

**Radiosensitivitas Pisang cv. Ampyang dan Potensi Penggunaan
Iradiasi Gamma untuk Induksi Varian**

***Radiosensitivity of Banana cv. Ampyang and Potential Application of
Gamma Irradiation for Variant Induction***

Reni Indrayanti^{1*}, Nurhajati Ansori Mattjik², Asep Setiawan², dan Sudarsono²

¹Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta
Jl. Pemuda No.10 Rawamangun, Jakarta 13220, Indonesia

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga 16680, Indonesia

Diterima 19 Januari 2011/Disetujui 4 April 2011

ABSTRACT

Banana is commonly propagated vegetatively by suckers since most of edible banana are triploid, male sterile and parthenocarpic, use of conventional breeding for banana improvement is difficult. Mutation induction and in vitro technique are alternative tools for banana improvement. The objectives of this research were (1) to determine radiosensitivity of banana cv. Ampyang against gamma irradiation, and (2) to evaluate performance of plantlets regenerated from gamma irradiated explants of banana cv. Ampyang. Explants of in vitro grown shoots were exposed to gamma irradiation at 0, 20, 25, 30, 35, 40, 45, and 50 Gy to determine their radiosensitivity. Growth and development of regenerated plantlets were recorded after 10 months of proliferation and regeneration periods. The CurveExpert ver. 1.4 analysis results indicated that lethal doses of irradiation reducing 20% to 50% of shoot growth (LD_{20-50}) were 51.07 - 64.54 Gy. All regenerated plantlets from irradiated explants produced less numbers of roots, and some of regenerated plantlets, showed significantly less plantlet fresh weight and height than the control one. Plantlets regenerated from explants irradiated with 25, 40, 50 Gy have longer leaves than the control. The regenerated plantlets from gamma irradiation treatments were successfully transferred into soil and they would be used to evaluate existence of variants among regenerated banana plantlets.

Keywords: induced mutation, gamma irradiation, lethal dose (LD_{20-50})

ABSTRAK

Pisang merupakan tanaman yang diperbanyak secara vegetatif melalui bonggol, dan sebagian besar pisang yang dikonsumsi bersifat triploid, steril dan partenokarpi, sehingga pengembangan tanaman pisang melalui pemuliaan secara konvensional menjadi sulit. Mutasi induksi dan teknik in vitro merupakan suatu alternatif untuk pengembangan tanaman pisang. Tujuan penelitian ini adalah untuk (1) menentukan radiosensitivitas pisang cv. Ampyang terhadap iradiasi gamma, dan (2) mengevaluasi performan plantlet pisang cv. Ampyang yang diregenerasikan dari eksplan yang diradiasi, sebagai skrining awal adanya varian somaklon. Eksplan tunas pisang aseptis diiradiasi gamma pada dosis 0, 20, 25, 30, 35, 40, 45 dan 50 Gy untuk menentukan radiosensitivitas pisang. Hasil analisis menggunakan CurveExpert 1.4 diketahui bahwa dosis letal yang mereduksi pertumbuhan tunas sebesar 20-50% (LD_{20-50}) pada siklus vegetatif pertama (MIV1) berada pada kisaran 51.07 - 64.54 Gy. Pertumbuhan dan perkembangan plantlet diamati setelah tunas diproliferasi dan diregenerasi selama 10 bulan. Seluruh plantlet hasil regenerasi dari eksplan yang diradiasi menghasilkan jumlah akar yang lebih rendah, dan beberapa plantlet secara nyata menghasilkan berat segar dan tinggi yang lebih rendah daripada eksplan yang tidak diradiasi (kontrol). Plantlet yang diregenerasikan dari eksplan yang diradiasi 25, 40 dan 50 Gy secara nyata memiliki rasio panjang dan lebar daun yang lebih besar dari plantlet kontrol. Plantlet hasil iradiasi gamma dan regenerasi secara in vitro ini, telah berhasil di aklimatisasi dalam media tanah dan akan dievaluasi keberadaan varian di antara populasi plantlet pisang yang ada.

