

Deteksi Awal Ketahanan Beberapa Aksesori Pisang Lokal dan Hasil Persilangan terhadap Penyakit Layu Fusarium (Foc VCG 01213/16 TR4)

Early Detection for Fusarium Wilt Resistance (Foc VCG 01213/16 TR4) in Local and Hybrid Accession of Banana Plants

Tri Handayani^{1*}, Diyah Martanti¹, Yuyu S. Poerba¹, dan Witjaksono¹

Diterima 26 Januari 2017/Disetujui 10 Juli 2017

ABSTRACT

Early detection for *Fusarium* wilt resistant of banana plants can be done at seedling phase under greenhouse condition. The purpose of early detection was to screen and evaluate some number of local and hybrid accession of banana plants for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc VCG 01213/16 TR4 or Foc TR4). The treatments were done by immersing the root seedling in *Fusarium* inoculant at concentration of 10^6 conidia mL⁻¹, for 2 hours, then planted in sterile sand media and placed in container with "double tray system". Experiments were performed using 15 accessions of banana i.e. 1 accession of wild musa (*Musa acuminata* var. *malaccensis*), 7 local accessions and 7 hybrid bananas. Based on greenhouse bioassay, banana Rejang#2 (AA) showed resistance to Foc TR4. The results were consistent in the field condition. Tetraploid plants for pisang Rejang#2 (AAAA) also showed resistant to Foc TR4. Cultivar Cavendish (AAA) and Madu (AA) showed highly susceptible; Ustrali (AAAB) and Goroho (AAA) showed susceptible to Foc TR4. Wild banana (*Musa acuminata* var. *malaccensis*) and Mas Jambe 4x (AAAA) showed moderate susceptible. Of the total 7 hybrids accession; 3 hybrids showed moderate susceptible, and 4 other hybrids showed susceptible to Foc TR4.

Keywords: banana plants, early detection, Foc TR4, hybrid, local

ABSTRAK

Deteksi awal tingkat ketahanan tanaman pisang terhadap penyakit layu *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) dapat dilakukan pada masa pembibitan di rumah kaca. Penelitian bertujuan untuk evaluasi awal tingkat ketahanan beberapa aksesori pisang liar, pisang lokal dan pisang hasil persilangan terhadap penyakit layu Fusarium. Akar bibit pisang pada air yang berisi inokulan Fusarium (Foc VCG 01213/16 atau Foc TR4) pada konsentrasi 10^6 konidia mL⁻¹, selama 2 jam yang selanjutnya ditanam pada media pasir steril dan diletakkan pada kontainer dengan pengaturan "double tray system". Lima belas aksesori pisang yang terdiri atas 1 aksesori pisang liar (*Musa acuminata* var. *malaccensis*), 7 aksesori pisang budidaya dan 7 nomor pisang hasil persilangan dievaluasi tingkat ketahanan terhadap Foc TR4. Dari hasil pengujian di rumah kaca, pisang Rejang#2 (AA) menunjukkan status tahan terhadap penyakit layu Fusarium Foc VCG 01213/16 TR4 yang hasilnya sesuai dan stabil dengan tingkat ketahanannya di lapangan. Pisang Rejang#2 tetraploid (AAAA) juga menunjukkan status tahan terhadap Foc TR4. Pisang Madu (AA) dan Cavendish (AAA) menunjukkan hasil sangat rentan, sedangkan pisang Goroho (AAA) dan pisang Ustrali (AAAB) menunjukkan status rentan. Pisang liar *Musa acuminata* var. *malaccensis* (AA) dan pisang Mas Jambe 4x (AAAA) menunjukkan status agak rentan. Pada seleksi pisang hasil persilangan, didapatkan 3 nomor pisang hibrid dengan status agak rentan yakni 816 MDRK, 1060 MDRK, 2284 MMRK, sedangkan 4 nomor hibrid lainnya menunjukkan status rentan.

Kata kunci: deteksi dini, Foc TR4, hibrid, lokal, pisang

¹Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km.46, Cibinong 16911
email: trihandayani08@gmail.com (*penulis korespondensi)

PENDAHULUAN

Penyakit layu Fusarium yang disebabkan cendawan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) merupakan salah satu masalah utama yang banyak ditemukan pada pertanaman pisang khususnya yang ditanam secara monokultur. Diketahui terdapat tiga jenis Foc yang banyak menyerang tanaman pisang yakni Foc 'Tropical Race' (TR) 1, 2 dan 4. Cendawan Foc ras 4 merupakan salah satu jenis Fusarium yang banyak tersebar di Asia Tenggara dan menyerang banyak kultivar pisang yang sebelumnya diketahui tahan terhadap Foc TR1 dan 2, salah satunya yakni pisang dari golongan 'Cavendish' (genom AAA) yang tahan terhadap Foc TR1 tetapi rentan terhadap Foc TR4 (Wu *et al.*, 2013).

