

PENAPISAN ISOLAT FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR INDIGENUS RIZOSFIR PISANG SEBAGAI INDUSER KETAHANAN TANAMAN PISANG CAVENDISH TERHADAP LAYU FUSARIUM (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*)

Eri Sulyanti¹, Trimurti Habazar², Eti Farda Husin³ Nasril Nasir⁴, dan Abdi Dharma⁵

¹*Mahasiswa Doktoral PS Ilmu-Ilmu Pertanian Pemusatan Ilmu Penyakit Tumbuhan, Pascasarjana Universitas Andalas,*

² *Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Andalas*

³ *Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas*

⁴ *Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas,*

⁵ *Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas, Kampus Limau Manis Padang 25163*

ABSTRACT

SCREENING OF THE BIOCONTROL AGENTS ARBUSCULAR MYCHORRHIZAL FUNGI INDEGENOUS AS INDUCE RESISTANCE ON BANANA SEEDLING AGAINST FUSARIUM WILT DISEASES (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*). Using biological agents to control fusarium wilt is still not maximal result, based on that need to search a potensial indigeneous biological agents specific location. The experiment conducted to study the role biological agents of arbuscular mychorrhizal fungi indigenous to control fusarium wilt diseases. Twenty four isolates were evaluated for the potensials to reduced fusarium wilt incidence. This research was arranged by Randomized Block Design (RBD) on green house experiment. The aim of this research is to investigate the ability of arbuscular mychorrhizal fungi isolates to reduce fusarium wilt on banana seedling. The results showed that all arbuscular mychorrhizal fungi isolates indigenous from healthy banana rhizosphere reduced fusarium wilt development and increase banana growth. Three isolates (*Gl₁KeP₄*, *Gl₁BuA₄*, *Gl₂BuA₆*) could control Fusarium wilt until 100% with longer incubation periode and lower disease of banana seedlings as Plant Growth Promoting Fungi.

Key words: Arbuscular Mychorrhizal Fungi Indigenous, Fusarium Wilt, *Musa* sp

PENDAHULUAN

Salah satu kendala utama yang mengancam produksi pisang di dunia, termasuk di Indonesia adalah penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Penyakit ini pertama kali ditemukan di daerah Panama pada akhir tahun 1980. Daerah penyebarannya meliputi Amerika Tengah, Malaysia, Thailand, Philipina, Myanmar, India, Srilanka, Kepulauan Fiji, Australia, Selandia Baru, Zaire, Afrika, Afrika Selatan, dan daerah selatan Kwa Zuiu-Natai (KZN) dengan kehilangan hasil 30% antara tahun 1991 dan 2000 oleh Foc ras 4. Di Indonesia, serangan Foc dilaporkan pertama kali terjadi di Jawa tahun 1916 (Ploetz, 2000), sampai saat ini penyakit layu *Fusarium* sudah menyebar hampir di seluruh wilayah sentra produksi pisang di Indonesia. Di Sumatera Barat tahun 2000 dilaporkan sudah ditemukan penyakit layu *Fusarium* pada sembilan kabupaten/kotamadia dengan total luas serangan 90,549 hektar.

Kompleksnya permasalahan dalam pengusahaan tanaman pisang perlu dirancang strategi pengendalian penyakit ini dengan menerapkan pengendalian hama terpadu (PHT). Salah satu

komponen utama PHT adalah pengendalian hayati. Pengendalian hayati terhadap patogen ini antara lain pemanfaatan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA). Beberapa spesies FMA telah ditemukan dapat mengendalikan patogen tular tanah seperti jenis *Aphanomyces*, *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia* dan *Verticillium* (Harrier dan Watson, 2004). *Glomus fasciculatum* dan *Gigaspora margarita* dapat mengurangi perkembangan penyakit busuk akar yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* di rumah kaca (Matsubara et al 2001); *Glomus clarum* juga dapat mengurangi nekrosis akar oleh jamur patogen *Rhizoctonia solani* pada kacang tunggak (Abdel-Fattah dan Shabana, 2002).

Selanjutnya *Glomus mosseae* terbukti dapat menekan semua penyakit yang disebabkan oleh *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* pada tanaman kedelai (Khaosaad et al., 2007). Aplikasi FMA indigenus pisang mampu meningkatkan ketahanan tanaman pisang terhadap nematoda *Radopholus similis* dan terhadap penyakit layu bakteri. Penelitian lainnya dilaporkan bahwa *Glomus fasciculatum* efektif menekan perkembangan penyakit layu *Fusarium* pada pisang Cavendish sedangkan

Acaulospora tuberculata pada jenis Barang (Sulyanti, 2006).

