netral, akan tetapi tidak berbeda nyata aktivitasnya pada tanah Andisol. Oleh karena itu disarankan agar menggunakan isolat indigen pada areal pertanaman teh.

Kata kunci: Bakteri Pelarut Fosfat, Andisol, P-tersedia tanah

Abstract

Tea was planting an upland area with Andisol as the dominant soil ordo. Andisol has a special characteristic i.e. low soil pH and it has more mineral that causing low of soil phosphate soluble, especially for tea plants, therefore the rule of solubilizing phosphate bacteria will be needed. Laboratory scale experiments were conducted to study the capability activities of some solubilizing phosphate bacterias namely *Pseudomonas cepaceae*, *P. malei*, *Bacillus mycoides*, and *B. subtilis*. The experiment was arranged in Completely Randomized Design with six treatments and four replications. The result on statistical analysis shown that there were no significant differences in increasing of the soil phosphate soluble. Nevertheless, the treatment D (*Bacillus mycoides*) produced the highest soil phosphate soluble. The capability of bacteria to increase soil phosphate soluble was depended on its habitat, especially soil pH. Even all of the isolates were the superior solubilizing phosphate bacterias in agricultural food plants with neutral soil pH, but they have not significantly different on Andisol. Therefore, the using of indigenous isolates on tea plant areas was suggested.

Keywords: Solubilizing phosphate bacterias, Andisol, soil phosphate soluble

PENDAHULUAN

Tanaman teh di Indonesia dominan di tanam di dataran tinggi dengan ordo tanah Andisol, yaitu sekitar 52–55% dari luas areal pertanaman teh di Indonesia. Hampir semua tanah-tanah vulkanik memiliki karakter fisik yang unggul sehingga penggunaannya sangat luas. Secara kimia, Andisol memiliki retensi fosfat yang tinggi, dan kemungkinan memiliki keterbatasan dalam unsur hara K serta beberapa unsur hara mikro.

Mineral yang terkandung di antaranya mineral *Allophane*, *Ferrihydrite*, *Microcline*, *Augite*, dan *Imogolite*. Hidrolisis dari mineral ini akan menghasilkan pelepasan ion Fe dan Al yang dapat dilindungi dari biodegradasi bahan organik dan fiksasi fosfat. Ion Al dapat melindungi biodegradasi bahan organik dengan membentuk Al-humus kompleks dengan nilai rasio logam/organik yang memiliki tingkat mobilitas rendah. Ion-ion Fe dan Al ini juga dapat mengkhelasi unsur-unsur hara sehingga menyebabkan ketersediaan hara yang rendah, terutama P. Beberapa usaha untuk mengatasi masalah kekurangan unsur hara P tersebut adalah dengan pengapuran, penambahan silika, bahan organik, dan pemberian pupuk fosfat (Kapur, 2010).

Penggunaan bakteri pelarut fosfat sebagai inokulan secara simultan meningkatkan penyerapan P oleh tanaman dan meningkatkan produksi. Strain dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, dan *Rhizobium* merupakan sejumlah besar pelarut fosfat yang paling kuat. Prinsip dari mekanisme pelarutan mineral fosfat adalah produksi asam-asam organik, dan enzim *acid phosphatase* mengambil peran utama dalam mineralisasi organik fosfat pada tanah (Rodriguez dan Fraga, 1999).

Berbagai bakteri yang menguntungkan aktivitasnya akan terhambat bila diintroduksi pada habitat bukan asalnya. Faktor kemasaman (pH) sangat membatasi aktivitas bakteri tersebut, oleh karena itu seleksi bakteri yang menguntungkan pada media tumbuh yang sesuai dengan media tumbuh tanaman teh akan sangat berguna untuk menjaring bakteri potensial yang cocok diaplikasikan pada lahan Andisol.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan bakteri pelarut fosfat sebagai inokulan yang dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah sehingga dapat diserap tanaman teh. Dengan menggunakan beberapa jenis isolat unggul bakteri pelarut fosfat yang berasal dari beberapa rhizosfer tanaman, akan menghasilkan peluang besar untuk mendapatkan bakteri pelarut fosfat yang sesuai untuk areal pertanaman teh dominan, yaitu Andisol, sehingga dapat memecahkan permasalahan retensi P yang tinggi pada Andisol.