Cendawan Foc mampu bertahan di dalam tanah dalam jangka waktu yang lama. Cendawan Fusarium mempunyai kemampuan untuk membentuk chlamidospora tanpa tanaman inang, dimana cendawan dapat menginfeksi kembali tanaman jika ditemukan inang yang tepat (Swarupa *et al.*, 2013). Pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan fungisida atau fumigan dalam tanah, bukanlah suatu metode yang efektif dan ekonomis. Salah satu pengendalian yang efektif dan berkelanjutan diantaranya yakni dengan penggunaan kultivar pisang tahan penyakit layu Fusarium. Ini dapat diperoleh dengan melakukan seleksi terhadap aksesori pisang lokal, pisang liar ataupun dengan melakukan persilangan antara pisang yang tahan dengan yang rentan (Poerba *et al.*, 2012).

Beberapa pisang budidaya komersial diketahui rentan terhadap penyakit layu Fusarium Foc TR4 diantaranya yakni pisang ambon kuning (Rahmi-Anna *et al.*, 2014), pisang raja (AAB), pisang barangan (AAA), pisang kepok (ABB) dan pisang siem (ABB) (Jumjunidang *et al.*, 2012). Pisang liar *Musa acuminata* var. *malaccensis* diketahui merupakan salah satu jenis yang tahan terhadap penyakit layu Fusarium (Kayat *et al.*, 2009), sedangkan pisang liar *M. acuminata* var. *zebrina* dan *M. acuminata* var. *banksii* berdasarkan pengujian Garcias-Bastidas dan Kema (2014) menunjukkan sifat rentan.

Evaluasi dan seleksi ketahanan pisang terhadap penyakit layu Fusarium dapat dilakukan di tanah yang sudah terinfeksi dengan cendawan Foc. Akan tetapi, evaluasi

lapangan akan membutuhkan waktu yang lebih lama karena umumnya tanaman baru menunjukkan gejala terserang 4-5 bulan setelah tanaman ditanam, selain itu perlu penanganan yang lebih rumit untuk mencegah penyebaran patogen (Mak *et al.*, 2004). Sifat ketahanan tanaman pisang terhadap penyakit layu Fusarium dapat dideteksi dengan lebih dini yakni pada masa pembibitan di rumah kaca. Deteksi dini dilakukan dengan tujuan sebagai seleksi awal tingkat ketahanan tanaman terhadap penyakit layu Fusarium Foc TR4 dalam waktu yang relatif cepat sebelum pengujian dilakukan di lahan. Tujuan penelitian ini ialah untuk memperoleh informasi tingkat ketahanan beberapa aksesori pisang lokal dan pisang hasil persilangan terhadap penyakit layu Fusarium pada masa pembibitan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di rumah kaca Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi LIPI, Cibinong, pada Maret 2014 sampai April 2015. Pengujian dilakukan terhadap 15 aksesori pisang yang disajikan pada Tabel 1. Dari 15 aksesori pisang yang diuji, pisang Cavendish digunakan sebagai kontrol positif tingkat virulensi Foc TR4 (VCG 01213/16 TR4).

Bahan tanaman pisang yakni pisang liar dan pisang budidaya berasal dari perbanyakan dengan teknik kultur jaringan *in vitro*, dengan eksplan awal yakni bonggol tanaman, yang diambil dari kebun koleksi plasma nutfah pisang di Pusat Penelitian Biologi - LIPI Cibinong. Bahan tanaman pisang hibrid berasal dari penyelamatan embrio secara *in vitro* pada biji yang dihasilkan dari persilangan seksual, yang selanjutnya diperbanyak secara kultur jaringan sampai didapatkan jumlah yang cukup. Tunas pisang *in vitro* selanjutnya diaklimatisasi di rumah pembibitan dan dilakukan pengujian pada tanaman yang telah berumur 4-5 bulan.

Percobaan disusun dengan metode rancangan acak kelompok, dengan perlakuan 1) aksesori pisang yang terdiri atas 15 aksesori dan 2) perlakuan inokulasi Foc TR4 dengan konsentrasi 0 (kontrol) dan 10^6 konidia mL⁻¹. Setiap perlakuan pada tiap-tiap konsentrasi Fusarium menggunakan masing-masing 6 tanaman untuk aksesori pisang liar atau budidaya serta 3 tanaman untuk aksesori pisang hibrid.