Eksplorasi FMA indigenus dari ekosistem setempat memungkinkan dilakukan untuk memperoleh sumber inokulan yang potensial dalam pengendalian penyakit layu Fusarium. Hal ini disebabkan FMA indigenus tersebut tingkat adaptasi dan kompatibilitasnya sangat tinggi apabila dikembalikan ke ekosistem asal dan tanaman inang memanfaatkan agen hidup FMA sangat dianjurkan. Hasil eksplorasi mikoriza indigenus pisang di lahan endemik penyakit layu bakteri di Sumatera Barat telah ditemukan genus mikoriza seperti *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Scutellospora* dan *Sclerocystis*. Aplikasi dari berbagai isolat FMA indigenus ini dapat meningkatkan ketahanan tanaman pisang terhadap penyakit layu bakteri (*Blood Disease Bacteria*). Hasil penelitian sebelumnya juga telah dieksplorasi 24 isolat FMA indigenus pisang berasal dari rizosfer beberapa kultivar pisang dengan ketinggian tempat berbeda di daerah endemik layu Fusarium di sentra produksi pisang Sumatera Barat. Isolat FMA indigenus tersebut mampu meningkatkan pertumbuhan jagung (tanaman indikator), tetapi belum diketahui kemampuannya mengendalikan Foc.

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan isolat FMA indigenus dari rizosfer berbagai kultivar pisang sehat pada lahan endemik penyakit layu fusarium dengan ketinggian tempat berbeda di sentra produksi pisang yang efektif menekan serangan Foc ras 4 pada bibit pisang Cavendish secara *in planta*.

BAHAN DAN METODE

Sumber isolat FMA

Isolat FMA yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari rizosfer tanaman pisang sehat dari daerah endemik penyakit layu Fusarium di sentra produksi pisang dengan perbedaan tinggi tempat (dataran rendah \pm 70 m dpl; sedang \pm 475 m dpl; dan tinggi \pm 975 m dpl) di Sumatera Barat (Tabel 1). Ekstraksi spora FMA menggunakan teknik tuang saring basah dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi dari Brundrett *et al.* (1996). Identifikasi spora FMA dilakukan pembuatan preparat spora dengan menggunakan bahan pewarna Melzer's dan pengawet PVLG yang diletakkan secara terpisah pada satu kaca preparat. Perubahan warna spora dalam larutan Melzers adalah salah satu indikator untuk menentukan tipe spora yang ada. Pendekatan karakteristik berbagai isolat FMA di identifikasi

berdasarkan (Invam, 2004; Schenck dan Perez 1990).

Rancangan penelitian

Percobaan ini menggunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 24 isolat FMA indigenus terpilih sebagai perlakuan (Tabel 1) dan satu Kontrol (tanpa FMA) dan masing-masing ulangan diulang 10 kali. Unit percobaan terdiri dari 4 bibit pisang. Data yang diperoleh dari peubah yang diamati dianalisis secara sidik ragam, (ANOVA), jika terdapat perbedaan nyata akan diuji lanjut dengan LSD.

Penyiapan tanaman uji dan aplikasi FMA

Bibit pisang yang digunakan adalah kultivar Cavendish berasal dari bibit kultur jaringan yang telah diaklimatisasi selama 1 bulan. Bibit diperoleh dari Balai Penelitian Buah Tropika Aripin Solok. Aplikasi FMA indigenus dilakukan pada saat tanam dengan cara perendaman akar bibit pisang dalam inokulasi FMA dalam lubang tanam sebanyak 10 gr per bibit. Bibit yang telah diperlakukan ditanam pada tanah steril dalam *polibag* dan ditempatkan di rumah kawat.

Inokulasi Patogen (Foc)

Jamur patogen *Foc* diisolasi dari tanaman pisang yang memperlihatkan gejala penyakit layu Fusarium. *Foc* yang diisolasi adalah Ras 4 yang dapat menginfeksi semua jenis pisang. Sebagai bahan inokulum, *Foc* diperbanyak dalam medium beras selama 10 hari. Inokulasi dilakukan 30 hari setelah tanam dengan cara membuat lobang disekitar pangkal batang bibit pisang, kemudian 10 g biakan *Foc* ras 4 (10^6 UPK g⁻¹) dimasukkan ke dalam lobang tersebut, dan ditimbun.

Tingkat Serangan Penyakit Layu Fusarium

Efek kolonisasi FMA pada akar bibit pisang terhadap perkembangan penyakit layu Fusarium ditentukan dengan mengamati : (a) masa inkubasi, (b) persentase daun terserang, (c) skala kerusakan bonggol.

Persentase kolonisasi FMA

Persentase kolonisasi FMA pada akar bibit pisang dilakukan 30, 60 dan 90 hari setelah inokulasi (hs). Penghitungan persentase kolonisasi FMA pada akar tanaman pisang dilakukan dengan teknik slide (Giovanetti dan Mosse (1980). Merujuk pada pengamatan kolonisasi FMA pada akar sorghum.

