

Populasi Mikroba Pelarut Fosfat dan P-tersedia pada Rizosfir beberapa Umur dan Jarak dari Pusat Perakaran Jagung (*Zea mays* L.)

Ainin Niswati, Sri Yusnaini dan Mas Achmad Syamsul Arif¹

Naskah diterima 20 September 2007 / disetujui 5 Maret 2008

ABSTRACT

Phosphate Solubilizing Microorganism and available P on the Rhizosphere of some Ages and Distances from the Center of Maize Roots (A. Niswati, S. Yusnaini and M.A.S. Arif): Effect of the age and root distance of maize on the population of phosphate solubilizing microorganisms was studied. The rhizosphere and non-rhizosphere soil of maize was setup in the special pots with dimension of 60 cm x 60 cm x 30 cm in the glasshouse. The Ultisols soil was planted with maize until the vegetative stages. The results showed that on the distance of > 20 cm from center of roots, the age of maize increase the population of phosphate solubilizing microorganisms. The population of phosphate solubilizing microorganisms in the rhizosphere soil was 8 - 23× more than from those non-rhizosphere soils. On the distance of 0-10 cm, the age of maize affected the number of phosphate solubilizing microorganisms in the rhizosphere and non-rhizosphere soil. Available-P (Bray I) was affected by the age and distance of root maize. The highest value was observed on the 7 weeks after planting at a distance of >20 cm. Available P was significantly higher in the rhizosphere soil than that in non-rhizosphere soil, especially at a distance of >20 cm on the 7 weeks after planting. The positive correlation was occurred between phosphate solubilizing microorganism and the value of available-P, soil pH, organic C and total N.

Keywords: Age of maize, non-rhizosphere, phosphate solubilizing microorganism, rhizosphere, non-rhizosphere, root distance.

PENDAHULUAN

Rizosfir merupakan bagian dari tanah yang memiliki aktivitas metabolisme tertinggi yang didefinisikan sebagai sebagian kecil volume tanah yang langsung dipengaruhi oleh pertumbuhan dan metabolisme akar tanaman. Tanaman dan mikroba berinteraksi dan saling menstimulasi yang disebabkan oleh eksudat akar (Schröder dan Hartmann, 2003). Sedangkan Eksudat akar mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme di rizosfir, rizoplan, dan sekitarnya (Schottendreier dan Falkengren-Greup, 1999).

Berbagai macam mikroorganisme menghuni rizosfir seperti fungi, bakteri, aktinomisetes, alga, dan nematoda. Aktivitas mikroorganisme di rizosfir dan rizoplan berbeda dengan tanah sekitarnya tergantung pada eksudat akar yang dikeluarkan. Akar tanaman mengeluarkan beberapa senyawa seperti asam amino, vitamin, gula, tannin dan lain sebagainya (Sorensen *et al.*, 1997) yang antara 5-23% dikeluarkan dari hasil seluruh fotosintesis tanaman yang ditransfer ke akar sebagai eksudat

(Walker *et al.*, 2003). Sebaliknya bahan organik pada non-rizosfir lebih lambat dimetabolisme oleh mikroba (De Nobili, *et al.* 2001).

Berbagai spesies mikroorganisme hidup di sekitar daerah perakaran tanaman. Salah satu mikroorganisme penting adalah mikroorganisme pelarut fosfat (MPF). Peranan MPF di dalam tanah adalah membantu melarutkan P yang umumnya dalam bentuk tidak larut menjadi bentuk terlarut sehingga dapat digunakan oleh tanaman. MPF umumnya ditemukan sebagai pelarut fosfat anorganik, yaitu sebesar 10^4 sampai 10^6 sel per gram tanah dan sebagian besar terdapat pada bagian perakaran (Gaur *et al.*, 1980). Marlina (1997), melaporkan persentase bakteri pelarut fosfat terhadap total bakteri tanah adalah 0,03 % sampai dengan 0,11 %. Rao (1994), menambahkan bahwa kemampuan dari masing-masing bakteri dalam melarutkan fosfat anorganik beragam dan tergantung pada lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan bakteri tersebut. Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri tersebut adalah keberadaan substrat. Seperti

¹Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145, Indonesia. E-mail: niswati@unila.ac.id
J.Tanah Trop., Vol. 13, No. 2, 2008: 123-130
ISSN 0852-257X

halnya mikroorganisme lain, diduga eksudat yang dikeluarkan oleh akar tanaman akan mempengaruhi pula populasi dan keragaman mikroorganisme pelarut fosfat di tanah sekitar perakaran tanaman.

