

ISOLATION OF ENDOPHYTIC PHOSPHATE SOLVENT FUNGI FROM RICE PLANT ROOTS (*ORYZA SATIVA L.*)

Mades Fifendy¹⁾, Dezi Handayani²⁾, Verawati yesni³⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Biologi, Universitas Negeri Padang

²⁾ Staf Pengajar Jurusan Biologi, Universitas Negeri Padang

³⁾ Alumni Jurusan Biologi, Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, 25131

ramadhan_unp@yahoo.com¹⁾

ABSTRACT

The availability of P in the soil is often a limiting factor in plant growth and production. Phosphate solvent organism is one of the alternatives to solve the problem. One alternative to increasing the availability of phosphate in soil is to utilize phosphate solvent organisms that are endophytic fungi. The advantage of the presence of this endophytic fungus can increase phosphate uptake by plants so as to increase agricultural yields. The endophytic fungus can be isolated from the roots, stems and leaves of the plant. The objective of this study was to obtain endophytic fungi isolates from rice roots and to determine the ability of endophytic fungi isolates on rice roots in dissolving phosphate. This research was conducted in August 2016 to June 2017 at the Microbiology Laboratory of Padang State University. The results obtained in this study were as many as 7 isolates of endophytic fungi from rice roots with different characteristics. Of the 7 isolates of endophytic fungi, only 1 endophytic fungal isolates had potential to dissolve phosphate ie isolate PD2B3 (4) 2. Phosphate dissolution activity began to appear at the beginning of incubation, with the highest phosphate solubility index of 20.45 on day 1.

Keywords : Rice Plants, Endophytic Fungus, Phosphate Solvent

PENDAHULUAN

Pertanian di Indonesia merupakan bidang yang sangat penting saat ini, karena berkaitan dengan permasalahan utama yang dihadapi oleh pemerintah yaitu pemenuhan kebutuhan pangan. Salah satu usaha untuk mengatasi masalah tersebut adalah melalui peningkatan produksi pertanian (Raharjo dkk, 2007). Sektor pertanian di Sumatera Barat merupakan sektor andalan dalam meningkatkan pembangunan ekonomi, dimana kontribusinya terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) berdasarkan atas dasar harga berlaku dan harga konstan. Sektor pertanian memberikan kontribusi sebesar 25,04% dimana subsektor tanaman pangan dan hortikultura memberikan kontribusi yang paling dominan yaitu 7,57% (Badan Ketahanan Pangan Sumbar, 2015).

Walaupun kontribusi sektor pertanian cukup besar, namun terjadinya

penurunan produksi pertanian padi di Kota Padang yaitu dari 90.064 ton (2014) menjadi 88.752 ton di tahun 2015 dengan luas panen seluas 17.838 Ha (BPS Kota Padang, 2016). Hal ini disebabkan karena luas lahan sawah mengalami penurunan rata-rata 0,87 % pertahun. Hal ini dikarenakan peningkatan produksi padi sering mendapatkan gangguan, baik berupa cekaman biotik maupun abiotik. Cekaman abiotik antara lain berupa kekeringan, banjir atau keracunan, sedangkan cekaman biotik meliputi serangan hama dan penyakit tanaman (Wilia dkk, 2012).

Agar tanaman dapat tumbuh dengan baik diperlukan unsur hara dan air yang cukup dan seimbang (Islami, 1995). Kesuburan tanah dipengaruhi oleh tersedianya unsur hara. Tanaman akan mengabsorpsi unsur hara dalam bentuk ion yang terdapat disekitar daerah

perakaran. Fosfor (P) memegang peranan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Peran penting yang dimiliki oleh unsur P menyebabkan unsur ini harus selalu tersedia pada saat penanaman padi (Lakitan, 2011). Secara alami, keberadaan fosfor di alam sangat berlimpah. Akan tetapi tanaman masih dapat mengalami kekurangan fosfor karena sebagian fosfor terikat secara kimia oleh unsur lainnya dan sukar larut dalam air. Diperkirakan hanya 1% fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Pupuk merupakan salah satu faktor yang menentukan produksi tanaman pertanian. Oleh karena itu, para petani memberikan pupuk fosfat dalam tanah pertanian agar unsur fosfor tidak menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman padi (Ardhana, 2012).