Tabel 1. Aksesii pisang yang dievaluasi tingkat ketahanan terhadap Foc TR4

No	Aksesii Pisang	Genom	Keterangan Aksesii
1	<i>M. acuminata</i> var. <i>malaccensis</i>	AA	liar
2	Cavendish	AAA	budidaya
3	Gorocho	AAA	budidaya
4	Ustrali	AAAB	budidaya
5	Madu	AA	budidaya
6	Rejang#2 2x	AA	budidaya
7	Rejang#2 4x	AAAA	hasil induksi poliploidii Rejang#2 (AA)
8	Mas Jambe 4x	AAAA	hasil induksi poliploidii Mas Jambe 2x
9	816 MDRK	AA	hibrid (Madu x Rejang)
10	847 MDRK	AA	hibrid (Madu x Rejang)
11	1061 MDRK	AA	hibrid (Madu x Rejang)
12	1060 MDRK	AA	hibrid (Madu x Rejang)
13	798 MDMT	AA	hibrid (Madu x <i>M. acuminata</i> var. <i>Tomentosa</i>)
14	1160 MDMT	AA	hibrid (Madu x <i>M. acuminata</i> var. <i>Tomentosa</i>)
15	2284 MMRK	AA	hibrid (<i>M. acuminata</i> var. <i>Malaccensis</i> x Rejang)

Inokulan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ‘Tropical Race 4’ (Foc VCG 01213/16 Foc TR4) yang digunakan, berasal dari koleksi mikroba Dr. Sarjiya Antonius (Pusat Penelitian Biologi - LIPI). Sebelumnya, konidia inokulan *Fusarium* yang berasal dari media PDA (*Potato Dextrose Agar*) diperbanyak dalam media cair PDB (*Potato Dextrose Broth*). Setelah dua minggu dalam media PDB, konsentrasi konidia *Fusarium* dihitung menggunakan *haemocytometer*.

Aksesii tanaman pisang yang diuji, dicuci bersih akarnya dengan air mengalir, selanjutnya tanaman direndam di dalam air yang sudah ditambahkan inokulan *Fusarium* Foc VCG 01213/16 Foc TR4 dengan konsentrasi 0 (kontrol) dan 10^6 konidia mL^{-1} selama 2 jam. Tanaman yang telah diinokulasi dengan *Fusarium* selanjutnya ditanam di polibag ukuran 30 cm x 35 cm dengan media tanam pasir steril. Tanaman yang sudah terinfeksi selanjutnya diletakkan di bak

“double tray system”. Tanaman disiram setiap hari dan disiram dengan larutan pupuk daun (N:P:K = 20:20:20) 2 g L^{-1} sebanyak 250 ml/tanaman setiap 2-3 hari sekali.

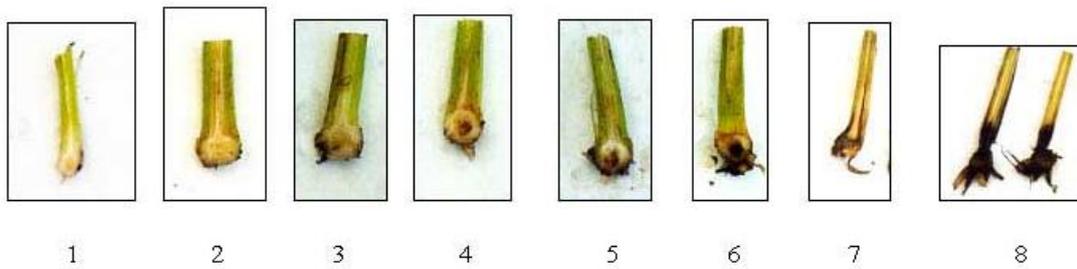
Pengamatan respon tanaman terhadap *Fusarium* (Foc TR4) dilakukan menurut Mak *et al.* (2004). Pengamatan dilakukan pada umur 4 minggu setelah perlakuan perendaman dengan cara skoring penampakkan gejala serangan pada bagian tajuk tanaman (bagian daun/ *leaf severity index* (LSI)) (Gambar 1) dan gejala serangan pada bagian bonggol tanaman/ *rhizome discoloration index* (RDI) (Gambar 2). Tingkat ketahanan tanaman terhadap *Fusarium* ditentukan dengan menghitung *disease severity index* (DSI) dari nilai skor LSI dan RDI, dengan rumus:

$$\text{DSI} = \frac{\sum (\text{Skor} \times \text{Jumlah tanaman pada skor tersebut})}{\sum (\text{Jumlah tanaman yang diperlakukan})}$$



Keterangan: skor 1 (daun berwarna hijau, tidak terdapat gejala kekuningan), skor 2 (mulai muncul gejala kekuningan pada bagian bawah daun), skor 3 (daun yang berwarna kuning hampir pada seluruh bagian bawah daun), skor 4 (daun mulai tampak pada hampir pada seluruh bagian daun), skor 5 (tanaman mati).