Kata kunci: mutasi induksi, iradiasi gamma, dosis letal (LD_{20-50})

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: reni_yanti@yahoo.com

PENDAHULUAN

Pisang dan *plantain* (*Musa* spp) merupakan tanaman pangan utama yang ditumbuhkan dan dikonsumsi oleh lebih dari 120 negara di daerah tropis dan subtropis (INIBAP, 2000). Di Indonesia pisang merupakan komoditas buah-buahan prioritas di samping durian, jeruk, mangga, manggis, nenas, dan pepaya, dengan produktivitas sebesar 6,373,533 ton pada tahun 2009 (BPS, 2010). Kultivar-kultivar pisang secara alami berkembang dari spesies *Musa acuminata* (genom A) dan *Musa balbisiana* (genom B). Kultivar diploid (AA dan AB), triploid (AAA, AAB, ABB) dan tetraploid (AAAB) berasal dari hibrida di antara kedua spesies tersebut, dan di antara sembilan subspecies *Musa acuminata* (Ploetz *et al.*, 2007). Kedua spesies alami dan hibrida kompleks ini menghasilkan kombinasi berbagai jenis pisang yang dikonsumsi saat ini.

Kultivar pisang yang dikonsumsi diklasifikasikan ke dalam dua tipe yaitu jenis pisang olahan yang dimasak terlebih dahulu sebelum dikonsumsi (*cooking type*), dan jenis pisang meja yang dikonsumsi tanpa dimasak terlebih dahulu (*dessert type*) (Valmayor *et al.*, 2000; Ploetz *et al.*, 2007). Pisang cv. Ampyang (*Musa acuminata*, genom AAA, subgrup non-Cavendish) merupakan jenis pisang meja yang sudah sulit dijumpai di pasar tradisional dan jarang dibudidayakan oleh petani. Selain di Indonesia, pisang cv. Ampyang ini juga ditemukan di Malaysia (cv. Amping) dan Filipina (cv. Amo) (Valmayor *et al.*, 2000). Berdasarkan analisis jarak genetik, pisang cv. Ampyang berada dalam klaster yang sama dengan pisang cv. Nangka (AAB) serta merupakan satu kelompok dengan pisang cv. Barangan (AAA), Ambon Kuning (AAA), Ambon Hijau (AAA), dan Badak (AAA) (Sukartini, 2008).

Pisang (*dessert type*) dan *plantain* (*cooking type*) sebagian besar bersifat triploid, steril, dan partenokarpi, serta membutuhkan waktu generasi yang panjang dalam siklus vegetatifnya sehingga metode pemuliaan secara konvensional menjadi terkendala (Hwang dan Ko, 2004; Suprasanna *et al.*, 2008). Karena keterbatasan tersebut metode pemuliaan mutasi dan bioteknologi dapat menjadi suatu alternatif metode yang bermanfaat bagi pemuliaan tanaman pisang.

Metode pemuliaan dengan teknik mutasi induksi telah digunakan untuk meningkatkan produktivitas maupun kualitas tanaman yang diperbanyak secara vegetatif terutama pada tanaman buah-buahan (Ahloowalia dan Maluszynski, 2001; IAEA, 2009), dan sangat penting untuk meningkatkan keragaman genetik pada tanaman pisang dan *plantain* (Hwang dan Ko, 2004; Roux, 2004). Meskipun mutasi alami telah memberi kontribusi terhadap diversitas genetik pada *Musa* spp. dan secara signifikan telah meningkatkan variasi, namun frekuensinya relatif kecil (Roux, 2004). Pada tanaman yang diperbanyak secara vegetatif, induksi mutasi yang dikombinasikan dengan teknik kultur *in vitro* merupakan alternatif metode yang efektif untuk peningkatan keragaman dan peningkatan sumber genetik alami suatu tanaman, serta secara signifikan mampu mendukung pengembangan kultivar baru tanaman

buah-buahan (Novak dan Brunner, 1992; IAEA, 2009). Agen mutagenik seperti iradiasi dan mutagen kimia dapat digunakan untuk menginduksi mutasi dan menghasilkan variasi genetik sehingga mutan dengan karakter tertentu yang diinginkan kemungkinan dapat diseleksi diantara varian yang ada (Novak dan Brunner, 1992; IAEA, 2009; Jain, 2010).