Pemupukan fosfat seringkali tidak efektif dapat diserap tanaman. Hal ini dikarenakan pupuk fosfat yang diberikan akan mudah terikat dengan ion Al, Fe dan Ca yang terdapat pada larutan tanah. Kondisi ini mengakibatkan efisiensi pemupukan P menjadi rendah. Dengan demikian pupuk fosfat harus diberikan secara intensif agar ketersediaan tanaman terpenuhi. Kenyataannya di lapangan menunjukkan bahwa petani seringkali memberikan pupuk tanpa memperhatikan status hara P pada tanah, sehingga melebihi yang dibutuhkan tanaman. Pemberian pupuk fosfat secara terus menerus dapat menyebabkan terjadinya penimbunan P, sehingga

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2016 – Juni 2017, survey dilakukan di Kecamatan Kuranji, Padang. Sampel diamati di Laboratorium Mikrobiologi Dasar, Jurusan Biologi Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat.

B. Isolasi Cendawan Endofit

Cendawan endofit diisolasi dari akar tanaman padi yang sudah tua. Tanaman padi diambil di daerah Kecamatan Kuranji, Padang. Sampel akar padi yang diambil kemudian dipotong kurang lebih sepanjang 10 cm. Akar padi dicuci hingga

menurunkan respon tanaman terhadap pemupukan fosfat. Hal ini perlu dicari alternatif lain untuk mengatasi kekurangan ketersediaan P dalam tanah (Aisyah dkk, 2010).

Seiring dengan perkembangan bioteknologi pertanian, alternatif lain untuk meningkatkan ketersediaan fosfat di dalam tanah adalah dengan memanfaatkan organisme pelarut fosfat termasuk cendawan endofit (Nasution dkk, 2014). Cendawan ini berperan sebagai agen pengendali hayati yang bersifat spesifik dan membantu penyerapan nutrisi pada tanaman. Cendawan endofit banyak dilaporkan bersimbiosis secara mutualisme dengan inangnya (Ramdan dkk, 2013). Akar merupakan bagian tanaman yang memiliki kelimpahan cendawan endofit tertinggi. Salah satu keuntungan dari keberadaan cendawan endofit ini dapat meningkatkan serapan fosfat oleh tanaman sehingga dapat meningkatkan hasil pertanian (Asniah dkk, 2014).

Berdasarkan uraian di atas, maka ada peluang untuk mendapatkan isolat cendawan endofit pelarut fosfat dari perakaran tanaman padi. Hal ini dilakukan untuk mengatasi ketergantungan petani menggunakan pupuk fosfat sintetis secara berlebihan pada tanaman. Untuk mendapatkan isolat cendawan endofit tersebut, maka dilakukanlah penelitian dengan judul “ Isolasi Cendawan Endofit Pelarut Fosfat dari Akar Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)”.

Bersih dengan air mengalir agar partikel tanah yang masih melekat pada akar bisa menghilang. Sterilisasi permukaan disterilkan secara bertahap melalui perendaman dalam alkohol 70% selama 30 detik, dilanjutkan dengan air steril dengan 5 kali penyiraman. Kemudian sampel direndam dengan larutan NaOCl 0,05% selama 5 menit. Selanjutnya sterilisasi sampel dilanjutkan dengan pembilasan dengan air steril dengan 5 kali pembilasan dan dikeringkan dengan tisu steril hingga kering. Sampel akar dipotong 0,5 – 1 cm dan diletakkan pada medium PDA (*Potato Dekstrosa Agar*) dan diinkubasi pada suhu

ruang sampai terlihat adanya pertumbuhan cendawan dari akar padi tersebut. Cendawan yang tumbuh akan dimurnikan lagi berdasarkan warna dan bentuk dengan menggunakan medium yang sama hingga didapat isolat cendawan endofit tunggal.