BAHAN DAN METODE

Persiapan Inokulan

Penelitian ini menggunakan isolat Bakteri Eksogen Unggul Pelarut Fosfat (BPF) koleksi dari Universitas Padjadjaran. BPF tersebut berasal dari tanaman pangan dengan ketinggian 600-800 m dpl. Strain yang digunakan yaitu *Pseudomonas cepaciae*, *P. malei*, *Bacillus mycoides*, dan *B. subtilis*. Masing-masing bakteri diperbanyak pada media cair Pikovskaya. Setelah lima ahri inkubasi, populasi BPF bervariasi. Sebelum diaplikasikan pada tanah Andisol dengan pengujian secara *in vitro*, masing-masing strain diencerkan agar diperoleh populasi yang sama seperti tercantum pada Tabel 1.

TABEL 1

Populasi bakteri pelarut fosfat yang digunakan

Strain BPF	Populasi total (10 ¹² cfu/ml) sebelum pengenceran	Pengenceran		Populasi total (10 ¹² cfu/ml) setelah pengenceran
		Dosis inokulan (ml)	Aquades steril (ml)	
<i>Pseudomonas cepacea</i>	1,09	1,0000	0,0000	1,09
<i>P. mallei</i>	1,23	0,8831	0,1169	1,09
<i>Bacillus mycoides</i>	1,18	0,9189	0,0811	1,09
<i>B. subtilis</i>	1,57	0,6939	0,3061	1,09

TABEL 2

Kadar P tersedia (ppm) masing-masing perlakuan

No.	Perlakuan		Ulangan				Jumlah	Rerata
	Strain	Kode	I	II	III	IV		
1.	Negative control	A	0,0158	0,0212	0,0158	0,1192	0,1720	0,0430
2.	Positive control	B	0,1458	0,0843	0,0159	0,0160	0,2620	0,0655
3.	<i>Pseudomonas cepacea</i>	C	0,0633	0,0158	0,1320	0,0554	0,2665	0,0666
4.	<i>Bacillus mycoides</i>	D	0,0212	0,0267	0,0267	0,3241	0,3987	0,0997
5.	<i>B. subtilis</i>	E	0,1947	0,0422	0,0320	0,0293	0,2982	0,0746
6.	<i>P. mallei</i>	F	0,0186	0,0266	0,0319	0,0265	0,1036	0,0259
	TOTAL		0,4594	0,2168	0,2543	0,5705	1,5010	
	Rerata		0,0766	0,0361	0,0424	0,0951	0,0625	

TABEL 3

Kandungan air (%) masing-masing perlakuan

No.	Perlakuan		Ulangan				Jumlah	Rerata
	Strain	Kode	I	II	III	IV		
1.	Negative control	A	34,6900	36,1100	34,8900	34,4200	140,1100	35,0275
2.	Positive control	B	35,1800	34,0200	36,6000	37,0900	142,8900	35,7225
3.	<i>P. cepacea</i>	C	37,3400	37,6500	37,3600	31,2000	143,5500	35,8875
4.	<i>B. mycoides</i>	D	34,0000	36,1600	36,0600	36,3700	142,5900	35,6475
5.	<i>B. subtilis</i>	E	36,6500	35,1300	33,2900	34,3500	139,4200	34,8550
6.	<i>P. mallei</i>	F	34,2900	35,4700	33,1900	32,0400	134,9900	33,7475
	TOTAL		212,1500	214,5400	211,3900	205,4700	843,5500	
	Rerata		35,3583	35,7567	35,2317	34,2450	35,1479	

Rancangan percobaan

Penelitian dilakukan di laboratorium UNPAD dengan koordinat 06° 55' 32" Lintang Selatan dan 107° 46' 16" Bujur Timur pada bulan Maret 2013. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Analisis statistik yang digunakan adalah Analisis Keragaman (ANOVA) dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DM-RT). Dosis dari masing-masing perlakuan adalah 10% v/w, yang berarti bahwa 10 ml inokulan diaplikasikan per 100 g tanah Andisol steril dengan pH (H₂O) 4,9. Kontrol negatif berarti bahwa tanpa pemberian inokulan, hanya 100 g tanah Andisol steril. Kontrol positif berarti bahwa hanya diberikan 10 ml media cair steril Pikovskaya. Masing-masing perlakuan diinkubasi selama lima hari. Susunan perlakuan adalah sebagai berikut:

