

ISBN 978-979-15649-6-0

PROSIDING



**SIMPOSIUM DAN SEMINAR BERSAMA
PERAGI-PERHORTI-PERIPHI-HIGI
MENDUKUNG KEDAULATAN PANGAN DAN
ENERGI YANG BERKELANJUTAN**

**IPB International Convention Center
Bogor, 1-2 Mei 2012**

**DEPARTEMEN AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Bekerjasama dengan:



PROSIDING

Simposium dan Seminar Bersama
PERAGI-PERHORTI-PERIPHI-HIGI
Bogor, 1-2 Mei 2012

ISBN: 978-979-15649-6-0

Editor

Maya Melati

Sandra Arifin Aziz

Darda Efendi

Ni Made Armini

Sudarsono

Nita Ekana'ul

Syhabuddin Al Tapsi

Cover Desain : Shalati Febjislami

Layout : Nita Ekana'ul
Syhabuddin Al Tapsi

Penerbit

Departemen Agronomi dan Hortikultura

Bekerja sama dengan:

Perhimpunan Agronomi Indonesia

Perhimpunan Hortikultura Indonesia

Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia

Himpunan Ilmu Gulma Indonesia

Sekretariat

Departemen Agronomi dan Hortikultura

Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga Bogor, 16680

Phone/fax: (0251) 8422-889/8629-353

IDENTIFIKASI KETAHANAN TANAMAN PISANG AMPYANG HASIL MUTASI INDUKSI TERHADAP PENYAKITLAYU *FUSARIUM* DI RUMAH KACA

Reni Indrayanti^{1,*}, Nurhayati A. Mattjik², Asep Setiawan² dan danSudarsono²

¹Departement of Biologi, Faculty of Mathematic and Science, Jakarta State University (UNJ) Indonesia,
Jl. Pemuda No.10 Rawamangun, Jakarta 13220, Indonesia. Tel.: +62 21 4894909; fax: +62 21 4894909

²Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University (IPB), Indonesia
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Corresponding author: reni_yanti@yahoo.com

Abstrak

Pengembangan tanaman pisang tahan terhadap penyakit layu *Fusarium* memiliki kendala berupa sulitnya diperoleh keragaman genetik pada kultivar pisang, karena pisang berbiak secara vegetatif. Teknik mutasi induksi dengan iradiasi gamma merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan keragaman genetik pada pisang, sehingga diantara klon tanaman yang dimutasi diharapkan diperoleh varian yang tahan terhadap penyakit layu *Fusarium* melalui pengujian ketahanan tanaman di rumah kaca. Tujuan percobaan adalah untuk mengidentifikasi ketahanan klon-klon pisang cv. Ampyang (*Musa acuminata*, AAA) hasil mutasi induksi dengan iradiasi gamma terhadap penyakit layu *Fusarium* di rumah kaca. Tanaman hasil mutasi induksi dengan iradiasi gamma (0, 20, 25, 30, 40, 45 dan 50 Gy) dan telah diproliferasi selama 10 bulan secara *in vitro*, ditumbuhkan dirumah kaca sampai usia 3-4 bulan. Pengujian ketahanan terhadap klon varian tanaman dilakukan melalui perendaman akar selama 2 jam dengan suspensi konidia *Foc* isolat Banyuwangi kerapatan 2.5×10^7 konidia ml⁻¹. Hasil percobaan pada usia 5 bulan setelah infeksi menunjukkan bahwa 5 klon tanaman (13.8%) teridentifikasi tahan terhadap layu *Fusarium*. Klon tanaman tersebut berasal dari hasil iradiasi 30 Gy (3 klon), dan klon tanaman *recovery* yang berasal dari hasil iradiasi 40, 45 dan 50 Gy masing-masing 1 klon, sedangkan klon tanaman hasil iradiasi 20 Gy keseluruhannya teridentifikasi rentan terhadap penyakit layu *Fusarium*.

Kata kunci: iradiasi gamma (Gy), Musa acuminata (AAA), Foc isolat Banyuwangi.