C. Identifikasi cendawan endofit secara mikroskopis dan makroskopis

Pengamatan makroskopis dilakukan dengan cara mengamati ciri morfologi koloni sedangkan pengamatan secara Mikroskopis dilakukan dengan metode *slide culture (Riddel)* yang digunakan untuk melihat ciri mikroskopis yang teramati dibawah mikroskop.

a. Pengamatan aktivitas pelarut fosfat

Medium yang digunakan untuk melihat aktivitas pelarut fosfat yaitu medium pikovskaya. Sampel tanaman padi yang telah

Indeks Kelarutan Fosfat = $\frac{\text{Diameter zona bening} - \text{Diameter koloni}}{\text{Diameter koloni}} \times 100$

didapat isolat cendawan endofit tunggal, kemudian akan diukur aktivitas pelarut fosfat dengan memberikan tiga ulangan pada masing-masing isolat cendawan endofit tunggal dengan cara mengambil Isolat tunggal pada medium PDA dengan menggunakan sedotan steril. Potongan cendawan tersebut ditanam kedalam medium pikovskaya dengan posisi potongan cendawan berada ditengah medium. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang.

Pengamatan dilakukan setiap hari dengan cara mengukur adanya zona bening yang terbentuk di sekeliling koloni cendawan. Dan pengamatan dilakukan sampai zona bening yang terbentuk tidak lagi bertambah ukurannya.

Indeks kelarutan fosfat dihitung berdasarkan rumus berikut: (Handayani, 2011)

HASIL DAN PEMBAHASAN


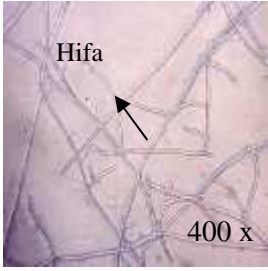
Hasil

A. Hasil Isolasi Cendawan Endofit dari Akar Tanaman Padi

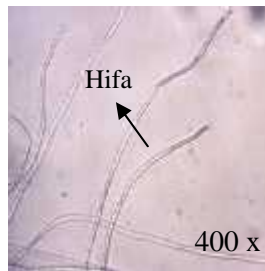
Berdasarkan hasil yang diperoleh, didapatkan 7 isolat cendawan endofit tunggal yang berhasil diisolasi dari bagian

akar tanaman padi di daerah Kecamatan Kuranji, Padang. Kemudian isolat cendawan endofit tunggal hasil pemurnian selanjutnya diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Koloni Cendawan Endofit pada Akar Padi

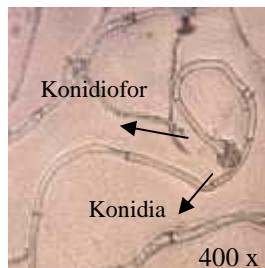
Isolat	Gambar		Keterangan
	Makroskopis	Mikroskopis	
PD1A1(1)			Koloni bulat, hifa putih, tumbuh rapat menyerupai kapas padat, hifa tersebar merata. hifa tidak bersekat, hialin transparan, tidak ada konidia dan pertumbuhan hifa bercabang.

PD5B2(2)



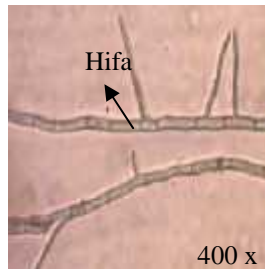
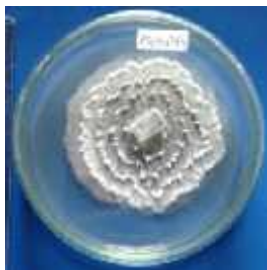
Koloni bulat, hifa putih, tumbuh mendatar, hifa tidak menumpuk, hifa tersebar. Hifa tidak bersekat, hialin transparan, tidak ada konidia dan pertumbuhan hifa bercabang.

PD4B2(2)



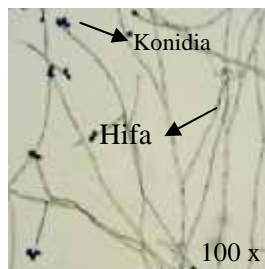
Koloni tidak beraturan, hifa putih kemudian lama kelamaan menjadi hijau, memiliki spora. Hifa bersekat, hialin transparan, dengan konidia berlimpah berwarna hitam dan pertumbuhan hifa bercabang.