Tabel 1. Asal isolat-isolat FMA indigenus yang diuji

No	Kode Isolat	Genus/tipe spora	Lokasi, Ketinggian tempat	Asal isolat	Kultivar Pisang
1	SLK1-Gl ₆ SiS	<i>Glomus</i> -6	Kab. Solok, Dat.sedang (\pm 475 m dpl)		Siam
2	SLK2-Gl ₁ KeS	<i>Glomus</i> -1	Kab. Solok, Dat.sedang (\pm 475 m dpl)		Kepok
3	SLK3-Gl ₁ BuS	<i>Glomus</i> -1	Kab. Solok, Dat.sedang (\pm 475 m dpl)		Buai
4	SLK4-Gl ₃ BrS	<i>Glomus</i> -3	Kab. Solok, Dat.sedang (\pm 475 m dpl)		Barangan
5	SLK5-GiBuS	<i>Gigaspora</i> sp	Kab. Solok, Dat.sedang (\pm 475 m dpl)		Buai
6	SLK6-Acl ₁ BuS	<i>Acaulospora</i> 1	Kab. Solok, Dat.sedang (\pm 475 m dpl)		Buai
7	SLK7-Gl ₄ BuS ₄	<i>Glomus</i> -4	Kab. Solok, Dat.sedang (\pm 475 m dpl)		Buai
8	SLK8-Gl ₆ BuS ₅	<i>Glomus</i> -6	Kab. Solok, Dat.sedang (\pm 475 m dpl)		Buai
9	SLK9-Gl ₄ BuS ₇	<i>Glomus</i> -4	Kab. Solok, Dat.sedang (\pm 475 m dpl)		Buai
10	SLK10-Acl ₂ BuS ₈	<i>Acaulospora</i> 2	Kab. Solok, Dat.sedang (\pm 475 m dpl)		Buai
11	TD1-Gl ₈ BuTd ₁	<i>Glomus</i> -8	Kab. Tanah Datar, Dat. tinggi (\pm 975 m dpl)		Buai
12	Ag1-Gl ₁ BuA ₄	<i>Glomus</i> -1	Kab. Agam, Dat. tinggi (\pm 975 m dpl)		Buai
13	TD2-Gl ₁ SaTd	<i>Glomus</i> -1	Kab. Tanah Datar, Dat. tinggi (\pm 975 m dpl)		Sario
14	Ag2-Gl ₄ BuA ₅	<i>Glomus</i> -4	Kab. Agam, Dat. tinggi (\pm 975 m dpl)		Buai
15	Ag3-Gl ₃ KeA	<i>Glomus</i> -3	Kab. Agam, Dat. tinggi (\pm 975 m dpl)		Kepok
16	Ag4-Gl ₂ BuA ₆	<i>Glomus</i> -2	Kab. Agam, Dat. tinggi (\pm 975 m dpl)		Buai
17	Par1-Gl ₇ JtP ₁	<i>Glomus</i> -7	Kab. Padang Pariaman, Dat. Rendah (\pm 70 m dpl)		Jantan
18	Par2-Gl ₆ JtP ₂	<i>Glomus</i> -6	Kab. Padang Pariaman, Dat. Rendah (\pm 70 m dpl)		Jantan
19	Par3-Gl ₁ KeP ₂	<i>Glomus</i> -1	Kab. Padang Pariaman, Dat. Rendah (\pm 70 m dpl)		Kepok Abu
20	Par4-Gl ₁ KeP ₃	<i>Glomus</i> -1	Kab. Padang Pariaman, Dat. Rendah (\pm 70 m dpl)		Kepok
21	Par5-Acl ₁ BuP	<i>Acaulospora</i> 1	Kab. Padang Pariaman, Dat. Rendah (\pm 70 m dpl)		Buai
22	Par6-Acl ₂ KeP ₂	<i>Acaulospora</i> 2	Kab. Padang Pariaman, Dat. Rendah (\pm 70 m dpl)		Kepok
23	Par7-Gl ₄ CvP	<i>Glomus</i> -4	Kab. Padang Pariaman, Dat. Rendah (\pm 70 m dpl)		Cavendish
24	Par8-GiKeP ₄	<i>Gigaspora</i> sp	Kab. Padang Pariaman, Dat. Rendah (\pm 70 m dpl)		Kepok

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat serangan penyakit layu Fusarium