PENDAHULUAN

Penyakit pada tanaman pisang merupakan masalah utama yang menurunkan produksi tanaman pisang, sehingga menjadi kunci utama alasan untuk membuat program pemuliaan tanaman pisang. Tanaman Pisang cv. Ampyang (*Musa acuminata*, genom AAA, subgrup non-Cavendish) merupakan jenis pisang meja yang sudah jarang dibudidayakan oleh petani di Indonesia sehingga sulit dijumpai di pasar tradisional dan modern, selain di Indonesia pisang ini terdapat di Malaysia (cv. Amping) dan Filipina (cv. Amo) (Valmayor *et al.*, 2000). Pengembangan tanaman pisang ini memiliki kendala di antaranya serangan penyakit layu *Fusarium* yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *cubense* (E. F. Smith) Snyder and Hansen (*Foc*). Penyakit ini berasal dari Asia Tenggara. Di Indonesia penyakit ini berkembang pada tahun 1916 di pulau Jawa (Nasir *et al.*, 1999).

Cendawan *Foc* merupakan cendawan tular tanah yang menyerang akar tanaman pisang dan *plantain* yang tersebar luas, sangat destruktif dan merupakan penyakit tanaman yang sangat merugikan yang menyerang berbagai perkebunan dan industri pisang di Indonesia (Nasir *et al.*, 2003), walaupun informasi yang akurat dan pengaruhnya secara ekonomi masih sangat terbatas (Hermanto *et al.*, 2011). Menurut berbagai sumber yang ada, penyakit layu *Fusarium* ini merupakan masalah utama yang menurunkan produksi tanaman pisang dan *plantain* (*Musa* spp.) (Smith *et al.*, 2006).

Peningkatan dan pengembangan tanaman pisang yang resisten terhadap layu *Fusarium* dapat dilakukan di antaranya melalui pemuliaan mutasi. Induksi mutasi dengan iradiasi gamma secara *in vitro* dilakukan untuk meningkatkan keragaman genetik pisang, karena usaha untuk pengembangan klon yang resisten terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* menggunakan teknik pemuliaan konvensional memiliki keberhasilan yang sangat rendah (Predieri, 2001; Companioni *et al.*, 2003). Poliploidi, fertilitas jaringan reproduktif yang rendah dan jantan steril pada tanaman pisang (AAA) dan *plantain* (AAB dan ABB) merupakan faktor utama keberhasilan yang rendah tersebut. Penggunaan teknik mutasi induksi

memiliki keunggulan, namun teknik mutasi induksi menyebabkan terjadi mutasi secara acak maka sifat mutan yang didapatkan bersifat acak pula (Medina *et al.*, 2004). Sehingga evaluasi ketahanan varian perlu dilakukan secara menyeluruh di rumah kaca dan di lapangan.

Perolehan tanaman yang resisten terhadap layu *Fusarium* dilakukan melalui mutasi induksi dengan iradiasi gamma, untuk meningkatkan perolehan klon-klon tanaman yang resisten layu *Fusarium*. Penggunaan iradiasi gamma (γ) untuk pengembangan tanaman buah-buahan telah banyak digunakan diantaranya untuk mendapatkan tanaman pisang resisten penyakit layu *Fusarium* (Sutarto *et al.*, 1998; Smith *et al.*, 2006), untuk mendapatkan tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) resisten *Antracnose* (Litz, 2009), dan tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) resisten penyakit *ring spot virus* dan menghambat pemasakan buah (Chan, 2009). Tujuan percobaan adalah untuk mengidentifikasi ketahanan klon-klon pisang cv. Ampyang hasil mutasi induksi dengan iradiasi gamma terhadap penyakit layu *Fusarium* di rumah kaca.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB, pada bulan Januari 2010 sampai Oktober 2010. Bahan tanaman yang digunakan dalam percobaan adalah varian pisang cv. Ampyang hasil iradiasi gamma usia 3-4 bulan setelah aklimatisasi. Bahan inokulum berupa suspensi konidia *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*) dalam media *Potato Dextrose Broth* (PDB). Suspensi konidia *Foc* isolat Banyuwangi (Bw) dalam media PDB usia 21-30 hari disaring dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan mycelia dengan konidia *Foc*. Selanjutnya kerapatan konidia dihitung dibawah mikroskop cahaya dengan menggunakan *haemocytometer* pada 5 bidang pandang. Suspensi konidia dilakukan pengenceran dalam aquades steril untuk mendapatkan kerapatan 2.5×10^7 konidia ml^{-1} , dan selanjutnya suspensi digunakan sebagai bahan inokulum.