PD2B3(4)1



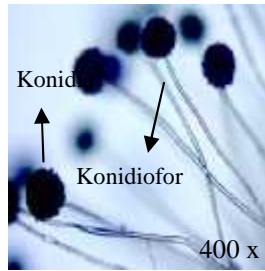
Koloni tidak beraturan, permukaan koloni bergelombang, hifa putih yang lama kelamaan membentuk tonjolan berwarna hitam. Hifa bersekat, hialin transparan, dan hifa bercabang.

PD2A1(2)2



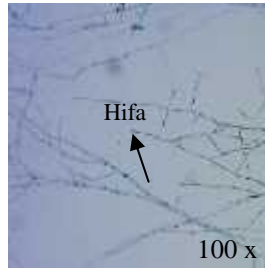
Koloni bulat, hifa tersebar merata, permukaan koloni bergelombang, hifa putih, tumbuh rapat menyerupai kapas padat, yang lama kelamaan akan berwarna coklat kehitaman. Hifa bersekat, hialin transparan, pertumbuhan hifa bercabang, konidia hitam.

PD2B3(4)2



Koloni tersebar tidak beraturan, hifa putih, spora hitam. Hifa bersekat, hialin transparan, konidia berlimpah berwarna hitam dan pertumbuhan hifa yang bercabang.

PD2A1(1)

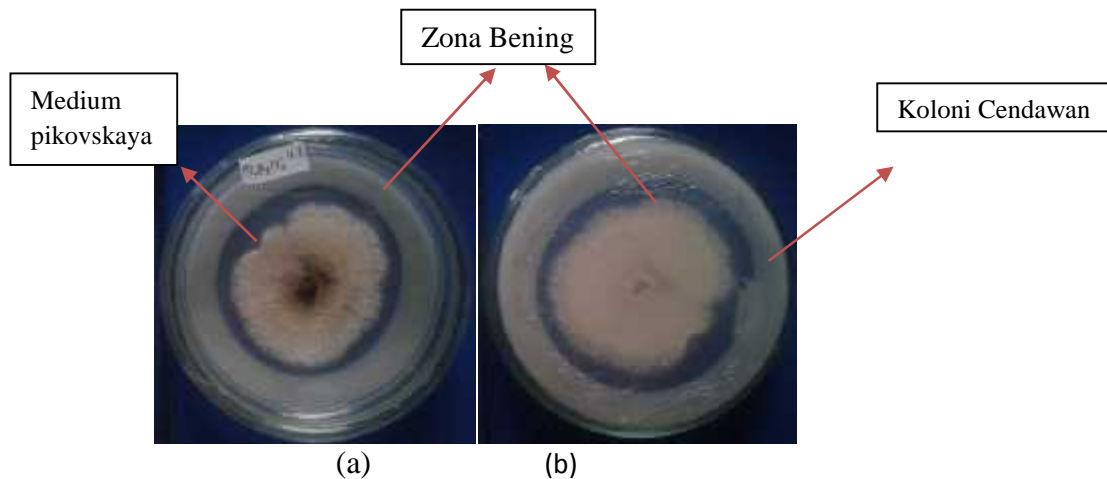


Koloni tersebar tidak merata, hifa putih yang lama kelamaan bewarna hijau muda. Hifa bersekat, hialin transparan, pertumbuhan hifa bercabang.

B. Aktifitas Pelarut Fosfat

Pengamatan uji aktifitas pelarut fosfat dilakukan dengan menggunakan medium pikovskaya. Cendawan endofit yang mampu melarutkan fosfat terdapat pada isolat PD2B3(4)2. Pertumbuhan cendawan endofit pelarut fosfat dicirikan dengan adanya zona bening di sekitar koloni cendawan yang tumbuh dan pengamatan

dilakukan sampai zona bening yang terbentuk tidak lagi bertambah ukurannya. Gambar 2. memperlihatkan zona bening yang terbentuk sebagai indikasi bahwa cendawan mampu melarutkan fosfat pada medium pikovskaya. Tabel 2. memperlihatkan indeks pelarut fosfat tertinggi pada hari ke-1 sebesar 20,45.