Jumlah dan tipe perakaran mempengaruhi jumlah dan kualitas eksudat akar. Sedangkan jumlah dan atau komposisi dari asam amino yang berasal dari eksudat tergantung pada spesies tanaman (Kato *et al.*, 1997) dan fase pertumbuhan tanaman (Rao *et al.*, 1997). Tanaman monokotil lebih banyak mengeluarkan eksudat dari pada tanaman dikotil. Contohnya adalah akar tanaman jagung. Akar tanaman jagung dapat tumbuh sampai dengan kedalaman 2 m dan menyebar kearah horizontal lebih dari 1 meter, pada umumnya akar tanaman tersebut terpusat pada kedalaman kurang dari 20 cm (Islami dan Utomo, 1995). Menurut Guckert *et al.* (1991) produksi eksudat akar tanaman akan berbeda-beda tergantung pada umur tanaman atau fase pertumbuhan tanaman. Pada tanaman jagung produksi eksudat paling tinggi terjadi pada saat akar tanaman masih muda atau pada fase vegetatif. Eksudat yang dikeluarkan pada fase vegetatif kaya akan asam organik dan protein.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh umur dan jarak eksudasi akar tanaman jagung (*Zea mays* L.) terhadap populasi MPF dan P-tersedia pada tanah Ultisol Taman Bogo Lampung Timur.

BAHAN DAN METODE

Desain Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Split Plot dalam Rancangan Acak Kelompok dengan umur tanaman sebagai petak utama dan jarak dari pusat perakaran sebagai anak petak. Petak utama terdiri dari: umur 2 minggu setelah tanam (mst) (U_1), 4 mst (U_2), dan 7 mst (U_3) dan anak petak terdiri dari: jarak 0-10 cm dari pusat perakaran (dpp) (J_1), jarak 10-20 cm dpp (J_2) dan jarak > 20 cm dpp (J_3). Perlakuan diulang tiga kali. Khusus pada 7 mst, pengamatan dilakukan pada tanah rizosfir dan non-rizosfir. Analisis ragam dan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dilakukan dengan SPSS 13.0 pada taraf kepercayaan 95%.

Persiapan Tanah untuk Pertanian

Tanah diambil dari tanah lapisan atas (0-15 cm) pada Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanah

Taman Bogo Porbolingo Lampung Timur yang termasuk jenis tanah Ultisols masam dengan beberapa sifat sebagai berikut: pH (H_2O), 4,4; pH (KCl), 3,6; N total (Kjeldahl), 0,11 %; C-organik (Walkley dan Black), 1,09 %, P tersedia (Bray I), 0,78 ppm; K-dd, Al-dd, H-dd, dan KTK (NH_4OAc , pH 7,0) masing-masing 0,04, 1,25, 0,15, dan 5,5 me $100g^{-1}$. Sebelum dimasukkan ke pot-pot percobaan, tanah dikeringanginkan, dibersihkan dari sisa-sisa akar, kerikil dan disaring dengan ayakan berdiameter 4 mm. Tanah tersebut kemudian diberi pupuk Urea, KCl dan SP-36 dengan dosis masing-masing 200, 200, dan 150 kg ha^{-1} dan diaduk rata dan sebanyak 130 kg berat kering udara dimasukkan ke dalam pot-pot percobaan yang dirancang khusus. Pot berukuran 60 cm x 60 cm x 30 cm, yang di dalamnya terdapat 2 buah pemisah dari kawat kasa berdiameter 4 mm dengan ukuran 40 cm x 40 cm x 20 cm, 20 cm x 20 cm x 10 cm. Pot dan pemisah dari kawat kasa tersebut dapat dibongkar pasang. Setelah tanah dimasukkan ke dalam pot, benih jagung Varietas C7 ditanam sebanyak 3 butir tiap pot, dan setelah tumbuh disisakan 2 tanaman. Tanaman dipelihara sesuai dengan standar penanaman jagung.