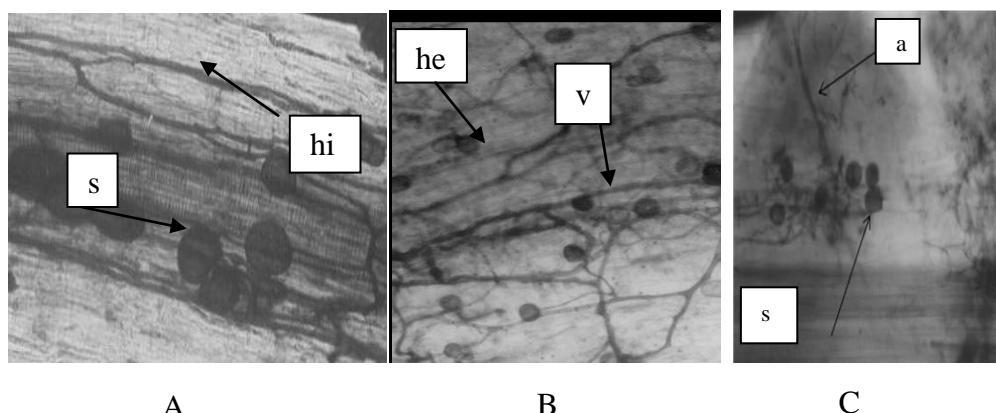
Hampir semua isolat FMA indigenus terpilih diatas mampu menekan perkembangan penyakit layu Fusarium pada bibit pisang Cavendish di rumah kaca. Introduksi FMA pada bibit pisang Cavendish umumnya dapat memperpanjang masa inkubasi serangan Foc, menurunkan persentase daun terserang, skala kerusakan bonggol, dan disklorosi batang semu (Gambar 1 dan Tabel 2). Lima isolat terbaik (Gl₁KeP₄, Acl₁BuP (berasal dari dataran rendah) dan isolat Gl₃KeA, Gl₂BuA₆, Gl₁BuA₄ (berasal dari dataran tinggi) dari kultivar pisang Kepok dan Buai, dapat memperlambat masa inkubasi 30,00 – 31,75 hari setelah inokulasi (hs) dengan efektifitas penekanan (66,66-76,38%). Hal ini diikuti dengan lebih rendahnya persentase daun terserang, skala kerusakan bonggol dan persentase

disklorasi batang semu. Efektifitas penekanan isolat FMA terhadap persentase daun terserang 26,54 – 80,81 %, skala kerusakan bonggol 4,34 -78,26 % dan disklorosi batang 60,00-100 % (Tabel 2).

Persentase daun terserang terendah adalah pada bibit pisang yang diintroduksi dengan isolat Gl₁BuA₄ (berasal dari rizosfir tanaman pisang Buai dataran tinggi), isolat Gl₂BuA₆ (berasal dari dataran tinggi) dan Gl₁KeP₃ (berasal dari rizosfir tanaman pisang Kepok dataran rendah) 17,10 % dengan efektivitas penekannya 80,81 % menyusul isolat Acl₁BuS₃ (berasal dari rizosfir tanaman pisang Buai dataran sedang) 26,12 % dengan efektivitas 70,69 %. Tiga isolat FMA terbaik tersebut berasal dari rizosfir pisang Buai (Gl₁BuA₄, Gl₂BuA₆ dan Acl₁BuS₃) dan satu dari rizosfir pisang Kepok (Gl₁KeP₃). Rata-rata skala kerusakan bonggol terendah 1,25 ditemukan pada isolat Gl₁KeP₃; Gl₁BuA₄ 1,50 (berasal dari dataran tinggi); Gl₂BuA₆ 2,25 (berasal dari dataran tinggi) dan Acl₁BuS₃ 2,50 (berasal dari

dataran sedang) dengan efektifitas penekanannya masing-masing (78,26 %; 73,91 % dan 60,87 %). Isolat FMA tersebut berasal dari Glomus tipe 1 dan 2 dan Acaulospora sp. Satu isolat FMA berasal dari rizosfir pisang Kepok (Gl₁KeP₃) dan tiga isolat FMA

terbaik tersebut berasal dari rizosfir pisang Buai (Gl₁BuA₄, Gl₂BuA₆ dan Acl₁BuS₃).



Gambar 1. Struktur kolonisasi FMA pada korteks akar tanaman pisang: Pisang Buai (A), Barang (B) dan Kepok (C). s = spora, hi = hifa internal, he = hifa eksternal FMA pada permukaan akar, v= vesikula, a = arbuskula.

Tabel 2. Tingkat serangan layu fusarium setelah introduksi isolat FMA pada bibit pisang Cavendish dan Foc.

