

Pengaruh Radiasi Sinar Gamma dan Asam Fusarat untuk Meningkatkan Ketahanan Abaka (*Musa textilis* Nee) terhadap *Fusarium oxysporum*

Fitri Damayanti ^{✉1)}, Suharsono ²⁾, & Ika Mariska ³⁾

1) F. MIPA Jurusan Biologi Universitas Mulawarman, Samarinda

2) Institut Pertanian Bogor, Bogor

3) Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor

ABSTRACT

Effect of gamma radiation and fusaric acid for resistance to wild *Fusarium* disease on abaca plant (*Musa textilis* Nee). The problem in abaca production is wilt disease infection caused by *Fusarium oxysporum*. The resistant variety against the pathogen has not been available yet. The disease resistance character of the species might be improved through somaclonal variation and *in vitro* selection. Different pure toxin of fusaric acid concentration (0, 15, 30, 45, 60, and 75 mg/l) was used as component selection to get new hope numbers of resistant abaca to wilt *Fusarium* disease through *in vitro* selection. Concentration of 45 mg/l fusaric acid is lethal for abaca, so we used this concentration as dose of selection to select shoots from irradiated calli. Gamma irradiation was used as mutagen to increase somaclonal variation on abaca. Six levels of gamma-ray radiation (0, 0.5, 1, 2, and 3 Krad) were applied to embryogenic calli. Increasing dose of radiation decreased the viability of calli. LD₅₀ was found between 1-1.5 Krad of radiation dose. *In vitro* selection was carried out in two stages. The concentration of selection of fusaric acid in stage II was increased one level to the concentration in stage I. Stage I selection of shoots from irradiated calli on medium containing pure toxin 45 mg/l fusaric acid, showed that the survival capacity decreasing with the increasing doses of gamma irradiation. In stage II, shoots from irradiated calli (at 0.5 and 1 Krad) could survive on medium containing 60 mg/l fusaric acid. In medium selection containing 50% filtrate *F. oxysporum*, fusaric acid resistant shoots were also filtrate resistant. There was a correlation between *in vitro* fusaric acid and filtrate of *F. oxysporum* resistant plant and conidia suspension of *F. oxysporum* resistant plant in the greenhouse.

Keywords: Gamma radiation, *in vitro* selection, fusaric acid, *Musa textilis*, *Fusarium oxysporum*

PENDAHULUAN

Abaka merupakan salah satu jenis pisang penghasil serat dan merupakan produk agribisnis unggulan. Menurut Wardiyati (1999) kebutuhan pasar dunia

terhadap serat abaka masih tinggi dan tidak dapat dipenuhi oleh negara-negara produsen seperti Filipina dan Equador yang selama ini merupakan pemasok utama. Produktivitas yang telah dicapai oleh kedua negara tersebut adalah masing-

✉ Jl. Barong Tongkok No. 4, Kampus Gunung Kelua, Samarinda

masing sebesar 80.000 ton dan 20.000 ton per tahun. Sedangkan kebutuhan serat abaka dunia mencapai 600.000 ton. Keadaan ini memberikan peluang untuk mengembangkan abaka di Indonesia.

Serat abaka dimanfaatkan untuk tali kapal laut karena kuat, tahan terhadap air asin dan kelembaban tinggi (PCARRD, 1988). Pulp abaka sangat baik digunakan untuk bahan baku kertas berkualitas tinggi misalnya kertas saring, kertas dasar stensil, kertas berharga (*check*, kertas dokumen di bank), kertas uang (dolar Amerika), tissue, kantung teh celup, bahan tekstil, kain jok, dan popok bayi (Wardiyati, 1999).

Permasalahan utama yang dihadapi dalam pengembangan tanaman abaka adalah serangan penyakit layu *Fusarium* yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *cabense* (PCARRD, 1977). Pertanaman abaka yang akan dikembangkan secara besar-besaran yang mencapai ratusan ribu hektar dikhawatirkan dapat menimbulkan masalah penyebaran penyakit yang sangat cepat karena varietas yang ada tidak tahan penyakit layu *Fusarium*.

