

Indeks Pelarutan Fungi Pelarut Fosfat dengan Menggunakan Empat Sumber Fosfat

Dissolving Index of Phosphate Solubilizing Fungi Using Four Phosphate Sources

Deni Elfiati^{1*)}, Delvian¹, Hamidah Hanum²

¹Program Studi Kehutanan Jl. Tridharma Ujung No 1. Kampus USU Medan 20155

²Program Studi Agroekoteknologi Jl. Prof. Syofyan No.3 Kampus USU Medan 20155

*¹Corresponding author : Tel. +6281362126108 Email : denielfiati@yahoo.com

ABSTRACT

Dissolving index is the ratio between halo zone diameter yielded by phosphate solubilizing fungi and colony diameter. Phosphate solubilizing fungi is one of the microbes which is functioned to release phosphorus fixation by soil component available for plants. A phosphate solubilizing microbe has the ability to dissolve phosphate, characterized by the establishment of halo zone around the colony when it is grown in the media of Pikovskaya. Dissolving index describes the capacity of a phosphate solubilizing microbe in releasing phosphate qualitatively in which the higher the value of its dissolving index is, the greater its capacity in releasing phosphate. The objective of the research was to calculate the quantity of phosphate dissolving index with the fungi isolated from 5 (five) ecosystems. There are 20 isolates of phosphate solubilizing fungi from 5 (five) ecosystems, there are four isolates isolated from peatland ecosystem, ex-forest fire land ecosystem, ex-Mount Sinabung eruption land ecosystem, mangrove land ecosystem, and industrial forest land ecosystem which capacities are tested in dissolving phosphate from the 4 sources of Pikovskaya media consisted of $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, FePO_4 , AlPO_4 , and rock phosphate. Each isolate is inoculated in Pikovskaya media with the 4 phosphate sources and incubated in 5 days. Observation was done every day to find out the capacity of each isolate in dissolving P by measuring halo zone diameter and to measure colony diameter to get its dissolving index value. Of the 20 isolates, 19 of them were included in *Aspergillus* genus and one of them was included in *Penicillium* genus. The result of the research showed that all tested isolates formed halo zone in Pikovskaya media with the four P sources despite their different sizes. Some isolates had formed halo zone 1 (one) day after it had been inoculated in the four P sources. The highest dissolving index was obtained from isolates which had been isolated from peatland ecosystem and were included in *Aspergillus* genus.

Key words: Dissolving Index, Halo Zone, Phosphate Solubilizing Fungi, P Sources

ABSTRAK

Indeks pelarutan merupakan rasio antara diameter zona bening yang dihasilkan oleh fungi pelarut fosfat dengan diameter koloni fungi pelarut fosfat. Fungi pelarut fosfat merupakan salah satu mikroba yang berfungsi dalam melepaskan fosfor yang terikat oleh komponen tanah menjadi tersedia bagi tanaman. Suatu mikroba pelarut fosfat dikatakan mempunyai kemampuan dalam melarutkan fosfat, dicirikan dengan terbentuknya zona bening disekitar koloni ketika ditumbuhkan pada media agar Pikovskaya. Indeks pelarutan menggambarkan kemampuan suatu mikroba pelarut fosfat dalam melepaskan fosfat secara kualitatif, di mana semakin besar nilai indeks pelarutannya maka semakin besar kemampuannya dalam

