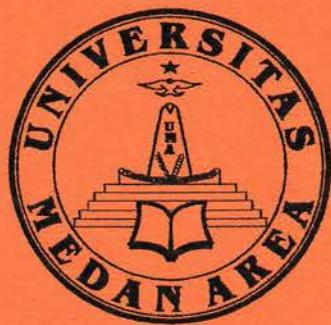




153/Hama dan Penyakit Tumbuhan Pertanian

LAPORAN AKHIR HIBAH BERSAING TAHUN 2



PEMANFAATAN BIOFUMIGAN KUBIS-KUBISAN DAN BIBIT PISANG BERMIKORIZA DALAM UPAYA PENURUNAN PROPAGUL PATOGEN LAYU BAKTERI DAN LAYU FUSARIUM DALAM RANGKA PERCEPATAN REHABILITASI LAHAN ENDEMIK PERTANAMAN PISANG BARANGAN SUMATERA UTARA

Ketua Peneliti
Anggota

: Ir.Asmah Indrawati.MP/NIDN. 0114056401
1. Dr.Ir. Suswati .MP/NIDN. 0025056514
2. Dr.Nasril Nasir/NIP. 080 099 499 ✓

Dibiayai oleh DIPA Kopertis Wilayah-I tahun 2013, dan sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Program Desentralisasi Penelitian Hibah Bersaing Nomor: 021/K1.2.2/KL/2013

**UNIVERSITAS MEDAN AREA
DESEMBER
2013**



153/Hama dan Penyakit Tumbuhan Pertanian

**LAPORAN AKHIR
HIBAH BERSAING TAHUN 2**



**PEMANFAATAN BIOFUMIGAN KUBIS-KUBISAN DAN BIBIT
PISANG BERMIKORIZA DALAM UPAYA PENURUNAN
PROPAGUL PATOGEN LAYU BAKTERI DAN LAYU
FUSARIUM DALAM RANGKA PERCEPATAN REHABILITASI
LAHAN ENDEMIK PERTANAMAN PISANG BARANGAN
SUMATERA UTARA**

Ketua Peneliti : Ir.Asmah Indrawati.MP/NIDN. 0114056401
Anggota
1. Dr.Ir. Suswati .MP/NIDN. 0025056514
2. Dr.Nasril Nasir/NIP. 080 099 499

Dibiayai oleh DIPA Kopertis Wilayah-I tahun 2013, dan sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Program Desentralisasi Penelitian Hibah Bersaing Nomor: 021/K1.2.2/KL/2013

**UNIVERSITAS MEDAN AREA
DESEMBER
2013**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN HIBAH BERSAING

Judul Kegiatan

: *Pemanfaatan Biofumigan Kubis-kubisan dan Bibit Pisang Bermikoriza dalam Upaya Penurunan Propagul Patogen Layu Bakteri dan Layu Fusarium Dalam Rangka Percepatan rehabilitasi Lahan Endemik Pertanaman Pisang Barang Sumatera Utara*

Kode/Nama Rumpun Ilmu

: 153 / Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman

Ketua Peneliti

- A. Nama Lengkap : Ir ASMAH INDRAWATY MP
B. NIDN : 0114056401
C. Jabatan Fungsional : Lektor
D. Program Studi : Agroteknologi
E. Nomor HP : 081533215627
F. Surel (e-mail) : asmah.indrawaty@yahoo.co.id

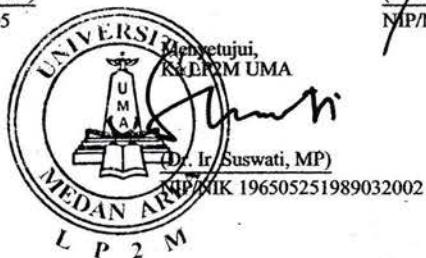
Anggota Peneliti (1)

- A. Nama Lengkap : SUSWATI
B. NIDN : 0025056514
C. Perguruan Tinggi : Universitas Medan Area
Lama Penelitian Keseluruhan : 3 Tahun
Penelitian Tahun ke : 2
Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 195.000.000,00
Biaya Tahun Berjalan : - diusulkan ke DIKTI : Rp 40.000.000,00
- dana internal PT : Rp 0,00
- dana institusi lain : Rp 0,00
- inkind sebutkan



Medan, 4 - 11 - 2013,
Ketua Peneliti,

(Ir ASMAH INDRAWATY MP)
NIP/NIK 900110623



Abstrak

Introduksi FMA indigenus saat aklimatisasi merupakan solusi yang dapat dilakukan dalam upaya menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen sekaligus meningkatkan pertumbuhan tanaman. Disamping itu aplikasi biofumigan Brassicaceae mampu menurunkan secara nyata jumlah propagul BDB di dalam media tanam. Pada kegiatan penelitian Tahun 2 dilakukan 2 tahap kegiatan yaitu Tahap 1. Pembibitan tanaman pisang Barang dengan aplikasi FMA multispora dan Biofumigan Brassicaceae (aplikasi dosis terbaik untuk 3 jenis Brassicaceae). Tahap 2. Pengujian lapang bibit pisang Barang di lahan endemik penyakit layu.. Pada tahap 1 dilakukan penggabungan 3 isolat FMA yang terseleksi dalam meningkatkan ketahanan bibit pisang Barang di rumah kawat yang dikombinasikan dengan aplikasi 3 jenis Brassicaceae sebagai sumber biofumigan dengan dosis 375 g/kg media tanam. Brassicaceae diblender dan diaplikasikan ke media tanam selanjutnya diinkubasi selama 14 hari untuk memaksimalkan fungsi biofumigan. Pada hari ke-14 dilakukan pemindahan bibit pisang Barang bermikoriza, sekaligus dilakukan pemupukan dosis 25% rekomendasi. Tanaman dipelihara di rumah pembibitan selama 3 bulan dengan melakukan penyiraman dan penyiangan gulma secara manual. Parameter pengamatan: pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah daun, lingkar batang, berat basah, berat kering tanaman, berat akar, berat bagian atas tanaman), perkembangan FMA (persentase, intensitas kolonisasi, kepadatan spora dan struktur kolonisasi), analisis hara jaringan tanaman. Pada tahap 2 dilakukan penanaman bibit pisang Barang ke lapangan. Bibit pisang ditanam dengan ukuran lubang tanam 40 cm x 40 cm x 40 cm dan jarak tanam 2.5 m x 2.5 m. Ke dalam setiap lubang tanam dimasukkan hasil blender masing-masing jenis Brassicace (dosis 375 g/tanaman; 100 ml dilakukan secara terpisah sesuai perlakuan jenis Brassicaceae dan diinkubasikan selama 14 hari). Hasil aplikasi multispora FMA yang dikombinasi dengan masing-masing jenis Brassicaceae pada saat aklimatisasi dapat meningkatkan ketahanan bibit terhadap BDB dan Foc dalam pengujian rumah kawat. Disamping itu secara nyata dapat memicu pertumbuhan tanaman pisang yang tingkat ketergantungannya tinggi terhadap FMA dibanding kontrol. Aplikasi tiga jenis Brassicaceae menyebabkan perbedaan yang nyata dalam meningkatkan tinggi, jumlah daun dan lingkar batang tanaman dibanding kontrol. Pada tahap 2 diperoleh hasil bahwa pertumbuhan tanaman pisang di lapangan ditemukan sangat baik. Hingga tanaman berumur 2.5 bulan belum ditemukan serangan BDB sementara serangan Foc ditemukan dalam jumlah rendah 5%-10%. Tanaman pisang masih berumur 2.5 bulan sehingga masih dilakukan lanjutan pengamatan pertumbuhan hingga periode panen pertama. Luaran penelitian diantaranya : Produk penelitian berupa bibit pisang Barang sehat, draft teknologi tepat guna penggunaan biofumigant Brassicaceae pada pembibitan dan penanaman pisang di lahan endemic, publikasi di jurnal nasional terakreditasi HPT Tropika Unila, artikel ilmiah pada prosiding Seminar Internasional ISSH_HSS Universitas Bengkulu.

Key words : Fungi mikoriza arbuskular, Blood disease bacterium, Fusarium oxysporum f.sp. cubense , lahan endemic, biofumigan, Brassicaceae

PRAKATA

Puji syukur tim penulis ucapkan atas selesainya penulisan laporan akhir penelitian Hibah Bersaing tahun 2 dengan judul : Pemanfaatan Biofumigan Kubis-Kubisan Dan Bibit Pisang Bermikoriza Dalam Upaya Penurunan Propagul Patogen Layu Bakteri Dan Layu Fusarium Dalam Rangka Percepatan Rehabilitasi Lahan Endemik Pertanaman Pisang Barang Sumatera Utara. Kegiatan ini merupakan kegiatan Tahun 2 dari penelitian yang dirancang selama 3 tahun dan merupakan program penelitian Desentralisasi DIKTI.

Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk percobaan di kebun percobaan, laboratorium Prodi Agrotehnologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area dan kebun lapangan di kecamatan Selesai, Kabupaten Langkat. Penelitian tahun 2 ini terdiri dari 2 tahap yaitu tahap 1. Pembibitan tanaman pisang Barang dengan aplikasi FMA multispora dan Biofumigan Brassicaceae (aplikasi dosis terbaik untuk 3 jenis Brassicaceae). Tahap 2. Pengujian lapang bibit pisang Barang di lahan endemik penyakit layu. Pada tahap 1 dilakukan penggabungan 3 isolat FMA yang terseleksi dalam meningkatkan ketahanan bibit pisang Barang di rumah kawat yang dikombinasikan dengan aplikasi 3 jenis Brassicaceae sebagai sumber biofumigan. Pada kegiatan tahap 1 telah diperoleh hasil bahwa aplikasi multispora FMA yang dikombinasi dengan masing-masing jenis Brassicaceae pada saat aklimatisasi dapat meningkatkan ketahanan bibit terhadap BDB dan Foc dalam pengujian rumah kawat. Disamping itu secara nyata dapat memicu pertumbuhan tanaman pisang yang tingkat ketergantungannya tinggi terhadap FMA dibanding kontrol. Pertumbuhan tanaman pisang di lapangan ditemukan sangat baik. Hingga tanaman berumur 2.5 bulan belum ditemukan serangan BDB sementara serangan Foc ditemukan dalam jumlah rendah 5%-10%. Tanaman pisang masih berumur 2.5 bulan sehingga masih dilakukan lanjutan pengamatan pertumbuhan hingga periode panen pertama.

Luaran penelitian diantaranya : Produk penelitian berupa bibit pisang Barang sehat, draft teknologi tepat guna penggunaan biofumigant Brassicaceae pada pembibitan dan penanaman pisang di lahan endemik, publikasi di jurnal nasional terakreditasi HPT Tropika Unila, artikel ilmiah pada prosiding Seminar Internasional ISSH_HSS Universitas Bengkulu.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ditjen Dikti yang telah memberikan dana penelitian Hibah Bersaing tahun 2 melalui DIPA Kopertis Wilayah-I tahun 2013, dan sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Program Desentralisasi Penelitian Hibah Bersaing Nomor: 021/K1.2.2/KL/2013
2. Ketua LP2M UMA yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian

Akhirnya penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan pengembangan ilmu dimasa mendatang. Semoga informasi dari hasil penelitian ini dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Medan, 3 Desember 2013
Peneliti

DAFTAR ISI

ABSTRAK	
PRAKATA	
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
BAB I. PENDAHULUAN	xii
1.1. Latar belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Luaran penelitian	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Blood Disease Bacterium (BDB) dan <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i>	3
2.2. Situasi terkini pertanaman pisang di Sumatera Utara	4
2.3. Inovasi teknologi dalam percepatan peningkatan produktifitas lahan endemik pisang	5
2.4. Pengujian Brassicaceae sebagai biofumigan	7
BAB III. METODELOGI PENELITIAN	
Tahap 1. Pembibitan tanaman pisang Barang dengan aplikasi FMA multispora dan biofumigan Brassicaceae	9
3.1. Rancangan percobaan	9
3.2. Pelaksanaan	9
3.2.1. Penyiapan Plantlet Pisang Barang	9
3.2.2. Aplikasi FMA pada plantlet Barang	9
3.2.3. Penyiapan media tanam yang diaplikasi biofumigan	10
3.2.4. Pemindahan bibit dan pemeliharaan bibit pisang Barang	11
3.3. Tahap 2. Penanaman bibit pisang Barang di lahan endemik penyakit layu	
3.3.1. Rancangan percobaan	11
3.3.2. Pelaksanaan	11
3.3.2.1. Pembuatan lubang tanam	11
3.3.2.2. Penanaman bibit di lapangan	11
3.4. Pengamatan	12
3.4.1. Pertumbuhan tanaman	12
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Pembibitan tanaman pisang Barang dengan aplikasi FMA multispora dan biofumigan Brassicaceae	17
4.1.1. Pertumbuhan tanaman	17
4.1.2. Kolonisasi FMA	21
4.1.3. Peningkatan ketahanan bibit pisang Barang terhadap BDB dan Foc	25
4.1.4. Analisis kandungan unsur hara media tanam dan jaringan tanaman pisang Barang	26