Gambar 1. Skoring *leaf symptom index* (LSI) (Mak *et al.*, 2004)



Keterangan: skor 1 (tidak terdapat perubahan warna pada bagian rhizome batang), skor 2 (perubahan warna (kecoklatan/ kemerahan) pada percabangan akar dan rhizome), skor 3 (sekitar 5% terjadi perubahan warna (kecoklatan/ kemerahan) pada rhizome), skor 4 (sekitar 6 – 20% terjadi perubahan warna (kecoklatan/ kemerahan) pada rhizome), skor 5 (sekitar 21 – 50% terjadi perubahan warna (kecoklatan/ kemerahan) pada rhizome), skor 6 (lebih dari 50% terjadi perubahan warna (kecoklatan/ kemerahan) pada rhizome), skor 7 (terjadi perubahan warna (kecoklatan/ kemerahan) pada seluruh bagian rhizome), skor 8 (tanaman mati).

Gambar 2. Skoring *rhizome discoloration index* (RDI) (Mak *et al.*, 2004)

Tabel 2. Translasi nilai DSI dan interpretasi tingkat ketahanan terhadap penyakit layu Fusarium

Nilai DSI untuk LSI	Nilai DSI untuk RDI	Translasi
1	1	tahan
Antara 1.1 – 2	Antara 1.1 – 3	agak rentan
Antara 2.1 – 3	Antara 3.1 – 5	rentan
Antara 3.1 – 4	Antara 5.1 – 8	sangat rentan

Keterangan: DSI (*Disease Severity Index*), LSI (*Leaf Symptom Index*) dan RDI (*Rhizome Discoloration Index*)

Nilai DSI digunakan untuk menentukan kategori ketahanan tanaman terhadap Fusarium yakni tahan, agak rentan, rentan dan sangat rentan. Penentuan kategori berdasarkan nilai DSI ditampilkan pada Tabel 2.

Evaluasi tingkat ketahanan terhadap Fusarium hasil pengujian di rumah kaca pada fase pembibitan dibandingkan dengan evaluasi pengujian di lapangan yang dilakukan di lahan percobaan PT Nusantara Tropical Farm - Way Jepara Lampung. Evaluasi dilakukan terhadap 3 aksesori pisang yakni *M. acuminata var. malaccensis*, pisang Rejang, dan pisang Madu, masing-masing jenis pisang ditanam sebanyak 10 tanaman. Pisang ditanam dengan jarak tanam 2.0 m x 1.5 m, pemupukan dan pemeliharaan tanaman dilakukan secara optimum.

Pengamatan ketahanan tanaman di lapangan dilakukan selama 2 siklus pertumbuhan tanaman. Satu siklus tanaman menunjukkan satu kali tanaman menghasilkan buah/ berproduksi atau satu kali pertumbuhan tunas baru sampai tanaman berproduksi. Tingkat ketahanan tanaman ditentukan dengan pengamatan persentase tanaman terserang Fusarium yang tampak dari gejala daun, batang dan bonggol tanaman. Tanaman yang terserang Fusarium akan menunjukkan gejala penguningan

mulai pada bagian daun tertua kemudian diikuti daun yang termuda. Pada gejala serangan lebih lanjut, daun seluruhnya akan menguning dan kemudian tanaman akan mengalami kematian. Pada bagian bonggol dan batang tanaman akan ditemukan bercak atau garis berwarna merah - keunguan (Soesanto *et al.*, 2012). Penentuan status ketahanan di lapangan yakni: 1) agak rentan, jika tanaman yang terserang Foc <50%; 2) rentan: tanaman terserang Foc > 50%; 3) tahan: tanaman tumbuh baik dan bisa berproduksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil evaluasi didapatkan kultivar Cavendish yang dijadikan kontrol positif virulensi Foc TR4 menunjukkan status sangat rentan, sedangkan aksesori pisang yang tahan yakni pisang Rejang#2 diploid (AA) dan juga pisang Rejang#2 tetraploid (AAAA) dengan nilai DSI-RDI = 1.00 (Tabel 3). Beberapa pisang lokal diantaranya pisang Madu tergolong sangat rentan, sedangkan pisang Goroho dan pisang Ustrali menunjukkan status rentan. Pisang liar *M. acuminata var. malaccensis* dan pisang Mas Jambe tetraploid menunjukkan status agak rentan dengan nilai