melepaskan fosfat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung besarnya indeks pelarutan fosfat oleh fungi yang diisolasi dari 5 (lima) ekosistem. Sebanyak 20 isolat fungi pelarut fosfat yang diisolasi dari 5 (lima) ekosistem yaitu masing-masing 4 isolat diisolasi dari ekosistem tanah gambut, ekosistem tanah bekas kebakaran hutan, ekosistem tanah bekas letusan gunung Sinabung, ekosistem tanah hutan mangrove dan ekosistem tanah hutan tanaman industri diuji kemampuannya dalam melarutkan fosfat dari 4 sumber pada media agar Pikovskaya yang terdiri dari $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, FePO_4 , AlPO_4 dan batuan fosfat. Masing-masing isolat diinokulasi pada media agar Pikovskaya dengan 4 (empat) sumber fosfat, selanjutnya diinkubasi selama 5 hari. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk melihat kemampuan dari masing-masing isolat dalam melarutkan P dengan mengukur diameter zona bening yang terbentuk dan mengukur diameter koloni untuk mendapatkan nilai indeks pelarutannya. Dari 20 isolat tersebut, 19 isolat termasuk genus *Aspergillus* dan 1 isolat termasuk genus *Penicillium*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua isolat yang diuji membentuk zona bening pada media agar Pikovskaya dengan keempat sumber P meskipun dengan ukuran yang berbeda-beda. Beberapa isolat sudah membentuk zona bening 1 (satu) setelah diinokulasi pada ke empat sumber P yang digunakan. Indeks pelarutan yang paling tinggi diperoleh dari isolat yang diisolasi dari ekosistem tanah gambut dan merupakan genus *Aspergillus*.

Kata kunci : Fungi pelarut fosfat, Indeks pelarutan, sumber P, zona bening

PENDAHULUAN

Fosfor (P) merupakan hara makro yang bersifat esensial bagi tanaman. Fosfor berperan sebagai sumber energi utama dalam proses fisiologis tanaman serta dalam reaksi metabolisme dan biosintesis. Kekurangan P dapat menyebabkan gangguan pada sistem fisiologis tanaman. Kekurangan unsur hara P dapat diatasi dengan penggunaan pupuk kimia, namun penggunaan pupuk kimia yang terus menerus dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada tanah dan tingginya residu pupuk P di dalam tanah. Efisiensi penggunaan pupuk P jarang yang melebihi 30% karena fiksasi, baik oleh aluminium (Al) atau besi (Fe) pada tanah masam atau kalsium (Ca) pada tanah netral atau alkalin, sehingga lebih dari 70% sisanya tertinggal di dalam tanah (Chang dan Yang, 2009; Oliveira *et al.*, 2009; Deepa *et al.*, 2010; Malviya *et al.*, 2011; Tallapragada dan Seshachala, 2012; Sharma *et al.*, 2012; Mardad *et al.*, 2013; Yasser *et al.*, 2014).

Fungi pelarut fosfat merupakan salah satu anggota mikroba tanah yang dapat meningkatkan ketersediaan fosfor di dalam tanah dan dapat diserap oleh tanaman. Beberapa fungi yang dapat melarutkan fosfat antara lain adalah dari genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* dan *Sclerotium* (Rodriguez *et al.*, 1996; Reddy *et al.*, 2002; Patil *et al.*, 2012; Jayadi *et al.*, 2013; Sharma *et al.*, 2013; Elfiati dan Hanum, 2013). 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 (Mattey, 1992; Illmer dan Schinner, 1995; Whitelaw *et al.*, 1999; Richardson, 2001; Sharma *et al.*, 2013). Mekanisme mikroorganisme dalam melarutkan P tanah yang terikat dan P yang berasal dari alam disebabkan oleh asam-asam organik yang dihasilkan akan bereaksi dengan AlPO_4 , FePO_4 , dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, dari reaksi tersebut terbentuk khelat organik dari Al, Fe, dan Ca sehingga P terbebaskan dan larut serta tersedia untuk tanaman (Illmer dan Schinner., 1995; Sudadi *et al.*, 2013; Sharma *et al.*, 2013).

Untuk melihat kemampuan suatu fungi dalam melarutkan fosfat salah satunya dapat dilakukan secara kualitatif yaitu dengan membandingkan antara diameter zona bening yang

dihasilkan oleh fungi dengan diameter koloni nya. Semakin besar nilai indeks pelarutan, maka semakin besar kemampuannya dalam melepaskan P.

Tujuan dari penelitian adalah untuk menghitung nilai indeks pelarutan dari fungi pelarut fosfat yang diisolasi dari 5 (lima) ekosistem.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan contoh tanah

Contoh tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm yang diambil dari 5 (lima) ekosistem yaitu ekosistem tanah bekas letusan gunung Sinabung, ekosistem tanah hutan bekas kebakaran, ekosistem tanah hutan tanaman industri, ekosistem tanah gambut, ekosistem tanah hutan mangrove. Contoh tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik secara terpisah dan dibawa ke laboratorium. Contoh tanah dianalisis pH, C organik dan P tersedia nya (Tabel 1).