Gambar 2. Uji aktivitas pelarut fosfat oleh cendawan endofit isolat PD2B3(4)2. (a) isolat PD2B3(4)2 tampak dari depan (b) isolat PD2B3(4)2 tampak dari belakang.

Tabel 2. Pengamatan Indeks kelarutan Fosfat Isolat PD2B3(4)2

Hari ke -	Rata-Rata Diameter Zona Bening	Rata-Rata Diameter Koloni	Nilai Indeks Kelarutan Fosfat
-----------	--------------------------------	---------------------------	-------------------------------

1	13,25	11,00	20,45
2	29,25	27,00	8,33
3	46,50	42,25	10,05
4	57,50	51,75	11,11
5	65,25	56,50	15,48
6	69,00	61,00	13,11
7	72,50	64,00	13,28

Ket : PD = Padi

Pembahasan

Cendawan endofit dapat diisolasi dari berbagai jenis tanaman, salah satunya yaitu tanaman padi dan dapat diisolasi dari berbagai bagian tanaman, seperti akar, batang dan daun. Akar merupakan bagian tanaman yang memiliki kelimpahan cendawan endofit tertinggi (Asniah, dkk. 2014). Ramdan, dkk (2013) juga melaporkan bahwa akar tanaman cabai memiliki kelimpahan cendawan endofit tertinggi dibanding dengan bagian daun dan batang. Jaringan akar tanaman baik secara morfologi, fisik, dan kimianya menyediakan habitat yang kondusif bagi beragam komunitas mikroba, termasuk bagi cendawan endofit.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, didapatkan 7 isolat cendawan endofit yang berhasil diisolasi dari bagian akar padi Daerah Kecamatan Kuranji, Padang dengan karakteristik yang berbeda. Cendawan endofit yang diisolasi dari tanaman inang dapat menghasilkan jenis keragaman isolat yang berbeda-beda dan jumlah yang bervariasi. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian Tirtana, dkk (2013) yang memperoleh 8 isolat kelimpahan cendawan endofit dari akar kentang. Ramdan, dkk (2013) memperoleh 104 isolat cendawan endofit dari akar tanaman cabai. Kemudian penelitian Khastini (2015) yang memperoleh 4 isolat cendawan endofit dari akar *mangrove* asal Cagar Alam. Hal ini

menunjukkan bahwa keragaman cendawan endofit pada tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan biotik dan abiotik disekitarnya. Faktor biotik terdiri dari varietas dan spesies dari inang itu sendiri. Sedangkan faktor abiotik yang dapat mempengaruhi yaitu faktor suhu, kelembaban relatif, dan kadar air tanah serta teknik budidaya (Irawati, dkk. 2014).

Karakteristik cendawan endofit dilihat dari pengamatan makroskopis dan mikroskopis (Tabel 1). Berdasarkan pengamatan makroskopis dan mikroskopisnya, didapatkan bahwa kebanyakan cendawan endofit merupakan cendawan hifa steril yang memiliki warna koloni bewarna putih dan dibedakan menjadi hifa bersekat atau tidak bersekat dan dilihat dari bentuk permukaan koloninya yaitu terdapat pada isolat PD1A1(1), PD5B2(2), PD2B3(4)1, PD2A1(1). Isolat PD1A1(1) dan isolat PD5B2(2) merupakan cendawan yang memiliki koloni hifa yang tumbuh tersebar merata dan memiliki hifa tidak bersekat. Kemudian isolat PD2B3(4)1 merupakan cendawan yang memiliki koloni hifa yang tumbuh tidak beraturan, permukaan bergelombang dan memiliki struktur hifa bersekat. Sedangkan isolate PD2A1(1) merupakan cendawan yang memiliki koloni hifa yang tersebar tidak merata dan memiliki struktur hifa bersekat. Isolat yang memiliki konidia terdapat pada isolat PD4B2(2), PD2B3(4)2 dan isolat

PD2A1(2)2 yang sama-sama memiliki struktur hifa yang bersekat.