DSI-RDI > 1 (Tabel 3). Penentuan status ketahanan terhadap Foc TR4 lebih ditekankan pada nilai DSI-RDI atau penilaian dari penampakan gejala pada bonggol tanaman dikarenakan nilainya lebih konsisten terhadap gejala serangan karena *Fusarium* dibandingkan pengamatan gejala dari daun.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa pisang liar aksesori *M. acuminata* var. *malaccensis* menunjukkan sifat agak rentan terhadap penyakit layu *Fusarium* Foc TR4. Pengujian pada pisang liar *M. acuminata* var. *malaccensis* menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan penelitian yang telah dilakukan oleh Javed *et al.* (2004) dan Kayat *et al.* (2009), yang menyatakan bahwa tanaman pisang liar *M. acuminata* var. *malaccensis* diketahui mempunyai sifat tahan terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) 'Tropical Race 4' dan mulai banyak digunakan dalam studi populasi pengembangan penanda molekuler serta kloning gen ketahanan biotik terhadap penyakit layu *Fusarium*.

Satu nomor aksesori *M. acuminata* var. *malaccensis* yang berasal dari kebun koleksi plasma nutfah pisang Pusat Penelitian Biologi menunjukkan sifat agak rentan. Kerentanan pisang liar *M. acuminata* var. *malaccensis* pada pengujian ini diduga karena tanaman pisang liar yang menghasilkan banyak biji besar kemungkinan mempunyai sifat ketahanan yang berbeda pada tiap aksesori/genotipe akibat segregasi dari persilangan yang terjadi secara alami. Kegiatan eksplorasi dan evaluasi plasma nutfah pisang liar *M.*

acuminata var. *malaccensis* lainnya dapat dilakukan untuk mendapatkan nomor yang tahan terhadap Foc TR4.

Dari tujuh aksesori lokal, diketahui 2 aksesori pisang tahan terhadap Foc TR4 yakni pisang Rejang#2 diploid dan pisang Rejang#2 tetraploid (Gambar 3). Pisang Rejang#2 tetraploid merupakan hasil induksi poliploid pisang Rejang#2 diploid dengan menggunakan senyawa oryzalin sehingga terjadi penggandaan kromosom (Poerba *et al.*, 2017). Ketahanan pisang Rejang#2 terhadap Foc TR4 diduga karena tanaman mempunyai suatu gen atau mekanisme ketahanan tertentu (Sutanto *et al.*, 2011) atau adanya simbiosis dengan cendawan endofit yang dapat menghambat pertumbuhan Foc dengan cara memproduksi metabolit volatil atau bukan volatil atau keduanya (Suciatmih *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil pengamatan dan skoring yang dilakukan pada sejumlah nomor pisang hasil persilangan, diantaranya 4 nomor hibrid MDRK, 2 nomor hibrid MDMT dan 1 nomor hibrid MMRK menunjukkan ketahanan terhadap penyakit layu *Fusarium* yang berbeda, mulai agak rentan hingga rentan (Tabel 4). Dari 4 nomor hibrid MDRK, terdapat 2 nomor hibrid MDRK yang menunjukkan status agak rentan, dan sisanya menunjukkan status rentan. Dari kegiatan persilangan pisang Madu dan pisang Rejang didapatkan sedikit peningkatan ketahanan pisang Madu yang semula sangat rentan menjadi agak rentan.

Tabel 3. Hasil pengujian ketahanan beberapa aksesori pisang lokal terhadap penyakit layu *Fusarium* di rumah kaca