Tabel 1.

Sifat tanah asal isolatNo	Ekosistem	pH	C organik	P tersedia
1	Tanah Bekas Letusan Gunung Sinabung	4,54 m	0,91 sr	19,23 s
2	Tanah Gambut	4,22 m	35,35 st	12,91 r
3	Tanah Bekas Kebakaran Hutan	4,98 m	0,79 sr	5,41 sr
4	Tanah Hutan Tanaman Industri	5,62am	1,36 r	27,90 t
5	Tanah Mangrove	7,23 n	3,44 t	13,47 r

Keterangan: m=masam, am=agak masam, n=netral, sr=sangat rendah, r=rendah,s=sedang, t=tinggi, st=sangat tinggi

Isolasi Fungi Pelarut Fosfat

Sepuluh (10) g tanah dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml yang berisi 90 ml larutan fisiologis steril (pengenceran 10^{-1}), kemudian dikocok selama 30 menit pada shaker. Dibuat pengenceran secara serial sampai pengenceran 10^{-5} . Dari pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5} dipipet sebanyak 1 ml, dimasukkan kedalam cawan petri yang telah steril. Selanjutnya tuangkan 12 ml media agar Pikovskaya (komposisi per liter akuades glukosa 10 g; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 5 g; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,5 g; KCl 0,2 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,1 g; MnSO_4 0,002 g; FeSO_4 0,002 g; ekstrak khamir 0,5 g; agar 20 g) ke dalam cawan petri yang telah berisi 1 ml suspensi tanah dan dibiarkan sampai media mengeras, selanjutnya cawan petri diinkubasi pada inkubator dalam keadaan terbalik selama 3 hari dengan suhu 28-30⁰ C. Setelah diinkubasi selama 3 hari dilakukan pengamatan pada mikroba yang tumbuh pada media. Keberadaan fungi pelarut fosfat ditunjukkan dengan terbentuknya daerah bening (*holozone*) yang mengelilingi koloni fungi pelarut fosfat. Koloni tersebut kemudian dimurnikan pada media baru dan dipindahkan ke tabung reaksi yang berisi media Pikovskaya, disimpan pada suhu 4⁰ C untuk pengujian selanjutnya (Anas, 1989). Pada kegiatan isolasi ini terpilih 4 isolat dari masing-masing ekosistem, berdasarkan kepada luas zona bening yang dihasilkan, sehingga terdapat 20 isolat yang terpilih. Isolat kemudian diidentifikasi dimana 19 isolat termasuk genus *Aspergillus* dan 1 isolat termasuk genus *Penicillium*.

Pelarutan P pada Media Padat Pikovskaya

Fungi pelarut fosfat diuji kemampuannya melarutkan fosfat dalam cawan petri berisi media Pikovskaya padat steril, dengan sumber P terdiri dari $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, AlPO_4 , FePO_4 , dan batuan fosfat. Media uji dimasukkan dalam cawan petri, setelah padat biakan murni ditumbuhkan pada media uji. Ada 20 isolat fungi yang diuji dan setiap isolat diulang sebanyak 3 kali. Inkubasi dilaksanakan selama 5 hari. Fungi pelarut fosfat yang membentuk *holozone* paling cepat dengan diameter paling besar secara kualitatif di sekitar koloni menunjukkan besar kecilnya potensi fungi pelarut fosfat dalam melarutkan unsur P dari bentuk yang tidak terlarut. Dihitung potensi mikroba dalam melarutkan P dengan menggunakan nilai indeks pelarutan yaitu nisbah antara diameter total (diameter koloni+diameter zona jernih) terhadap diameter koloni (Yasmin dan Bano, 2011; Yasser et al., 2014; Susilowati dan Syekhfani, 2014; Mardad *et al.*, 2014). Nilai indeks pelarutan merupakan nilai rata-rata dari 3 ulangan pada setiap isolat dan sumber P yang berbeda.