4.2. Pengujian lapang bibit pisang Barang di lahan endemik penyakit layu	26
--	----

BAB V.KESIMPULAN	28
Daftar Pustaka	28

LAMPIRAN

Produk penelitian berupa bibit pisang Barang sehat	33
Artikel ilmiah pada seminar internasional ISSH_HSS di Unib, 17-19 September 2013	34
Artikel ilmiah untuk publikasi di jurnal HPT Tropika Unila	41
Draft teknologi tepat guna pengurangan patogen di pembibitan dan lahan endemic dengan biofumigant Brassicaceae	48
Poster Hibah Bersaing tahun 2	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Kriteria ketergantungan tanaman terhadap mikoriza <i>(Mycorrhizal dependency)</i>	13
3.2 Kriteria penilaian persentase kolonisasi akar (Giovannetti dan Mosse, (1980) cit Setiadi <i>et al.</i> , 1992.	14
3.3 Skala intensitas penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh BDB pada bibit pisang	15
3.4 Skala kerusakan bonggol oleh <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i>	16
4.1 Rerata tinggi tanaman, jumlah daun dan lingkar batang bibit pisang Barang umur 119 hst dengan aplikasi multispora FMA dan 3 jenis Brassicaceae	18
4.2 Berat basah dan berat kering bibit pisang barang yang telah diaplikasi umur 119 hst dengan aplikasi multispora FMA dan 3 jenis Brassicaceae	19
4.3 Rerata persentase, intensitas dan efektifitas kolonisasi dan kepadatan multispora FMA pada tanaman pisang Barang umur 60 hst dan 119 hst dengan aplikasi biofumigan sawi, kubis dan Kembang kol	22
4.4 Rerata nilai RMD bibit pisang Barang pada umur 120 hari yang diaplikasi FMA multispora dan 3 jenis Brassicaceae	24
4.5 Kepadatan BDB dan Foc pada 45 hst setelah aplikasi FMA dan biofumigan	25
4.6 Persentase, Intensitas serangan dan masa inkubasi Foc pada bibit pisang Barang setelah aplikasi FMA dan biofumigan	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
4.1	Rerata tinggi tanaman pisang Barang dengan aplikasi biofumigan dan multispora FMA	17
4.2	Rerata tinggi, jumlah daun dan lingkar batang tanaman pisang Barang pada umur 119 hst dengan aplikasi biofumigan dan multispora FMA.	18
4.3.	Rerata berat basah dan berat kering tanaman pisang Barang pada umur 119 hst dengan aplikasi biofumigan dan multispora FMA	20
4.4.	Pertumbuhan bibit pisang Barang umur 56 hsa setelah aplikasi FMA multispora dan 3 jenis Brassicaceae. Keterangan: S ₁₂ = Sawi hijau; B ₁₂ = Kembang kol; K ₁₂ = Kubis	21
4.5	Struktur FMA pada perakaran tanaman pisang Barang umur 56 hst.	23

LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Produk penelitian berupa bibit pisang sehat (meningkat ketahanannya terhadap penyakit layu disamping pertumbuhannya semakin baik dibanding kontrol)	33
2 Artikel ilmiah pada seminar internasional ISSH_HSS di Unib, 17-19 September 2013	34
3 Artikel ilmiah untuk publikasi di jurnal HPT Tropika Unila	41
4 Draft teknologi tepat guna pengurangan patogen di pembibitan dan lahan endemik tanaman pisang dengan biofumigan Brassicaceae	48
5 Poster Hibah Bersaing tahun 2	49

BAB I. PENDAHULUAN

1.1.Latar belakang

Introduksi plantlet pisang Barang saat aklimatisasi dengan 3 isolat FMA dan aplikasi biofumigan Brassicaceae dapat meningkatkan ketahanan bibit terhadap penyakit darah bakteri yang disebabkan oleh Blood Disease Bacterium (BDB) dalam pengujian rumah kawat. Ketiga jenis FMA mampu menginduksi menginduksi ketahanan lokal dan sistemis (*Induced systemic resistance (ISR)*) tanaman pisang Barang terhadap penyakit BDB dalam pengujian rumah kaca. Disamping itu aplikasi Brassicace (limbah kubis, sawi hijau dan Kembang kol) ke media tanam juga mampu menurunkan kepadatan populasi propagul bakteri *Fusarium oxysporum* (Hibah Bersaing tahun I, 2012).

Introduksi FMA pada plantlet Barang dan aplikasi biofumigan Brassicaceae merupakan upaya yang penting dilakukan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap organisme pengganggu tanaman (OPT) di lapangan. Tingginya jumlah propagul patogen layu pisang di dalam tanah dan menumpuknya tanaman yang terserang mengakibatkan tidak produktifnya lahan-lahan endemik pertanaman pisang. Stover (1972) melaporkan propagul BDB dapat bertahan selama 3-18 bulan dan klamidospora Foc ras 4 dapat bertahan hingga 20 tahun di dalam tanah. Hal ini menjadi kendala utama dalam rehabilitasi pertanaman pisang yang rusak berat di Sumatera Utara.

Penggunaan bibit pisang Barang sehat yang terinduksi ketahanannya oleh FMA dan aplikasi biofumigan Brassicace ke lubang tanam (pratanam) merupakan terobosan baru dalam pengendalian penyakit darah dan layu Fusarium sebagai upaya percepatan rehabilitasi lahan-lahan endemik. Pengujian lapang penggunaan FMA indigenus dan Brassicaceae dalam penekanan penyakit layu masih terbatas apalagi untuk tanaman pisang Barang terhadap BDB dan Fusarium. Hingga kini manfaat introduksi FMA yang banyak dikaji adalah aspek agronomi (pertumbuhan dan hasil tanaman), sementara kajian fitopatologi masih terbatas.

Terinduksinya ketahanan lokal dan sistemik tanaman pisang terhadap penyakit layu pisang dapat dianalisis dari perubahan kandungan senyawa metabolit sekunder yang memiliki bioaktivitas antimikroba. Sampai saat ini pengujian lapang tanaman pisang Barang yang terinduksi ketahanan lokal dan sistemiknya terhadap BDB di lahan endemik begitu juga kajian kandungan dan bioaktifitas senyawa antimikroba masih terbatas; sehingga sangat diperlukan pengujian lapang bibit yang terinduksi ketahanannya oleh FMA dan aplikasi biofumigan.

1.2.Tujuan

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk:

Pengujian lapang bibit pisang Barang yang terinduksi ketahannya dengan aplikasi FMA dan biofumigan Brassicaceae (sawi hijau, kubis dan Kembang kol) di lahan endemik.

1.3. Keluaran Penelitian

- 1.Artikel ilmiah pada jurnal Nasional terakreditasi: Tropika HPT UNILA
- 2.Draft teknologi tepat guna pengurangan patogen di pembibitan dan lahan endemik tanaman pisang dengan biofumigan Brassicaceae

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Blood Disease Bacterium (BDB) dan *Fusarium oxysporum* f.sp.*cubense*

Produksi pisang Barang di Sumatera Utara masih tergolong rendah. Hal ini disebabkan karena antara 70-90% dari produksi pisang berasal dari tanaman pekarangan dan kebun skala kecil (Subiyanto 1990 ; Nasir 1997), tingginya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) dan teknik budidaya tanaman pisang tersebut umumnya belum menerapkan inovasi teknologi secara optimal.

Penyebab utama rendahnya produksi dan produktivitas pisang tersebut adalah serangan penyakit darah yang disebabkan oleh Blood Disease Bacterium (BDB) dan layu Fusarium oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) yang seringkali berasosiasi dengan tingginya serangan hama penggerek bonggol oleh *Cosmopolites sordidus* dan penggerek batang (*Odoiporus longicollis*). Kedua patogen layu dikenal sebagai patogen tular tanah paling berbahaya di dunia (Buddenhagen 1986). Sampai tahun 2003, luas serangan penyakit layu di Sumatera Utara mencapai 186.148 ha (Ditlin Hortikultura, 2005). Penyakit ini sangat potensil sebagai pembatas produksi tanaman pisang karena dapat menurunkan produksi sampai 100% (Sulyo, 1992).

Tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh penyakit ini bervariasi antar daerah: yaitu 70-80% di Sulawesi Selatan (Roesmiyanto dan Hutagalung, 1989), 27-36% di Jawa Barat (Mulyadi, 1989). Pada beberapa kabupaten sentra penanaman pisang di Sumatera Utara dilaporkan terserang penyakit darah bakteri dengan kategori ringan, sedang, berat hingga puso. Sampai tahun 2003, luas serangan penyakit layu di Sumatera Utara mencapai 50.866 ha dan dua tahun kemudian meningkat menjadi 186.148 ha (Ditlin Hortikultura, 2005). Daerah- daerah paling tinggi tingkat kerusakannya adalah Kabupaten Tapanuli Selatan, Deli Serdang, Tapanuli Tengah, Mandailing Natal, Langkat dan Simalungun (BPTPH, Propinsi Sumatera Utara. 2007).

Akibatnya terjadi penurunan produksi pisang Sumatera Utara dari 301.986 ton pada tahun 2005 dari luas panen 16.743 ha menjadi 207.832 ton pada tahun 2006 dari luas panen 11.513 ha (BPS Sumatera Utara, 2005.2006). Pada tahun 2006 terjadi penambahan luas serangan penyakit layu bakteri di Kabupaten Deli Serdang sebanyak 1070 rumpun, Labuhan Batu (400 rumpun), di Tapanuli Utara 1225 rumpun, Tapanuli Tengah 5.742 rumpun, Tapanuli Selatan 4.263 rumpun, Toba Samosir 551 rumpun , Madina 867 rumpun dan Nias 395 rumpun (Data SIM OPT Hortikultura Tahun 2006, Sumatera Utara).

1.2. Situasi terkini pertanaman pisang di Sumatera Utara

Turunnya produksi pisang dan tidak produktifnya lahan-lahan endemik pertanaman pisang akibat kontaminasi propagul infektif penyakit darah bakteri (BDB) dan penyakit layu Fusarium (Foc) menjadi kendala utama dalam merehabilitasi pertanaman pisang yang rusak berat di Sumatera Utara. Propagul infektif Foc dapat bertahan 20-40 tahun sedang BDB dapat bertahan hingga 1-2 tahun dalam tanah dan jaringan tanaman terserang tanpa kehilangan virulensinya. Jika tanpa adanya inovasi teknologi yang diterapkan dalam pengurangan propagul infektif patogen maka rehabilitasi akan memerlukan waktu yang cukup lama.

Akibat luar biasa dari serangan penyakit layu ini yang ditemukan di lapangan semenjak tahun 1990 di Sumatera Utara antara lain adalah: kecuali pisang tanduk dan manis maka semua tanaman pisang yang bernilai komersil diserang patogen layu ini. Kondisi ini kemudian berdampak terhadap sumber makanan sehat menjadi berkurang, sumber pendapatan petani berkurang, pendapatan petani menurun, fungsi lahan pisang beralih, luasan lahan tercemar patogen meningkat dan potensi kehilangan sumber plasma nutrisional pisang semakin tinggi (Muharam dan Subiyanto 1991 ; Nurhadi *et al* 1994 ; Buddenhagen 1995 ; Nasir *et al* 1999 ; Moore *et al* 1999 ; Nasir *et al* 2003abc ; Nasir *et al* 2005ab ; Nasir *et al* 2006).

Untuk mempercepat rehabilitasi lahan yang tercemar propagul patogen tersebut serta mendukung program Nasional revitalisasi pisang dalam rangka penyediaan bibit sehat/bermutu dan ketahanan pangan, revitalisasi perekonomian pisang serta isu pemeliharaan lingkungan

menekan penggunaan pupuk dan pestisida kimia perlu dilakukan upaya budidaya pisang sesuai dengan Good Agricultural Practices (GAP) dan Standard Operasional Prosedure (SOP) dengan menerapkan sistem pengendalian terpadu (Integrated Pest Management) yang ramah lingkungan serta jaminan mutu (quality assurance system) yang mengacu pada prinsip *Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)*.

1.3. Inovasi teknologi dalam percepatan peningkatan produktifitas lahan endemik pisang

Dalam upaya mengatasi berbagai masalah yang dihadapi oleh petani pisang maka dalam program ini akan dilaksanakan metoda peningkatan ketahanan sejak dini yang dianggap yang paling tepat saat ini, karena mudah diadopsi, murah dan efektif. Metoda tersebut menggabungkan penggunaan introduksi fungi mikoriza arbuskular (FMA), penggunaan bibit hasil perbanyak kultur jaringan varietas pisang unggulan Sumatera Utara yaitu pisang Barangian serta pemanfaatan biofumigan kubis-kubisan.

Urgensi hasil penelitian ini juga sangat dibutuhkan dalam mencari jalan keluar dari permasalahan bibit pisang sehat dan penyakit pisang karena patogen layu Fusarium dan BDB di Indonesia saat ini. Untuk mempercepat rehabilitasi lahan tercemar tersebut akan digunakan inovasi teknologi percepatan pertumbuhan (*Bio Plant Growth*), induser dengan introduksi FMA yang dikombinasikan dengan aplikasi biofumigan kubis-kubisan. Inovasi FMA di pembibitan pisang Barangian (hasil Hibah Bersaing Tahun I) memberikan hasil yang baik yaitu dapat meningkatkan ketahanan bibit terhadap patogen layu juga meningkatkan pertumbuhan bibit. Disamping itu akar tanaman bermikoriza mampu meningkatkan kapasitas serapan hara karena lama hidup akar menjadi lebih panjang, diameter lebih besar dan permukaan absorpsi lebih luas (Abbot dan Robson 1984). Introduksi mikoriza *Glomus fasciculatum* pada tanaman pisang mampu meningkatkan kandungan N, P, dan K berturut-turut sebesar 248%, 226% dan 332% lebih tinggi dari kontrol (Vega dan Azcon 1995).