Pengambilan Contoh Tanah untuk Pengamatan

Contoh tanah diambil secara vertikal dan horizontal secara hati-hati dengan membongkar pot percobaan sesuai dengan jarak yang diujikan, yaitu 0-10 cm dpp, 10-20 cm dpp dan > 20 cm dpp. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada saat tanaman berumur 2 mst, 4 mst dan 7 mst. Khusus pada pengamatan 7 mst, tanah diambil dari tanah rizosfir dan non-rizosfir. Tanah rizosfir diambil secara hati-hati pada 2 mm atau kurang dari tanah yang melekat pada akar jagung. Tanah yang menggumpal besar pada perakaran jagung tidak diambil sebagai contoh. Diluar kriteria tersebut di atas digolongkan ke contoh tanah non-rizosfir.

Isolasi Mikroba Pelarut Fosfat

Isolasi dilakukan dengan seri pengenceran dan teknik cawan sebar dengan menggunakan medium agar Pikovskaya dengan komposisi per liter sebagai berikut: Glukosa (10 g), Trikalsium fosfat (Ca_3PO_4 (5g), $(NH_4)_2 SO_4$ (0,5 g), KCl (0,2 g), Mg SO_4 $7.H_2O$ (0,1 g), Mn SO_4 (*trace*), Fe SO_4 (*trace*), ekstrak ragi (*yeast extract*) (0,5 g) dan agar bacto (20 g). Seri pengenceran tanah dilakukan dengan cara memasukkan 10 g tanah ke dalam 90 ml larutan fisiologis (8,5 g NaCl dalam 1 L akuades)

yang telah diautoklaf (pengenceran 10^{-1}). Dari pengenceran 10^{-1} diambil 1 mL dan dimasukkan ke dalam 9 ml larutan fisiologis steril (pengenceran 10^{-2}) dan seterusnya hingga pengenceran 10^{-5} . Dari setiap pengenceran diambil 1 ml dan diinokulasikan ke dalam cawan petri yang sebelumnya sudah diisi dengan media Pikovskaya steril yang telah memadat. Inkubasi dilakukan pada inkubator pada suhu 28°C selama 4-7 hari. Pengamatan koloni mikroba pelarut fosfat pada cawan petri dilakukan pada koloni dengan ciri-ciri terdapat bagian bening atau transparan pada tepian koloni dan dihitung jumlahnya.

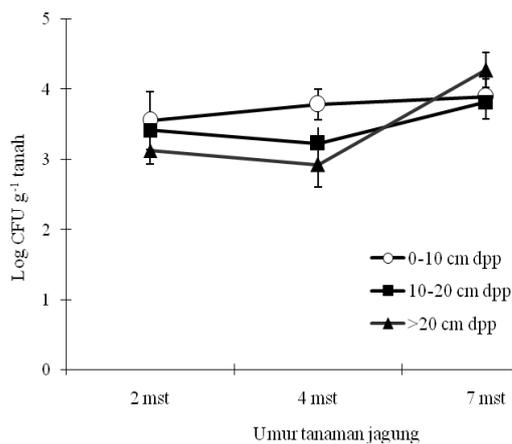
Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia tanah yang diamati adalah pH tanah (H_2O), C-organik (%) menggunakan metode Walkley and Black, N-total (%) menggunakan metode Kjeldahl, dan P-tersedia (ppm) menggunakan metode Bray-1. Serta kadar air tanah. Pengamatan dilakukan bersamaan dengan sampling untuk MPF. Selanjutnya beberapa data kimia tanah dikorelasikan dengan jumlah MPF.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi MPF pada Tanah Non Rizosfir

Pada tanah non-rizosfir dengan jarak > 20 cm dari pusat perakaran(dpp), umur tanaman jagung sangat nyata meningkatkan populasi MPF dan pada

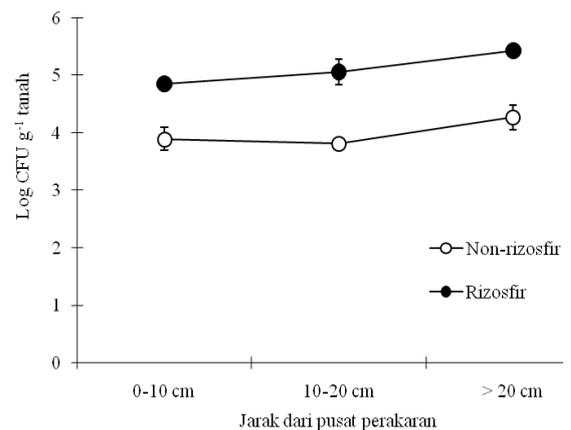


Gambar 1. Pengaruh umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung (*Zea mays* L.) terhadap populasi MPF pada tanah non rizosfir. Nilai BNT interaksi = 0,26, mst = minggu setelah tanam.