Kemampuan cendawan endofit pelarut fosfat dalam melarutkan fosfat yang terikat dapat diketahui dengan membiakkan isolat biakan murninya pada media agar Pikovskaya atau media agar ekstrak tanah yang berwarna putih keruh yang mengandung P tidak terlarut seperti kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) (Raharjo, 2007). Pertumbuhan cendawan endofit pelarut fosfat dicirikan dengan adanya zona bening di sekitar koloni cendawan yang tumbuh, sedangkan cendawan yang lain tidak menunjukkan ciri tersebut. Koloni yang tumbuh dan mampu membentuk zona bening diindikasikan sebagai isolat yang mampu melarutkan fosfat (Hutagaol, dkk. 2017).

Berdasarkan hasil uji pelarutan fosfat menunjukkan bahwa dari 7 isolat cendawan endofit hanya 1 isolat yang mampu melarutkan fosfat yaitu terdapat pada isolat PD2B3(4)2. Berdasarkan zona bening yang terbentuk dapat diketahui indeks kelarutan fosfat. Nilai indeks kelarutan fosfat dapat ditentukan dengan cara menghitung diameter zona bening dan diameter koloni yang terbentuk oleh isolat per-tiap harinya (Hutagaol, dkk. 2017). Aktivitas pelarutan fosfat mulai terlihat pada awal inkubasi. Isolat PD2B3(4)2 didapatkan nilai indeks kelarutan fosfat tertinggi pada hari ke-1 sebesar 20,45 (Tabel 2).

Perubahan medium kultur selama masa inkubasi disebabkan oleh adanya aktivitas cendawan endofit yang menghasilkan asam organik dan enzim fosfatase sebagai pelarut P sehingga dapat memutuskan ikatan fosfat yang terikat menjadi fosfat yang dapat larut dan dapat diserap oleh tanaman padi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi tersebut. Asam-asam organik seperti asam sitrat, asam suksinat, dan asam oksalat dapat menggantikan kedudukan anion P, dan mengelat kation-kation seperti Ca, Al, dan Fe membentuk senyawa kompleks (Waty, 2012). Aktivitas tertinggi pelarut fosfat isolat PD2B3(4)2 pada hari ke-1 ini merupakan pertumbuhan cendawan yang

dapat bekerja secara optimal untuk mengatasi pertumbuhan tanaman padi dalam melarutkan fosfat yang terikat menjadi tidak terikat. Hal ini sesuai dengan penelitian Raharjo (2007) yang menyatakan bahwa Aktivitas pelarutan fosfat pada kultur jamur F5 yang terjadi pada awal inkubasi ini merupakan aktivitas tertinggi pada semua perlakuan dikarenakan kultur jamur yang diinokulasikan sebagai starter telah memasuki fase log pertumbuhan dan mensekresi asam organik sehingga telah terjadi aktivitas pelarutan fosfat. Adanya fosfat terlarut yang tinggi dalam medium digunakan untuk aktivitas respirasi oksidatif yang berperan dalam transfer atau konsumsi glukosa ke dalam sel untuk pembentukan energi ATP sehingga akan meningkatkan pertumbuhan.

Salah satu cendawan endofit yang sering ditemukan yaitu cendawan *Aspergillus* sp dan *Penicillium* sp yang merupakan kelompok cendawan yang sering ditemui di sekitar rhizosfer dan dalam perakaran tanaman (endofit). Kelompok cendawan ini banyak berperan dalam meningkatkan serapan unsur P dalam tanah (Saylendra, dkk. 2014). Isolat PD2B3(4)2 diduga memiliki ciri-ciri yang sama dengan cendawan *Aspergillus* sp. yaitu dengan morfologi koloni tersebar tidak beraturan dengan koloni berwarna putih yang lama kelamaan membentuk konidia berwarna hitam. Secara mikroskopis struktur hifa bersekat dan hialin, dengan konidia berlimpah berwarna hitam (Wahyuni, dkk. 2016). *Aspergillus* sp. merupakan cendawan yang diketahui dapat melarutkan fosfat dari ikatannya melalui produksi asam-asam organik dan aktivitas enzim fosfatase yang dapat mengubah P-tidak larut seperti ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) menjadi larut (Hanafiah, 2014). Hal ini berarti cendawan *Aspergillus* sp. yang didapatkan dari perakaran tanaman padi mampu melarutkan fosfat yang terikat menjadi tidak terikat dengan cara memutuskan ikatan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ menjadi ion H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} yang dapat diserap oleh tanaman melalui enzim fosfatase yang dihasilkan oleh cendawan *Aspergillus* sp. tersebut.