Penurunan propagul patogen layu kemungkinan besar dapat dipercepat dengan aplikasi biofumigan kubis-kubisan yang jenisnya sangat banyak dan luas tanamnya sangat tinggi di dataran tinggi Karo. Uji efektifitas kubis dan sawi yang dikombinasikan dengan 3 isolat FMA dirasa sangat urgen dalam percepatan rehabilitasi lahan tercemar sehingga revitalisasi pisang dapat terealisasi. Metoda ini sangat potensial untuk dikembangkan karena lebih praktis, efisien, ekonomis dan ramah lingkungan.

Introduksi FMA pada plantlet pisang sangat diperlukan karena tanaman pisang mempunyai tingkat ketergantungan yang tinggi terhadap FMA (Declerk *et. al.*, 1995), sehingga introduksi FMA pada tanaman pisang perlu dilakukan mengingat sebagian besar areal pertanaman pisang di Sumatera Utara telah terserang penyakit darah bakteri. Introduksi FMA pada saat aklimatisasi dapat meningkatkan pertumbuhan micropropagasi pantlet pisang (Yano-Melo,1999), pisang cavendish (*Musa acuminata* Colla AAA) (Shanti,2000), menyebabkan perbaikan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik di tanah masam. Introduksi *in vitro* *Glomus intraradices* dapat meningkatkan pertumbuhan dan ketersediaan P terhadap micropropagasi pisang (*Musa spp.* cv. Grand Naine) (Declerck *et. al.* 2002). Introduksi *Glomus fasciculatum*, *G. etunicatum* dan *Acaulospora sp* yang diberikan secara tunggal atau kombinasi (multispora) dapat meningkatkan ketahanan bibit pisang Cavendish terhadap *R. solanacearum* ras 2. *A. tuberculata* dan Biorhiza 02 G dapat memperlambat serangan *R. solanacearum* ras 2 pada bibit pisang Kepok (Syafrianis, 2005). *G. fasciculatum* dapat mengendalikan penyakit layu Fusarium yang disebabkan *Fusarium oxysporum* f.sp.*cubense* (Foc) pada pisang Cavendish (Prawira, 2005) dan introduksi *A. tuberculata* dapat mengendalikan Foc pada pisang Barangian (Oktavia, 2005). Introduksi formulasi Biorhiza 02 G meningkatkan ketahanan bibit pisang Barangian terhadap kerusakan nematoda *Rhadopholus similis* (Desfitri, 2005). Introduksi FMA indigenus dari rizosfer tanaman jahe dapat meningkatkan ketahanan jahe terhadap *R. solanacearum* ras 4 (Suharti *et al.*, 2010).

Hidrolisis GSL yang menghasilkan ITS terjadi pada saat jaringan tanaman yang berasal dari pemberian sisa tanaman Brassiacaceae. Dilaporkan bahwa ITS sangat beracun bagi patogen-patogen tular tanah seperti jamur *Gaeumanomyces graminis* var. *tritici*, Fusarium, Bipolaris (Sarwar *et al.*, 1998), *Rhizoctonia solani* dan Pythium (Sarwar *et al.*, 1998; Charron dan Sams, 1999; Manici *et al.*, 2000) bahkan terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum* (Arthy *et al.*, 2005; Kirkegaard, 2007) serta nematoda *Pratylenchus* (Mazzola *et al.*, 2007) dan Meloidogyne (Kirkegaard, 2007).

Hasil penelitian Hibah Bersaing Tahun I diperoleh hasil bahwa aplikasi kombinasi antara 3 isolat mikoriza (Glomus tipe-1, Acaulospora tipe-4 dan *G.fasciculatum*) dan biofumigan Brassicaceae (sawi dan kubis) dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap BDB, disamping dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kedua isolat Glomus tersebut mampu menekan perkembangan propagul *BDB* sehingga gejala penyakit darah tidak muncul, sementara aplikasi Acaulospora tipe-4 hanya mampu memperpanjang masa inkubasi sebesar 20.00 % dibanding kontrol (tanpa FMA). Disamping itu aplikasi FMA juga mampu menekan persentase dan intensitas serangan *BDB*, dimana Glomus tipe-1 dan *G.fasciculatum* mampu menekan persentase dan intensitas serangan bakteri sebesar 100.00 %.

Aplikasi kombinasi biofumigan Brassicaceae dapat meningkatkan kinerja FMA karena kedua jenis Brassicaceae tersebut memiliki efek bakterisida dan fungisida yang tinggi. Kemampuan brassicaceae dalam menekan bakteri tergolong tinggi (sawi hijau ($R^2=0.945-0.972$) dan kubis ($R^2=0.858-0.941$), sementara efek fungisida berkisar $R^2=0.981-0.990$ (sawi hijau) dan $R^2=0.934-0.979$ (kubis)).

BAB III. METODE PENELITIAN

Tahun 2. Pengujian lapang Bibit Pisang Bermikoriza pada lahan endemik penyakit layu pisang

Kegiatan tahun 2 terdiri dari dua tahap yaitu :

Tahap 1 : Pembibitan tanaman pisang Barang dengan aplikasi FMA multispora dan Biofumigan Brassicaceae

Tahap 2 : Pengujian lapang bibit pisang Barang di lahan endemik penyakit layu

Tahap 1 : Pembibitan tanaman pisang Barang dengan aplikasi FMA multispora dan biofumigan Brassicaceae

3.1. Rancangan percobaan

Pembibitan pisang Barang dilakukan kembali dengan menggabungkan penggunaan 3 isolat FMA hasil pengujian tahun I. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa ketiga isolat memiliki kemampuan kolonisasi yang tinggi dalam perakaran tanaman pisang Barang sekaligus dapat meningkatkan ketahanan dan pertumbuhan bibit pisang Barang.

Penelitian ini dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok) dengan perlakuan dosis biofumigan yang terbaik hasil pengujian tahun I (A1) yaitu : 375 g/kg dan kontrol (0 g/kg media tanam). Jenis Brassicaceae yang digunakan adalah jenis sawi hijau, kubis dan Kembang kol.

3.2. Pelaksanaan

3.2.1. Penyiapan Plantlet Pisang Barang

Plantlet Barang yang diperbanyak secara kultur jaringan diperoleh dari perusahaan swasta di Bogor. Plantlet dicuci bersih dari sisa agar medium perbanyakan (MSG) sebanyak 3 kali, kemudian direndam dalam larutan fungisida Dithane M 45 selama 5 menit, selanjutnya bibit dikeringanginkan dan siap untuk diaklimatisasi.

3.2.2. Aplikasi FMA pada plantlet Barang

Isolat FMA diintroduksi pada saat proses aklimatisasi. Sumber inokulum isolat FMA multispora berupa gabungan 3 isolat FMA yang digunakan pada tahun 1 Hibah Bersaing. Hal ini dilakukan karena pada

penelitian tahun I diperoleh hasil bahwa ketiga jenis isolat FMA (Glomus tipe-1, Acaulospora tipe-4 dan *G.fasciculatum*) memiliki efektifitas yang hampir sama dalam meningkatkan ketahanan tanaman pisang Barang terhadap BDB. Inokulan FMA multispora yang digunakan adalah dalam bentuk potongan akar segar yang terkolonisasi serta medium tumbuhnya. Sebanyak 10 g inokulant FMA (multispora) diaplikasikan pada saat tanam dengan cara menaburkan inokulan tersebut disekitar perakaran bibit pisang yang di tanam dalam lubang/koakan polybag yang berisi 300 gr campuran tanah dan arang sekam (3:1) yang sudah disterilisasi. Polybag yang berisi plantlet tersebut diletakkan di atas rak kayu, untuk menjaga agar tetap lembab maka susunan bibit di sungkup dengan plastik transparan dan setiap hari disemprot dengan uap air.

3.2.3. Penyiapan media tanam yang diaplikasi biofumigan

Media tanam yang terdiri dari campuran tanah: arang sekam:kompos tongkol jagung (3:1:1) dengan berat 6 kg dimasukkan kedalam polybag ukuran 20 cm x 25 cm. Polybag disusun di rumah pembibitan. Kedalam masing-masing polybag akan diberikan biofumigant Brassicaceae.

Perlakuan biofumigan Brassicaceae dengan menggunakan rancangan kelompok faktorial dengan 1 faktor yaitu jenis Brassicaceae yang terdiri dari 2 taraf yaitu S = sawi hijau, K = Kubis dan B = Kembang kol dengan dosis terbaik dalam pengujian tahun I yaitu 375 g/kg media tanam dan kontrol (0 g/kg media tanam).

Sawi hijau atau kubis atau kembang kol sesuai dengan dosis perlakuan (375 g/kg media tanam) dipotong-potong ukuran 1x 1 cm (dilakukan secara terpisah). Potongan sawi atau kubis atau kembang kol dimasukkan kedalam blender yang berisi 100 ml air dan dihaluskan. Selanjutnya disiramkan kedalam media tanam, setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Seluruh polybag yang telah berisi media tanam tersebut ditutup dan diinkubasikan selama 14 hari dengan cara menutup polybag dengan lembaran plastik guna memaksimalkan proses fumigasi.

3.2.4. Pemindahan bibit dan pemeliharaan bibit pisang Barang

Dua minggu setelah inkubasi biofumigan maka dilakukan pemindahan bibit dari tahap aklimatisasi pada saat yang bersamaan dilakukan pemupukan dengan Urea, NPK dan KCl. Pemupukan dilakukan sekali sebulan dengan 25 % dosis rekomendasi. Untuk 1 ha pisang memerlukan 207 kg urea, 138 kg super fosfat dan 608 kg KCl (Subakti dan Supriyanto, 1996). Bibit disiram setiap hari sampai kapasitas lapang. Penyirangan gulma dan pengendalian hama dilakukan secara mekanik.

3.3. Tahap 2. Penanaman bibit pisang Barang di lahan endemik

3.3.1. Rancangan Percobaan

Bibit pisang yang terseleksi pada tahap 1 ditanam di lapangan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yaitu kelompok S = sawi hijau, K = Kubis dan kelompok B = Kembang kol.

3.3.2. Pelaksanaan

3.3.2.1. Pembuatan lubang tanam

Semua bibit pisang yang dihasilkan pada kegiatan pertama diuji coba pada penananaman di lapang (lahan endemik BDB dan Foc) di lahan kelompok tani di kecamatan Selesai, Kabupaten Langkat. Sebelum lahan endemik pisang ditanami dengan bibit pisang maka dilakukan pembuatan lubang tanam dengan ukuran 40x40x40 cm.

Pada masing-masing lubang tanam dimasukkan pupuk kandang sebanyak 400 g dan 200 ml ekstrak Brassicace sawi hijau. Lubang tanam dibiarkan selama 10 hari. Untuk setiap perlakuan diulang 3 kali.

3.3. Pengamatan

3.3.1. Pengamatan pada tahap pembibitan

3.3.1.1. Pertumbuhan tanaman

a. Tinggi tanaman

a.Tinggi bibit pisang



Pengamatan tinggi tanaman dilakukan sekali seminggu dengan mengukur tinggi tanaman mulai dari leher akar sampai titik tumbuh. Tinggi tanaman diukur mulai pada saat tanaman berumur 1 minggu setelah tanam (mst) sampai tanaman panen (periode pertama).

b. Jumlah daun

Jumlah daun dihitung pada saat bibit tanaman berumur satu minggu setelah tanam yang dihitung setiap minggu. Jumlah daun diukur mulai pada saat tanaman berumur 1 minggu setelah tanam sampai sampai tanaman panen (periode pertama).

c. Lingkar batang

Lingkar batang dihitung pada saat bibit tanaman berumur satu minggu setelah tanam yang dihitung setiap minggu hingga tanaman panen (periode pertama).

d. Serapan hara N, P, K tanaman

Untuk melihat hubungan persentase akar terkolonisasi FMA, dan pengaruh pemberian biofumigan brassicaceae dengan peningkatan berat tanaman maka dilakukan analisis serapan hara dengan bobot kering total tanaman. Pengamatan pertumbuhan tanaman untuk semua parameter dilakukan juga pada tanaman setelah dipindah ke lapang.

e. Berat basah tanaman

Penimbangan berat basah tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 3 bulan setelah aklimatisasi (bsa), dengan cara membongkar tanaman pada beberapa perlakuan. Akar dicuci kemudian bagian utuh tanaman ditimbang.

f. Pengamatan bobot kering

Pengamatan berat kering tanaman dilakukan pada tanaman umur 3 bsa. Cara menghitungnya adalah sebelum tanaman ditimbang, dicuci dengan air mengalir dan dikelompokkan berdasarkan perlakuan dan ulangan. Tanaman dipotong-potong dan dibungkus dengan koran kemudian ditimbang. Selanjutnya tanaman dioven selama 4 x 24 jam pada suhu 60°C,

setelah itu ditimbang berat kering akar dan bagian atas tanaman (Muas, Jawal, dan Herizal, 2002).

g. Efektivitas simbiosis (Relative mycorrhizal dependency (RMD))

Efektivitas simbiosis (RMD) antara FMA dengan tanaman pisang dapat dihitung berdasarkan rumus Munyanziza *et al*, 1997; Brundrett, 1999):

$$RMD = (BKM - BKTM) / (BKM) \times 100\%$$

BKM = bobot kering tanaman yang diinokulasi FMA

BKTM = bobot kering tanaman yang tidak diinokulasi FMA

Tabel 3.1 : Kriteria ketergantungan tanaman terhadap mikoriza (*Mycorrhizal dependency*)

(<i>Mycorrhizal dependency</i>) (%)	Kriteria
>75%	Sangat tinggi
>50-75%	Tinggi
>25-50%	Cukup
<25%	Kurang
0%	Tidak Ketegantungan

Sumber : Habte and Munjanath (1991).

h. Persentase kolonisasi akar

Persentase kolonisasi FMA dihitung dengan metode slide (Giovannetti dan Mosse, 1980). Bidang pandang yang menunjukkan tanda-tanda kolonisasi (terdapat vesikel dan atau arbuskula atau hifa) diberi tanda (+) sedangkan yang tidak ditemukan tanda-tanda kolonisasi diberi tanda (-), dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ kolonisasi akar} = \frac{\Sigma \text{ Bidang pandang tanda +}}{\Sigma \text{ Bidang pandang keseluruhan}} \times 100\%$$

Kriteria persentase kolonisasi akar dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Kriteria penilaian persentase kolonisasi akar (Giovannetti dan Mosse, (1980) *cit* Setiadi *et al.*, 1992.