umur 7 mst serta jarak > 20 cm dpp tersebut ditemukan populasi MPF tertinggi. Hal tersebut mungkin disebabkan oleh penumpukan akar, terutama akar-akar muda yang menyebabkan adanya eksudat yang lebih tinggi. Menurut Islami dan utomo (1991), bagian akar yang aktif mengeluarkan eksudat adalah bagian akar muda atau *root cape* sehingga daerah yang banyak akar-akar muda akan terdapat eksudat yang lebih banyak. Eksudat yang dikeluarkan oleh akar tanaman merupakan salah satu sumber nutrisi bagi mikroorganisme tanah termasuk MPF. Menurut Sylvia *et al.* (1999), gula yang ada dalam eksudat akar merupakan sumber karbon dan asam amino yang menyumbangkan N bagi pertumbuhan mikroorganisme tanah.

Populasi MPF pada Tanah Rizosfir dan Non-rizosfir

Pada 7 hari setelah tanam, panjang akar tanaman jagung mencapai >20 cm. Dalam keadaan demikian sampel rizosfir dan non-rizosfir dapat dikumpulkan dengan sempurna. Gambar 2 menunjukkan koloni MPF nyata lebih tinggi pada tanah rizosfir dibandingkan dengan tanah non-rizosfir dan umur tanaman meningkatkan jumlah MPF pada 7 hari setelah tanam. Rao (1994) menyatakan bahwa populasi MPF lebih tinggi pada daerah yang lebih dekat dengan permukaan akar. Perbedaan ini disebabkan oleh melimpahnya sumber nutrisi yang berasal dari eksudat akar.



Gambar 2. Pengaruh jarak dari pusat perakaran tanaman jagung terhadap populasi MPF pada tanah rizosfir dan non-rizosfir. BNT 0,05 = 0,24.

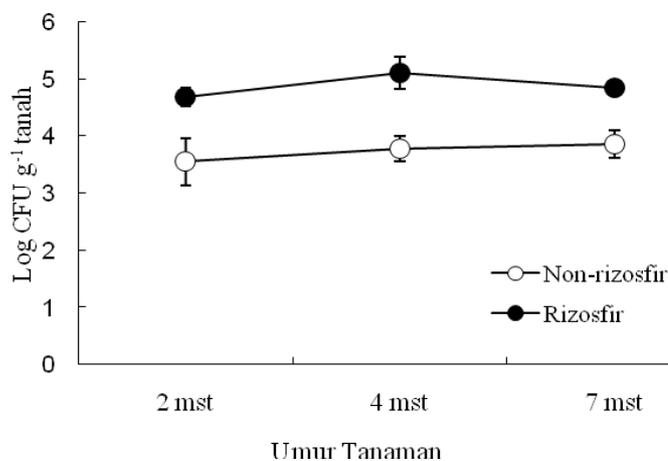
Eksudat akar ini secara cepat langsung dimetabolisasi oleh bakteri (Bolton *et al.* 1993). Guckert *et al.* (1991), melaporkan bahwa eksudat akar tanaman jagung mengandung karbohidrat (16,0 mg g⁻¹), protein (2,1 mg g⁻¹), asam amino (0,5 mg g⁻¹) dan asam organik (7,5 mg g⁻¹). Eksudat ini akan mempengaruhi kehidupan mikroorganisme di sekitar perakaran dengan memanfaatkannya sebagai sumber nutrisi dan sumber karbon bagi pertumbuhannya. Rizosfir merupakan daerah yang sangat dipengaruhi oleh aktifitas akar dan jaraknya berkisar antara 1-4 mm dari akar (Sylvia *et al.*, 1999). Menurut Rao (1994), aktivitas dan jumlah mikroorganisme tanah meningkat dengan semakin dekat jarak mikroorganisme tersebut dari akar. Alexander (1977) menambahkan bahwa sebagian besar bakteri pelarut fosfat berada dan mengkolonisasi di dekat perakaran. Selanjutnya Yafizham (2003), menambahkan bahwa mikroorganisme pelarut fosfat mampu mendominasi rizosfir pada tanah dengan kandungan P rendah.