Pada beberapa studi mutagenesis, faktor kunci dalam melakukan induksi mutasi adalah penentuan dosis iradiasi atau konsentrasi bahan mutagen yang akan digunakan, yang merupakan jumlah energi iradiasi atau banyaknya mutagen yang diabsorpsi oleh jaringan tanaman (Gaul, 1977; Ahloowalia dan Maluszynski, 2001). Satuan unit energi radiasi yang diabsorpsi adalah Gy (Gray) yang setara dengan 1 J kg⁻¹ atau 100 rad (Predieri, 2001; Medina *et al.*, 2004). Metode yang tepat untuk penentuan dosis iradiasi pada suatu tanaman telah dilakukan oleh banyak peneliti, tetapi prosedur umum di dalam penentuan dosis iradiasi yang paling tepat adalah berdasarkan radiosensitivitas (Predieri, 2001; Karmarkar *et al.*, 2001). Radiosensitivitas dapat diperkirakan melalui respon fisiologis bahan tanaman yang diradiasi termasuk diantaranya, penentuan dosis yang mereduksi pertumbuhan vegetatif tanaman yang diradiasi sebesar 20-50% (LD₂₀₋₅₀). Radiosensitivitas bervariasi tergantung pada spesies dan kultivar tanaman, kondisi fisiologis dan organ tanaman, serta manipulasi dari materi yang diradiasi sebelum dan sesudah perlakuan mutagenik (Gaul, 1977; Predieri, 2001).

Regenerasi tanaman secara *in vitro* merupakan satu tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal, dan memberikan indikasi awal bahwa plantlet hasil mutagenesis dapat menghasilkan mutan yang bersifat positif atau negatif. Menurut Jain (2010) keberhasilan setiap program mutagenesis tergantung kepada pemantapan prosedur regenerasi tanaman yang bersifat produktif, optimasi perlakuan mutagen, dan efisiensi skrining populasi tanaman varian untuk mendapatkan mutan yang diinginkan.

Tujuan dari percobaan ini adalah (1) untuk menentukan radiosensitivitas tunas pisang cv Ampyang (*Musa acuminata*, AAA) terhadap perlakuan iradiasi gamma (2) mengevaluasi karakter fenotipik plantlet pisang cv. Ampyang hasil iradiasi gamma.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB dan Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman, Jurusan Biologi, FMIPA, UNJ pada Januari 2008 hingga Februari 2009. Eksplan tunas pisang cv. Ampyang aseptis diproliferasi selama 2 bulan dalam media Murashige dan Skoog (MS) dengan penambahan 4.50 mg L⁻¹ 6-benzyl amino purine (BAP), 0.22 mg L⁻¹ thidiazuron (TDZ), 0.175 mg L⁻¹ indole-acetic acid (IAA), dan 100 mg L⁻¹ asam askorbat. Induksi mutasi dilakukan di Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi - BATAN, Jakarta. Iradiasi dilakukan pada eksplan tunas

pisang aseptis dengan dosis sinar gamma (Cobalt-60): 0, 20, 25, 30, 35, 40, 45, dan 50 Gy. Rancangan percobaan acak lengkap (RAL), jumlah perlakuan 8 dengan 6 ulangan, dan setiap ulangan terdiri atas 10-15 tunas. Eksplan yang telah diradiasi selanjutnya disubkultur ke dalam media yang masih segar untuk menghilangkan efek mutagenik pada media. Radiosensitivitas ditentukan pada dosis yang menimbulkan reduksi pertumbuhan tunas sebesar 20-50% (LD_{20-50}) dibandingkan kontrol pada siklus vegetatif yang pertama (M_1V_1), 6 minggu setelah eksplan diradiasi.