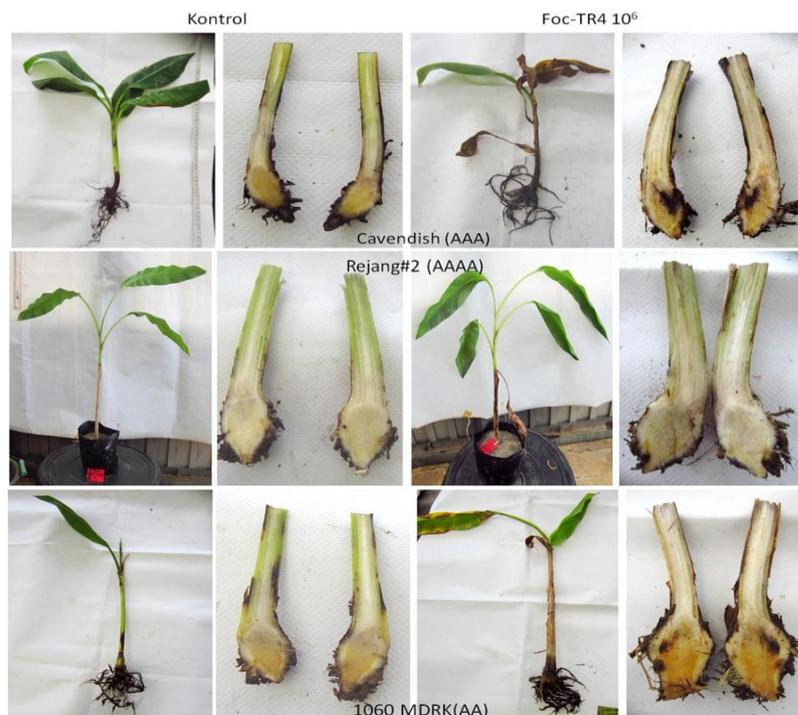
Aksesori	Genom	Persentase Serangan (%)	DSI		Status Ketahanan*
			LSI	RDI	
<i>M. acuminata</i> var. <i>malaccensis</i>	AA	66.7	2.40	2.00	agak rentan
Cavendish	AAA	100	3.83	5.17	sangat rentan
Goroho	AAA	100	4.00	4.00	rentan
Ustrali	AAAB	100	3.67	4.00	rentan
Madu	AA	100	5.00	5.00	sangat rentan
Rejang#2 2x	AA	0	2.00	1.00	tahan
Rejang#2 4x	AAAA	0	1.00	1.00	tahan
Mas Jambe 4x	AAAA	50	3.00	2.00	agak rentan

Keterangan: LSI = Leaf Symptom Index, RDI = Rhizome Discoloration Index, DSI = Disease Severity Index, *konsentrasi perlakuan FOC VCG 01213/16 (TR4) sebesar 10^6 konidia mL^{-1} .

Pada hibrid hasil persilangan pisang Madu dengan pisang liar *M. acuminata* var. *tomentosa* yakni hibrid MDMT, dari dua nomor yang diuji (798 MDMT dan 1160 MDMT), keduanya menunjukkan sifat rentan, sehingga hasil persilangan Ztidak menunjukkan peningkatan ketahanan tanaman terhadap penyakit layu Fusarium. Satu nomor hibrid MMRK juga belum menunjukkan sifat tahan terhadap penyakit layu Fusarium dengan hasil pengujian menunjukkan status agak rentan (*moderat susceptible*).

Gejala perkembangan penyakit layu Fusarium seperti daun layu atau menguning sebagai tanggapan tanaman umumnya akan

mulai tampak pada 2-3 minggu setelah tanaman diinokulasi dengan cendawan patogen. Pada pengamatan yang dilakukan pada 4 minggu setelah inokulasi cendawan Foc TR4 (Gambar 3) terlihat bahwa pada nomor aksesori yang rentan dan sangat rentan, sebagian besar daunnya berwarna kuning dan pada akhirnya tanaman mengalami kematian. Pada bagian bonggolnya akan ditemukan bercak berwarna merah - keunguan yang menandakan adanya bagian yang mulai mengalami nekrosis. Pada nomor aksesori yang tahan, tidak ditemukan bagian yang berwarna merah pada bagian bonggol dan tanaman masih dapat tumbuh dengan baik.



Gambar 3. Hasil uji ketahanan pisang terhadap penyakit layu Fusarium; atas Cavendish (AAA) (sangat rentan), tengah Rejang#2 (AAAA) (tahan) dan bawah hibrid 1060 MDRK (AA) (agak rentan)

Tabel 4. Hasil uji ketahanan beberapa aksesori pisang hibrid terhadap penyakit layu Fusarium di rumah kaca

Aksesori	Genom	DSI		Status Ketahanan*
		LSI	RDI	
816 MDRK	AA	1.00	2.00	agak rentan
847 MDRK	AA	4.00	5.00	rentan
1061 MDRK	AA	3.67	4.67	rentan
1060 MDRK	AA	3.00	3.00	agak rentan
798 MDMT	AA	3.00	4.00	rentan
1160 MDMT	AA	5.00	5.00	rentan
2284 MMRK	AA	4.00	2.00	agak rentan

Keterangan: LSI = Leaf Symptom Index, RDI = Rhizome Discoloration Index, DSI = Disease Severity Index, *konsentrasi perlakuan FOC VCG 01213/16 (TR4) sebesar 10^6 konidia/ m L⁻¹.