- A. Kontrol negatif
- B. Kontrol positif
- C. *Pseudomonas cepacea*
- D. *Bacillus mycoides*
- E. *Bacillus subtilis*
- F. *Pseudomonas mallei*

Parameter yang diamati adalah kadar P tersedia dengan menggunakan metode Bray dan kandungan air pada tanah Andisol dengan metode gravimetrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

P tersedia

Setelah diinkubasi selama lima hari, kadar P tersedia dari masing-masing perlakuan diukur dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 2. Analisis sidik ragam menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antar

perlakuan, akan tetapi perlakuan D (*Bacillus mycoides*) menghasilkan kadar P tersedia yang paling tinggi. Walaupun strain dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* merupakan pelarut fosfat yang sangat kuat, akan tetapi sumber utama dari aktivitas enzim fosfatase tergantung pada daerah asal mikrobianya (Garcia *et al.*, 1992; Xu dan Johnson, 1995). Hal ini, berarti bahwa walaupun isolat tersebut merupakan isolat unggulan, akan tetapi aktivitasnya dipengaruhi oleh keadaan lingkungan seperti pH tanah. Di Indonesia, tanaman teh tumbuh baik pada pH 4,5–5,6 (Widayat *et al.*, 2006). Karena apabila isolat yang diaplikasikan pada rhizosfer tanaman teh pada media yang spesifik mengandung tryptophan akan mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti asam indol asetik (IAA) pada kondisi in vitro (Sharma *et al.*, 2012). Bakteri pelarut fosfat tumbuh dengan cepat pada media cair dengan pH 5 dan 7, akan tetapi hampir tidak dapat tumbuh pada pH 3 (Islam *et al.*, 2007).

Andisol menyerap P sebesar 95% dari dosis P yang diaplikasikan. Tamad, dkk (2013) menginformasikan bahwa bakteri pelarut fosfat mempengaruhi P yang terjerap oleh Andisol, yaitu menurun hingga hanya menjadi sebesar 13–36%, sedangkan asam sitrat hanya mampu menurunkan hingga hanya menjadi sebesar 40–46% saja. Bakteri pelarut fosfat (BPF) dalam eksresinya menghasilkan asam-asam organik, antara lain sitrat, malat, oksalat, dan asetat, yang berfungsi sebagai katalisator dan bahan pengkhelet yang berfungsi menyerap ion-ion penjerap P, sehingga P menjadi tersedia (Arcand dan Schneider, 2006).

Selain itu, sel BPF atraktif terhadap nano molekul karena mempunyai muatan permukaan negatif/positif, dan berafinitas biologi (Urgel dan Ramos, 2004). BPF juga

mensekresikan enzim fosfatase dan fitase yang dapat memineralkan P-organik dan menghasilkan fosfat tersedia (Mehrvarz dan Chaichi, 2008). Pada tanaman, defisiensi unsur hara P secara umum dapat daun tua yang berwarna keunguan atau kemerahan. Hal ini, karena terbentuknya pigmen antosianin. Pigmen antosianin terbentuk karena terjadi akumulasi gula dalam daun akibat terhambatnya sintesis protein. Gejala lain kekurangan P adalah matinya jaringan pada tepi helai daun, tangkai daun, dan batang dan akar menjadi lemah (Havlin *et al.*, 2005).

Kandungan Air

Rerata kandungan air masing-masing perlakuan sebesar 33–35%. Kandungan air diukur pada saat bersamaan dengan pengukuran kadar P tersedia masing-masing perlakuan seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa kandungan air semua perlakuan relatif sama. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas BPF tidak terganggu dengan keadaan air di tanah Andisol tersebut. Air merupakan hal yang penting untuk pertumbuhan tanaman dan juga sebagai pelarut unsur hara. Ketersediaan air yang rendah juga dapat berdampak pada tanaman yang dibudidayakan. Primavesi (1995) menyatakan bahwa ada tiga faktor untuk mengurangi efek merugikan akibat kemarau pada tanaman budidaya, yaitu penggunaan mulsa pada permukaan tanah untuk mencegah kehilangan kelembaban tanah akibat evaporasi, pengelolaan sistem perakaran untuk memaksimalkan penyerapan (*absorpsi*) air dan unsur hara, serta optimalisasi dan keseimbangan nutrisi agar penggunaan air oleh tanaman menjadi lebih efisien. Hasil penelitian me-

nunjukkan bahwa penggunaan kombinasi inokulasi mikrobial dan unsur hara mampu meningkatkan ketahanan tanaman kacang-kacangan dalam menghadapi kekeringan dan juga menghasilkan produktivitas yang tinggi.