Pengaruh Umur Tanaman terhadap Populasi MPF pada Rizosfir dan Non-rizosfir

Pada jarak 0-10 cm dpp, bertambahnya umur tanaman jagung tidak meningkatkan populasi MPF meskipun populasinya nyata lebih tinggi pada tanah rizosfir (Gambar 3). Keberadaan akar-akar muda yang banyak mengandung eksudat tidak terdapat pada jarak 0-10 cm sehingga tidak mempengaruhi populasi MPF.

Nisbah Populasi MPF di Rizosfir (R) dengan di Non-rizosfir (S).

Tabel 7 menunjukkan perbandingan antara populasi MPF di rizosfir dan di tanah non rizosfir. Nisbah R/S tertinggi dijumpai pada umur 2 mst pada jarak 0-10 cm dpp dan terendah terdapat pada umur 7 mst dengan jarak 0-10 cm dpp dan tertinggi pada saat tanaman berumur 4 minggu dengan jarak 0-10 cm dpp. Pada umur 2 mst dan 4 mst tidak terdapat nilai nisbah R/S pada jarak 10-20 cm dpp dan > 20 cm dpp dikarenakan pada umur 2 mst dan 4 mst panjang akar belum mencapai jarak tersebut, sehingga belum terdapat populasi MPF di rizosfir.



Gambar 3. Pengaruh umur tanaman jagung terhadap populasi MPF di tanah non rizosfir dan di rizosfir pada jarak 0-10 cm dpp. BNT 0,05 = 0,42

Tabel 1. Perbandingan antara populasi MPF di rizosfir dengan populasi MPF di non-rizosfir.

Jarak dari pusat perakaran	Umur tanaman (mst)		
	U ₁ : umur 2 mst	U ₂ : umur 4 mst	U ₃ : Umur 7 mst
	----- R/S -----		
J ₁ : Jarak 0-10 cm	10	23	8
J ₂ : Jarak 10-20 cm	-	-	20
J ₃ : Jarak >20 cm	-	-	13

P-tersedia Tanah pada Tanah Rizosfir dan Non-rizosfir akibat Umur dan Jarak dpp.

Pada saat tanaman jagung berumur 2 mst, jarak dari pusat perakaran tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan P-tersedia tanah. Sedangkan pada umur 4 mst, kandungan P-tersedia pada tanah dengan jarak 0-10 cm dpp mempunyai

nilai nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan P-tersedia pada jarak 10-20 cm dpp dan jarak > 20 cm dpp. Pada umur 7 mst kandungan P-tersedia tanah teringgi terjadi pada jarak > 20 cm dpp yang berbeda nyata dengan kandungan P-tersedia tanah pada jarak 0-10 cm dpp dan 10-20 cm dpp.

Tabel 2. Pengaruh umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung terhadap P-tersedia di tanah non-rizosfir.

Umur tanaman (mst)	Perlakuan		P-tersedia ---- mg kg ⁻¹ ----
	Jarak dari pusat perakaran (dpp)		
Umur 2 mst	Jarak 0-10 cm dpp		5,20 a
	Jarak 10-20 cm dpp		4,71 a
	Jarak >20 cm dpp		4,71 a
Umur 4 mst	Jarak 0-10 cm dpp		5,71 b
	Jarak 10-20 cm dpp		4,82 a
	Jarak >20 cm dpp		5,05 a
Umur 7 mst	Jarak 0-10 cm dpp		6,63 c
	Jarak 10-20 cm dpp		6,40 c
	Jarak >20 cm dpp.		7,71 d
BNT 0.05 = 0,43			

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Tabel 2. Pengaruh jarak dari pusat perakaran tanaman jagung pada tanah non rizosfir dan di rizosfir terhadap P tersedia pada umur 7 mst.

Perlakuan	P-tersedia ----- mg kg ⁻¹ -----
Non-rizosfir jarak 0-10 cm dpp	6,40 a
Non-rizosfir jarak 10-20 cm dpp	6,63 a
Non-rizosfir jarak >20 cm dpp	6,93 b
Rizosfir jarak 0-10 cm dpp	6,93 b
Rizosfir jarak 10-20 cm dpp	7,71 c
Rizosfir jarak >20 cm dpp	8,08 d
BNT 0,05 = 0,28	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Tabel 3. Pengaruh umur tanaman jagung terhadap P-tersedia pada jarak 0-10 cm dpp dari tanah rizosfir dan non-rizosfir.