Plantlet pisang cv. Ampyang aseptis hasil iradiasi gamma yang telah diproliferasi dan diregenerasi selama 10 bulan, diaklimatisasi dan ditumbuhkan di rumah kaca sampai usia 3-4 bulan. Evaluasi ketahanan varian tanaman terhadap layu *Fusarium* dilakukan melalui metode perendaman akar yang diperoleh dari percobaan sebelumnya. Akar tanaman pisang dipotong sampai berukuran 2-3 cm dari pangkal akar, selanjutnya akar direndam dalam suspensi konidia *Foc* isolat Banyuwangi dengan kerapatan 2.5×10^7 konidia ml^{-1} selama 2 jam dibawah sinar matahari. Tanaman ditumbuhkan dalam gelas plastik berukuran 300 ml berisi media tanam dengan komposisi: tanah (33%), pupuk kandang (33%), humus (33%), NPK (0.4%), pestisida (0.3%) dan dolomit (0.3%). Tanaman ditumbuhkan dan diamati skor gejala kelayuan bibit berdasarkan Epp (1987), karakter agronomis tanaman, serta anatomi akar pada usia 2 bulan setelah infeksi. Kemampuan hidup tanaman diamati kembali 5 bulan setelah infeksi.

Skoring gejala layu pada bibit pisang akibat infeksi *Foc* dilakukan mengikuti kriteria yang dikembangkan Epp (1987), yaitu: **skor 0** – bibit sehat dan tidak menunjukkan gejala layu; **skor 1** – daun bagian bawah sedikit dan mengering; **skor 2** – peningkatan jumlah daun yang menguning dan bibit mulai layu; **skor 3** – seluruh bibit mengering kecuali daun baru atau belum membuka; **skor 4** – bibit mati. Skoring gejala nekrosis pada bonggol pisang dilakukan sebagai berikut: skor 0 – tidak terjadi perubahan warna bonggol; skor 1 – nekrosis antara 0-5%; skor 2- nekrosis 6-20%; skor 3 – nekrosis 21-50%; skor 4 – nekrosis 51-99% dan skor 5 – nekrosis 100% (Carlier *et al.*, 2002).

Intensitas penyakit (IP) untuk gejala kelayuan bibit dan nekrosis bonggol ditentukan dengan rumus: $IP = [\sum(ni \times si) / (N \times S)] \times 100\%$; dengan **ni**: jumlah bibit dengan skor gejala **i**; **si**: skor gejala **i**; **N**: jumlah total bibit yang diamati; **S**: skor gejala tertinggi (Chachinero *et al.*, 2002). Penentuan respon bibit pisang terhadap infeksi *Foc* dilakukan dengan kriteria: imun (**I**) - jika IP = 0%; tahan (**T**) – IP antara 0-5%; agak tahan (**AT**) – IP antara 5-10%; agak rentan (**AR**) – IP antara 10-25%, rentan (**R**) – IP antara 25-50%; dan sangat rentan (**SR**) – jika IP > 50% (Yusnita dan Sudarsono, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi ketahanan klon-klon varian tanaman pisang yang berasal dari hasil iradiasi gamma dilakukan di rumah kaca pada usia 2 bulan dan 5 bulan setelah infeksi. Pengamatan terhadap karakter agronomi tanaman secara umum memperlihatkan bahwa gejala kelayuan mulai terlihat 5-6 minggu setelah infeksi. Klon tanaman yang berasal dari hasil iradiasi 30 Gy dan klon tanaman yang berasal dari

eksplan yang tidak diradiasi (0 Gy), keseluruhannya (100%) mampu bertahan hidup 2 bulan setelah infeksi, sedangkan klon tanaman hasil iradiasi 20 Gy hanya 1 klon (16.7%) yang mampu bertahan hidup.