Tunas majemuk selanjutnya diproliferasi dan diregenerasikan selama 10 bulan melalui subkultur antara 6-8 kali setiap 5-6 minggu ke media yang masih segar untuk meningkatkan perolehan tunas varian. Tunas pisang yang belum mampu membentuk akar selama periode proliferasi, disubkultur ke dalam media MS dengan penambahan BAP 2.25 mg L^{-1} , IAA 1.75 mg L^{-1} arang aktif 1 mg L^{-1} selama 1-2 bulan untuk menginduksi perakaran. Plantlet yang sudah mampu membentuk akar tetap ditumbuhkan pada media proliferasi tunas selama 1-2 bulan. Selanjutnya plantlet yang diperoleh diaklimatisasi dan diamati pertumbuhan dan perkembangannya sebagai indikator awal keberadaan plantlet varian. Pengamatan dilakukan terhadap karakter jumlah daun dan akar, tinggi plantlet, bobot segar plantlet, dan rasio panjang:lebar (p:l) daun plantlet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Radiosensitivitas Tunas Pisang terhadap Iradiasi Gamma

Tunas pisang cv. Ampyang (*Musa acuminata*, AAA) *in vitro* yang berkembang dari eksplan yang diradiasi dengan sinar gamma, ditumbuhkan selama 6 minggu dalam media proliferasi tunas dan tunas aksilar baru yang tumbuh selanjutnya dihitung untuk menentukan radiosensitivitas pisang yang diuji. Data standarisasi pertumbuhan tunas (%) diolah dengan menggunakan *CurveExpert* 1.4 untuk menentukan radiosensitivitas pisang cv. Ampyang (Tabel 1). Hasil percobaan ini memberikan persamaan kuadrat $y = a + bx + cx^2$ dengan koefisien data: $a = 98.80$, $b = 1.10$, dan $c = -0.03$, sehingga persamaan yang diperoleh adalah $y = 98.80 + 1.10x - 0.03x^2$ (Gambar 1). Berdasarkan persamaan tersebut, dapat ditentukan bahwa tingkat reduksi pertumbuhan tunas pisang sebesar 20% (LD_{20}) akibat perlakuan iradiasi gamma pada siklus vegetatif yang pertama (M_1V_1) diperoleh pada

dosis iradiasi 51.07 Gy, dan tingkat reduksi pertumbuhan tunas pisang sebesar 50% (LD_{50}) didapat pada dosis iradiasi 64.54 Gy. Penentuan dosis letal (LD) ini merupakan salah satu faktor utama yang mendukung keberhasilan perlakuan iradiasi untuk memperoleh varian atau mutan pada suatu tanaman yang diradiasi.

Variasi somaklonal merupakan variasi genetik yang muncul di antara individual sel anakan pada tanaman yang diregenerasi melalui kultur sel dan jaringan (Hartman *et al.* 2002), seringkali didefinisikan sebagai keragaman genetik dari tanaman yang berasal dari sel somatik. Pada banyak tanaman, perolehan varian somaklon dapat ditingkatkan dengan teknik mutasi induksi dengan iradiasi gamma, dan penentuan dosis iradiasi yang tepat berdasarkan radiosensitivitas sangat menentukan keberhasilan perolehan varian atau mutan yang diinginkan. Radiosensitivitas dapat diperkirakan melalui respon fisiologis bahan tanaman yang diradiasi di antaranya penentuan dosis yang menyebabkan reduksi pertumbuhan vegetatif tanaman yang diradiasi sampai 50% (LD_{50}) jika dibandingkan dengan kontrol pada siklus vegetatif yang pertama (M_1V_1) (Gaul, 1977).