HASIL

Tabel 2 menunjukkan indeks pelarutan fungi dengan sumber P $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa beberapa isolat sudah membentuk zona bening pada hari pertama setelah diinokulasi dengan indeks pelarutan yang berbeda-beda. Pada hari kedua hampir semua isolat sudah membentuk zona bening dan terus bertambah sampai hari ke lima. Isolat AspS8 yang diisolasi dari ekosistem tanah bekas letusan gunung Sinabung baru membentuk zona bening pada hari keempat. Hal ini menunjukkan bahwa isolat ini kurang efektif dalam melepaskan P yang terikat. Untuk sumber P $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ isolat AspG11 terlihat menghasilkan indeks pelarutan yang lebih tinggi.

Tabel 2. Indeks pelarutan fungi pelarut fosfat dengan sumber P $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Isolat	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
AspB6	1,0	1,69	2,23	2,38	3,00
AspB7	1,37	2,14	2,14	2,14	3,32
AsPB8	1,0	1,35	2,42	2,42	2,75
AspB9	1,0	2,05	2,06	2,14	3,23
AspS1	1,0	2,03	2,03	2,05	3,45
AspS6	1,0	2,04	2,04	2,08	3,00
AspS8	1,0	1,0	1,0	2,03	2,60
PenS1	1,0	1,69	2,06	2,30	2,60
AspM1	1,0	1,33	2,02	2,33	3,59
AspM2	1,0	2,13	2,70	3,00	3,20
AspM3	1,38	2,04	2,15	2,34	2,80
AspM4	1,0	2,01	2,24	2,40	3,16
AspT1	1,74	2,06	2,21	2,58	3,04
AspT2	1,33	2,17	2,35	2,77	3,33
AspT3	1,83	2,12	2,24	2,75	3,23
AspG4	1,30	2,09	2,15	2,65	2,85
AspG7	1,38	2,27	2,27	2,41	2,88
AspT4	1,03	2,07	2,07	2,86	3,24
AspG11	1,73	2,27	2,32	2,96	3,32
AspG12	1,70	2,1	2,21	2,30	2,63

Tabel 3 merupakan indeks pelarutan fungi pelarut fosfat dengan sumber P AlPO_4 . Tabel 3 menunjukkan bahwa pada hari pertama lebih dari separuh isolat yang

diinokulasikan sudah membentuk zona bening pada hari pertama setelah inokulasi dengan indeks pelarutan yang berbeda-beda. Pada hari kedua hanya isolat AspM1 yang diisolasi dari ekosistem mangrove saja yang belum membentuk zona bening. Isolat AspB7 yang berasal dari ekosistem tanah bekas kebakaran hutan merupakan isolat yang menghasilkan indeks pelarutan yang terbesar.

Tabel 3. Indeks pelarutan fungi pelarut fosfat dengan sumber P $AlPO_4$

Isolat	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
AspB6	1,0	2,34	2,35	2,58	2,80
AspB7	1,0	1,61	2,23	2,23	2,92
AsPB8	1,5	2,06	2,06	3,23	4,79
AspB9	1,66	2,20	2,28	2,49	3,05
AspS1	1,0	2,11	2,31	2,41	3,21
AspS6	1,0	1,36	2,07	2,13	2,53
AspS8	1,39	1,82	2,40	3,00	3,20
PenS1	1,36	2,08	2,08	2,35	2,71
AspM1	1,0	1,0	2,08	2,23	2,92
AspM2	1,35	2,10	2,12	2,67	3,16
AspM3	2,07	2,11	2,13	2,32	3,12
AspM4	1,30	2,12	2,21	2,36	3,55
AspT1	1,70	2,17	2,29	2,43	4,25
AspT2	2,14	2,27	2,42	2,58	2,81
AspT3	1,78	2,22	2,46	2,68	3,38
AspG4	2,10	2,43	2,59	2,90	3,21
AspG7	1,0	2,09	2,13	2,25	3,55
AspT4	1,83	2,24	2,43	3,76	4,04
AspG11	2,0	2,07	2,10	2,58	3,24
AspG12	2,0	2,22	2,22	2,40	3,15

Tabel 4 menampilkan indeks pelarutan fungi pelarut fosfat dengan sumber P $FePO_4$. Dengan sumber P $AlPO_4$, delapan isolat membentuk zona bening pada pertama setelah inkubasi dengan indeks pelarutan yang bervariasi. Indeks pelarutan yang tertinggi dihasilkan oleh isolat AspT2 yang berasal dari ekosistem tanah hutan tanaman industri.