Hasil pengamatan yang disajikan pada Tabel 2, memperlihatkan bahwa tanaman varian yang berasal dari hasil iradiasi 20, 25, 40 dan 45 Gy, menghasilkan rata-rata skor gejala kelayuan dan indeks penyakit (IP) berurut-turut: 3.17 (79.2%), 2.5 (62.5%), 2.25 (56.3%) dan 3.67 (91.7%), sehingga dikategorikan sebagai tanaman yang sangat rentan (SR) karena memiliki intensitas penyakit (IP) di atas 50%. Tanaman tersebut secara kuantitatif memiliki rata-rata jumlah daun yang rendah (0.67-3.13 daun), tinggi tanaman (13.50-37.19 cm), serta panjang akar (1.50-8.36 cm) yang nyata lebih rendah daripada tanaman hasil iradiasi 30 Gy (Tabel 1), yang dikategorikan sebagai tanaman tahan (T).

Tanaman yang berasal dari eksplan yang tidak diradiasi (0 Gy) dan tanaman hasil iradiasi 50 Gy memiliki rata-rata skor gejala kelayuan 0.67 (IP = 16.7%) dan 1.00 (IP = 25.0%), sehingga dikategorikan agak rentan (AR). Tanaman tersebut memiliki karakter rata-rata panjang akar yang lebih pendek dari tanaman yang tahan terhadap infeksi *Foc* (30 Gy). Walaupun dikategorikan sebagai tanaman yang agak rentan, tanaman tersebut memiliki karakter tinggi tanaman dan jumlah daun yang secara statistik sama dengan tanaman hasil iradiasi 30 Gy (Tabel 1).

Tabel 1. Karakter agronomi varian tanaman pisang cv. Ampyang hasil mutasi induksi pada usia 2 bulan setelah diinfeksi dengan cendawan *Foc* isolat Banyuwangi.

Tanaman hasil iradiasi	Jumlah & persentase tanaman yang hidup	Rataan jumlah daun	Rataan tinggi tanaman (cm)	Rataan panjang akar (cm)
0 Gy	3 (100.0)	4.67 ab	53.83 a	10.00 ab
20 Gy	1 (16.7)	1.83 c	22.92 c	4.25 bc
25 Gy	1 (50.0)	3.00 bc	23.00 bc	3.80 bc
30 Gy	6 (100.0)	5.83 a	66.33 a	24.92 a
40 Gy	3 (37.5)	3.13 ab	37.19 ab	8.36 bc
45 Gy	1 (33.3)	0.67 c	13.50 c	1.50 c
50 Gy	7 (87.5)	4.88 a	58.06 a	13.25 ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf 5% dengan uji DMRT setelah ditransformasi $\sqrt{x+0.5}$

Tabel 2. Respon ketahanan varian tanaman pisang cv. Ampyang hasil mutasi induksi pada usia 2 bulan setelah diinfeksi dengan cendawan *Foc* isolat Banyuwangi.

Tanaman hasil iradiasi	Rataan skor gejala kelayuan bibit	Intensitas Penyakit (IP = %)	Ketahanan tanaman
0 Gy	0.67	16.7	Agak Rentan (AR)
20 Gy	3.17	79.2	Sangat Rentan (SR)
25 Gy	2.50	62.5	Sangat Rentan (SR)
30 Gy	0.17	4.2	Tahan (T)
40 Gy	2.25	56.3	Sangat Rentan (SR)
45 Gy	3.67	91.7	Sangat Rentan (SR)
50 Gy	1.00	25.0	Agak Rentan (AR)

Keterangan: Skor gejala layu pada bibit pisang (skor 0-4) dilakukan mengikuti kriteria Epp (1987). IP = Intensitas Penyakit (%) ditentukan berdasarkan Chachinero *et al.* (2002).