Cendawan *Aspergillus* sp. juga dapat menyebabkan patogen terhadap tanaman. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian Handayani (2011) inokulasi *Aspergillus* sp. pada akar kedua tanaman uji menyebabkan kerusakan akar dan daun tanaman. Gejala yang terlihat akibat inokulasi *Aspergillus* sp. pada *Z. mays* adalah layu daun dan busuk akar sedangkan daun *S. selanica* bercak kuning dan agak keriput, akar menjadi hitam dan mati. Sedangkan pada penelitian Manurung, dkk (2014) isolasi cendawan endofit pada tanaman padi yaitu *Penicillium* sp. dan *Trichoderma* sp. (pada akar), *Aspergillus* sp1. dan *Trichocladium* sp. (pada batang) serta *Aspergillus* sp2. dan *Nigrospora* sp. (pada daun) memiliki kemampuan baik dalam menghambat

PENUTUP

Kesimpulan

Didapatkan 7 isolat cendawan endofit dengan karakteristik yang berbeda dari akar tanaman padi yaitu terdiri dari isolat PD1A1(1), PD5B2(2), PD4B2(2), PD2B3(4)1, PD2A1(2), PD2B3(4)2, PD2A1(1) dan PD2B2(3) dan Isolat cendawan endofit yang mampu melarutkan fosfat pada medium pikovskaya yaitu isolat PD2B3(4)2 dengan nilai indeks kelarutan fosfat tertinggi pada hari ke-1 sebesar 20,45.

5. Saran

Perlu dilakukan indentifikasi lebih lanjut cendawan endofit pelarut fosfat pada akar padi sehingga diketahui jenis cendawan endofit pelarut fosfat dan perlu dilakukannya aplikasi cendawan endofit pelarut fosfat pada tanaman padi.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Mades Fifendy, M.Biomed dan Ibu Dezi Handayani, S.Si.,M.Si sebagai pembimbing I dan pembimbing II dan Ibu Dr. Linda Advinda M.Kes, Ibu Dr. Moralita Chatri, M.P dan Ibu Siska Alicia Farma, S.Pd.,M.Biomed sebagai penguji.

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, D., Suyono, A D., dan Citraresmini, A. 2010. Komposisi Kandungan Fosfor pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza*

pertumbuhan *Cercospora oryzae*. *Aspergillus* sp2. memiliki daerah hambatan sebesar 67,52% terhadap pertumbuhan *Cercospora oryzae*. Hal ini memperlihatkan bahwa semua cendawan endofit yang dihasilkan dari tanaman yang sejenis dapat menunjukkan dampak positif bagi tanaman dan berkemungkinan memberikan dampak yang kurang menguntungkan terhadap tanaman yang tidak sejenis. Hal ini sesuai dengan sifat indigenus cendawan endofit tersebut. Erwanti (2003) dalam Gusnawaty dkk (2014) menyatakan bahwa, pengendalian hayati bersifat spesifik lokal yaitu mikroorganisme antagonis yang terdapat di suatu daerah hanya akan memberikan hasil yang baik di daerah asalnya.

sativa L.) Berasal dari Pupuk P dan Bahan Organik. *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. Vol. 12(3) Hal: 126 – 135.

Ardhana, I . P. G. 2012. *Ekologi Tumbuhan*. Udayana University Press, Denpasar-Bali.

Asniah., Dian, L., Mariadi., dan Lili, D. 2014. Potensi Cendawan Endofit Non Patogen Asal Akar Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) Sebagai Biofingisida Patogen *Fusarium oxysporum*. *Agriplus*. Vol. 24(2) Hal: 177-183.

Badan Ketahanan Pangan Sumbar. 2015. Database Ketahanan Pangan Provinsi Sumatera Barat Tahun 2014. Padang, Sumatera Barat.

BPS Kota Padang. 2016. Statistik Daerah Kota Padang. Sumatera Barat.