Kode isolat	Kultivar	Masa inkubasi		Daun terserang (90 hsi)		Skala kerusakan bonggol (90 hsi)		Diskolorasi batang semu (90 hsi)	
		(hs)	E	%	E	skor	E (%)	%	E
Gl ₆ SiS	Siam	26.50 def	47,22	65.54 ab	26,47	5.25ab	8,69	100,00	0,00
Gl ₁ KeS	Kapok	23.00 gh	27,77	54.04 ab	39,38	4.75abcd	17,39	100,00	0,00
Gl ₁ BuS	Buai	22.00 h	22,22	61.12 ab	31,43	5.00abc	13,04	100,00	0,00
Gl ₃ BrS	Barangan	25.25fgh	40,27	64.01 ab	28,19	5.50ab	4,34	100,00	0,00
GiBuS ₂	Buai	27.50cdef	52,77	45.23 ab	49,26	4.75abcd	17,39	100,00	0,00
Acl ₁ BuS ₃	Buai	25.75 fg	43,10	26.12 b	70,69	2.50 fgh	56,52	30,00	70,00
Gl ₄ BuS ₄	Buai	27.50 cdef	52,77	49.78 ab	44,15	4.00abcdef	30,43	100,00	0,00
Gl ₆ BuS ₅	Buai	27.50 cdef	52,77	61.14 ab	31,14	4.75abcd	17,39	100,00	0,00
Gl ₄ BuS ₇	Buai	26.00 fg	44,44	61.14 ab	31,41	4.00abcdef	30,43	100,00	0,00
Acl ₂ BuS ₈	Buai	23.00 gh	27,77	46.70 ab	47,61	5.25 ab	8,69	100,00	0,00
Gl ₈ BuA ₁	Buai	25.75 fg	43,10	69.92 ab	21,56	4.75abcd	17,39	100,00	0,00
Gl ₁ SaA	Sario	23.00 gh	27,77	64.35 ab	27,81	5.00 abc	13,04	100,00	0,00
Gl ₁ BuA ₄	Buai	30.00 abc	66,66	17.10 b	80,81	1.50 gh	73,91	0,00	100,00
Gl ₅ BuA ₅	Buai	26.75 cdef	48,61	47.26 ab	46,98	3.75bcdef	34,78	30,00	70,00
Gl ₃ KeA	Kepok	31.00 ab	72,22	56.71 ab	36,38	4.75abcd	17,39	100,00	0,00
Gl ₂ BuA ₆	Buai	31.75 ab	76,38	17.10 b	80,81	2.25 fgh	60,87	0,00	100,00
Gl ₇ JtP ₁	Jantan	26.50 def	47,22	50.30 ab	60,19	5.25 ab	8,69	100,00	0,00
Gl ₆ JtP ₂	Jantan	26.25 efg	45,83	35.49 b	43,50	3.00defgh	47,82	40,00	60,00
Gl ₁ KeP ₁	Kepok abu	29.50abcde	63,88	50.36 ab	31,34	2.75efgh	52,17	20,00	80,00
Acl ₁ BuP	Buai	31.00 ab	72,22	61.20 ab	46,30	3.25cdefg	43,48	20,00	80,00
Gl ₁ KeP ₂	Kepok	28.25bcdef	56,94	47.87 ab	31,34	4.75abcd	17,39	100,00	0,00
Gl ₁ KeP ₃	Kepok	31.75 ab	76,38	17.10 b	80,81	1.25 h	78,26	0,00	100,00
Gl ₄ CvP	Cavendish	26.50 def	47,22	60.20 ab	32,47	4.50abcde	21,74	100,00	0,00
GiKeP ₄	Kepok	29.75abcd	65,27	52.02 ab	43,89	5.25 ab	8,69	100,00	0,00
Kontrol		18.00 i	-	89,14 a	-	5.75 a	-	100,00	0,00
KK		1,992							

Keterangan : $E = \frac{K - P}{K} \times 100\%$

E = Efektivitas; P = Perlakuan; K = Kontrol

Persentase disklorosi batang semu terendah terdapat pada perlakuan isolat Gl_1BuA_4 , Gl_2BuA_6 dan Gl_1KeP_4 0 % dengan efektifitas penekanan 100 %, diikuti isolat Gl_5MaP 20 % dan Gl_5BuA_5 30% dengan efektifitas penekanan 80 % dan 70 %. Tiga isolat FMA terbaik tersebut berasal *Glomus* sp tipe 1, 2 dan 5 dari rizosfir pisang Buai (Gl_1BuA_4 , Gl_2BuA_6 dan Gl_5BuA_5), satu isolat dari *Glomus* sp tipe 5 berasal dari rizosfir pisang Mas (Gl_5MaP) dan satu isolat dari *Glomus* sp tipe 8 berasal dari rizosfir pisang Kepok (Gl_8KeP_1). Gejala serangan Foc dapat dilihat pada Gambar 2. Hal ini diduga karena isolat FMA yang diintroduksi kompatibel dengan bibit pisang Cavendish tetapi efektivitasnya bervariasi dalam menekan perkembangan penyakit layu fusarium. Keefektifan FMA sangat tergantung pada kesesuaian antara jenis FMA, tanaman inang dan jenis tanah serta interaksi antara ketiga faktor tersebut. Tanaman dan jenis tanah terutama tingkat keasaman dan tingkat kesuburan tanah memberikan tanggapan berbeda terhadap FMA. Saling ketergantungan yang kuat antara FMA dengan inangnya akan menghasilkan hubungan yang sinergis sehingga menimbulkan respon yang tinggi dibanding dengan tanaman tanpa mikoriza. Syarat utama terbentuknya asosiasi FMA adalah kesesuaian fungsional yang ditentukan oleh aktifitas fisiologis tanaman, faktor genetik, morfologi dan karakter akar tanaman, disamping faktor eksternal seperti temperatur, cahaya, kesuburan tanah dan pestisida (Gianinazzi-Pearson dan Gianinazzi, 1984). Ketergantungan tanaman pisang dengan FMA mempunyai tingkat ketergantungan yang tinggi (Declerck *et al.*, 1995).