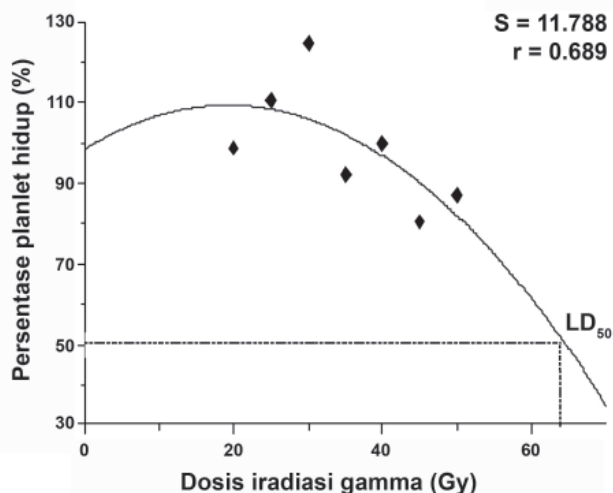
Hasil analisis *CurveExpert* 1.4 menunjukkan bahwa reduksi pertumbuhan tunas pisang cv. Ampyang sebesar 20-50% (LD_{20-50}), berada dikisaran 51.07-64.54 Gy (Gambar 1). Kisaran dosis iradiasi tersebut secara teoritis merupakan dosis yang dapat mengakibatkan terjadinya mutasi pada plantlet pisang cv. Ampyang yang diuji. Kisaran dosis iradiasi yang diperoleh dari percobaan ini sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian pada kultivar pisang meja lainnya. LD_{50} pisang cv. Barangan (AAA) berada pada dosis iradiasi 38 Gy, namun varian somaklon pisang cv. Barangan banyak dijumpai pada dosis iradiasi 45 Gy (Mak *et al.*, 2004), pada cv. Lakatan (Barangan Kuning) (AAA) asal Filipina LD_{50} dijumpai pada dosis iradiasi 40 Gy (Hautea *et al.*, 2004). Pada pisang cv. Basrai (*Dwarf Cavendish*) (AAA) asal India, varian paling banyak ditemukan pada perlakuan iradiasi 30 Gy (Mishra *et al.*, 2007). Dosis iradiasi 20 Gy pada cv. Dwarf Parfitt (*Extra-Dwarf Cavendish*, AAA) mampu menghasilkan plantlet varian yang resisten terhadap *Foc* (Smith *et al.*, 2006).

Korelasi antara status fisiologis tanaman dan radiosensitivitas seringkali ditentukan oleh kandungan air dari jaringan tanaman karena senyawa target utama iradiasi pengion seperti sinar gamma adalah air (Britt, 1996). Iradiasi pada jaringan yang kandungan airnya

Tabel 1. Rataan jumlah tunas pisang cv. ampyang sebelum diradiasi (M_0V_0) dan setelah diradiasi dan diproliferasi selama enam minggu (M_1V_1)

Rataan jumlah tunas pada	Dosis iradiasi (Gy)							
	0	20	25	30	35	40	45	50
M_0V_0 (Sebelum diradiasi)	54.00	55.00	55.00	57.00	53.00	52.00	56.00	53.00
M_1V_1 (Sesudah diradiasi dan diproliferasi)	77.00	76.00	85.00	96.00	71.00	77.00	62.00	67.00
Standarisasi pertumbuhan tunas (%)	100.00	98.70	110.39	124.68	92.21	100.00	80.52	87.01

Keterangan: Standarisasi pertumbuhan tunas (%) pada setiap dosis iradiasi diperoleh dengan rumus: $\frac{\sum \text{tunas hasil iradiasi pada } M_1V_1}{\sum \text{tunas kontrol (0 Gy) pada } M_1V_1} \times 100\%$



Persamaan kuadratik: $y = a + bx + cx^2$

Koefisien:

a = 9.8803E+001

b = 1.1030E+000

c = -2.8805E-002

Gambar 1. Penentuan LD₅₀ berdasarkan penghambatan proliferasi tunas aksilar dari eksplan pisang cv. ampyang yang diberi perlakuan iradiasi gamma

tinggi dapat meningkatkan frekuensi dihasilkannya varian atau mutan (Predieri, 2001). Plantlet pisang hasil kultur *in vitro* umumnya memiliki kandungan air yang tinggi akibat sedikitnya proses transpirasi pada saat plantlet berada pada kondisi *in vitro* (Nwauzoma *et al.*, 2002). Berdasarkan hal tersebut, frekuensi terjadinya varian pada pisang cv. Ampyang ini diharapkan juga tinggi karena menggunakan perlakuan iradiasi pada eksplan tunas *in vitro* yang mempunyai kadar air tinggi karena menggunakan perlakuan iradiasi pada eksplan tunas *in vitro* yang mempunyai kadar air tinggi.