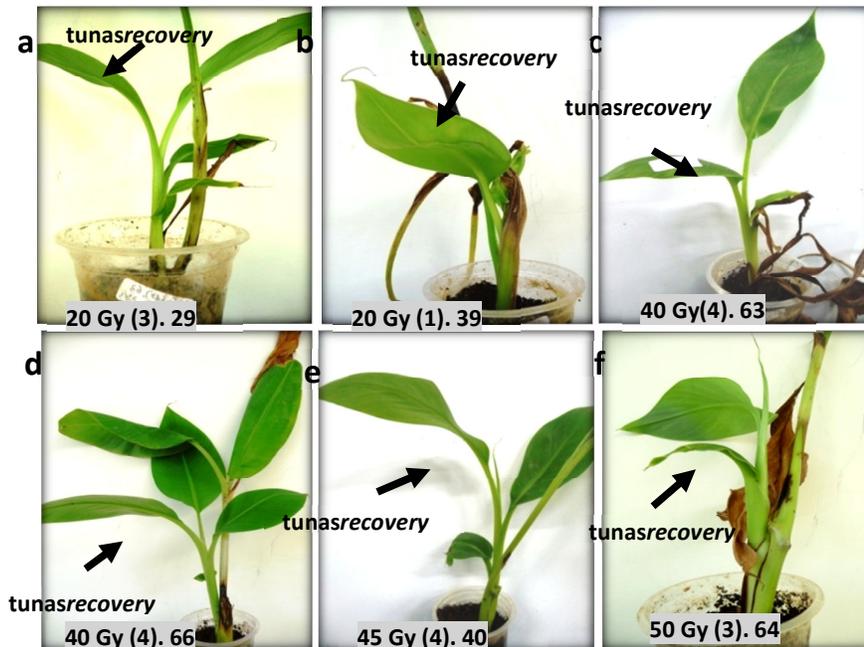
Pada percobaan ini beberapa tanaman yang teridentifikasi sebagai tanaman yang sangat rentan (Tabel 2), mengalami *recovery* dengan tumbuh anakan dari bagian bawah batang semu (*pseudostem*), setelah tanaman induk mengalami kematian (Gambar 1). Tanaman tersebut berasal dari varian hasil iradiasi 20 Gy (2 tanaman), 40 Gy (3 tanaman), 45 Gy (1 tanaman) dan 50 Gy (1 tanaman) (Tabel 3). Tanaman *recovery* yang berasal dari hasil iradiasi 40, 45 dan 50 Gy tidak menunjukkan gejala kelayuan dan dikategorikan sebagai tanaman yang tahan (T), serta menghasilkan rata-rata jumlah daun, tinggi tanaman dan panjang akar yang hampir sama dengan tanaman yang berasal dari hasil iradiasi 30 Gy yang dikategorikan sebagai tanaman tahan layu *Fusarium*, sedangkan tanaman *recovery* yang berasal dari hasil iradiasi 20 Gy dikategorikan sebagai tanaman yang agak rentan.

Tabel 3. Karakter agronomi dan respon ketahanan pada tanaman pisang cv. Ampyang yang mengalami *recovery* pada usia 30 hari setelah *recovery*.

Tanaman hasiliradiasi	N	Jumlah Daun		Tinggi Tan. (cm)		Panjang Akar (cm)		Skor gejala kelayuan	IP (%)	Kthn
		Rataan	± SE	Rataan	± SE	Rataan	± SE			
20 Gy	2	2.5	0.5	36.5	1.0	7.2	0.3	1.0	25	AR
40 Gy	3	3.7	0.9	50.2	1.7	14.5	3.1	0.0	0	T
45 Gy	1	4.0	0.0	46.5	0.0	5.6	0.0	0.0	0	T
50 Gy	1	6.0	0.0	45.5	0.0	12.0	0.0	0.0	0	T