Kelas	Kategori kolonisasi
1	0 – 5 % (sangat rendah)
2	6 – 26% (rendah)
3	26 – 50% (sedang)
4	51 – 75% (tinggi)
5	76 – 100% (sangat tinggi)

Sumber : The Institute of Mycorrhizal Research and Development, USDA Forest Service Georgia (*cit* Setiadi *et al.*, 1992)

3.2.2. Pengamatan bibit setelah pindah tanam di lapangan

3.2.2.1. Penyakit layu bakteri dan layu Fusarium

1. Jumlah propagul bakteri dan fungi Fusarium

Penghitungan kepadatan propagul BDB dan Foc dilakukan sebelum dan 1 bulan setelah tanam (bst) menggunakan metode pengenceran. Sebanyak 200 gr tanah lahan endemik diambil menggunakan teknik diagonal. Komposit tanah dicampur dan diaduk ,kemudian sebanyak 50 gr tanah tersebut dicampur dengan 100 ml air selanjutnya di plating dengan menggunakan media TTC (*Tetra zholium chlorida*) dan PDA (*potato dextrose agar*) untuk *Fusarium oxysporum* f. sp *cubense* (Foc). Populasi bakteri dihitung menggunakan rumus Klement *et al* (1990) yang dimodifikasi dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

JB = Jumlah bakteri

A = Jumlah koloni bakteri

B = Faktor pengenceran

Efektivitas penekanan populasi BDB pada rhizosfer pertanaman pisang ditentukan dengan menggunakan rumus : EP = (1- EP/EK) x 100 %

2. Persentase serangan *BDB*

Persentase serangan diamati tiap minggi mulai dari gejala pertama muncul. Persentase serangan *BDB* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

P = Persentase serangan

A= Jumlah tanaman yang menampakkan gejala serangan

D= Jumlah tanaman untuk setiap perlakuan

3. Intensitas serangan penyakit

Intensitas serangan layu bakteri pada bibit pisang diamati tiap minggu mulai dari gejala pertama muncul (minggu kedua setelah inokulasi *R.solanacearum*). Intensitas penyakit dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$I = \Sigma n \times V \cdot N^{-1} Z^{-1} \times 100\% \quad \dots \dots \quad (3)$$

Keterangan : I = Intensitas penyakit; n = Jumlah tanaman dengan skor tertentu; V = Tanaman dengan skor tertentu; N = Jumlah tanaman yang diamati; Z = Skala tertinggi (4)

Pengelompokan skala intensitas penyakit layu bakteri pada bibit pisang dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Skala intensitas penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh BDB pada bibit pisang.

Skor	Keterangan
0	Daun sehat
1	1 helai daun layu/kering
2	2-3 daun layu/kering
3	4-5 daun layu/kering
4	> 5 daun layu/kering

Sumber : Baharuddin, (1994)

Efektivitas penekanan intensitas serangan penyakit dihitung berdasarkan rumus Sivan dan Chet, 1986 yaitu : $E_I = 1 - DT DC^{-1} \times 100\% \quad \dots \dots \quad (4)$

Keterangan: E_I = Efektivitas penekanan intensitas penyakit; DT= Intensitas serangan pada ; DC = Intensitas serangan pada kontrol.

4. Masa inkubasi (hari)

Masa inkubasi adalah rentang waktu (hari) setelah inokulasi bakteri sampai dengan saat munculnya gejala awal penyakit layu yang ditandai dengan terjadinya penguningan daun yang dimulai pada bagian tengah didekat pelepas daun dan diikuti dengan layunya daun tersebut (Baharuddin, 1994).

Efektivitas perlambatan masa inkubasi dihitung dengan rumus Sivan dan Chet ,(1986) yaitu :

$$E_M = (M_k - M_p) M_k^{-1} \times 100\% \dots \quad (5)$$

Keterangan: E_M = Efektivitas penekanan intensitas penyakit; M_k = Intensitas serangan pada ; M_p = Intensitas serangan pada kontrol.

5. Diskolorisasi batang semu

Pengamatan diskolorisasi batang semu dilakukan dengan membelah batang pisang secara simetris, panjang daerah perubahan warna diukur (mengarah ke bagian atas dan bawah batang semu) untuk masing-masing perlakuan.

Skala dan kriteria kerusakan bonggol bibit pisang akibat serangan BDB mengacu pada skala kerusakan bonggol yang disebabkan oleh penyakit layu Fusarium oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Tabel 3.4).

Tabel 3.4. Skala kerusakan bonggol oleh *Fusarium oxysporum* f.sp.*cubense*

Skala	Kriteria
1	tidak ada bintik hitam pada jaringan bonggol
2	ada bintik hitam yang menutupi < 1/3 dari jaringan bonggol
3	ada bintik hitam yang menutupi 1/3 dari jaringan bonggol
4	ada bintik hitam yang menutupi 1/3-2/3 dari jaringan bonggol
5	ada bintik hitam yang menutupi > 1/3 dari jaringan bonggol
6	terdapat bintik hitam pada seluruh jaringan bonggol

Efektivitas penekanan diskolorisasi batang semu dihitung dengan rumus berikut

$$E_p = (D_k - D_p) D_k^{-1} \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

E_D = Efektivitas penekanan diskolorasi

D_k = Panjang diskolorasi pada kontrol

D_p = Panjang diskolorasi pada perlakuan.

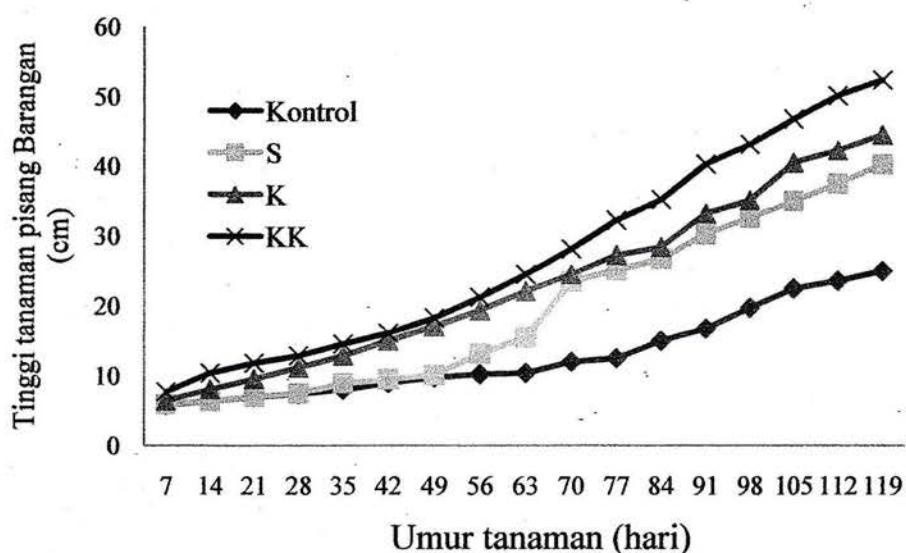
BAB IV. HASIL PENELITIAN

4.1. Pembibitan tanaman pisang Barang dengan aplikasi FMA multispora dan biofumigan Brassicaceae

4.1.1. Pertumbuhan tanaman

4.1.1.1. Tinggi tanaman, jumlah daun dan lingkar batang

Secara umum ditemukan bahwa aplikasi FMA multispora dan kombinasi jenis Brassicaceae pada saat aklimatisasi plantlet pisang Barang dapat meningkatkan ketahanan bibit terhadap penyakit darah bakteri (BDB) dan layu Fusarium (Foc) sekaligus dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Introduksi FMA dan aplikasi 3 jenis Brasiceae secara nyata dapat memicu pertumbuhan tanaman pisang yang tingkat ketergantungannya tinggi terhadap FMA dibanding kontrol (Gambar 4.1).



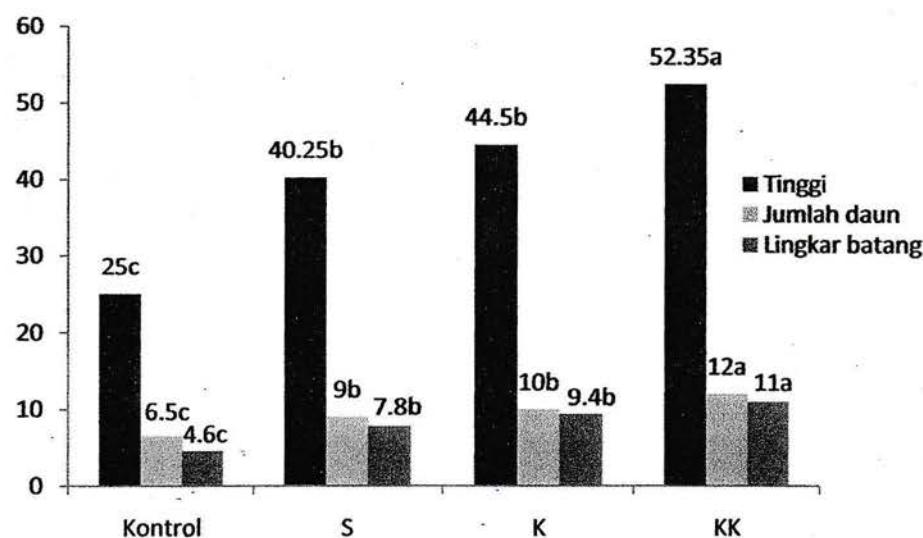
Gambar 4.1. Pertambahan tinggi rata-rata tanaman pisang Barang dengan aplikasi biofumigan dan multispora FMA.Keterangan: S= sawi hijau, K= kubis,KK=Kembang kol

Aplikasi tiga jenis Brassicaceae menyebabkan perbedaan yang nyata dalam meningkatkan tinggi, jumlah daun dan lingkar batang tanaman dibanding kontrol. Pada umur 119 hst aplikasi Kembang kol lebih baik dalam meningkatkan tinggi tanaman, lingkar batang dan jumlah daun diikuti oleh kubis dan sawi masing-masing 52.35 cm; 44.50 cm; 40.25 cm sementara kontrol 25.00 cm. Kembang kol dan kubis memiliki kemampuan yang tidak berbeda dalam meningkatkan lingkar batang, tetapi berbeda nyata dengan kemampuan sawi hijau dan kontrol (Tabel 4.1 dan Gambar 4.2).

Tabel 4.1. Rerata tinggi tanaman, jumlah daun dan lingkar batang bibit pisang Barang umur 119 hst dengan aplikasi multispora FMA dan 3 jenis Brassicaceae

Perlakuan	Rerata pertumbuhan tanaman pisang Barang pada 119 hst		
	tinggi tanaman (cm)	jumlah daun (helai)	lingkar batang (cm ²)
Kontrol	25.00c	6.50c	4.60c
S (sawi hijau)	40.25b	9.00b	7.80b
K (kubis)	44.50b	10.00b	9.40b
KK (Kembang kol)	52.35a	12.00a	11.00a

Keterangan : Angka-angka yang pada kolom diikuti oleh huruf kecil yang berbeda nyata pada taraf 5%



Gambar 4.2. Rerata tinggi, jumlah daun dan lingkar batang tanaman pisang Barang pada umur 119 hst dengan aplikasi biofumigan dan multispora FMA. S = sawi hijau, K = kubis, B = Kembang kol. Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda pada taraf uji 5%

Penambahan biofumigan Brassicaceae ke dalam media tanam dapat berfungsi ganda yaitu dapat menekan jumlah propagul BDB dan Foc sekaligus menambah masukan bahan organik.

Peningkatan kadar C-organik akibat penambahan jaringan Brassicaceae pada media tanam selain dapat meningkatkan kapasitas tukar kation tanah juga dapat memperbaiki sifat fisika dan biologi media tanam. Menurut Johnson dan Shafer, (2003), rotasi Brassicaceae (*Raphanus sativa*)

setelah *Crotalaria juncea* dapat menambah bahan organik tanah yang berfungsi memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah, serta mampu mereduksi serangan OPT tanah seperti *Meloidogyne incognita* dan *Ralstonia solanacearum*.