Regenerasi Tunas Pisang Hasil Iradiasi Gamma

Pengamatan yang dilakukan terhadap plantlet yang tidak diradiasi secara umum menghasilkan fenotipe bentuk akar dan daun yang seragam dalam media proliferasi tunas. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya pada pisang cv. Grande Naine (Ambon Jepang) yang menunjukkan bahwa proliferasi tunas aksilar secara *in vitro*, tanpa perlakuan iradiasi cenderung menghasilkan plantlet varian dengan frekuensi yang lebih kecil dibandingkan dengan plantlet yang diradiasi (Garcia *et al.*, 2002). Hal ini diduga karena pada proliferasi tunas aksilar, plantlet yang dihasilkan berasal dari *pre-existing* meristem yang selanjutnya berkembang menjadi tunas aksilar (Acquaah, 2007), dan bukan berasal dari sel atau jaringan kalus.

Regenerasi plantlet pisang cv. Ampyang hasil iradiasi secara umum menghasilkan plantlet yang bervariasi untuk karakter jumlah daun dan jumlah akar yang terbentuk (Tabel 2), serta bobot segar dan tinggi plantlet, serta rasio panjang:

lebar (p:l) daun (Tabel 3). Namun demikian hasil uji-F dan BNT terhadap berbagai karakter tersebut menunjukkan bahwa variasi rata-rata jumlah daun akibat perlakuan berbagai dosis iradiasi tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan plantlet kontrol (0 Gy). Sebaliknya terhadap rata-rata jumlah akar, perlakuan iradiasi gamma memberikan perbedaan yang sangat nyata. Jumlah akar plantlet pisang cv. Ampyang hasil iradiasi gamma (20-50 Gy) mempunyai rata-rata lebih rendah dibanding plantlet kontrol (0 Gy) (Tabel 2).

Pengamatan terhadap karakter bobot segar plantlet (Tabel 3), menunjukkan bahwa rata-rata bobot segar plantlet hasil iradiasi berbeda nyata dengan kontrol (2.69 g), kecuali plantlet hasil iradiasi 40 Gy (2.75 g). Tinggi plantlet juga nyata lebih rendah, kecuali plantlet hasil iradiasi 30 dan 40 Gy (13.45 dan 15.25 cm). Pengaruh iradiasi terhadap rasio p:l daun menunjukkan bahwa plantlet hasil iradiasi 25 Gy (3.92), 40 Gy (4.20), dan 50 Gy (4.26) berbeda sangat nyata dengan kontrol (3.56). Daun plantlet yang dipanen dari eksplan yang diradiasi secara nyata lebih panjang dibandingkan dengan kontrol.

Hasil persamaan regresi berbagai karakter plantlet menunjukkan bahwa peningkatan dosis iradiasi menyebabkan penurunan rata-rata jumlah akar (71.5%) dan peningkatan rasio p:l daun (68.21%). Namun demikian, hasil analisis regresi menunjukkan perlakuan iradiasi tidak menyebabkan penurunan bobot segar dan tinggi plantlet (Gambar 2). Representatif gambar perkembangan dan pertumbuhan plantlet pisang cv. Ampyang setelah diradiasi, dan hasil aklimatisasi plantlet berusia 2 bulan disajikan pada Gambar 3.

Pada percobaan ini, proliferasi dan regenerasi tunas pisang secara *in vitro* selama 10 bulan pada media MS dengan penambahan BAP, TDZ, dan IAA dengan jumlah siklus subkultur 6-8 kali setiap 5-6 minggu, menghasilkan plantlet dengan karakter fenotipe yang lebih rendah pada plantlet hasil iradiasi dibandingkan dengan yang tanpa iradiasi. Plantlet-plantlet tersebut masih mampu tumbuh dan berhasil diaklimatisasi ke media tanah. Menurut Shirani *et al.* (2010) regenerasi tanaman melalui kultur tunas *in vitro* menghasilkan bahan tanaman klonal yang lebih baik daripada perbanyakan vegetatif secara konvensional di lapangan. Plantlet yang diregenerasikan dari eksplan yang diradiasi pada dosis 25, 40 dan 45 Gy mempunyai bentuk daun yang lebih panjang dibandingkan yang tidak diradiasi. Percobaan ini juga memperlihatkan gambaran umum bahwa untuk karakter jumlah akar, bobot segar dan tinggi plantlet, pemberian dosis iradiasi di atas 30 Gy memiliki pola pertumbuhan yang sama dengan apa yang diprediksi berdasarkan kurva reduksi pertumbuhan tunas pisang (LD₂₀₋₅₀).