Gusnawaty, H. S., Taufik, M., Triana, L., dan Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* Spp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*. Vol. 4(2). Hal: 87-93.

Hanafiah, K. A. 2014. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.

- Handayani D. 2011. Potensi *Aspergillus* dan *Penicillium* Asal Serasah Dipterocarp Sebagai Endosimbion Akar Pelarut Fosfat. Tesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hutagaol, D., Hasrizart, I., dan Sofian, A. 2007. Aplikasi Cendawan Pelarut Fosfat Indigenus Tanah Sawah Meningkatkan Ketersediaan dan Serapan P Padi Sawah. *J. Agron. Indonesia*. Vol. 45(1) Hal: 9-13.
- Irawati, A. F. C., Hartati, S., dan Windriyati, R. D. H. 2014. Pemanfaatan Cendawan Endofit Dalam Meningkatkan Kualitas Bibit Tanaman Padi. Buletin Pertanian Perkotaan. Vol. 4(2) Hal: 30-40.
- Islami, T., dan Wani, H. U. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP Semarang Press, Semarang.
- Khastini, R. O., Pipit, M., dan Siti G. F. S. 2015. Isolasi Dan Penapisan Cendawan Endofit Akar Asal Ekosistem Mangrove Cagar Alam Pulau Dua Banten. *BIOSCIENTIAE*. Vol. 12(1) Hal: 16 – 28.
- Lakitan, B. 2011. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Manurung, I. R., Mukhtar, I. P., Lahmuddin, L. 2014. Uji Antagonisme Jamur Endofit Terhadap *Cercospora Oryzae* Miyake Dan *Culvularia Lunata* (Wakk) Boed. Dari Tanaman Padi Di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. Vol. 2(4) Hal: 1563 – 1571.
- Nasution, R. M., Sabrina, T., dan Fauzi. 2014. Pemanfaatan Jamur Pelarut Fosfat dan Mikoriza untuk Meningkatkan Ketersediaan dan Serapan P Tanaman Jagung pada Tanah Alkalin. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. Vol. 2(3) Hal: 1003 – 1010.
- Raharjo, B., Agung S., dan Agustina, D. K. 2007. Pelarutan Fosfat Anorganik oleh Kultur Campur Jamur Pelarut Fosfat Secara In Vitro. *Jurnal Sains & Matematika (JSM)*. Vol. 15(2) Hal: 45-54.
- Ramdan, E. P., Widodo., Evi, T. T., Suryo, W., dan Sri, H. H. 2013. Cendawan Endofit Nonpatogen Asal Tanaman Cabai dan Potensinya sebagai Agens Pemacu Pertumbuhan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. Vol. 9(5) Hal: 139–144.
- Saylendra, A., Nurmayulis., Andy, A. F., dan Trias, N. 2014. Pengaruh Pemberian Cendawan Pelarut Fosfat dan Dosis Tricalcium Phosphate Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*. Vol. 3(2) Hal : 83-90.
- Tirtana, Z. Y .G., Sulistyowati, L., dan Cholil, A. 2013. Eksplorasi Jamur Endofit Pada Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum* L) Serta Potensi Antagonismenya Terhadap *Phytophthora Infestans* (Mont.) De Barry Penyebab Penyakit HawarDaun Secara *In Vitro*. *Jurnal HPT*. Vol. 1 (3) Hal: 91-101.
- Wahyuni, S. H., Hasanuddin., dan Edison, P., 2016. Identifikasi Dan Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) Dalam Menghambat *Xanthomonas Albilineans* L. Penyebab Penyakit Vaskular Bakteri. *Jurnal Pertanian Tropik*. Vol. 3(1) Hal: 31-34.
- Waty, R. 2012. Potensi *Aspergillus niger* Dan *Penicillium* Spp. Sebagai Endosimbion Pelarut Fosfat Pada Akar Serealia. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wilia, W., Hayati, I., dan Ristiyadi, D. 2012. Eksplorasi Cendawan Endofit dari Tanaman Padi Sebagai Agens

Pemacu Pertumbuhan Tanaman.
Program
Studi Agroekoteknologi, Fakultas
Pertanian Universitas Jambi Mandala
Darat, Jambi. Vol. 1(4) Hal: 299-304.