Meningkatnya kandungan bahan organik akan berkorelasi positif dengan kinerja FMA. Tingginya bahan organik sangat baik bagi kolonisasi FMA. Menurut Husin (1994), kolonisasi FMA berhubungan positif dengan kelembaban tanah dan bahan organik tetapi berhubungan negatif dengan total N dan P. Kemelimpahan *Glomus etunicatum* dilaporkan berkorelasi dengan kadar bahan organik (Carrenho *et al.* 2001) akan tetapi tidak berkorelasi dengan kadar P tersedia dalam tanah (Yusnaini *et al.* 2001).

4.1.1.2 Berat basah dan berat kering

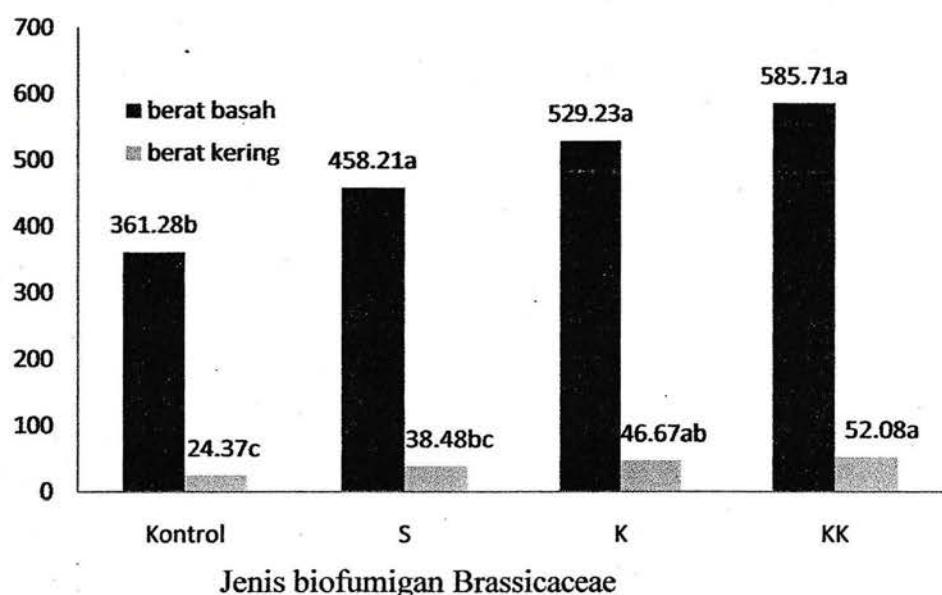
Hasil pengamatan terhadap berat basah dan berat kering bibit pisang Barang yang diintroduksi multispora FMA dan jenis biofumigan Brassicaceae memperlihatkan hasil yang berbeda nyata (Tabel 4.2 dan Gambar 4.3). Hasil pengamatan kemudian dilanjutkan dengan uji DNMRT pada taraf 5%. Rerata berat basah bibit pisang barang dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2. Berat basah dan berat kering bibit pisang barang yang telah diaplikasi umur 119 hst dengan aplikasi multispora FMA dan 3 jenis Brassicaceae

Perlakuan	berat basah (g/tanaman)	berat kering (g/tanaman)
Kontrol	361.28 b	24.37 c
S (sawi hijau)	458.21 ab	38.48 bc
K (kubis)	529.23 a	46.67 ab
KK (Kembang kol)	585.71 a	52.08 a

Keterangan : Angka-angka yang pada kolom diikuti oleh huruf kecil yang berbeda nyata pada taraf 5%

Pada gambar 4.3. dapat dilihat bahwa aplikasi biofumigan Brassicaceae secara nyata dapat meningkatkan berat basah dan berat kering tanaman dibanding kontrol. Berat basah tertinggi ditemukan pada perlakuan aplikasi biofumigan Kembang kol walaupun secara uji statistik pada BNT 5% berat basah tersebut tidak berbeda nyata dengan aplikasi kubis atau sawi hijau. Akumulasi berat basah ini berkorelasi positif dengan parameter pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan lingkar batang.



Gambar 4.3. Rerata berat basah dan berat kering tanaman pisang Barang pada umur 119 hst dengan aplikasi biofumigan dan multispora FMA. S = sawi hijau, K = kubis, B = Kembang kol. Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda pada taraf uji 5%

Selain sebagai biofumigan, Brassicaceae juga menambah bahan organik kedalam media tanaman. Perkembangan dan pertumbuhan tanaman akan berlangsung baik pada saat sumber bahan organik berada dalam media tanam. Pertumbuhan bibit pisang Barang dengan aplikasi 3 jenis Brassicaceae dan FMA multispora dapat dilihat pada Gambar 4.4. Bahan organik merupakan sumber hara disamping dapat memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi media tanam.

Pertumbuhan tanaman yang baik tersebut juga disebabkan semakin baiknya perkembangan FMA multispora di perakaran tanaman pisang. Perkembangan akar tanaman pisang yang bermikoriza akan semakin baik, dimana FMA membantu penyerapan air dan unsur hara terutama fosfat yang dimanfaatkan untuk proses fotosintesa.



Gambar 4.4. Pertumbuhan bibit pisang Barang umur 56 hsa setelah aplikasi FMA multispora dan 3 jenis Brassicaceae. Keterangan: S₁₂= Sawi hijau; KK₁₂= Kembang kol;K₁₂= Kubis

Kedua perlakuan di atas juga mempengaruhi berat kering tanaman pisang Barang. Berat kering merupakan status nutrisi tanaman, dimana hal ini merupakan indikator baik tidaknya pertumbuhan tanaman yang sangat erat kaitannya dengan tingkat ketersediaan hara. Hara dan air akan dipakai untuk fotosintesis, yang kemudian disintesis menjadi sel-sel baru yang berkembang menjadi jaringan dan organ.

Dimana jaringan dan organ ini yang akan menjadi berat kering dari suatu tanaman. Hasil yang sama juga didapatkan oleh Kabirun (2002) bahwa padi gogo varietas IR.64 yang diaplikasi dengan beberapa jenis FMA mempengaruhi hasil berat kering akar dan tajuk padi. Pertumbuhan dan hasil pisang Abaca yang diberi FMA dan pupuk hijauan *Titonia diversifolia* akan meningkat menjadi 200% di lahan kritis Danau Singkarak (Husin dan Eddiwal, 2003).

4.1.2.Kolonisasi FMA

4.1.2.1. Persentase kolonisasi, intensitas kolonisasi dan kepadatan spora

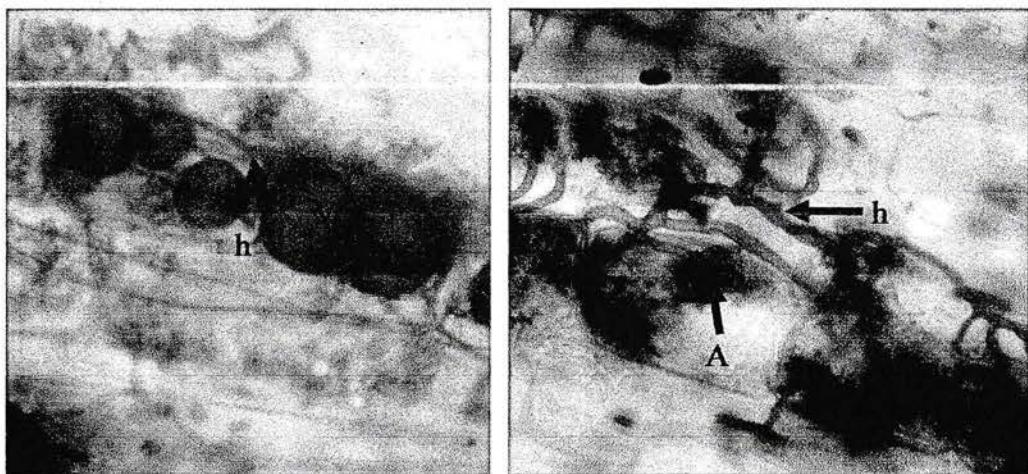
Adanya saling ketergantungan yang kuat antara FMA dengan inangnya akan menghasilkan hubungan yang sinergis sehingga menimbulkan respon yang tinggi dibandingkan dengan tanaman tanpa FMA. Hal ini terlihat dari tingkat simbiosis yang tergolong tinggi yaitu sebesar 80-85.71 % pada 60 hst dan meningkat menjadi 90-90.25% pada 119 hst antara tanaman pisang dengan isolat FMA (Tabel 4.3.). Menurut Gianinazzi dan Pearson (1984) bahwa syarat utama terbentuknya asosiasi FMA adalah kesesuaian fungsional dalam hal ini ditentukan oleh aktivitas fisiologi tanaman, faktor genetik FMA dan morfologi serta karakter akar tanaman. Selain itu faktor eksternal juga ikut mempengaruhi asosiasi ini seperti temperatur, cahaya, kesuburan tanah dan pestisida.

Tabel 4.3. Rerata persentase, intensitas dan efektifitas kolonisasi dan kepadatan multispora FMA pada tanaman pisang Barang umur 60 hst dan 119 hst dengan aplikasi biofumigan sawi, kubis dan Kembang kol

Perlakuan	Rerata persentase, intensitas kolonisasi FMA dan kepadatan multispora FMA							
	60 hst				119 hst			
	PK	ES	IK	KS	PK	ES	IK	KS
KK	35	85.71	2	70	80	91.25	4	92
K	25	80.00	2	75	80	91.25	4	81
S	25	80.00	2	60	70	90.00	4	65
Kontrol	5	0.00	2	5	7	0.00	2	12

Keterangan: PK =persentase kolonisasi, IK=Intensitas kolonisasi, KS=Kepadatan spora per 10 gr; ES=Efektifitas simbiosis; KK= Kembang kol; K=kubis dan S=sawi hijau

Kesesuaian fungsional ini terlihat dari peningkatan pertumbuhan tanaman dan peningkatan kolonisasi FMA dalam perakaran tanaman pisang Barang. Tingkat kolonisasi yang tinggi dan semakin baiknya pertumbuhan sistem perakaran tanaman pisang yang dikolonisasi FMA multispora berpengaruh positif terhadap pertambahan tinggi, jumlah daun dan lingkar batang tanaman. Kolonisasi FMA dalam perakaran tanaman pisang mengalami peningkatan dan teramati pertumbuhan struktur mikoriza yang intensif yang dapat diamati pada tingginya persentase, intensitas kolonisasi dan kepadatan spora pada perakaran tanaman (Gambar 4.5).



Gambar 4.5. Struktur FMA pada perakaran tanaman pisang Barang umur 60 hst. Keterangan : V= struktur vesicular, hi = hifa internal, A = Arbuskular. Perbesaran 100x. Suswati Dokumentasi

Tidak terdapat perbedaan persentase kolonisasi, intensitas kolonisasi dan kepadatan FMA multispora pada media tanam yang diaplikasi dengan jenis Brassicaceae yang berbeda. Hal ini disebabkan karena masa inkubasi jaringan Brassicaceae selama 14 hari sudah dianggap cukup untuk merombak jaringan tanaman menjadi bahan organik yang lebih sederhana. Keberadaan bahan organik tersebut akan memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Kondisi tersebut akan memaksimalkan pertumbuhan struktur internal mikoriza, seperti hifa eksternal dan spora.

Keberadaan struktur hifa eksternal yang mengkolonisasi perakaran tanaman pisang akan menambah luas permukaan absorpsi dengan meningkatnya volume.

Adanya hifa eksternal akan meningkatkan kemampuan penyerapan lebih tinggi terhadap unsur hara fosfor (Setiadi, 1989) dan air (Jeffries., 1987). Terjadinya peningkatan penyerapan P oleh tanaman yang bermikoriza disebabkan karena FMA menghasilkan enzim alkalin fosfatase yang dihasilkan oleh hifa-hifa fungi yang aktif tumbuh (Gunawan, 1993b). Unsur P berfungsi sebagai penyusun metabolit dalam senyawa kompleks seperti aktivator, kofaktor atau penyatu enzim dan berperan dalam proses fisiologi (Soepardi,1983). Peningkatan penyerapan hara yang menguntungkan disebabkan karena volume tanah yang dieksplorasi hifa eksternal FMA meningkat 5-200 kali dibanding tanpa mikoriza (Sieverding, 1991).

Dari data yang diperoleh dapat dikemukakan bahwa introduksi FMA mengubah proporsi hara yang terdapat pada tanaman. Perubahan proporsi hara ini dapat memacu proses metabolisme lebih cepat yang ditunjukkan oleh peningkatan biomassa pada waktu yang sama. Akar yang bermikoriza dapat meningkatkan kapasitas pengambilan hara karena lama hidup akar (*root longevity*) yang terkolonisasi menjadi lebih panjang dan derajat percabangan serta diameter akar menjadi lebih besar sehingga luas permukaan absorpsi akar diperluas (Abbot & Robson., 1984). Hal ini disebabkan karena FMA menghasilkan hormon pengatur tumbuh seperti auksin, sitokinin dan gibberelin bagi tanaman inang. Auksin berfungsi memperlambat proses penuaan akar sehingga fungsi akar sebagai penyerap hara dan air akan bertahan lebih lama (Imas *et al.*, 1989).