Tabel 4. Indeks pelarutan fungi pelarut fosfat dengan sumber P $FePO_4$

Isolat	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
AspB6	1,0	2,18	2,22	2,35	2,50
AspB7	1,0	1,0	2,04	2,06	2,44
AsPB8	1,0	1,36	2,29	2,40	3,08
AspB9	1,35	2,05	2,13	2,24	2,93
AspS1	1,0	1,34	2,01	2,07	3,07
AspS6	1,0	1,0	2,04	2,20	2,50
AspS8	1,37	2,09	2,09	2,20	3,00
PenS1	1,0	2,17	2,25	2,40	2,65
AspM1	1,0	1,71	2,11	2,32	2,76
AspM2	1,0	2,04	2,13	2,21	2,74
AspM3	1,0	2,14	2,14	2,34	3,12
AspM4	1,0	2,12	2,12	2,31	2,55
AspT1	1,40	2,14	2,21	2,45	3,03
AspT2	1,37	2,28	2,28	2,45	3,50
AspT3	1,40	2,17	2,27	3,00	3,13

AspG4	1,0	2,10	2,14	2,28	2,86
AspG7	1,79	2,21	2,70	3,00	3,25
AspT4	1,0	2,13	2,13	2,32	2,65
AspG11	2,30	2,18	2,29	2,70	3,11
AspG12	2,50	2,09	2,17	2,34	2,67

Indeks pelarutan fungsi pelarut fosfat dengan sumber P batuan fosfat ditampilkan pada Tabel 5. Pada Tabel 5 terlihat 10 isolat sudah menghasilkan zona bening pada hari pertama inkubasi. Isolat AspB9 merupakan isolat yang paling besar menghasilkan indeks pelarutan fosfat. Isolat ini merupakan isolat yang diisolasi dari tanah bekas kebakaran hutan.

Tabel 5. Indeks pelarutan fungsi pelarut fosfat dengan sumber P Batuan Fosfat

Isolat	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
AspB6	1,0	2,35	2,48	3,00	3,57
AspB7	1,0	2,33	2,73	3,00	3,54
AsPB8	1,0	1,52	2,77	2,85	3,52
AspB9	1,36	1,73	2,1	2,20	3,60
AspS1	1,0	1,35	2,05	2,05	3,39
AspS6	1,0	1,34	2,03	2,13	3,34
AspS8	1,0	1,0	2,05	2,20	3,26
PenS1	1,0	1,0	2,03	2,20	2,38
AspM1	1,0	1,0	2,02	2,20	2,77
AspM2	1,0	2,03	2,13	2,34	2,81
AspM3	1,43	2,1	2,11	2,47	2,89
AspM4	1,73	2,1	2,14	2,36	2,80
AspT1	1,36	2,21	2,21	2,45	3,35
AspT2	1,33	2,17	2,42	2,55	2,90
AspT3	2,17	2,25	2,56	2,56	3,21
AspG4	2,08	2,31	2,47	3,06	3,34
AspG7	1,38	2,14	2,19	2,74	3,12
AspT4	1,0	2,05	2,10	2,60	2,76
AspG11	2,46	2,19	2,42	2,52	2,88
AspG12	2,60	2,05	2,15	2,28	2,81

Tabel 6 menampilkan indeks pelarutan fungsi pada hari kelima dengan keempat sumber fosfat yang digunakan. Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa setiap isolat menghasilkan nilai indeks pelarutan fosfat yang bervariasi. Terlihat bahwa setiap isolat kemampuannya melarutkan P dari sumber P yang berbeda tidak sama. Isolat AspB8 paling tinggi nilai indeks pelarutannya pada sumber P AlPO₄, begitu juga isolat AspT1, AspG7, dan AspG11, sedangkan isolat AspG12 merupakan isolat yang paling tinggi indeks pelarutannya pada sumber P batuan fosfat.