Meskipun masih pada tahapan plantlet, adanya keragaman fenotipik untuk berbagai karakter yang diamati dapat menjadi indikasi terjadinya mutasi pada plantlet yang didapat. Namun demikian, evaluasi lebih lanjut memang masih perlu dilakukan pada tingkat bibit dan tanaman di lapangan. Jika terbukti bahwa keragaman fenotipik pada tingkat *in vitro* yang diamati untuk plantlet pisang cv. Ampyang hasil perlakuan iradiasi gamma ternyata betul-

betul disebabkan oleh mutasi, maka populasi bibit yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat diseleksi untuk mengidentifikasi varian atau mutan yang mempunyai sifat unggul tertentu seperti ketahanan terhadap penyakit layu *Fusarium* yang disebabkan oleh infeksi cendawan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*). Pisang cv. Ampyang (AAA, subgrup non-Cavendish) merupakan pisang meja, dari penelitian yang ada beberapa kultivar pisang meja yang termasuk subgrup ini dilaporkan rentan terhadap penyakit layu *Fusarium* (Hautea *et al.* 2004; Suyamto *et al.* 2004; Plötz *et al.* 2007).

Identifikasi tanaman varian hasil iradiasi secara *in vitro* dilaporkan lebih efektif (Predieri, 2001), karena induksi mutasi dilakukan pada sekelompok sel atau jaringan, sehingga probabilitas untuk terjadinya mutasi genetik atau epigenetik yang dapat diekspresikan sebagai perubahan fenotipik menjadi lebih besar (Harrison dan Schwarzacher,

2007). Namun karena teknik induksi mutasi dengan iradiasi gamma menyebabkan terjadinya mutasi secara acak (Medina *et al.* 2004), maka fenotipe mutan yang didapatkan juga bersifat acak. Oleh karena itu evaluasi tanaman varian perlu dilakukan secara menyeluruh, baik untuk sifat varian yang diinginkan maupun untuk sifat varian lainnya melalui evaluasi di rumah kaca dan di lapangan selama beberapa generasi.

Dalam penelitian ini plantlet pisang cv. Ampyang yang diregenerasikan dari eksplan dengan perlakuan iradiasi gamma telah diperoleh dan berhasil diaklimatisasi di rumah kaca. Populasi bibit pisang cv. Ampyang yang didapat berpotensi untuk digunakan sebagai populasi untuk mengidentifikasi varian dengan sifat-sifat unggul tertentu yang diinginkan. Identifikasi dan seleksi varian tersebut akan dilakukan sebagai kelanjutan penelitian ini dan hasilnya akan disajikan dalam publikasi yang berbeda.

Tabel 2. Rataan jumlah daun dan jumlah akar plantlet pisang cv. Ampyang hasil perlakuan iradiasi gamma dan tanaman kontrol setelah diproliferasi dan diregenerasikan selama 10 bulan secara *in vitro*

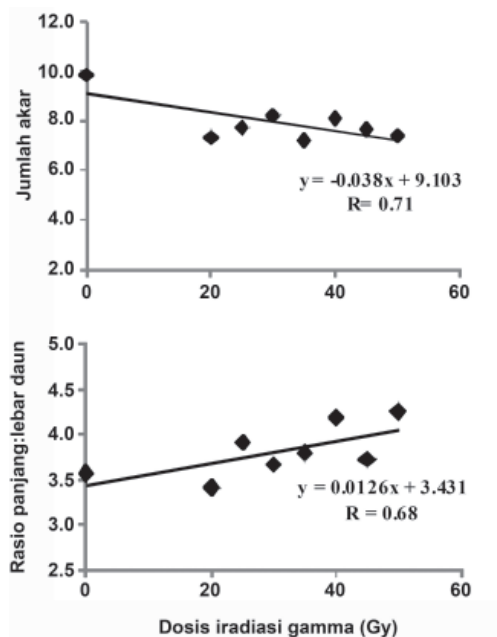
Dosis iradiasi (Gy)	Jumlah daun			Jumlah akar		
	Rataan	Perbedaan dengan kontrol	± SE	Rataan	Perbedaan dengan kontrol	± SE
0	6.07	-	0.23	9.85	-	0.46
20	6.24	0.17 tn	0.23	7.34	-2.51 **	0.43
25	5.76	-0.30 tn	0.23	7.69	-2.16 **	0.52
30	6.70	0.63 tn	0.24	8.25	-1.60 **	0.45
35	5.75	-0.32 tn	0.50	7.25	-2.60 **	0.77
40	6.75	0.68 tn	0.28	8.10	-1.75 **	0.37
45	6.64	0.57 tn	0.30	7.66	-2.19 **	0.37
50	6.62	0.55 tn	0.27	7.38	-2.47 **	0.33