Disamping itu akar yang terkolonisasi hifa eksternal mempunyai kemampuan lebih tinggi menyerap hara dibanding bulu-bulu akar (Abbot *et al.*, 1992) khususnya terhadap unsur-unsur yang mobilitasnya rendah seperti P (Hooker and Atkinson 1992).

4.1.2.2. Ketergantungan tanaman terhadap mikoriza (Relative mycorrhizal dependency (RMD))

Tingkat ketergantungan tanaman pisang Barangan terhadap FMA multispora tergolong tinggi yaitu 57.89-100 % dengan kriteria tinggi hingga sangat tinggi (Tabel 4.4).

Hal ini berarti pertumbuhan tanaman pisang Barang sangat memerlukan keberadaan FMA. Menurut Declerk *et al* (1995) introduksi FMA pada plantlet pisang sangat diperlukan karena tanaman pisang mempunyai tingkat ketergantungan yang tinggi terhadap FMA .

Tabel 4.4. Rerata nilai RMD bbit pisang Barang pada umur 119 hari yang diaplikasi FMA multispora dan 3 jenis Brassicaceae

Rerata nilai RMD bbit pisang Barang pada umur 119 hari yang diaplikasi FMA multispora dan 3 jenis Brassicaceae		
Perlakuan	RMD (%)	Kriteria
Kontrol	-	
S (sawi hijau)	57.89	tinggi
K (kubis)	91.51	sangat tinggi
KK (Kembang kol)	100.00	sangat tinggi

Konsep ketergantungan tanaman akan FMA adalah relatif dimana tanaman tergantung pada keberadaan FMA untuk mencapai pertumbuhannya. Tanaman yang mempunyai ketergantungan yang tinggi pada keberadaan FMA, biasanya akan menunjukkan pertumbuhan yang nyata terhadap inokulasi FMA, dan sebaliknya tidak dapat tumbuh sempurna tanpa adanya asosiasi dengan FMA (Setiadi , 2000).

4.1.3. Peningkatan ketahanan bbit pisang Barang terhadap BDB dan Foc

Secara umum ditemukan bahwa aplikasi 3 jenis biofumigan (sawi hijau, kubis dan Kembang kol) yang dikombinasi dengan FMA multispora dapat meningkatkan ketahanan bbit Barang terhadap BDB hingga 120 hst. Hingga 120 hst tidak ditemukan adanya tanaman yang terserang BDB, walaupun propagul BDB masih ditemukan di rhizosfir perakaran bbit pisang Barang. Hal ini disebabkan karena 3 jenis Brassicaceae dapat menekan bahkan mematikan propagul BDB. Pada 60 hst, jumlah propagul BDB masih ditemukan tetapi jumlah tersebut tidak cukup untuk menyebabkan tanaman terserang (jumlah propagul BDB yang efektif untuk menimbulkan gejala adalah 10^8 upk/g media tanam) (Tabel 4.5).

Menurut Kirkegaard, (2007) berbagai jenis Brassicaceae yang dirotasikan dengan tanaman Solanaceae dapat mengendalikan serangan *R. solanacearum* pada tanaman tomat hingga 15% dibanding kontrol (80%) dan meningkatkan produksi tomat hingga sepuluh kali lipat (2.5 sampai 20 t/ha).

Tabel 4.5. Kepadatan *BDB* dan *Foc* pada 60 hst setelah aplikasi FMA dan biofumigan

Perlakuan	Kepadatan <i>BDB</i> dan <i>Foc</i> pada 60 hst (log upk/ml)	
	<i>BDB</i>	<i>Foc</i>
Kontrol	120×10^8	112×10^{10}
S	15×10^6	52×10^7
K	56.71×10^6	33×10^6
KK	19.00×10^6	12×10^6

Sementara serangan *Foc* masih ditemukan dengan persentase dan intensitas yang lebih rendah dibanding kontrol (Tabel 4.6). Hal ini disebabkan karena 3 jenis brassicaceae memiliki efek fungistat (efeknya hanya menekan perkembangan propagul *Foc* tetapi tidak mematikannya) sehingga masih ditemukan adanya serangan *Foc*.

Tabel 4.6. Persentase, Intensitas serangan dan masa inkubasi *Foc* pada bibit pisang Barang setelah aplikasi FMA dan biofumigan

Perlakuan biofumigan	Persentase serangan	Efektifitas (%)	Intensitas serangan	Efektifitas (%)	Masa inkubasi (hst)
Sawi hijau	10b	80	6b	81.59	45a
Kubis	9b	82	5b	84.67	56a
Kembang kol	8.50b	83	5b	84.67	45a
Kontrol	50a	-	32.60a	-	10b

Tiga jenis Brassicaceae yang digunakan memiliki efek fungistat yang hampir sama dalam menekan perkembangan *Foc*, memiliki kemampuan menekan persentase serangan *Foc* sebesar 80-83% dengan efektifitas penekanan intensitas serangan 81.59-84.67%. Hasil penelitian Smolinska *et al* (2003) menemukan bahwa aplikasi berbagai Brassicaceae (*Brassica carinata*, *B. nigra* atau *B. juncea*) dapat menekan perkembangan *Fusarium oxysporum* pada persemaian pinus.



Kombinasi aplikasi Brassicaceae dengan FMA multispora akan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kedua jenis patogen layu. Hasil beberapa penelitian diperoleh hasil bahwa aplikasi FMA multispora secara tunggal maupun dikombinasikan dengan pemberian pupuk hijauan, pupuk kandang akan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap berbagai cekaman seperti serangan patogen disamping itu dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman uji. Introduksi FMA indigenus dari rizosfer tanaman jahe dapat meningkatkan ketahanan jahe terhadap *R. solanacearum* ras 4 (Suharti et al., 2010). Disamping itu introduksi FMA juga dapat menekan perkembangan patogen filopлан. Introduksi FMA pada tanaman tomat dapat meningkatkan ketahanan terhadap bakteri pustul *Xanthomonas axonopodis* pv *vesicatoria* (Yusman et al., 2003). Introduksi *G. versiforme* pada *Medicago truncatula* dapat menurunkan gejala serangan hawar oleh *Xanthomonas campestris* pv. *alfalfae* (Liu et al., 2007).

4.1.4. Analisis kandungan unsur hara media tanam dan jaringan tanaman pisang Barang

Secara umum diperoleh bahwa kandungan hara tanaman pisang dengan aplikasi FMA multispora lebih tinggi dibanding kontrol (tanpa FMA).

4.2. Pengujian lapang bibit pisang Barang di lahan endemik penyakit layu

4.2.1. Pertumbuhan tanaman pisang di lahan endemik

Secara umum pertumbuhan tanaman pisang hingga umur 120 hari setelah tanam (hst) tampak baik, belum ditemukan tanaman yang terserang penyakit darah bakteri. Serangan Foc ditemukan dalam jumlah rendah 5%-10%.

4.2.2. Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan memangkas daun-daun yang telah tua dan penyiraman gulma. Pemupukan dilakukan sesuai dengan rekomendasi pemupukan pisang tetapi dengan jumlah yang lebih sedikit (25-

50% rekomendasi). Hal ini untuk memaksimalkan kerja FMA multispora. Kegiatan pemeliharaan tetap dilakukan hingga tanaman pisang berproduksi.

BAB V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari dua tahap kegiatan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan seperti:

1. Sawi hijau, Kembang kol dan kubis memiliki efek bakterisitat/bakterisida terhadap *BDB* dan efek fungisistat/fungisida terhadap *F.oxysporum* f. sp. *cubense* pada dosis yang digunakan 375 g/kg media tanam. Disamping bermanfaat sebagai biofumigan yang dapat menekan propagul patogen, ketiga jenis Brassicaceae tersebut juga berfungsi sebagai bahan organik yang berperan sebagai sumber hara bagi bibit pisang.
2. Introduksi FMA multispora pada saat aklimatisasi dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap *BDB* dan Foc, sekaligus dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Aplikasi kombinasi Brassicaceae dan FMA multispora akan memperbaiki ketahanan sekaligus pertumbuhan bibit Barang.
3. Pertumbuhan tanaman pisang Barang di lapangan tampak baik. Serangan BDB belum ditemukan, tetapi serangan Fusarium ditemukan dalam jumlah rendah 5%-10%. Pengamatan masih tetap dilanjutkan hingga tanaman pisang panen pertama.

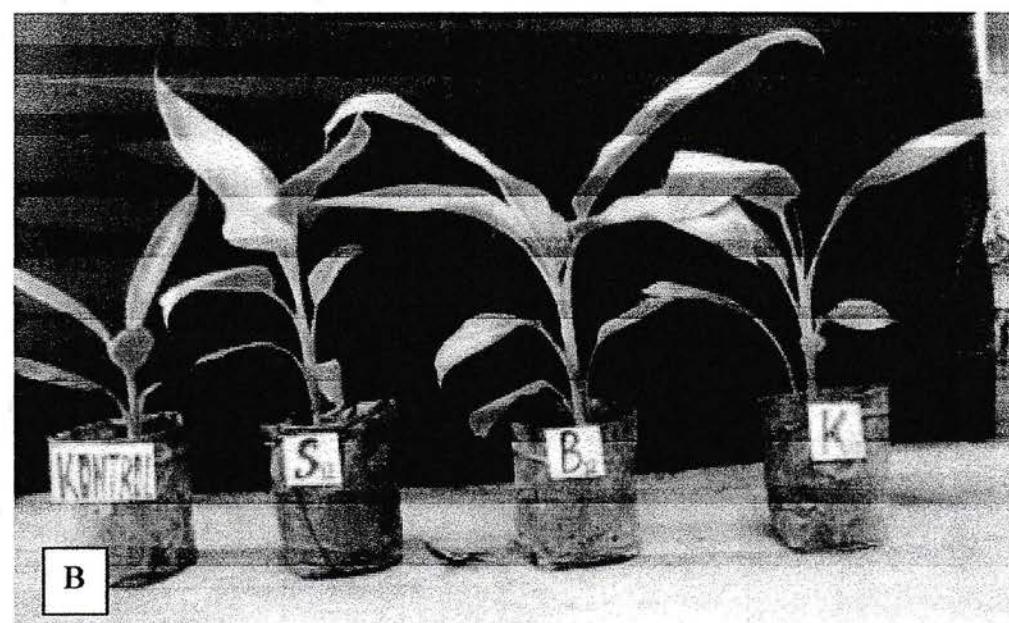
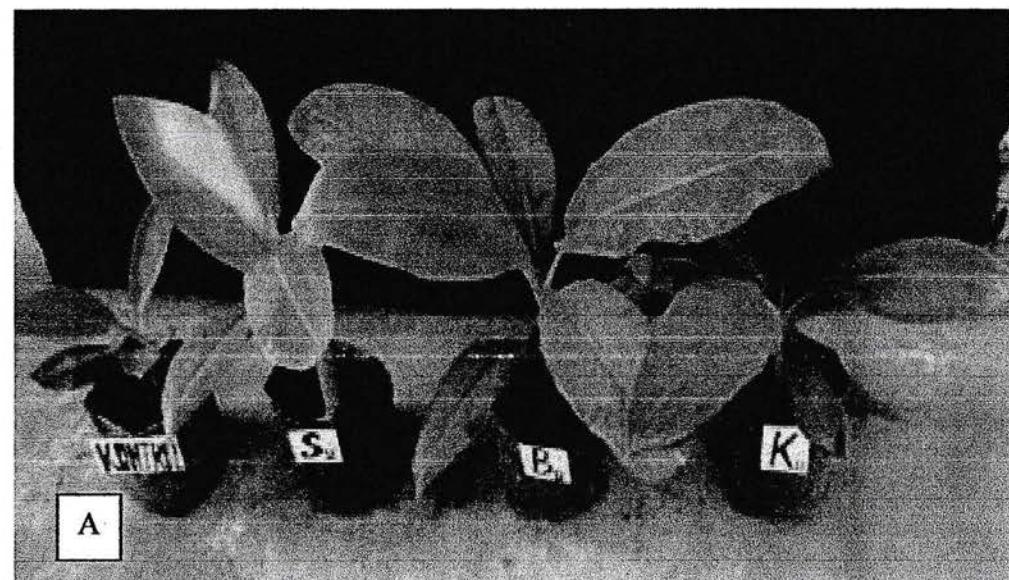
Daftar Pustaka

- Arthy, J.R., E.B. Akiew, J.A. Kirkegaard, and P.R.Trevorow. 2005. Using Brassica spp. As biofumigants to reduce the population of Ralstonia solanacearum in Allen, C., Prior,P., Hayward, A.C. (eds). Bacterial wilt disease and the Ralstonia solanacearum species complex. APS Press. St Paul Minnessota, USA. p.159-166.
- Charron, C. S., and C.E. Sams. 1999. Inhibition of Pythium ultimum and Rhizoctonia solani by shredded leaves of Brassica species.Journal of American Society of Horticultural Science 124: 462-467.
- Charron and Sam, 2002. Impact of glucosinolate content in Broccoli (Brassica oleraceae) on growth of Pseudomonas marginalis a causal agent of bacterial soft rot. Plant Disease 86: 629-632
- Gimsing, A.L. and Kirkegaard, J.A. 2006.Glucosinolate and isothiocyanate concentration in soil following incorporation of Brassica biofumigants. Soil Biology and Biochemistry 38: 2255-2264.
- Harborne, J.B., H. Baxter, and G.P. Moss. 1999.Pythochemical Dictionary: A Handbook of Bioactive Compounds from Plants. 2nd Edition: Taylor and Fransic Ltd. London.
- Kirkegaard, J.A. 2007. Evaluating biofumigation for soil-borne disease management in tropical vegetable production. ACIAR Final Report. 15 pp.
- Kobayashi N, Branch K. 1991. Biological control of soil borne disease with vesicular arbuscular mycorrhiza fungi and charcoal compost. In: Proceeding of the international seminar biological control of plant disease and Virus vector. Sept 17-21, Tsukuba. Japan. 153-160.
- Manici, L.M., L. Lazzeri, G. Baruzzi, O. Leoni, S.Galletti, and S. Palmieri. 2000.Suppressive activity of some glucosinolates and their enzyme-deried product toward plant patogenic fungi.Journal of Agriculture and Food Chemistry 45: 2768-2773.
- Mazzola, M., J. Brown, A.D. Izzo, and M.F.Cohen. 2007. Mechanism of action andefficacy of seed meal-induced patogen suppression differ in a brassicaceae species and time –dependent manner. Phytopathology 97: 454-460.
- McGuire, A. M. 2003. Mustard Green Manures Replace Fumigant and Improve Infiltration in Potato Cropping System.Crop Management doi:10.1094/CM-2003-0822-01-RS.