Perlakuan	P-tersedia ----- mg kg ⁻¹ -----
Non-rizosfir umur 2 mst	5,20 a
Non-rizosfir umur 4 mst	5,71 b
Non-rizosfir umur 7 mst	6,63 c
Rizosfir umur 2 mst	5,82 b
Rizosfir umur 4 mst	6,16 b
Rizosfir umur 7 mst	6,93 c
BNT 0,05 = 0,41	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Pengaruh Jarak dpp dan Umur Tanaman Jagung terhadap P-tersedia.

P-tersedia dalam tanah non rizosfir meningkat pada jarak > 20 cm dpp, P-tersedia tertinggi terdapat pada rizosfir dengan jarak > 20 cm dpp dan berbeda nyata dengan P-tersedia di rizosfir pada jarak 0-10 cm dpp dan di rizosfir pada jarak 10-20 cm dpp (Tabel 2). Selanjutnya umur tanaman berpengaruh nyata terhadap P-tersedia di dalam tanah non rizosfir, dimana kandungan P-tersedia tanah non rizosfir meningkat dengan bertambahnya umur tanaman. Peningkatan P-tersedia di rizosfir terdapat pada umur 7 mst. P-tersedia di rizosfir pada umur 2 mst dan 4 mst tidak berbeda nyata, tetapi keduanya berbeda nyata dengan P-tersedia pada umur 7 mst. P-tersedia tertinggi terdapat pada rizosfir saat tanaman berumur 7 mst

Hubungan antara Populasi MPF dalam Tanah Non-rizosfir dengan Beberapa Sifat Kimia Tanah

Hasil analisis pH, C-Organik dan N-total dari masing-masing sampel perlakuan berturut-turut berkisar dari 5,27 sampai 5,69; 0,50 % sampai 0,56 % dan 0,09 % sampai 0,15 %. Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa P-tersedia, pH, C-organik dan kadar air berkorelasi positif terhadap populasi MPF di dalam tanah, sedangkan N-total tidak berkorelasi terhadap populasi MPF (Tabel 3).

Selain disebabkan oleh keberadaan substrat yang berasal dari eksudat akar peningkatan populasi MPF juga disebabkan oleh pH tanah, seperti yang dikemukakan oleh Sabaruddin (2004), bahwa peningkatan populasi bakteri pelarut fosfat disebabkan oleh peningkatan pH dan dampak ikutannya berupa perbaikan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan untuk perkembangan bakteri pelarut fosfat. Menurut Sylvia *et al.* (1999), perbedaan nilai pH antara rizosfir dengan non rizosfir bisa mencapai 1 unit pH. Kirlew dan Bouldin (1987) melaporkan terdapat perbedaan pH antara daerah rizosfir dengan padatan tanah di luar rizosfir. Pada penelitian ini pH tanah berkisar 5,32 sampai 5,69 dan diduga terdapat perbedaan antara pH di rizosfir dan pH tanah non rizosfir walaupun pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran pH di rizosfir. Perbedaan pH antara rizosfir dan non rizosfir memberikan kondisi yang lebih baik bagi pertumbuhan MPF, sehingga

populasi MPF di rizosfir lebih tinggi dibandingkan dengan populasi MPF di tanah non rizosfir.

Selanjutnya, Purnomo *et al.* (2000) menambahkan bahwa terjadi penurunan pH dengan bertambahnya jarak dari pusat perakaran. Dengan pH yang lebih tinggi memberikan kondisi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme tanah dan dapat menyebabkan populasi mikroorganisme yang lebih tinggi. Pada pH yang lebih tinggi juga menyebabkan konsentrasi P pada daerah tersebut juga semakin tinggi.

Jumlah MPF di dalam tanah berkorelasi positif terhadap kandungan P-tersedia di dalam tanah. Semakin banyak MPF di dalam tanah, P-tersedia juga semakin meningkat. Menurut Marlina (1997), terdapat hubungan antara populasi bakteri pelarut fosfat dengan kandungan P-tersedia tanah, semakin tinggi populasi bakteri pelarut fosfat maka kandungan P-tersedia tanah akan ikut meningkat. Kandungan P-tersedia pada tanah non rizosfir paling tinggi terdapat saat tanaman berumur 7 mst dengan jarak > 20 cm dpp. Tingginya P-tersedia pada jarak >20 cm dpp dan umur 7 mst diduga disebabkan oleh tingginya populasi MPF di daerah tersebut.