Salah satu usaha untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan varietas yang tahan penyakit. Perakitan varietas yang tahan penyakit memerlukan keragaman genetik yang besar. Di lain pihak, keragaman genetik tanaman abaka relatif rendah terutama sifat yang berhubungan dengan ketahanan terhadap penyakit. Krikorian & Cronauer (1986); Sutarto *et al.* (1998) menyatakan bahwa radiasi sinar gamma dapat digunakan untuk menghasilkan mutan pada tanaman pisang sehingga dapat meningkatkan keragaman genetik. Selain itu radiasi sinar gamma dapat digunakan untuk merakit varietas yang sesuai dengan kebutuhan manusia (Nagatomi, 1996).

Micke *et al.* (1987), Nagatomi (1996), dan Matsumoto *et al.* (2000a, 2000b); menyatakan bahwa perlakuan radiasi yang dikombinasi dengan seleksi *in vitro* dapat memperbesar peluang untuk mendapatkan varietas tanaman yang tahan terhadap penyakit. Pendapat ini sejalan dengan hasil penelitian Epp (1986) dan Smith *et al.* (1997) yang menunjukkan bahwa perlakuan radiasi sinar gamma dan seleksi *in vitro* dapat menghasilkan pisang *cavendish* yang tahan terhadap penyakit layu *Fusarium*. Mathius & Harris (1999) melaporkan bahwa perlakuan radiasi sinar gamma pada dosis 100 rad pada pisang nangka dan seleksi *in vitro* dengan 71.6 mg/l asam fusarat menghasilkan beberapa galur yang toleran terhadap asam fusarat.

Seleksi ketahanan tanaman terhadap penyakit layu *Fusarium* umumnya dilakukan secara *in vitro* pada massa sel atau jaringan yang dikulturkan pada media yang mengandung toksin murni asam fusarat (asam pikolinat) sebagai komponen seleksi. Melalui metode ini telah berhasil mendapatkan tanaman yang tahan terhadap penyakit *Fusarium* seperti pada *carnation* (Arai & Takeuchi, 1993), gandum (Fadel & Wenzel, 1993; Ahmed *et al.*, 1996), dan pisang (Morpurgo *et al.*, 1994; Matsumoto *et al.*, 1995; Matsumoto *et al.*, 2000a, 2000b).

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan metode seleksi *in vitro* yang tepat dan nomor-nomor harapan baru tanaman abaka yang tahan penyakit layu *Fusarium*.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman abaka (*Musa textilis* Nee) varietas Tangongon. Komponen seleksi yang digunakan adalah

filtrat yang diisolasi dari *F. oxysporum* dan konidia *F. oxysporum*.

Penentuan konsentrasi asam fusarat untuk seleksi *in vitro*

Tahap ini dilakukan untuk menentukan konsentrasi yang menyebabkan kematian tunas. Konsentrasi yang diperoleh digunakan untuk menyeleksi tunas hasil radiasi. Eksplan yang digunakan adalah tunas berumur dua bulan. Eksplan ditanam di media dasar Murashige & Skoogh (1962) yang diperkaya dengan 30 g/l sukrosa dan zat pengatur tumbuh yaitu 5 mg/l BAP (Benzil Amino Purin) + 0.4 mg/l thidiazuron + 100 mg/l asam askorbat serta asam fusarat pada berbagai konsentrasi: 0, 15, 30, 45, 60, dan 75 mg/l. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap dengan menggunakan lima tunas tiap perlakuan dan dilakukan tiga ulangan. Pengamatan dilakukan pada umur delapan bulan setelah tanam yang meliputi persentase hidup eksplan, LD₅₀, jumlah dan tinggi tunas.

Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap daya regenerasi dari kalus

Eksplan yang diradiasi adalah kalus embriogenik tanaman abaka yang berukuran 5 mm. Dosis radiasi yang digunakan adalah 0, 0.5, 1, 1.5, 2, dan 3 Krad. Setelah radiasi eksplan dikultur dalam media regenerasi yaitu media MS yang diperkaya dengan 5 mg/l BAP + 0.4 mg/l thidiazuron + 100 mg/l asam askorbat selama delapan minggu. Penelitian disusun berdasarkan acak lengkap. Penelitian ini menggunakan 10 kalus tiap perlakuan dan dilakukan empat ulangan. Parameter yang diamati adalah persentase hidup kalus, LD₅₀, jumlah dan tinggi tunas pada umur delapan minggu setelah tanam.