Tabel 5. Hasil uji lapangan ketahanan tiga aksesori pisang terhadap penyakit layu Fusarium

Aksesori	Persentase Serangan Penyakit (%)		Ketahanan
	Siklus ke-1	Siklus ke-2	
<i>M. acuminata</i> var. <i>malaccensis</i>	40	30	agak rentan
Rejang#2	0	0	tahan
Madu	20	60	rentan

Keterangan: Pengujian dilakukan di kebun PT NTF – Way Jepara Lampung, satu siklus tanaman menunjukkan satu kali tanaman menghasilkan buah/ berproduksi, tanaman yang terserang penyakit dihitung berdasarkan gejala yang tampak pada daun, batang dan bonggol tanaman.

Serangan penyakit layu Fusarium dimulai dengan konidia cendawan yang menempel pada akar rambut tanaman, akan berkecambah dan masuk ke epidermis akar. Patogen yang masuk ke dalam sistem perakaran selanjutnya akan mendegradasi dinding sel dengan membentuk hifa, berkembang membentuk cabang dan akan masuk ke sel yang lain (Sutanto, 2014). Dengan semakin tingginya serangan maka gejala akan teramati tidak hanya pada bonggol tanaman tetapi juga akan teramati pada batang dan daun tanaman, yang secara kasat mata jaringan akan menunjukkan warna kemerahan pada bagian tanaman yang terserang. Membran sel yang rusak baik pada akar atau batang tanaman akan menghambat penyerapan hara akibatnya gejala akan mulai terlihat pada daun yang tua berwarna kuning yang dimulai dari tepi daun. Namun demikian, hasil pengamatan uji ketahanan pisang terhadap perlakuan Foc TR4 di rumah kaca menunjukkan bahwa gejala serangan pada bonggol (gejala internal) merupakan gejala yang paling penting dibandingkan gejala serangan pada daun/ tajuk (gejala eksternal) (Kasutjaningati *et al.*, 2011). Hal ini dapat dijelaskan dengan banyaknya pengaruh yang menyebabkan daun menguning, baik dari segi nutrisi maupun gejala serangan penyakit lainnya.

Hasil pengujian tingkat ketahanan terhadap Fusarium di rumah kaca menunjukkan kesesuaian dengan pengujian di lapangan. Pisang Rejang#2 yang terbukti tahan pada pengujian di *green house* juga menunjukkan sifat yang tahan saat di pengujian di lapangan (Tabel 5). Hasil ini memperkuat hasil sebelumnya bahwa Pisang Rejang menunjukkan respon konsisten stabil tahan terhadap penyakit layu Fusarium, sedangkan pisang liar *M. acuminata* var. *malaccensis* dan pisang Madu menunjukkan status agak rentan dan rentan (Tabel 5).

Pisang Rejang#2 baik diploid maupun tetraploidnya berdasarkan hasil pengujian menunjukkan ketahanan terhadap penyakit layu Fusarium Foc TR4, sehingga dijadikan sebagai salah satu sumber tetua untuk persilangan tanaman pisang untuk mendapatkan tanaman yang tahan terhadap penyakit layu Fusarium. Akan tetapi, pada hasil evaluasi awal 7 nomor silangan belum didapatkan pisang hibrid yang tahan. Kegiatan pemuliaan tanaman pisang melalui persilangan secara konvensional maupun rekayasa genetik terutama untuk mendapatkan tanaman yang tahan terhadap penyakit layu Fusarium belum banyak dilaporkan keberhasilannya. Hal tersebut karena kegiatan persilangan pada tanaman pisang masih mempunyai banyak hambatan. Keberhasilan persilangan pisang sampai saat ini masih terkendala kompleksnya sistem genetik, adanya sifat paternokarpi, fertilitas polen, kegagalan dalam sistem penyerbukan atau pembuahan, heterozigositas yang tinggi, serta genom yang berlainan (Poerba *et al.*, 2016).

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian di rumah kaca, pisang Rejang#2 (AA) menunjukkan status tahan terhadap penyakit layu Fusarium Foc-VCG 01213/16 TR4 yang mana hasilnya sesuai dan stabil dengan tingkat ketahanannya di lapangan. Tetraploid dari pisang Rejang#2 (AAAA) juga menunjukkan status tahan terhadap Foc TR4. Pisang Madu (AA) menunjukkan status sangat rentan, sedangkan pisang Goroho (AAA) dan pisang Ustrali (AAAB) menunjukkan status rentan. Pisang liar *M. acuminata* var. *malaccensis* (AA) dan pisang Mas Jambe 4x (AAAA) menunjukkan status agak rentan. Pada seleksi pisang hasil persilangan, didapatkan 3 nomor pisang hibrid dengan status agak rentan yakni