Menurut Margareta *et al.* (1999), perbedaan populasi bakteri pelarut fosfat menyebabkan perbedaan ketersediaan P di dalam tanah. Perbedaan populasi tersebut menyebabkan perbedaan jumlah asam-asam organik yang dihasilkan oleh bakteri pelarut fosfat tersebut. MPF menghasilkan asam-asam organik yang dapat menggantikan kedudukan P dalam ikatannya dengan Al dan Fe sehingga P akan dilepaskan menjadi P-larut. Semakin tinggi populasi MPF akan semakin banyak asam organik yang dihasilkan sehingga P yang dapat dilarutkan juga semakin tinggi, seperti yang dilaporkan Nurbaiti (1997), bahwa *Pseudomonas cereviasae* mampu melarutkan P sebanyak 28,56 ppm. Menurut Rao (1994), bakteri pelarut fosfat diketahui mereduksi pH substrat dengan mensekresi sejumlah asam-asam organik seperti asam-asam format, asetat, propionat, laktat, glikolat, fumarat dan suksinat. Asam-asam ini mungkin membentuk khelat dengan kation-kation seperti Ca dan Fe yang mengakibatkan pelarutan fosfat yang efektif. Menurut Rao (1994), selain mikroorganisme, akar juga melepaskan asam-asam organik yang dapat meningkatkan P-tersedia, asam organik tersebut dikeluarkan akar sebagai eksudat akar. Asam-asam organik yang dikeluarkan oleh akar dapat

Tabel 13. Korelasi antara populasi MPF dengan beberapa sifat kimia tanah pada berbagai umur dan jarak dari pusat perakaran tanaman jagung.

Veriabel	MPF
P-tersedia	0,77 **
pH	0,51 **
C-organik	0,72 **
N-total	0,48 ^{tn}
Kadar air	0,54 **

Keterangan : ** = sangat nyata, * = nyata, ^{tn} = tidak nyata.

mengkelat ion Al dan Fe sehingga mampu melepaskan P menjadi bentuk tersedia (Ma'shum *et al.*, 2003). Asam-asam organik seperti asam sitrat, malonat, asam oxalat, asam ttrat dan asam α -ketoglukonat dapat menggantikan kedudukan anion fosfat, yang kemudian bersama dengan kation-kation Ca, Al dan Fe membentuk senyawa kompleks yang sukar larut. Bagian akar yang aktif mengeluarkan eksudat adalah bagian tudung akar (*root cape*) (Islami dan Utomo, 1991). Guckert *et al.* (1991), menambahkan produksi eksudat paling tinggi terjadi pada fase vegetatif maksimum. Nurbaiti (1997), melaporkan bahwa pemberian inokulan P berpengaruh nyata terhadap ketersediaan P tanah setelah 1 minggu inkubasi.

KESIMPULAN

Populasi MPF dipengaruhi oleh interaksi antara umur dan jarak akar tanaman jagung. Pada umur 7 mst terjadi peningkatan populasi MPF dengan bertambahnya jarak dari pusat perakaran baik di tanah rizosfir maupun non rizosfir. Tetapi tidak terjadi peningkatan populasi MPF pada jarak 0-10 cm dpp dengan bertambahnya umur tanaman baik di rizosfir maupun non rizosfir. Populasi MPF di tanah rizosfir lebih tinggi dibandingkan dengan populasi MPF di tanah non rizosfir. Terdapat korelasi positif antara jumlah populasi MPF dengan nilai pH tanah dan P-tersedia di tanah sekitar rizosfir tanaman jagung pada tanah Ultisols.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Proyek SP4 Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung Tahun Anggaran 2005 yang telah membiayai penelitian ini dan kepada Saudara Dharmawan yang telah banyak membantu dalam men-setting percobaan dan enumerasi di Laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. Second Edition. John Willey and Sons. Inc. Canada. 467 p.
- De Nobili M, Contin M, Mondini C, Brookes PC (2001) Soil microbial biomass is triggered into activity by trace amounts of substrate. *Soil Biol Bioch* 33:1163–1170
- Guckert, F. M., Chavanon, M., J.L. Morel, dan G. Villemin. 1991. Root exudation in *Beta vulgaris* : A comparizon with *Zea mays*. In *plant roots and their environment*, Proceeding of an ISRR-Symposium, McMichael and H. Persson (Eds). Elsevier Scientific Publishong, New York. 449-455.
- Islami, T. dan H.U. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP press. Semarang. 297 hlm.
- Kato, K., Y. Arima, H. Hirata. 1997. Effect of exudates released from seed and seedling root of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on proliferation of *Rhizobium* sp. (*Phaseolus*). *Soil Sci. Plant Nutr.* 43 : 275-283.
- Kirlew, P. W. dan D.R. Bouldin. 1987. Chemical properties of the rhizosphere in acid subsoil. *Soil Sci. Soc. Am. Journal.* 47:128-132.
- Ma'shum, M., J. Soedarsono, dan L. E. Susilowati. 2003. *Biologi Tanah*. CPIU Pasca IAEUP Bagpro Peningkatan Sumberdaya Manusia Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 154 hlm.
- Margaretha, Agustian, E.F. Husin, dan Nurhajati Hakim. 1999. Kontribusi baktri pelarut Fosfat pada Andisol terhadap ketersediaan dan serapan P serta hasil jagung dengan pemakaian fosfat alam. *Jurnal Studi Pertanian*. Program Pasca Sarjana Universitas Andalas.Padang. 1 (1): 17-24.
- Marlina, M. 1997. Keragaman Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah Dilahan Hutan Primer, Hutan Sekunder, Pertanaman Kopi dan Lahan Kritis di Sumber Jaya Lampung Barat. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 67 hlm.
- Mujib, M., D. Setyari, dan S. Arimurti. 2005. Efektifitas bakteri pelarut fosfat dan pupuk P terhadap