Koga, *et al.* (2003) menyimpulkan bahwa: (1) pada tanah asam areal pertanaman teh (pH kurang dari 6,0), aktivitas pertumbuhan mikroba tanah berkurang seiring berkurangnya pH (kisaran pengukuran pH 4,3–6,0); (2) pada tanah areal pertanaman teh (Andisol) dengan kandungan air kurang dari 50% dari kapasitas daya sanggah air maksimum (*Maximum Water Holding Capacity*), aktivitas pertumbuhan mikroba berkurang seiring dengan berkurangnya kandungan air (kisaran pengukuran 35,2–52,5% daya sanggah air maksimum); (3) aktivitas pertumbuhan mikroba pada areal pertanaman teh yang diaplikasikan pupuk organik diperkirakan 1–2 kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan yang diaplikasikan pupuk majemuk. Walaupun keempat isolat tersebut merupakan isolat unggulan pada areal tanaman pertanian yang ber-pH relatif netral, akan tetapi tidak berbeda nyata aktivitasnya pada tanah Andisol. Oleh karena itu, disarankan agar menggunakan isolat indigen pada areal pertanaman teh.

KESIMPULAN

Pseudomonas cepaceae, *P. malei*, *Bacillus mycoides*, dan *B. subtilis* merupakan isolat bakteri pelarut fosfat dari areal tanaman pangan dan diaplikasikan pada tanah dengan pH netral. *Bacillus mycoides* menghasilkan P tersedia yang paling tinggi di antara perlakuan dengan rerata kandungan air 33–35%.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen Y.P., Rekha P.D., Arun A.B., Shen F.T., Lai W.A., Young C.C., 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied Soil Ecology*, 34, 33-41.
- Garcia C., Fernandez T., Costa F., Cerranti B., Masciandaro G., 1992. Kinetics of phosphatase activity in organic wastes. *Soil Biol Biochem Journal*, 25, 361-365.
- Islam M.T., Deora A., Hashidoko Y., Rahman A., Ito T., Tahara S., 2007. Isolation and Identification of Potential Phosphate Solubilizing Bacteria from the Rhizosphere of *Oryza sativa* L. cv. BR29 of Bangladesh. *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung Journal*, Tübingen, 62c, 103-110.
- Kapur S., 2010. Andosols. University of Çukurova. Departments of Soil Science and Archaeometry, Adana, Turkey,
- Koga, Kunimasa, Yasutaka Suehiro, Shuntaro Matsuoka, and Katsutada Takahashi, 2003. Evaluation and Growth Activity of Microbes in Tea Field Soil using Microbial Calorimetry. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. Vol. 95, No. 5, pp 429-434
- Neill V. E., 2009. Volcanic soils. Land use and land cover. UNESCO-EOLSS, VII, 23-45.
- Primavesi, 1995. Effect of Microbial Inoculants and Mineral Elements on Drought Resistance and Yield of Field Bean. Fourth International Conference on Nature Farming. Paris, France.
- Rodriguez H., Fraga V., 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*, 17, 319-339.
- Sharma B.C., Subba R., Saha A., 2012. In vitro solubilization of tricalcium phosphate and production of IAA by phosphate solubilizing bacteria isolated from tea rhizosphere of Darjeeling Himalaya. *Plant Sciences Feed Journal*, 2(6), 96-99.
- Tamad, Azwar Ma'as, Bostang Radjagukguk, Eko Hanudin, dan Jaka Widada, 2013. Ketersediaan Fosfor pada Tanah Andisol untuk Jagung (*Zea mays* L.) oleh Inokulum Bakteri Pelarut Fosfat. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 41 (2) : 112-117 (2013).
- Widayat W., Santoso V., Martosupono V., Astika G.P.W., Dharmadi A., Kartawijaya W.S., Sukasman, Tobroni M., Suwardi E., Topani, Samudi J.B., 2006. Tea cultivation guideline. 3rd edition, Indonesia language. Indonesia Research Institute for Tea and Cinchona, Gambung, Indonesia.
- Xu J.G. and Johnson R.L., 1995. Root growth, microbial activity and phosphatase activity in oil-contaminated, remediated and uncontaminated soils planted to barley and field pea. *Plant Soil Journal*, 173, 3-10.