Seleksi *in vitro* pada tunas hasil radiasi untuk ketahanan terhadap asam fusarat

Seleksi dalam media yang mengandung asam fusarat dilakukan dalam dua tahap yang berurutan. Seleksi tahap I dilakukan pada tunas hasil radiasi dalam media seleksi yang mengandung asam fusarat dalam media dasar MS dengan konsentrasi berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian sebelumnya. Inkubasi pada media seleksi dilakukan selama delapan minggu. Tunas yang tahan disubkultur pada media bebas toksin asam fusarat selama delapan minggu untuk proses pemulihan dan multiplikasi. Selanjutnya dilakukan seleksi tahap II pada media yang mengandung asam fusarat dengan konsentrasi dinaikan satu tingkat dari seleksi tahap I. Setelah delapan minggu tunas yang tahan diregenerasikan kembali. Tunas yang tetap hidup kemudian diseleksi dalam media yang mengandung 50% filtrat *F. oxysporum* selama delapan minggu. Filtrat *F. oxysporum* diisolasi dari tanaman pisang barangan yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap. Tiap perlakuan menggunakan lima tunas dan dilakukan tiga ulangan. Parameter yang diamati pada tiap tahapan seleksi adalah persentase hidup tunas, jumlah dan tinggi tunas.

Pengujian planlet hasil seleksi *in vitro* dengan suspensi konidia *F. oxysporum* di rumah kaca

Pengujian dengan suspensi konidia *F. oxysporum* di rumah kaca untuk mengetahui hubungan ketahanan tanaman terhadap asam fusarat yang diperoleh dari seleksi *in vitro* dengan ketahanan terhadap Fusarium. Tunas yang diperoleh dari perlakuan tanpa radiasi dan radiasi 1 Krad

diakarkan pada media perakaran yaitu media MS yang diperkaya dengan 0.5 mg/l NAA (Naphthalene Acetic Acid) selama enam minggu. Kemudian tanaman yang terbentuk diuji dengan suspensi konidia *F. oxysporum* dengan metode "dipping" selama 30 menit (Pegg & Langdon, 1986) dengan kerapatan konidia 10^5 /ml air steril, selanjutnya ditanam di polibag dengan menggunakan tanah steril dan diinkubasi di rumah kaca. Setelah 60 hari inokulasi dilakukan penilaian terhadap gejala penyakit yang timbul. Penilaian dilakukan berdasarkan Epp (1986) dengan skala 1-5 dimana 1 = tidak ada yang menguning; 2 = sedikit menguning pada daun terbawah; 3 = terjadi penguningan yang meluas dengan kelayuan yang nyata; 4 = terjadi penguningan pada daun yang belum dan baru membuka; 5 = tanam mati. Penelitian ini menggunakan empat tanaman tiap perlakuan dan dilakukan empat ulangan. Parameter yang diamati yaitu persentase tanaman yang hidup dan penilaian terhadap gejala penyakit yang timbul.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan konsentrasi asam fusarat untuk seleksi *in vitro*

Semakin tinggi asam fusarat yang diberikan ke dalam media tumbuh semakin rendah persentase hidup tunas. Konsentrasi asam fusarat yang diberikan berpengaruh terhadap jumlah dan tinggi tunas yang dihasilkan (Tabel 1). Setelah delapan minggu, semua tunas mati pada dosis 45 mg/l asam fusarat, sehingga untuk memilih tanaman yang tahan terhadap *Fusarium*, seleksi dilakukan di dalam media yang mengandung 45 mg/l asam fusarat.

Tunas yang mati pada awalnya menunjukkan gejala busuk pada pangkal batang kemudian menjalar ke bagian atas dan berwarna coklat kehitaman. Gejala

tersebut menyerupai gejala penyakit layu *Fusarium* yang menyerang pertanaman di lapangan (Matsumoto *et al.*, 1995). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa asam fusarat menghambat pertumbuhan sel. Menurut Van den Bulk (1991) penghambatan pertumbuhan sel disebabkan karena asam fusarat menghambat respirasi pada mitokondria, menurunkan ATP pada membran plasma dan mereduksi polifenol oksidase.

Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap daya regenerasi dari kalus

Radiasi berpengaruh terhadap daya regenerasi kalus. Semakin tinggi dosis radiasi, semakin rendah kemampuan kalus untuk melakukan regenerasi membentuk tunas adventif. Hal ini terjadi karena radiasi dapat menyebabkan rusaknya DNA sehingga proses sintesis protein atau enzim terganggu. Gangguan pada sintesis protein menyebabkan gangguan metabolisme sehingga proses morfogenesis pada kalus embriogenik terganggu yang menyebabkan proses regenerasinya terganggu.

Setelah delapan minggu di media tanam, semua kalus yang tidak radiasi dapat beregenerasi. Dosis radiasi yang tinggi menyebabkan daya regenerasi kalus rendah. Pada radiasi 3 Krad kalus tidak dapat beregenerasi dan mengalami kematian. LD_{50} diperoleh pada kisaran radiasi 1-1.5 Krad. Perlakuan radiasi yang diberikan berpengaruh terhadap jumlah dan tinggi tunas yang dihasilkan (Tabel 2). Semakin tinggi dosis radiasi yang diberikan semakin rendah kemampuan kalus untuk beregenerasi membentuk tunas adventif. Penampakan warna tunas yang terbentuk dari perlakuan radiasi bervariasi antara putih kehijauan dan putih kekuningan, sedangkan pada kontrol tunas yang dihasilkan berwarna hijau.

Tabel 1. Pengaruh asam fusarat terhadap jumlah, tinggi dan persentase hidup tunas abaka pada umur delapan minggu setelah tanam

Konsentrasi Asam Fusarat (mg/l)	Jumlah Tunas	Tinggi Tunas (cm)	Persentase Hidup Tunas (%)
0	1.24 a	1.26 a	100
15	1.33 a	1.44 a	85.71
30	1.00 a	0.53 ab	42.86
45	0.00 b	0.00 b	0.00
60	0.00 b	0.00 b	0.00
75	0.00 b	0.00 b	0.00

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan

Tabel 2. Pengaruh radiasi sinar gamma pada kalus embriogenik terhadap jumlah, tinggi tunas dan persentase hidup kalus pada umur delapan minggu setelah tanam

Dosis Radiasi (Krad)	Jumlah Tunas	Tinggi Tunas (cm)	Persentase Hidup Kalus (%)
0.0	3.61 a	2.32 a	100.00
0.5	3.46 a	2.10 a	85.00
1.0	3.70 a	2.13 a	64.36
1.5	3.31 a	1.88 a	43.64
2.0	1.00 b	0.58 b	12.50
3.0	0.00 b	0.00 b	0.00

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan

Seleksi *in vitro* pada tunas hasil radiasi untuk ketahanan terhadap asam fusarat Seleksi tahap I

Seleksi *in vitro* tahap I pada tunas hasil radiasi 0.5, 1, 1.5 dan 2 Krad dalam media yang mengandung komponen seleksi asam fusarat 45 mg/l menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis radiasi semakin rendah daya hidup tunas. Dosis radiasi yang diberikan berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan (Tabel 3).

Pada perlakuan dosis radiasi 2 Krad tidak ada tunas yang tahan dalam media seleksi, yang diduga karena sel-sel

jaringan tanaman telah mengalami kerusakan. Radiasi dosis tinggi mengakibatkan kerusakan yang mempengaruhi pertumbuhan bahkan dapat mengakibatkan kematian sel. Ketahanan tunas hasil regenerasi dari kalus yang diradiasi terhadap asam fusarat, diduga karena tunas tersebut telah mengalami mutasi.

Seleksi tahap II

Tunas yang tahan hasil seleksi tahap I setelah proses pemulihan diseleksi kembali dengan komponen seleksi yang sama tetapi konsentrasinya ditingkatkan

Tabel 3. Jumlah, tinggi dan persentase hidup tunas yang dihasilkan pada media seleksi I yang mengandung 45 mg/l asam fusarat delapan minggu setelah tanam

Dosis Radiasi (Krad)	Jumlah Tunas	Tinggi Tunas (cm)	Persentase Hidup Tunas (%)
0.5	1.44 ab	0.81 a	46.16
1.0	2.33 a	0.90 a	37.50
1.5	1.00 bc	0.05 ab	16.67
2.0	0.00 c	0.00 b	0.00

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan

menjadi 60 mg/l. Seleksi secara bertahap dilakukan untuk mendeteksi dini dan penyaringan konsistensi sifat ketahanan yang diperoleh.