Teknik seleksi agens antagonis untuk pengendalian penyakit tanaman selama ini adalah secara *in vitro* yang bersifat secara langsung terhadap patogen. Dalam hal ini sering terjadi isolat yang

unggul secara *in vitro* tidak efektif dalam pengujian secara *in planta*, sehingga tidak dapat dibuat kesimpulan yang tepat. Pengujian secara *in planta* lebih menguntungkan karena semua karakter mikroorganisme antagonis dapat terekspresi baik yang bersifat langsung terhadap patogen ataupun tidak langsung melalui peningkatan ketahanan/kesehatan tanaman sehingga tahan terhadap patogen. Isolat FMA indigenus (Gl_1BuA_4 , Gl_2BuA_6 dan isolat Gl_1KeP_3) yang diaplikasikan pada saat tanam memiliki kemampuan penekanan penyakit tertinggi yaitu 100 %. Introduksi FMA pada bibit pisang yang telah mengkoloniasi akar terlebih dahulu, sehingga menghambat patogen Foc untuk melakukan penetrasi akar. Hal ini dapat terjadi karena adanya senyawa penginduksi ketahanan yang dihasilkan FMA dan terbentuknya simbiosis fungsional antara FMA dengan tanaman mengemukakan bahwa proses infeksi FMA didahului adanya komunikasi antara cendawan dengan tanaman yang dikontrol dua arah, baik oleh tanaman maupun oleh cendawan. Komunikasi dimulai melalui eksudat akar yang merupakan sinyal kimia yang berperan dalam koloniasi akar yang diduga adalah senyawa fenol atau isoflavon yang dapat menginduksi arah pemanjangan hifa dan jenis percabangan hifa dan jenis percabangan hifa dalam penyerapan hara serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen.

Perbedaan keefektifan isolat FMA sangat dipengaruhi oleh jenis FMA yang diintroduksi, umur tanaman pada saat diperlakukan, jenis tanaman dan faktor lingkungan dan perbedaan kemampuan dari masing masing isolat FMA dalam bersimbiosis dengan akar pisang. Introduksi FMA pada saat aklimatisasi akan lebih cepat terjadinya koloniasi akar dibanding umur tanaman yang lebih lanjut.



Gambar 2. Pertumbuhan bibit pisang Cavendish yang diintroduksi dengan isolat FMA indigenus potensial (A) dan Kontrol (B).