- Rosa, E.A.S., R.K. Heaney, G.R. Fenwick, and C.A.M. Portas. 1997. Glucosinolates in crop plants. Horticultural Reviews 19:99-215.
- Sarwar, M., J.A. Kirkegaard, P.T.W. Wong, and J.M. Desmarchelier. 1998. Biofumigation potential of brassicas. III. In vitro toxicity of isothiocyanates to soil-borne fungal pathogens. Plant and soil 201: 103-112.
- Smolinska, U., Morra, M.J. & Knudsen, G.R. 2003. Isothiocyanates produced by Brassicaceae species as inhibitors of *Fusarium oxysporum*. Plant Dis 87: 407-412.
- Suharti N. Habazar T, Nasir N. 2012. Inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Indigenus pada Bibit Jahe untuk Pengendalian Penyakit Layu *Ralstonia solanacearum* ras 4. Jurnal Natur Indonesia 14(1): 61-67
- Stevenson, F. J. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. 2nd Edition. John Wiley and Sons. 496 pp.
- Suswati, Habazar T, Rivai F, Putra DP. 2007. Peningkatan Ketahanan Tanaman Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) Dengan Cendawan Mikoriza Arbuskular Terhadap Penyakit Hawar Daun (*Xanthomonas axonopodis* pv *allii*). Kongres Asosiasi Mikoriza Indonesia II. Institut Pertanian Bogor 17-21 Juli 2007.
- Suswati, Habazar T, Nasir N, Putra DP. 2011a. Peningkatan Aktifitas enzim poliphenoloksidase (PPO) tanaman pisang dengan Introduksi FMA-PU10 Terhadap Penyakit Darah Bakteri (BDB). Jurnal Natur Indonesia Volume 13 Nomor 3 Edisi Juni
- Yelianti, U. 2005. Isolasi Cendawan Mikoriza (CMA) dari Rhizosfer Tanaman Kentang Dan Potensinya Sebagai Pupuk Hayati. Prosiding Seminar nasional Dan Workshop Asosiasi Mikoriza Indonesia (AMI). Dies Natalis Universitas Jambi ke-42, tanggal 9-10 Mei 2005 di Jambi.
- Yefriwati, Habazar T, Reflin dan Muas I. 2005. Aplikasi beberapa Cendawan Mikoriza arbuskular Dalam Meningkatkan Ketahanan Bibit Pisang terhadap serangan Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum* ras 2). Posidng Seminar Nasional dan Workshop Asosiasi Mikoriza Indonesia. Dies Natalis Universitas Jambi ke-42, tanggal 9-10 Mei 2005 di Jambi

LAMPIRAN 1. Produk bibit pisang sehat

Produk penelitian yang diperoleh pada legiatan ini adalah bibit pisang Barang sehat yang terinduksi ketahanannya terhadap BDB dan Foc. Vigoritas dari bibit tersebut dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar L. Pertumbuhan bibit pisang Barang umur 56 hsa setelah aplikasi FMA multispora dan 3 jenis Brassicaceae. Keterangan: S₁₂ = Sawi hijau; B₁₂ = Kembang kol; K₁₂ = Kubis. a = tampak atas, b = tampak samping

The Study of Suppressive Effect Biofumigant Brassicaceae and Mycorrhizae Fungi indigenus to Blood Disease Bacterium on pisang Barang seedling

Asmah Indrawati^{1*}; Suswati²

^{1,2}Department of Agrotechnology, Faculty of Agricultural, Universitas Medan Area, 20223 Telp: 061-7366878, 7366871, Fax: (061) 736 8012. Email: asmah _indrawati@yahoo.com

Abstract

The suppressive effects of different biofumigant Brassicaceae and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on blood disease caused by soil-borne plant pathogens Blood disease bacterium (BDB) were investigated in wirehouse trials. Three different of family Brassicaceae and BDB pathogens were examined as model organisms. The biofumigant crops were: cauliflower (*Brassicae oleracea* var.*botrytis*); cabbage (*B. oleracea* var.*capitata*) and mustard (*B. juncea*). Blood disease is a major soil borne diseases of banana (*Musa parasidiaca* L.). It causes serious stand and production loss of banana in Indonesia. The objective of this research was to evaluate the potential inhibition of biofumigant Brassicaceae (cauliflower (*Brassicae oleracea* var.*botrytis*); cabbage (*B. oleracea* var.*capitata*), mustard (*B. juncea*)) and Arbuscular mycorrhizal fungi (FMA) to BDB. The wirehouse experiment was conducted in 500 polybags in with 150 polybags per kind of Brassicaceae employed three replications and 50 polybags control. The Brassicaceae concentration used 375 g/kg soil contaminated BDB. The Brassicaceae plant chopped and blended with 100 ml water and sprayed to soil media, the tip of polybag wrapped with plastic and incubated for two weeks. The banana seedlings treated by AMF replanting to soil medium and applied 25% fertilizer as recommendation after incubation. The results of this research indicated that both biofumigant Brassicaceae plants and mycorrhizae indigenus inhibited BDB development. None of the pisang Barang seedlings applied both Brassicaceae and AMF have infected BDB while being control 50% percentage. The AMF percentage, intensity colonization and spore population is higher inside the banana root treated AMF than others. The combination applied of three kinds Brassicaceae and AMF able to suppress the BDB development in pisang Barang seedlings.

Keywords: blood disease bacterium; pisang Barang seedling; arbuscular mycorrhizal fungi; biofumigant, Brassicaceae

Introduction

Blood disease caused by Blood disease bacterium (BDB) is the major cause of production loss of banana in Indonesia. The pathogen are the major constraint in rehabilitating the damage of banana plantation (Sulyo, 1992), and attacked entire of stadia growth (seedlings, mature plants or plants that have shaped bunches) (Wardlaw, 1961) and systematically lethal with

vascular plants infection (Eden-Green 1992). The control the pathogen is difficult because the infective propagules BDB able to last up to 1-2 years in the soil and infected plant tissue without losing the virulence and spread in various ways (Stover, 1972). Less method of controlling these pathogens is economically successful until now (Buddenhagen, 1995; Ploet, 1990). Restrictions on the use of the chemical pesticides due to the damage and cause in the environment, has prompted a search for new plant protection methods. The use of plant material from several species within the family Brassicaceae is potentially a very interesting alternative way to fight these soil-borne plant diseases. Among these brassiaca species, cauliflower (*Brassicae oleracea* var.*botrytis*); cabbage (*B.oleracea* var.*capitata*) and mustard (*B. juncea*) have been the focus of interest and recent studies which is shown that biomass or seed meal from brassicas has a suppressive effect on some soil pathogens.

One of developable alternative ways in controlling this pathogen is the usage of biofumigant Brassicaceae and biological agents Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF). Biofumigation and AMF treatment are possible solution to control soil borne pathogen such BDB. Biofumigation is the suppression of soil borne pest by toxic compounds released from soil-incorporation Brassica tissue. Plants of Brassicaceae family contained glucosinolates (GLs) degradation products such as alcohol, aldehyde, isothiocyanates (ITCs), and nitriles are produced upon enzymatic hydrolysis of GLs by myrosine (thioglucoside glucohydrolase, EC3.2.3.1) (Morra and Kirkegaard, 2002). Residues of Brassica crops have been shown to have biotoxic activity against many soil borne pathogens and pests. ITCs, mainly allyl isothiocyanate (AITC), contributes to the majority of toxic effect observed in decomposing Brassica tissue (Peterson *et al*,2001).

Application AMF indigenus (Glomus type-1 and type Acaulospora-4) derived from the rhizosphere of Pisang Kepok on the endemic in West Sumatera significantly increased plant resistance to BDB in greenhouse experiment (Suswati *et al.*, 2007a). The research of Maharadingga *et al.*, (2009) revealed isolated AMF was capable of suppressing the disease *Fusarium oxysporum f sp. cubense* (Foc), extended the period incubation of BDB on Cavendish (Yefriwati *et al.*, 2005). According to Suharti *et al.*, (2010), application of the AMF indigenus on ginger rhizosphere leveled up the resistance against *R.solanacearum ras* 4. AMF was also responsible for inducing plant resistance to pathogens by activating local reactions and systemic resistance (García-Garrido and Ocampo, 2002). Induction of a susceptible plant resistance is one of the biological control mechanisms that potentially developed for more practical (applied to the seed/seedling), efficient (no repetition in treatment), economically and environmentally better impact (Habazar and Rivai, 2004).

MATERIAL AND METHODS

Experimental procedures

Stock cultures of multisporic mycorrhizae was maintained on corn (*Zea mays.L*) plants in pot culture. Two months-day-old inoculants AMF multisporous was harvested. Twenty g inoculum containing about 100 spores and infected root segments were inoculated in each pisang Barangian root in

10 cm x 15 cm polybags containing 300 g sterilized rice husk and soil. The banana plantlet polybags were placed in a plastic box with 75 percent humidity and 70% light intensity. The pisang Barangian plantlets without AMF inoculum served as control. The Brassicaceae concentrated 375 g/kg soil contaminated BDB. The soil was used from banana endemic area contaminated BDB in Sempakata, Medan Selayang district. The Brassicaceae plant chopped and blended with 100 ml water and sprayed to soil media, the tip of polybag wrapped with plastic and incubated for two weeks. After incubation the banana seedlings treated by AMF replanted to soil medium and applied 25% fertilizer as recommendation. The plant was under treated for three months by watering and manual weeding in wirehouse.. The parameter of observation encompass: BDB propagul density and FMA development (percentage, colonize intensity, spore density and colonize structure)

Result and Discussion

The results revealed three kinds Brassica act as biofumigants (cauliflower, cabbage & mustard) combined with multispora FMA able to improve the BDB seedling resistances of Barangian. Less found BDB infected plants after 120 dap while 50% plants were infected in control group. It related to the BDB propagul population in banana rhizosphere. The highest infection found in control (10.8 cfu/g soil), *B.oleracea* var.*capitata* (7.75 cfu/g soil), *Brassicae oleracea* var.*botrytis* (7.28 cfu/g soil) and *B.juncea* (7.18 cfu/g soil) (figure 1). BDB population on banana plant without FMA application was significantly different with Brassica application. The decreasing number of BDB population with Brassica application was accordance with other research findings. The application of brassica for vary of plant treated as green fertilizer or plant rotation suppressed the population of soil borne pathogen.

Kirkegaard, (2007) wrote many of Brassicaceae family that rotated with Solanaceae plant control the infection of *R. solanacearum* to tomato as high as 15% compared with control plant as 80%. According to Charron and Sams (1999) & Marwar and Lodha (2002), the Brassicaceae family have been reported to suppress the activity of *Pythium ultimum*, *Fusarium oxysporum* f. sp *cumini* and *Rhizoctonia solani*.