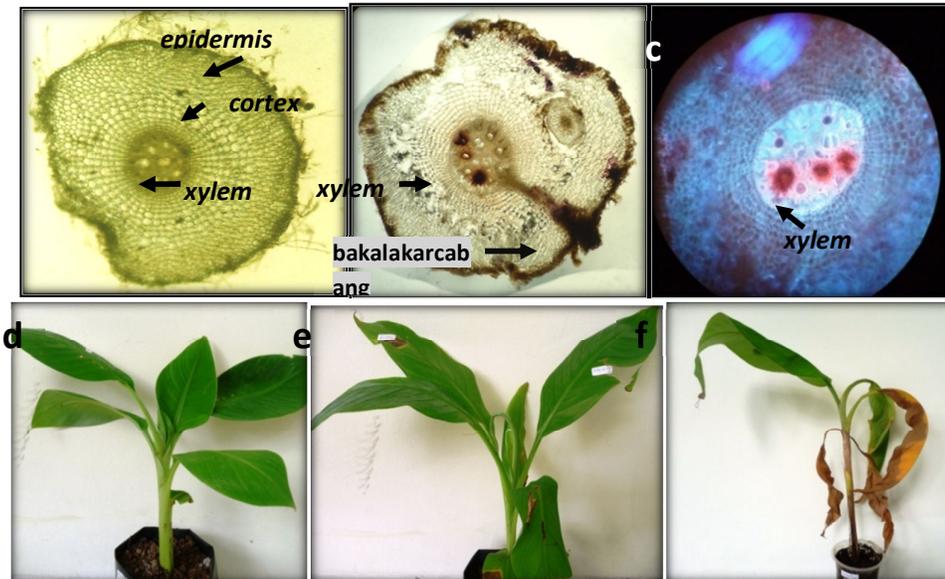
Keterangan: IP = Intensitas Penyakit (%); Kthn = Ketahanan; T = Tahan; AR = Agak Rentan

Menurut Predieri (2001), *recovery* merupakan suatu mekanisme yang sering kali terjadi pada tanaman hasil kultur jaringan dan tanaman yang mengalami cekaman biotik. Kemungkinan *recovery* terjadi karena adanya titik tumbuh (jaringan meristematik) pada bagian bonggol (*sucker*) tanaman yang diduga memiliki gen ketahanan, atau sel-sel dalam jaringan tersebut mampu menghindari (*escape*) dari kondisi cekaman yang dialaminya, sehingga tumbuh dan berkembang menjadi tanaman anakan dari bagian bawah batang semu tanaman.



Gambar 1. Tanaman pisang yang berasal dari hasil radiasi (a-b) 20 Gy, (c-d) 40 Gy, (e) 45 Gy dan (f) 50 Gy yang mengalami *recovery* setelah diinfeksi melalui metode perendam akar dalam suspensi konidia *Foc* kerapatan 2.5×10^7 kon. mL⁻¹ usia 1-2 bulan setelah *recovery*.

Pengamatan secara mikroskopis pada jaringan akar yang terinfeksi (Gambar 2) memperlihatkan perubahan warna coklat pada penampang melintang akar atau berwarna merah. Hasil pengamatan ini membuktikan bahwa cendawan *Foc* memproduksi toksin yang masuk ke jaringan vaskuler akar, dan selanjutnya akan di translokasikan ke xylem batang. Kematian pada tanaman dapat terjadi apabila jaringan vaskuler telah tertutup akibat pembongkaran substansi pektat pada jaringan xylem tersebut, yang mengakibatkan peningkatan viskositas dan mereduksi laju aliran air (Goodman *et al.*, 1986). Secara morfologi kelayuan terlihat pada daun bagian bawah yang menguning. Daun-daun yang menguning dimulai dari daerah tepi daun dan berkembang ke arah tulang daun, kemudian berkembang menjadi titik-titik hitam, petiole menjadi coklat dan melengkung, selanjutnya terjadi pengeringan pada daun tersebut (Agrios 2005; Daly and Walduck, 2006).