Tabel 6. Indeks pelarutan fungsi pelarut fosfat hari kelima dengan empat sumber P

Isolat	Sumber P			
	Ca ₃ (PO ₄) ₂	FePO ₄	AlPO ₄	Batuan Fosfat
AspB6	3,00	2,50	2,80	3,57
AspB7	3,32	2,44	2,92	3,54
AsPB8	2,75	3,08	4,79	3,52
AspB9	3,23	2,93	3,05	3,60
AspS1	3,45	3,07	3,21	3,39

AspS6	3,00	2,50	2,53	3,34
AspS8	2,60	3,00	3,20	3,26
PenS1	2,60	2,65	2,71	2,38
AspM1	3,59	2,76	2,92	2,77
AspM2	3,20	2,74	3,16	2,81
AspM3	2,80	3,12	3,12	2,89
AspM4	3,16	2,55	3,55	2,80
AspT1	3,04	3,03	4,25	3,35
AspT2	3,33	3,50	2,81	2,90
AspT3	3,23	3,13	3,38	3,21
AspG4	2,85	2,86	3,21	3,34
AspG7	2,88	3,25	3,55	3,12
AspT4	3,24	2,65	3,04	2,76
AspG11	3,32	3,11	4,24	2,88
AspG12	3,63	3,67	3,15	3,81

PEMBAHASAN

Indeks pelarutan menunjukkan kemampuan isolat dalam melarutkan P secara kualitatif yang ditandai dengan kemampuannya membentuk zona bening. Indeks pelarutan yang dihasilkan pada hari kelima berkisar antara 2,60 sampai 4,79. Semakin cepat dan semakin besar zona bening yang terbentuk mengindikasikan semakin besar kemampuan isolat tersebut dalam melepaskan P yang terikat pada berbagai komponen. Setiap isolat menghasilkan indeks pelarutan yang bervariasi satu dengan yang lainnya, hal ini berkaitan dengan asam organik yang dihasilkan oleh setiap isolat. Mekanisme fungi pelarut fosfat dalam melepaskan P yang terikat merupakan efek dari asam-asam organik yang dihasilkan dimana asam organik akan bereaksi dengan $AlPO_4$, $FePO_4$, dan $Ca_3(PO_4)_2$, dari reaksi tersebut terbentuk khelat organik dari Al, Fe, dan Ca sehingga P terbebaskan dan larut serta tersedia untuk tanaman (Illmer dan Schinner., 1995; Sudadi *et al.*, 2013; Sharma *et al.*, 2013). Asam organik seperti asam asetat, asam format, asam laktat, asam oksalat, asam malat dan asam sitrat merupakan asam-asam organik yang dihasilkan oleh mikroba tersebut. Urutan kemampuan asam organik dalam melarutkan fosfat adalah: asam sitrat > asam oksalat = asam tartrat = asam malat > asam laktat = asam format = asam asetat (Ryan *et al.*, 2001). Asam organik yang membentuk kompleks yang lebih mantap dengan kation logam akan lebih efektif dalam melepas Ca, Al dan Fe mineral tanah sehingga akan melepas P yang lebih besar. Kemudahan fosfat terlepas mengikuti urutan $Ca_3(PO_4)_2 > AlPO_4 > FePO_4$ (Hue *et al.*, 1986; Vassileva *et al.*, 1998; Kang *et al.*, 2002; Gupta *et al.*, 2007; El-Azouni., 2008).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan fungi pelarut fosfat yang diuji melarutkan P dari sumber $AlPO_4$ lebih tinggi dibandingkan dengan sumber P lainnya. Hasil yang sama didapatkan oleh Puspitawati *et al.* (2013) yang menggunakan fungi dan bakteri pelarut fosfat, dimana fungi lebih tinggi dalam melarutkan P dari sumber $AlPO_4$, sedangkan bakteri lebih tinggi kemampuannya dalam melarutkan P dari sumber $Ca_3(PO_4)_2$. Menurut Banik dan Dey (1982), fungi pelarut fosfat lebih tinggi melarutkan P dari sumber aluminium fosfat dibandingkan dengan bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa pada tanah-tanah masam lebih sesuai menggunakan fungi pelarut fosfat dibanding bakteri pelarut fosfat, karena fungi umumnya dominan pada tanah-tanah dengan pH lebih masam dibanding bakteri yang membutuhkan pH netral untuk pertumbuhannya.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kemampuan isolat fungi yang diuji melarutkan P dari sumber $FePO_4$ dan batuan fosfat cukup tinggi yang dibuktikan dengan