816 MDRK, 1060 MDRK, 2284 MMRK, sedangkan 4 nomor hibrid lainnya menunjukkan status rentan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini sepenuhnya didukung oleh dana proyek penelitian kompetitif LIPI sub-kegiatan Eksplorasi dan Pemanfaatan Terukur Sumber Daya Hayati (Darat dan Laut) Indonesia tahun 2014 - 2015, dengan judul "Evaluasi, karakterisasi dan seleksi varietas baru pisang hasil induksi poliploid dan persilangan". Terima kasih disampaikan kepada Dr. Sarjiya Antonius untuk kultur *Fusarium Foc-VCG 01213/16 TR4* dan seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan kegiatan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Garcia-Bastidas, F., G.H.J. Kema. 2014. Banana germplasm phenotyping with *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* tropical race 4. <http://panama.disease.org/en/research>. [29 Januari 2015].
- Javed, M.A., M. Chai, R.Y. Othman. 2004. Study of resistance of *Musa acuminata* to *Fusarium oxysporum* using RAPD markers. *Biologia Plantarum*. 48(4): 93-99.
- Jumjunidang, Edison, Riska, C. Hermanto. 2012. Penyakit layu fusarium pada tanaman pisang di Propinsi NAD: sebaran dan identifikasi isolat berdasarkan analisis *vegetative compatibility group*. *J. Hort*. 22(2): 164-171.
- Kasutjianingati, R. Poerwanto, Widodo, N. Khumaida, D. Efendi. 2011. Efektivitas aplikasi *in vitro* Rhizobakteri sebagai agen antagonis layu fusarium pada pisang Rajabulu/AAB di rumah kaca. *J. Hort. Indonesia*. 2(1): 34-42.
- Kayat, F., N. Bonar, R. Waugh, S. Rajinder, A.R. Rahimah, K.A. Rashid. 2009. Development of a genetic linkage map for genes associated with resistance and susceptibility to *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* from an F1 hybrid population of *Musa acuminata ssp. malaccensis*. *Acta Hort*. 828: 333-40.
- Mak, C., A.A. Mohamed, K.W. Liew, Y.W. Yo. 2004. Early screening technique for fusarium wilt resistance in banana micropropagated plants. Di dalam: Mohan, J.S., R. Swennen, editor. *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations*. Italy: FAO Science Publisher, Inc.
- Poerba, Y.S., F. Ahmad, Witjaksono. 2012. Persilangan pisang liar diploid *Musa acuminata Colla var. malaccensis* (RIDL.) Nasution sebagai sumber pollen dengan pisang madu tetraploid. *J. Bio. Indonesia*. 8(1): 181-196.
- Poerba, Y.S., Witjaksono, T. Handayani. 2016. Pembentukan dan penampilan pisang Rejang hibrid triploid hasil persilangan pisang Rejang mixoploid dengan pisang Rejang diploid. *J. Bio. Indonesia*. 12(1): 19-30.
- Poerba, Y.S., T. Handayani, Witjaksono. 2017. Karakterisasi pisang Rejang tetraploid hasil induksi dengan oryzalin. *Berita Biologi*. 16(1): 85-93.
- Rahmi-Anna, F.G., N. Nasir, Jumjunidang, C. Hermanto. 2014. Uji ketahanan pisang Ambon koleksi dari Jambi terhadap beberapa *vegetatif compatibility group* (VCG) *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* (Foc). *J. Biologi Universitas Andalas* 3(1): 1-8.
- Soesanto, L., E. Mugiastuti, F. Ahmad, Witjaksono. 2012. Diagnosis lima penyakit utama karena jamur pada 100 kultivar bibit pisang. *J. HPT Tropika* 12: 36-45.
- Suciatmi, A., I. Antonius, T.R. Hidayat, Sulistiyani. 2014. Isolasi, identifikasi dan evaluasi antagonisme terhadap *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* (Foc) secara *in vitro* dari jamur endofit tanaman pisang. *Berita Biologi*. 13(1): 71-83.

- Sutanto, A. 2014. Karakterisasi molekuler ketahanan beberapa kultivar pisang (*Musa* spp.) terhadap penyakit layu *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Sutanto, A., Sudarsono, D. Sukma, C. Hermanto. 2011. The study and early evaluation of resistance of banana accessions for wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* VCG 01213/16 (TR4). Proceeding of The 7th ACSA Conference 2011.
- Swarupa, V., K.V. Ravishankar, A. Rekha. 2013. Characterization of tolerance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* infection in banana using suppression subtractive hybridization and gene expression analysis. *Physiological and Molekular Plant Pathology*. 83: 1-7.
- Wu, Y., G. Yi, X. Peng, B. Huang, E. Liu, J. Zhang. 2013. Systemic acquired resistance in Cavendish banana induced by infection with an incompatible strain of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. *J. Plant Physiology*. 170: 1039-1046.