Tabel 3. Kolonisasi isolat FMA pada akar bibit pisang Cavendish

Isolat	Percentase kolonisasi (%)			Intensitas kolonisasi (Skala)			Kepadatan spora per 100 g pasir		
	30 hst	60 hst	90 hst	30 hst	60 hst	90 hst	30 hst	60 hst	90 hst
Gl ₆ SiS	30,00	75,00	81,00	2 (R)	4 (T)	4 (T)	38,00	68,00	75,50
Gl ₁ KeS	32,00	76,00	85,00	3 (S)	4 (T)	4 (T)	54,00	79,00	101,00
Gl ₁ BuS	40,00	80,00	89,00	3 (S)	4 (T)	5 (ST)	78,00	85,00	104,00
Gl ₃ BrS	35,00	75,00	89,00	2 (R)	4 (T)	5 (ST)	74,00	93,00	94,00
GiBuS ₂	25,00	60,00	80,00	2 (R)	4 (T)	4 (T)	58,00	85,00	78,50
Acl ₁ BuS ₃	25,00	72,00	86,00	2 (R)	4 (T)	5 (ST)	37,00	78,50	98,00
Gl ₄ BuS ₄	40,00	80,00	90,00	3 (S)	4 (T)	5 (ST)	42,00	72,00	90,00
Gl ₆ BuS ₅	32,00	75,00	87,00	2 (R)	4 (T)	5 (ST)	73,00	90,00	93,50
Gl ₄ BuS ₇	40,00	76,00	80,00	2 (R)	4 (T)	4 (T)	52,00	74,00	85,50
Acl ₂ BuS ₈	35,00	70,00	87,00	2 (R)	4 (T)	5 (ST)	50,00	158,00	194,00
Gl ₈ BuA ₁	25,00	75,00	83,00	2 (R)	4 (T)	4 (T)	28,50	60,00	86,00
Gl ₁ SaA	32,00	62,00	80,00	2 (R)	4 (T)	4 (T)	34,50	96,00	106,00
Gl ₁ BuA ₄	40,00	80,00	92,00	3 (S)	4 (T)	5 (ST)	67,00	76,00	98,50
Gl ₅ BuA ₅	35,00	60,00	80,00	3 (S)	4 (T)	4 (T)	8,00	68,00	74,00
Gl ₃ KeA	32,00	72,00	82,00	2 (R)	4 (T)	4 (T)	42,00	82,00	90,00
Gl ₂ BuA ₆	40,00	85,00	89,00	3 (S)	4 (T)	5 (ST)	89,00	166,00	217,00
Gl ₇ JtP ₁	35,00	75,00	87,00	3 (S)	4 (T)	5 (ST)	48,00	78,00	97,00
Gl ₆ JtP ₂	25,00	76,00	80,00	2 (R)	4 (T)	4 (T)	30,00	70,00	85,00
Gl ₁ KeP ₁	32,00	80,00	87,00	2 (R)	4 (T)	4 (T)	78,00	152,00	219,00
Acl ₁ BuP	40,00	60,00	83,00	3 (S)	4 (T)	4 (T)	80,50	120,00	140,00
Gl ₁ KeP ₂	35,00	72,00	80,00	3 (S)	4 (T)	4 (T)	67,00	74,00	98,50
Gl ₁ KeP ₃	25,00	82,00	90,00	2 (R)	4 (T)	5 (ST)	58,00	89,00	182,00
Gl ₄ CvP	32,00	70,00	80,00	2 (R)	4 (T)	4 (T)	52,00	68,50	96,00
GiKeP ₄	40,00	75,00	82,00	3 (S)	4 (T)	4 (T)	67,00	79,00	98,50
Kontrol	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : R =rendah, S =sedang), T (tinggi), dan ST (sangat tinggi).

Dari beberapa hasil percobaan, diketahui bahwa waktu inokulasi merupakan hal kritis dalam keberhasilan penggunaan FMA sebagai agens biokontrol. Mekanisme kemampuan FMA dalam pengendalian patogen penyebab penyakit ditentukan oleh berbagai faktor diantaranya: (1). Perbedaan spesies atau antar isolat dalam spesies yang sama; (2). Kondisi tapak (site); (3). Spesies tanaman; (4). Waktu inokulasi dan (5). Isolat patogen.

Kolonisasi FMA

Tingkat kolonisasi isolat FMA indigenus pisang yang berasal dari tempat ketinggian dan jenis pisang berbeda bervariasi. Persentase dan intensitas kolonisasi FMA cenderung meningkat, seiring bertambahnya umur tanaman (Tabel 3). Tingkat kolonisasi FMA pada awal pengamatan (30 hsi) berkisar antara 25-40 % dengan intensitas kolonisasi skala 3 (sedang) sampai dengan skala 4 (tinggi), kepadatan spora 28,50 – 89,00 spora per 100 g pembawa. Kolonisasi FMA pada 60 hsi berkisar antara 60-85 % dengan intensitas kolonisasi 4 dan kepadatan spora 60,00 – 166,00 spora per 100 g pembawa. Sedangkan pada akhir pengamatan (90 hst) kolonisasi FMA berkisar 80-92 % dengan intensitas kolonisasi tinggi sampai dengan sangat tinggi (skala 4 – 5) dan kepadatan spora 74,00 – 219,00 spora per 100 g pembawa. Kolonisasi FMA