indeks pelarutan yang dihasilkannya. Hal ini mendukung bahwa isolat fungi sesuai untuk meningkatkan ketersediaan P pada tanah masam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa indeks pelarutan yang dihasilkan oleh setiap isolat berbeda-beda dari setiap sumber P yang digunakan. Isolat AspB8, AspT1, AspG7, AspG11 dan AspG12 merupakan isolat yang paling tinggi indeks pelarutannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kemenristek Dikti yang telah memberikan dana untuk penelitian ini. Penelitian ini merupakan bagian dari Hibah Bersaing yang dibiayai oleh Kemenristek Dikti.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I. 1989. Biologi Tanah dalam Praktek. Pusat Antar Universitas. IPB. Bogor
- Banik, S., B.K. Dey. 1982. Available phosphate content in Alluvial soil as influenced by inoculation of some isolated phosphate solubilizing microorganism. *Plant and Soil* 69:353-369
- Chang, C.H., Yang, S.S. 2009. Thermo-tolerant phosphate solubilizing microbes for multi-functional biofertilizer preparation. *Bioresource Technology* 100: 1648-1658.
- Deepa, A., A. Prasanna, M.P. Balakrishna, R, Sridhar. 2010. Efficient phosphate solubilization by fungal strains isolated from Rice-rizhosphere soils for the phosphorus release. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(4): 487-492
- El-Azouni, I.M. 2008. Effect of phosphate solubilizing fungi on growth and nutrient uptake of soybean (*Glycine max* L.) plants. *J.Applied Sci.Res.*,4:592-598.
- Elfiati, D dan H. Hanum. 2013. Jenis jamur pelarut fosfat yang diisolasi dari tanah gambut. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Biologi: Optimalisasi penerapan riset biologi dalam membangun kemandirian bangsa*. Editor: Manihar S *et al.* USU Press. Medan. Hal. 380-385.
- Gupta, N., J. Sabat, R.Parida and D. Kerkatta. 2007. Solubilization of tricalcium phosphate and rock phosphate by microbes isolated from chromite, iron, and manganese mines. *Acta Bot.Croat.*, 66:197-204
- Hue, N.V., G.R.Craddock and F. Adamet. 1986. Effect of organic Acids on aluminium toxicity in subsoils. *Soil.Sci.Am.J.*50:28-34
- Illmer, P and F. Schinner. 1995. Solubilization on inorganic calcium phosphate: Solubilization mechanisms. *Soil Bio. Biochem.* 27:257-263.
- Jayadi, M., Baharuddin, B. Ibrahim. 2013. In vitro selection of rock phosphate solubility by microorganism from Ultisols in South Sulawesi, Indonesia. *American Journal of Agriculture and Forestry* 1(4): 68-73
- Kang, S.C., C.G. Ha, T.G.Lee and D.K. Maheshwari. 2002. Solubilization of insoluble inorganic phosphate by a soil-inhabiting fungus *Fomitopsis* sp. PS 102. *Curr., Sci.*82:439-441
- Malviya, J., K. Singh, V. Joshi. 2011. Effect of phosphate solubilizing fungi on growth and nutrient uptake of ground nut (*Arachis hypogaea*) plants. *Advances in Bioresearch* Vol. 2. Issue 2 : 110-113