Pada seleksi tahap II biakan hasil radiasi 0.5 dan 1 Krad dapat hidup pada media seleksi. Pengaruh radiasi 0.5 dan 1 Krad tidak berbeda terhadap jumlah tunas yang dihasilkan pada media seleksi yang mengandung 60 mg/l asam fusarat, namun berpengaruh terhadap tinggi tunas yang dihasilkan (Tabel 4).

Seleksi dengan filtrat *F. oxysporum*

Seleksi dengan filtrat *F. oxysporum* dilakukan untuk mengetahui tunas yang tahan terhadap asam fusarat juga tahan terhadap filtrat yang diisolasi dari *F. oxysporum*. Tanaman yang tahan terhadap toksin tidak menjamin sepenuhnya tahan terhadap penyakit. Penggunaan metode seleksi ini merupakan salah satu cara untuk mendapatkan kepastian hasil yang tinggi dari metode seleksi yang digunakan.

Perlakuan radiasi 0.5 Krad pada kalus menghasilkan tunas yang semuanya dapat hidup di media seleksi yang mengandung 50% filtrat *F. oxysporum*, sedangkan perlakuan radiasi 1 Krad hanya menghasilkan 80% tunas yang bertahan hidup pada kondisi yang sama. Pada tunas

yang dihasilkan dari kalus yang tidak diradiasi hanya 13.33% tunas yang dapat hidup pada media yang mengandung 50% filtrat *F. oxysporum* (Tabel 5).

Perlakuan radiasi yang diberikan pada kalus berpengaruh terhadap jumlah dan tinggi tunas yang dihasilkan dari seleksi menggunakan 50% filtrat *F. oxysporum*. Tunas terbanyak dihasilkan dari radiasi 1 Krad yaitu sebanyak 2.67, dan tanaman tertinggi dihasilkan dari dosis radiasi yang sama (Tabel 5).

Pengujian planlet hasil seleksi *in vitro* dengan suspensi konidia *F. oxysporum* di rumah kaca

Untuk mengetahui hubungan ketahanan tanaman terhadap asam fusarat dan filtrat dari *F. oxysporum* secara *in vitro* dan ketahanan terhadap Fusarium maka dilakukan pengujian ketahanan tanaman dengan menggunakan suspensi konidia *F. oxysporum*. Menurut Pegg & Langdon (1986); Brazolot *et al.* (1990), pengujian ini penting dilakukan karena ketahanan terhadap toksin pada seleksi *in vitro* terjadi pada tingkat selular. Gejala penyakit layu Fusarium umumnya mulai muncul tiga minggu setelah inokulasi. Gejala tersebut diawali dari membusuknya pangkal batang kemudian daun berwarna

Tabel 4. Jumlah, tinggi dan persentase hidup tunas yang dihasilkan pada media seleksi II yang mengandung 60 mg/l asam fusarat delapan minggu setelah tanam

Dosis Radiasi (Krad)	Jumlah Tunas	Tinggi Tunas (cm)	Persentase Hidup Tunas (%)
0.5	1.25 a	1.00 a	18.89
1	1.75 a	2.33 a	20.37

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan

Tabel 5. Jumlah, tinggi dan persentase hidup tunas yang dihasilkan dari media seleksi 50% filtrat *F. oxysporum* setelah perlakuan asam fusarat delapan minggu setelah tanam

Dosis Radiasi (Krad)	Jumlah Tunas	Tinggi Tunas (cm)	Persentase Hidup Tunas (%)
0	1.00 b	0.40 b	13.33
0.5	1.50 b	1.27 b	100.00
1	2.67 a	4.01 a	20.37

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Duncan

kekuningan. Gejala ini relatif sama dengan gejala yang ditimbulkan pada seleksi *in vitro* dengan asam fusarat. Setelah 60 hari penanaman di rumah kaca, tanaman yang tidak diradiasi semuanya mati (Tabel 6).