A. Niswati et al.: Mikroba Pelarut Fosfat pada Rhizosphere Jagung

- pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada tanah masam. www. Afafista.com. 8 Desember 2005. 14 hlm.
- Nurbaiti, A. 1997. Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Tunggal dan Campuran Terhadap Ketersediaan Fosfat Pada Ultisol Jatinangor. *Prosiding Kongres Nasional VI HITI*. Jakarta. 429-442.
- Purnomo, E., H. Syaifuddin, A. Fahmi, F. Kasim, dan M.H.G Yasin. 2000. The variation of soil pH, aluminium, and phosphorus within the root zone of maize strains differing in their tolerance to aluminium toxicity. *J. Tanah Tropika*. (10): 171-178.
- Rao, G. V. S, N. Ae, and T. Otani. 1997. Genotypic variation in iron-, and aluminium-phosphate solubilizing activity of pigeonpea root exudates under P deficient conditions. *Soil Sci. Plant Nutr*. 43 (2): 295-305.
- Rao, N.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UI Press. Jakarta. 353 hlm.
- Sabaruddin. 2004. Respon bakteri pelarut fosfat akibat pengapuran pada lahan HTI *Acacia mangium* pasca terbakar. *J. Tanah Trop*. 10 (1): 55-62.
- Santosa, E., T. Prihartini, S. Widati, dan Sukristiyonubowo. 1997. Pengaruh bakteri pelarut fosfat dan fosfat alam terhadap beberapa sifat tanah dan respon tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea*, L). *Prosiding Sem. Nas. Pupuk. HITI*:115-121.
- Schottendreier, M. and U. Falkengren-Gruep. 1999. Plant induced alteration in the rhizosphere and the utilization of soil heterogeneity. *Plant Soil* 209: 297-309.
- Schröder, P and A. Hartmann. 2003. New Developments in Rhizosphere Research. *J Soils & Sediments* 3 (4): 227
- Sorensen, J., J.D. van Elsas, and J.T. Trevors. 1997. The rhizosphere as a habitat for soilmicroorganisms. In: E.M.H. Wellington (ed) *Modern soil microbiology*. Marcel Dekker, New York, pp 21-45.
- Sylvia, D.M., J.J Fuhrmann, P.G. Hartel, and D.A. Zuberrer. 1999. *Principles and Applications of soil Microbiology*. Perentice Hall, Inc. New Jersey. USA. 550 p.
- Walker, T.S., H.P. Bais, E. Grotewold, and J.M. Vivanco. 2003. Root exudation and rhizosphere biology. *Plant Physiol*. 132: 49-51
- Yafizham. 2003. Aplikasi mikroba pelarut fosfat dan pupuk P terhadap produksi kacang tanah pada tanah podsolik Merah kuning. *J. Agrotropika* VIII (1): 18-22.
- Gaur, A.C., R.S. Mathur, and K.V. Sadasivam. 1980. Effect of organic material and phosphate-dissolving culture on the yield of wheat and greengram. *Indian J. Agron*. 25: 501-503