- Mardad, I., A.Serrano, A.Soukri. 2014. Solubilization of inorganic phosphate and production of organic acids by bacteria isolated from a Moroccan mineral phosphate deposit. *Afr. J. Microbial. Res.* 7(8):626-635
- Mattey, M. 1992. The production of organic acids. *Crit.Rev. Biotechnol.*, 12:87-132
- Oliveira, C.A, V.M.C. Alves, I.E. Mariel, E.A. Gomes, M.R. Scotti, N.P. Carneiro, C.T. Gumaires, R.E. Scaffert, N.M.H. Sa. 2009. Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in an Oxisol of Brazilian Cerrado Biome. *Soil Biology and Biochemistry.* 41: 1782-1787.
- Patil, P.M., V.B. Kuligod, N.S. Hebsur, C.R. Patil, and G.N. Kulkarni. 2012. Effect of phosphate solubilizing fungi and phosphorus level on growth, yield and nutrient content in maize (*Zea mays*). *Karnataka J. Agric. Sci.* 25(1): 58-62.
- Puspitawati, M.D., Sugiyanta, I. Anas. 2013. Pemanfaatan mikrob pelarut fosfat untuk mengurangi dosis pupuk anorganik pada padi sawah. *J. Agron. Indonesia* 41(3): 188-195.
- Reddy, M.S., S.Kumar, K.Babita and M.S.Reddy. 2002. Biosolubilization of poorly soluble rock phosphates by *Aspergillus tubingensis* and *Aspergillus niger*. *Bioresour. Technol.*, 84: 187-189
- Richardson.A.E. 2001. Prospect for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. *Aust. J. Plant Physiol.* 58: 797-906.
- Rodriguez, H., and R. Fraga. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnol. Adv.*, 17: 319-339
- Ryan, P.R., E. Delhaize and D.L. Jones. 2001. Function and mechanisms of organic anion exudation from plant roots. *Annl. Rev.Plant Physiol.Plant Mol. Biol.*, 52: 527-560
- Sharma, B.C., Subba R, and Saha, A. 2012. In vitro solubilization of tricalcium phosphate and production of IAA by phosphate solubilizing bacteria isolated from tea rhizosphere of Darjeling Himalaya. *Plant Sciences Feed* 2(6): 96-99
- Sharma, S.B., R.Z. Sayyed, M.H. Trivedi, and T.A. Gobi. 2013. Phosphate solubilizing microbes : sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *Springerplus* 2: 587
- Sudadi, H. Widiyanto, L.A.E. Putri. 2013. Isolasi mikroba asli tanah Andisol Dieng dan kajian potensinya sebagai inokulan pupuk hayati pelarut fosfat. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi* 10(2): 81-89
- Susilowati, L.E., Syekhfani. 2014. Characterization of phosphate solubilizing bacteria isolated from Pb contaminated soils and their potential for dissolving tricalcium phosphate. *Journal of Degraded and Mining Lands Mangemet* 1(2):57-62
- Tallapragada, P., and U. Seshachala. 2012. Phosphate solubilizing microbes and their occurrence in the rhizosphere of *Piper betle* in Karnataka, India. *Turk J Biol* 36 : 25-25.
- Vassileva, M.N., N. Vassilev, and R. Azcon. 1998. Rock phosphate solubilizing by *Aspergillus niger* on olive cake-based medium and its further application in a soil-plant system. *World. J. Microbiol. Biotechnol.*, 14: 281-284
- Whitelaw, M.A., T.J. Harden, K.R. Helyar. 1999. Phosphate solubilisation in solution culture by the soil fungus *Penicillium radicum*. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 655-665.
- Yasser, M.M; A.S.S. Mousa, O.N. Massoud, S.H. Nash. 2014. Solubilization of inorganic phosphate by phosphate solubilizing fungi isolated from Egyptian Soils. *J.Biol.Earth Sci.* 4(1): B83-B90
- Yasmin, H and A. Bano. 2011. Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria from rhizosphere soil of weeds of Khewra salt range and Attock. *Pak. J. Bot.* 43(3): 1663-1668

- Firmansyah, M.E. Armanto, R.H. Susanto, J. Arliansyah and M. Yazid. 2016. Community Perception of Rural Road Network in Tanjung Lago District of Banyuasin South Sumatra. *Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc.* Vol. 18(1); 133-138
- PPT. 1983. Terms of Reference Tipe A. Survai Kapabilitas Tanah. P3MT Balitbang Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Wildayana, E., A.S. Busri and M.E. Armanto. 2016. Value Changes of Lebak Swamp Land over Time in Jakabaring South Sumatra. *Journal of Wetlands Environmental Managements.* Vol 4(1); 46-54. April 2016. ISSN: 2354-5844. Indexed in DOAJ. Web-link: <http://ijwem.unlam.ac.id/index.php/ijwem>