tertinggi ditemukan pada isolat Gl₁BuA₄ (*Glomus* sp tipe 1 berasal dari rizosfir pisang Buai dataran tinggi) 92% dengan intensitas kolonisasi sangat tinggi (skala 5) dan kepadatan spora 98,50 spora per 100 g pembawa. Kolonisasi isolat Gl₄BuS₄ (*Glomus* sp tipe 4 berasal dari rizosfir pisang Buai dataran Sedang Kab. Solok) 90% dengan intensitas kolonisasi skala 5 dan kolonisasi isolat Gl₁BuS (*Glomus* tipe 1 berasal dari rizosfir pisang Buai dataran sedang), Gl₃BrS (*Glomus* tipe 3 berasal dari rizosfir pisang Barangan dataran sedang) dan Gl₂BuA₆ 89 % (*Glomus* tipe 2 berasal dari pisang Buai dataran tinggi) dengan intensitas kolonisasi skala 5. Hal ini terjadi karena adanya kecocokan antara inokulan FMA dengan tanaman pisang Cavendish sebagai inangnya. Pertumbuhan tanaman akan meningkat kalau perkembangan FMA juga baik hal ini terlihat dengan ditemukannya struktur vesikular, arbuskular, hifa dan spora pada jaringan korteks akar bibit pisang Cavendish. Dalam percobaan ini terlihat bahwa tingginya persentase dan intensitas kolonisasi tidak selalu dikuti oleh tingginya kepadatan spora FMA. Keberhasilan FMA dalam meningkatkan ketahanan tanaman melalui kolonisasi akar ditandai dengan berkurangnya intensitas serangan pada akar jeruk oleh *Phytophthora parasitica* penyakit layu pada tomat oleh *Pseudomonas solanacearum*, terhadap penyakit pustul pada kedele oleh bakteri *Xanthomonas*

campestris pv. *glycines* (Harmet, 1999). Induksi ketahanan tanaman oleh FMA dapat melalui mekanisme supresif, terhambatnya pembentukan propagul infektif dan terhalangnya kolonisasi patogen pada akar tanaman bermikoriza (Kobayashi and Branch., 1991).

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian menunjukkan semua isolat FMA indigenus yang diuji dapat meningkatkan pertahanan bibit pisang Cavendish dengan variasi antar isolat terhadap serangan Foc ras 4.
2. Isolat Gl₁KeP3 (*Glomus* tipe 1 berasal dari Pisang Kepok dataran rendah), isolat Gl₁BuA₄ dan isolat Gl₂BuA₆ (*Glomus* tipe 1 dan 2 berasal dari Pisang Buai dataran tinggi) adalah yang paling efektif dalam meningkatkan ketahanan bibit pisang terhadap serangan Foc sampai 100 % dengan masa inkubasi lebih lama dan tingkat serangan yang lebih rendah dibanding kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Fattah, G.M. and Y.M. Shabana, 2002. Efficacy of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus clarum* in protection of cowpea plants against root rot pathogen *Rhizoctonia solani*. *J. Plant Dis. Prot.* 109: 207-215.
- Brundrett, M.B., N. Dell, B. Grove, and N. Malajczuk., 1996. Working With Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR. Canberra.
- Declerck, S., C. Plenchette, and D.G. Strullu. 1995. Mychorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA Group) cultivar. *Plant and Soil.* 176:183-187.
- Desfitri, A. 2005. Pengujian isolat Cendawan Mikoriza Arbuskular indigenus pada bibit pisang terhadap *Radopholus similis Cobb*. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Andalas Padang.
- Gnanamanickam, S.S. 2002. Biological Control of Crop Diseases. Marcel Dekker Inc., New York, USA.
- Giovannetti, M. and B. Mosse. 1980. An evaluation technique for measuring vesicular-arbuscular mychorrhizae infaction in roots. *New Phytol.* 84: 489-500.
- Gianinazzi-Pearson, V. and S. Gianinazzi . 1984. The physiology of vesicular arbuscular mycorrhizal roots. *Plant and Soil.* 71:197-209.
- Invam. 2004. Classification of Glomeromycota. <http://Invam.caf.wvu.edu/fungi/taxonomy/classification.tm>.on September 2004.
- Harrier, L.A. and C.A. Watson, 2004. The potential role of Arbuscular Mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems. *Pest Manage. Sci.*, 60: 149-157.
- Khaosaad, T., J.M. Garcia-Garrido, S. Steinkellner and H. Vierheilig, 2007. Take-all disease is systemically reduced in roots of mycorrhizal barley plants. *Soil Biol. Biochem.* 39: 727-734.
- Matsubara, Y., N. Ohba and H. Fukui. 2001. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus infection on the incidence of *Fusarium* root rot in asparagus seedlings. *J. Jap. Soc. Hortic. Sci.* 70: 202-206.
- Pfleger, F.L and R.G. Linderman (Eds). 1994. Mycorrhizae and plant health. APS Press The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota.
- Ploetz, R.C. 2000. *Fusarium Wilt (Panama Disease)*. In: Ploetz, R.C. (ed). Compendium of Tropical Fruit Disease. APS Press, Minesota. p 10-11
- Setiadi, Y. 2001. Optimalisasi penggunaan mikoriza arbuskula dalam rehabilitasi lahan-lahan kritis. Makalah pada Workshop Mikoriza Untuk Pertanian Organik dan Rehabilitasi Lahan Kritis. Baltisa, Lembang. 24-29 April 2001.
- Sulyanti. 2006. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Pisang Terhadap Infeksi *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* Ras 4. Seminar Nasional Hasil Penelitian Dosen Muda. Jakarta.