Gambar 2. Potongan melintang akar pisang cv. Ampyang yang tidak diinfeksi *Foc* (a), perubahan warna menjadi kecoklatan pada jaringan akar yang terinfeksi *Foc* dilihat dengan mikroskop cahaya (b), warna merah marone pada jaringan xylem akar tanaman yang sama dilihat dengan mikroskop *fluorescent*, perbesaran 40x (c), representasi tanaman tahan (d) dan rentan (e).

Identifikasi varian tanaman yang berasal dari hasil mutasi induksi dengan iradiasi gamma pada usia 2 bulan setelah infeksi, menunjukkan bahwa 6 klon tanaman varian yang berasal dari hasil iradiasi 30 Gy, dan 5 klon tanaman yang mengalami *recovery* dikategorikan sebagai tanaman yang tahan (T) terhadap infeksi cendawan *Foc* isolat Banyuwangi (Tabel 2-3). Namun hasil evaluasi ketahanan tanaman pada usia 5 bulan setelah infeksi, memperlihatkan adanya ketahanan yang bersifat kimera pada beberapa tanaman tersebut, sehingga hanya menyisakan 5 klon tanaman yang bertahan hidup dari 11 klon tanaman yang pada awalnya diidentifikasi sebagai tanaman yang tahan. Tanaman tersebut berasal dari hasil iradiasi 30 Gy (2 tanaman), tanaman *recovery* yang berasal dari hasil iradiasi 40, 45 dan 50 Gy masing-masing 1 tanaman, sehingga dari percobaan ini dapat diketahui bahwa evaluasi ketahanan tanaman pada tanaman pisang perlu dilakukan kembali pada usia 4-6 bulan setelah infeksi, karena kemungkinan adanya fenomena *kimera* pada tanaman.

Tanaman yang mampu bertahan hidup sampai usia 5 bulan setelah infeksi, diduga memiliki gen-gen yang berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap penyakit. Menurut Agrios (2005); Daly and Walduck (2006) tanaman yang tahan terhadap infeksi *Foc* mampu mengisolasi patogen melalui mekanisme pembentukan gums, tylose dan gel yang merupakan hasil fotoasimilat dari tanaman, sehingga mampu menghambat perkembangan konidia atau mampu mendetoksifikasi toksin yang diproduksi cendawan, sehingga akar tanaman tetap tumbuh normal.