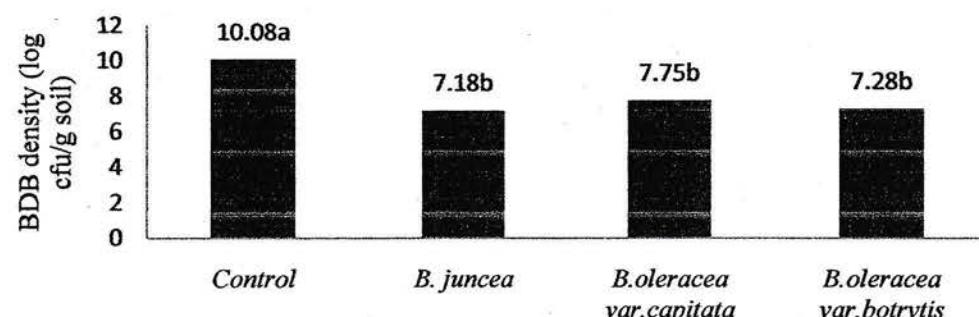


Figure 1. The density of BDB with AMF treated and Brassicaceae on 60 dap

Larkin & Griffin (2007) investigated the application of three Brassica with different levels of GSLs *B. juncea* with (high GSL content), *Raphanus sativus* and *Sinapis alba* (moderate GSL content) and *B. napus* (low GSL

content) suppress of various soil borne potato pathogens. The decomposition of Brassica tissues has released glucosinolates, and hydrolysis of these volatile compounds lead to the formation of isothiocyanates (ITCs), which have fumigant properties similar to metham-sodium (Sarwar *et al.* 1998). Isothiocyanates and other secondary compounds of glucosinolates act either as biocides or suppress the growth of a wide range of soil-borne disease organisms (Kirkegaard and Sarwar 1998). Glucosinolate-containing tissues from the Brassicaceae family have been reported to suppress activity of *Pythium ultimum*, *Fusarium oxysporum* f. sp *cumini* and *Rhizoctonia solani* (Charron and Sams 1999; Marwar and Lodha 2002). According to Larkin & Honeycutt (2005) the effects of Brassica as crop rotation reduced pathogen activity due to three possible mechanisms: 1) breaking the life cycle of the pathogen, 2) changing in the soil characteristics that stimulate microbial activity, making the soil less appropriate for pathogen survival or 3) directly inhibiting of the pathogen through toxic substances released from plant residues or through stimulation of microbial antagonisms.

The less appearance of disease symptoms in pisang Barangan seedling (AMF treated and Brassica applied) is associated with the decreased bacterial on pisang Barangan seedling root. The lower population of BDB has found on banana rhizosphere with AMF than control plant (untreated AMF). The highest BDB density was observed in control (100% soil) compared to the three Brassica addition and AMF treatment. AMF isolates have distinct capacities in suppressing the population growth of BDB. The colonization of AMF on roots plant is effectively lowering the density of bacteria propagule on rhizosphere rooting that coincided with the increasing level of AMF colonization.

The roots of banana have well colonized by AMF isolates under microscopic observation that apparently seen from the high percentage of AMF effectiveness and intensity on colonization and spore density (Table 3). The higher AMF colonization on banana roots responsible for external hyphae of a thin membrane that serves as a barrier to the entry of pathogenic bacteria disabled to penetrate by the pathogen because failure to compete with the AMF. This occurrence resists the root pathogens developments that minimize the infection (Graham, 1981 in Ahmad, 1998). Smith (1988) revealed that penetration and colonization of AMF reduces membrane permeability and release lower root exudates that improper for the pathogens development. This was confirmed by Brundrett (1999) stated AMF structure serve as a biological shield against the root pathogen because of (1) the presence of a thin membrane hyphae as a barrier to the entry of the pathogens, (2) Mycorrhizae employ almost all of the excess carbs and another exudates that create improper environment for the pathogens, (3) AMF produces an antibiotic that inhibit the pathogens growth.

Table 1. The mean of percentage, intensity of colonization, and spore density of AMF on 60 dap and 119 dap with AMF treated and Brassicaceae

Treatment	Code	The mean of percentage, intensity of colonization, and spore density of AMF on 60 dap and 119 dap					
		60 dap			119 dap		
		PC	IC	DS	PC	IC	DS
<i>B. juncea</i>	BJ	25	2	60	70	4	65
<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	Boc	25	2	80	80	4	81
<i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	Bob	25	2	80	80	4	92
control	C	5	2	7	7	2	12

Description: PC * = Percentage of colonization, IC = Intensity of colonization, DS = Density of spores per 10 grams

The AMF application in acclimatization period has made colonization faster and most effective control because AMF colonization took place before attack by the pathogen (Matsubara et al., 2001; Sylvia and Chellemi, 2001). AMF association have been reported for a great impact in decreasing soil borne disease (Schonbeck, 1979; Paulitz and Linderman, 1991; Linderman, 1994; Azco'n-Aguilar and Barea, 1996; Borowicz, 2001; Harrier and Watson, 2004; Whipps, 2004).

AMF introductions on banana plantlets during acclimatization are responsible for induced systemic resistance against the BDB. The earlier AMF colonize the roots, the higher of AMF protective effect against pathogen infection. The high protective effect of AMF on induced Barangan positively correlated with the improving growth of mycorrhizal structures in banana roots. AMF protective effect on the plant occurred in conditions of high colonization. According to Graham and Menge (1982), the introduction of AMF on wheat increased the resistance against *Gaeumannomyces graminis* with higher AMF colonization and the reverse occurred with lower level. Besides, the number and thickness of AMF induced roots has increased. Berta et al (1995) and Copetta et al. (2006) revealed that AMF colonization responsible for the diversity of host root structural that lead to obstruction of pathogen colonization in mycorrhizal root (Kobayashi and Branch., 1991). The mycorrhizal roots are able to improve the nutrient capture capacity for roots longevity that longer colonized, and degree of branching and root diameter becomes larger that expanding the absorption surface area (Abbott & Robson, 1984). External hyphae (diameter of AMF hyphal = 2-10 μ m) have a higher capacity to absorb nutrients than root hairs (root diameter > 300 μ m) (Smith and Read, 2008; Abbot et al., 1992) particularly to the elements that has lower mobility such as P (Hooker and Atkinson, 1992).

AMF growth is indicated by hyphae, arbuscular structure, and spores on cortex of banana roots under microscopically observation. The existences of external hyphae structure that colonize the roots increase the surface area and volume of absorption. AMF grow in root cortex where it intensively

colonized by hyphae and formed arbuscular structure, intraradical spores, vesicule and metrical extra hypae (Figure 1.)

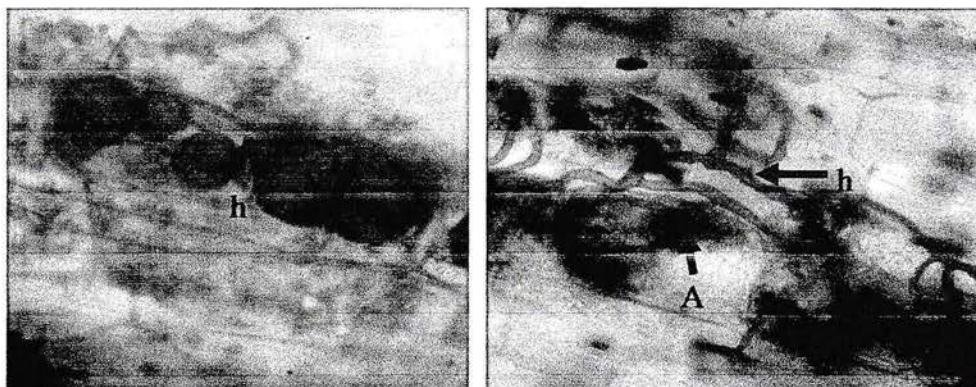


Figure 1. The structure of AMF colonization in the cortex of banana seedling roots 60 dap. Description: h= internal hypha, V=vesicular, A= arbuscular, (100x magnification)

CONCLUSION

To conclude, the both three Brassicaceae and AMF introduction have enhanced the pisang Barang resistance against BDB in seedling growth phase by reducing BDB density and increased AMF colonization

ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to grateful to the Director of Higher Education DP2M which has provided research grants through the Competitive Grant Decentralization Skim DIPA Kopertis Region-I in 2013, and in accordance with the Assignment Agreement in the Context of Decentralization Implementation Research Competitive Grant Program Number: 021/K1.2.2/KL/2013

References

- [1]. Azco'n-Aguilar C, Barea JM (1996). Arbuscular mycorrhizas and biocontrol of soil-borne plant pathogens, an overview of the biological mechanisms involved. *Mycorrhiza* 6: 457–464.
- [2]. Baharuddin B. 1994. Pathological, Biochemical and Serological Characterization of the Blood Disease Bacterium Affecting Banana and Plantain (*Musa acuminata*). In Indonesia. Cuvillier verlag gettingen. 129 p.
- [3]. Borowicz VA (2001). Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plantpathogen relations? *Ecol.* 82: 3057–3068.
- [4]. Brundrett M, Abbot LK, Jasper DA and Aswath N. 1994. Mycorrhizal association in Disturbed and Natural Habitats in Tropical Australia Mycorrhizas for plantation Forestry in Asia. Proceeding of International Symposium and workshop, Kaping, Guandong Province, P.R. China 7-11 November 1994. Editors M.Brundrett, B.dell. Malczuk and Gong Mingqin. P.34-40.

- [5]. Buddenhagen ZW and Elasser TA. 1962. An Insect Spread wild Epiphytic of Bluggoe Bananas. *Nature* 194: 146-165
- [6]. Charron CS, Sams CE (1999) Inhibition of *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* by shredded leaves of Brassica species. *J Am Soc Hortic Sci* 124:462-467
- [7] Declerk,S, C. Plenchette and DG. Strullu. 1995. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA Group) cultivar. *Plant and Soil* 176:183-187
- [8] Eden-Green SJ. 1992. Characteristic of *Pseudomonas solanacearum* and Related Bacteria from Banana And Plantain in South East Asia in: M. Lemattre, S. Freigoun, K. Rudolph and J.G. Swings (Eds.). *Plant Pathogenic Bacteria*. INRA.
- [9].Graham JH, Leonard RT, Menge JA (1981). Membrane mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of vesicular—arbuscular mycorrhiza formation. *Plant Physiol.* 68: 548-552.
- [10]. Harrier LA, Watson CA (2004). The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soilborne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems. *Pest Manag. Sci.* 60:149-157.
- [11]. Kirkegaard JA, Sarwar M (1998) Biofumigation potential of Brassicas. I. Variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown Brassicas. *Plant Soil* 201:71-89
- [12]. Linderman RG, Pfleger FL (1994). Role of VAM in biocontrol. In: (Eds.),*Mycorrhizae and Plant Health*. APS Press, St. Paul, NM, USA, pp. 1-26
- [13]. Marwar R, Lodha S (2002) Brassica amendments and summer irrigation for the control of *Macrophomina phaseolina* and *Fusarium oxysporum* f. sp *cumini* in hot arid region. *Phytopathol Mediterr* 41:45-54
- [14].Matsubara Y, Ohba N, Fukui H (2001). Effect of arbuscular mycorrhizal fungus infection on the incidence of fusarium root rot in asparagus seedlings. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 70: 202-206.
- [15].Morra MJ, Kirkegaard JA (2002) Isothiocyanate release from soil-incorporated Brassica tissues. *Soil Biol Biochem* 34:1683-1690
- [16]. Paulitz TC, Arora DK, Marcel Dekker, Linderman RG (1991).Mycorrhizal interactions with soil organisms. In *Handbook of Applied Mycology*. Soil and Plants. Ed. New York. 1: 77-129
- [17]. Sarwar M, Kirkegaard JA, Wong PTW, Desmarchelier JM (1998) Biofumigation potential of Brassicas. III. In vitro toxicity of isothiocyanates to soil-borne fungal pathogens. *Plant Soil* 201:103-112
- [18]. Schonbeck F (1979). Endomycorrhiza in relation to plant diseases. In:Schippers B, Glams W (Eds.), *Soil Borne Plant Pathogens*. Academic Press, New York, pp. 271-292.
- [19]. Sulyo Y. 1992. Major banana disease and their control. *IARD journal* 14 (3 dan 4): 55-62.
- [20]. Sylvia DM, Chellemi DO (2001). Interactions among root-inhabiting fungi and their implications for biological control of root pathogens. In: *Adv. Agron.* 73: 1-33.
- [21]. Wardlaw CW. 1972. Banana disease. Including plantains and Abaca. Longman. 146-179.

**THE 3rd INTERNATIONAL SYMPOSIUM
FOR SUSTAINABLE HUMANOSPHERE (ISSH) -
• Forum of the Humanosphere Science School (HSS) 2013**

S. D. SWA

PROGRAM BOOK

**"THE DYNAMIC INTERACTION BETWEEN PEOPLE
AND ECOSYSTEMS FOR THE FUTURE OF HUMAN
SUSTAINABILITY"**

**Managing Rektorat,
University of Bengkulu,
Bengkulu-Indonesia.**

September 17-18, 2013

Organized by:

Research and Development Unit for Biomaterials LIPI
Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH) Kyoto University
Faculty of Agriculture University of Bengkulu



Supported by:

Center for Southeast Asian Studies (CSEAS)
International Center for Interdisciplinary and
Advanced Research (ICIAR-LIPI)



Certificate

This is to certify that

Asmah Indrawati

has presented **an article** The 3rd International Symposium for Sustainable Humanosphere (ISSH)
Forum of The Humanosphere Science School (HSS) 2013
The Dynamic Interaction Between People and Ecosystems for The Future of
Human Sustainability"

Organized by

Research and Development Unit for Biomaterials LIPI, Research Institute for Sustainable
Humanosphere (RISH) Kyoto University, Faculty of Agriculture University of Bengkulu



Sponsored by

Center for Southeast Asian Studies (CSEAS), International Center for Interdisciplinary and
Advanced Research (ICIAR-LIPI)



At the Rektorat University of Bengkulu, Bengkulu-Indonesia, September 17-18, 2013

Director of R and D Unit for Biomaterials,
Indonesian Institute of Sciences (LIPI),

Head, International Committee of
Research Institute for Sustainable
Humanosphere (RISH)- Kyoto University,

A handwritten signature in black ink.

Prof. Dr. Sulaeman Yusuf, M.Agr.

A handwritten signature in black ink.

Prof. Mamoru Yamamoto