Hasil penilaian gejala penyakit berdasarkan skoring menunjukkan skoring yang terendah diperoleh dari perlakuan dosis radiasi 0.5 Krad. Dengan demikian perlakuan radiasi dapat memperbesar peluang untuk meningkatkan ketahanan terhadap penyakit. Sesuai dengan hasil penelitian Nagatomi (1996) bahwa perlakuan radiasi dapat meningkatkan ketahanan tanaman pir (*Pyrus serotina* Rhed) "Gold Nijisseiki" terhadap penyakit *black spot* melalui radiasi sinar gamma yang diikuti dengan seleksi *in vitro*. Penelitian Matsumoto *et al.* (1995) juga berhasil mendapatkan tanaman pisang *cavendish* kultivar "Maca" yang tahan terhadap penyakit layu Fusarium melalui seleksi *in vitro* dan mendapatkan korelasi positif

antara ketahanan *in vitro* dengan ketahanan di rumah kaca.

Hasil pengujian dengan konidia *F. oxysporum* di rumah kaca memperlihatkan adanya korelasi yang positif antara ketahanan asam fusarat dengan ketahanan terhadap *F. oxysporum*. Hal ini sesuai dengan pendapat Pegg & Langdon (1986); Matsumoto *et al.*, (1995) bahwa tanaman yang tahan komponen seleksi asam fusarat tahan juga terhadap penyakit layu Fusarium.

Dari penampakan secara visual terlihat perbedaan pada tanaman yang tahan di rumah kaca. Tanaman yang tahan tanpa diradiasi memperlihatkan penampakan yang lebih pendek dan mempunyai daun yang kecil. Pada tanaman yang tahan hasil radiasi 1 Krad mempunyai penampakan yang lebih vigor, tinggi dan berdaun lebar. Seleksi *in vitro* menghasilkan 44 nomor calon tanaman yang tahan terhadap asam fusarat dan filtrat dari *F. oxysporum*. Dari 44 nomor ini, 32 nomor telah diuji

Tabel 6. Persentase hidup dan rerata dari empat ulangan terhadap penilaian gejala penyakit dari tanaman hasil seleksi *in vitro* yang diinokulasi dengan suspensi konidia *F. oxysporum* dengan kerapatan 10⁵/ml air steril di rumah kaca setelah 60 hari

Dosis Radiasi (Krad)	Persentase Hidup Planlet (%)	Rerata Penilaian Gejala Penyakit*
0	0.00	5.00
0.5	83.33	1.17
1	75.00	1.63

1 = tidak ada yang menguning; 2 = sedikit menguning pada daun terbawah; 3 = terjadi penguningan yang meluas dengan kelayuan yang nyata; 4 = terjadi penguningan pada daun yang belum dan baru membuka; 5 = tanam mati

ketahanannya terhadap *F. oxysporum* di rumah kaca. Pengujian di rumah kaca diperoleh 11 nomor tahan terhadap serangan *F. oxysporum*.

KESIMPULAN

Perlakuan radiasi yang dikombinasi dengan seleksi *in vitro* menggunakan toksin murni asam fusarat yang diikuti dengan filtrat dari *F. oxysporum* dapat menghasilkan tanaman yang tahan terhadap patogen *F. oxysporum*. Pada perlakuan dosis radiasi 0.5 Krad yang diikuti dengan seleksi *in vitro* menggunakan 45 mg/l asam fusarat kemudian diseleksi kembali dengan asam fusarat dengan dosis ditingkatkan yaitu 60 mg/l yang selanjutnya diseleksi dengan 50% filtrat dari *F. oxysporum* menghasilkan tanaman abaka yang tahan terhadap Fusarium. Dari pengujian di rumah kaca diperoleh 11 nomor harapan baru tanaman abaka yang tahan terhadap Fusarium.

SARAN

Harus dilakukan pengujian terhadap nomor-nomor harapan yang diperoleh secara *in vitro* dan rumah kaca di lapangan untuk mendapatkan tanaman abaka yang

tahan terhadap *F. oxysporum* dan perlu dilakukan analisis keragaman terhadap nomor-nomor harapan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, K.Z., A. Mesterhazy, A. Bartok, & F. Sagi. 1996. *In vitro* techniques for selecting wheat (*Triticum aestivum* L.) for *Fusarium*-resistance. II. Culture filtrate technique and inheritance of *Fusarium*-resistance in the somaclones. *Euphytica* 91:341-349.

Arai, M. & M. Takeuchi. 1993. Influence of *Fusarium* wilt toxin(s) on carnation cells. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 34:287-293.