KESIMPULAN

Identifikasi ketahanan varian tanaman pisang hasil mutasi induksi terhadap penyakit layu *Fusarium* di rumah kaca dapat dilakukan dengan menginfeksi akar tanaman dengan cendawan *Foc* isolat Banyuwangi. Evaluasi terhadap klon-klon varian pada usia 5 bulan setelah infeksi, diperoleh 5 klon tanaman (13.8%) yang teridentifikasi sebagai tanaman yang tahan terhadap penyakit layu *Fusarium*. Tanaman tersebut berasal dari hasil iradiasi 30 Gy (2 klon tanaman), dan tanaman *recovery* yang berasal dari hasil iradiasi 40, 45, 50 Gy masing-masing 1 klon tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada staf teknisi Laboratorium Biologi Molekuler Tanaman IPB. Penelitian ini dibiayai oleh DP2M Dikti melalui Penelitian Hibah Strategis Nasional, Nomor: 04/SPK/LP-UNJ/DP2M DIKTI/VIII/2010, di bawah koordinasi Reni Indrayanti.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. Ed ke-5. Amsterdam. Elsevier Acad. Press.
- Carlier, J., D. De Weel, J.V. Escalant. 2002. Global evaluation of Musa germplasm for resistances to *Fusarium* wilt, *Mycosphaerella* leaf spot disease and nematodes. Montpellier.INIBAP.
- Chachinero, J.M., A. Hervas, R.M. Jimenez-Diaz, M. Tena. 2002. Plant defence reactions against *Fusarium* wilt in chickpea induced by incompatible race 0 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* and non-host isolates of *F. oxysporum*. Plant Pathol 551: 765-325.
- Chan, Y.K. 2009. Radiation-induced mutation breeding of papaya In: IAEA, editor. Induced Mutation in Tropical Fruits Trees. Vienna, IAEA-TECDOC-1615.hlm 93-100.
- Companiononi B. *et al.* 2003. Use of culture-derived *Fusariumoxysporum*f. sp. *cubense*, race 1 filtrates for rapid and non-destructive *in vitro* differentiation between resistant and susceptible clones of field-grown banana. *Euphytica*130: 341-347.
- Daly, A., G. Walduck. 2006. *Fusarium*wilt of bananas (Panama disease) (*Fusariumoxysporum*f. sp. *cubense*). *AgnoteI*(51):1-5.
- Epp, D. 1987. Somaclonal variation in banana: a case study with *Fusarium* wilt. In: Persley GJ, De Langhe EA, editor. Banana and plantain breeding strategies.Canbera.ACIAR Publ. hlm.140-150.
- Goodman, R.N., Z.Kiraly, K.R.Wood. 1986. *The Biochemistry and Physiology of Plant Disease*. Columbia. Univ. of Missouri Press.
- Hermanto, C. A. Sutanto, Jumjunidang, H.S Edison, J.W.Daniells, W.t. O'Neill 2011. Incidence and distribution of *Fusarium* wilt disease of banana in Indonesia. *ActaHort* 897: 313-322
- Litz, R.E. 2009. Recovery of mango plants with antrachnose resistance following mutation induction and selection *in vitro* with the culture filtrate of *Colletotrichumgloesporoides*Penz. In: IAEA, editor. *Induced Mutation in Tropical Fruits Trees*.Vienna,IAEA. hlm 7-13
- Medina, F-I.S., E.Amano, S.Tano. 2004. *Mutation Breeding Manual*. Japan. Forum For Nuclear Cooperation in Asia (FNCA).
- Moore, N.Y., K.G.Pegg, I.W. Buddenhagen, S.Bentley. 2001. *Fusarium* wilt of banana: a diverse clonal pathogen of domesticated clonal host. In:Summerel BA *et al.* editor.*Fusarium* Minnesota. APS Press.hlm 212-224.
- Nasir, N., P.A.Pittaway, K.G.Pegg, A.T. Lisle. 1999. A pilot study investigating the complexity of *Fusarium* wilt of bananas in West Sumatra, Indonesia. *Aust J Agric Res* 50: 1279-83.
- Nasir, N.J., Riska, and F. Eliesti. 2003. The occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* race 4 in Indonesia. 2nd International symposium on *Fusarium* wilt on banana. Salvador de Bahia. http://www.inibap.org/pdf/Fusarium_Wilt.pdf. [11Jan 2007]
- Predieri, S. 2001. Mutation induction and tissue culture in improving fruits. *Plant Cell Tiss.Org.Cult*64: 185-210.
- Smith, M.K., S.D. Hamill, P.W. Langdon, J.E. Giles, W.J. Doogan, K.G. Pegg. Towards the development of a Cavendish banana resistant to race 4 of *Fusarium* wilt: gamma irradiation of micropopagated Dwarf Parlitt (*Musa* spp, AAA group, Cavendish subgroup). *Aust J ExpAgric* 46:107-113.
- Sutarto, I., Y. Meldia, dan Jumjunidang. 1998. Seleksi resistensi mutan pisang Ambon Kuning terhadap penyakit layu *Fusarium*, hlm.123-128.. In Suhadi F, (ed). Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi. Jakarta 18-19 Feb 1998. Jakarta. BATAN.
- Valmayor, R.V., S.H. Jamaluddin, B. Silayoi, S. Kusumo, L.D. Dahn, O.C. Pascua, R.R.C Espino. 2000. Banana cultivar names and synonyms in Southeast Asia. France. INIBAP.
- Yusnita, Sudarsono. 2004. Metode inokulasi dan reaksi ketahanan 30 genotipe kacang tanaman terhadap penyakit busuk batang. *Hayati* 11: 53-58.