Brazolot J, Fu Yu, & K. K. P. Pauls. 1990. *In vitro* selection for disease/toxin resistance. Dalam: Dixon, R. A. (ed.). *Plant Cell Culture A Practical Approach*. New York: Oxford University. h. 87-97.

Epp, D. 1986. Somaclonal variation in banana: a case study with *Fusarium* Wilt. Dalam: Persley, G.J. & E.A. De Langhe (eds.), *Banana and Plantain Breeding Strategies*. Proceedings of an International Workshop held at Cairns; 13-17 Oct 1986. Australian Center for

- International Agricultural Research. Queensland.
- Fadel, F. & G. Wenzel. 1993. *In vitro* selection for tolerance to *Fusarium* in F₁ microspore populations of wheat. *Plant Breeding* 110 : 89-95.
- Krikorian, A. D. & S. S. Cronauer. 1986. Tropical and subtropical fruit: banana. Dalam : Sharp, W. R., D. A. Evans, P. V. Ammirato, & Y. Yamada, (eds.). *Handbook of Plant Cell Culture*. Vol ke-2. Crop species. New York: Macmillan Publishing Company. h.327-348.
- Mathius, N. T. & N. Haris. 1999. Induction of genetic variation of banana cv nangka by gamma Co-60 irradiation and fusaric acid. *Menara Perkebunan* 67: 13-22.
- Matsumoto, K., M.L. Barbosa, & L.A.C. Souza. 1995. Race 1 *Fusarium* wilt tolerance on banana plants selected by fusaric acid. *Euphytica* 84:67-71.
- Matsumoto, K., M.L. Barbosa & J.B. Teixeira. 2000a. *In vitro* selection for *Fusarium* wilt resistance in banana. I. Resistance to culture filtrate of race 1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense*, abstr. H. 6054. *Musarama* 13:19.
- Matsumoto, K., C. Souza, & M.L. Barbosa. 2000b. *In vitro* selection for *Fusarium* wilt resistance in banana. I. Co-culture technique to produce culture filtrat of race 1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense*, Abstr: 6055. *Musarama* 13:19.
- Micke, A., B. Donini, & M. Maluszynski. 1987. Induces mutations for crop improvement- a review. *Top Agric* 64: 259-278.
- Morpurgo, R., S.V. Lopato, R. Afza, & F.J. Novak. 1994. Selection parameters for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense* race 1 and race 4 on diploid banana (*Musa acuminata* Colla). *Euphytica* 75 : 121-129.
- Murashige, T. & F. Skoogh. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. *Physiol Plant* 15:473-497.
- Nagatomi, S. 1996. A new approach of radiation breeding toward improvement of disease resistance in crops, h. 16-24. Proceedings Integrated Control of Main Diseases of Industrial Crops, Bogor; 13-14 March 1996.
- Philippine Council for Agriculture, Forestry and Natural Resources Research and Development. 1977. *The Philippines Recommends for Abaca*. Los Banos, Laguna: PCARRD.
- Philippine Council for Agriculture, Forestry and Natural Resources Research and Development. 1988. *Commodity Industry Analysis*. Los Banos, Laguna: PCARRD.
- Pegg, K.G. & P.W. Langdon. 1986. *Fusarium* Wilt (Panama Disease): a review. Dalam : Persley, G.J. & E.A. De Langhe (ed.), *Banana and Plantain Breeding Strategies*. Proceedings of an International Workshop held at Cairns, 13-17 Oct 1986.
- Smith, M. K., S. D. Hamili., P. W. Langdon, & K. G. Pegg. 1997. *In vitro* mutation breeding for the development of bananas with resistance to race 4, *Fusarium* wilt. *Musarama* 9: 19. Abstr 4207.
- Sutarto, I., Y. Imelda, & Jumjunidang. 1998. Seleksi resistansi mutan pisang ambon kuning terhadap penyakit layu *Fusarium*. *Risalah*

Damayanti *et al.*

Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi 1997/1998; Bogor, 18019 Feb 1998. Bogor: Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi BATAN. h. 123-128.

Van den Bulk, R.W. 1991. Application of cell and tissue culture and *in vitro*

selection for disease resistance breeding - a review. *Euphytica* 56: 269-285.

Wardiyati, T. 1999. Abaka (*Musa textilis* Nee). PT Nandinusa Abaka Mera. Jakarta.