Keterangan: ** = berbeda sangat nyata dibandingkan kontrol pada taraf 1% berdasarkan uji BNT; tn = tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol berdasarkan uji BNT

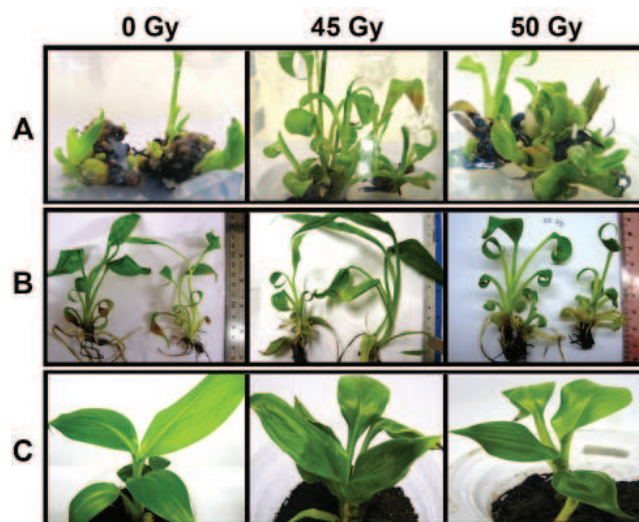
Tabel 3. Rataan bobot segar planlet, tinggi planlet, dan rasio panjang:lebar daun plantlet pisang cv. ampyang, hasil perlakuan iradiasi gamma dan tanaman kontrol setelah diproliferasi dan diregenerasikan selama 10 bulan secara *in vitro*

Dosis iradiasi (Gy)	Bobot segar planlet (g)			Tinggi planlet (cm)			Rasio panjang:lebar daun		
	Rataan	Perbedaan dengan kontrol	± SE	Rataan	Perbedaan dengan kontrol	± SE	Rataan	Perbedaan dengan kontrol	± SE
0	2.69	-	0.20	14.60	-	0.60	3.56	-	0.07
20	1.51	-1.17 **	0.11	11.79	-2.81 **	0.40	3.41	-0.16 tn	0.09
25	1.46	-1.22 **	0.13	11.64	-2.96 **	0.45	3.92	0.35 **	0.09
30	2.05	-0.64 *	0.18	13.45	-1.15 tn	0.52	3.68	0.11 tn	0.08
35	1.06	-1.63 **	0.25	8.91	-5.69 **	0.90	3.79	0.22 tn	0.22
40	2.75	0.06 tn	0.27	15.25	0.65 tn	0.60	4.20	0.63 **	0.10
45	2.01	-0.67 *	0.25	11.84	-2.76 **	0.58	3.73	0.17 tn	0.10
50	1.92	-0.77 **	0.19	12.69	-1.91 **	0.49	4.26	0.69 **	0.13

Keterangan: ** = berbeda sangat nyata dibandingkan kontrol pada taraf 1% berdasarkan uji BNT; tn = tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol berdasarkan uji BNT



Gambar 2. Analisis regresi antara dosis iradiasi dengan rata-rata jumlah akar yang terbentuk pada plantlet, tinggi plantlet, bobot segar plantlet, dan rasio panjang: lebar daun plantlet pisang cv. Ampyang setelah diproliferasi dan diregenerasikan selama 10 bulan secara *in vitro*



Gambar 3. Proliferasi tunas aksilar dari eksplan yang diberi perlakuan iradiasi, regenerasi plantlet dan pertumbuhan bibit pisang cv. Ampyang. (a) Proliferasi tunas dari eksplan dengan perlakuan iradiasi pada 0, 45 dan 50 Gy. (b) Regenerasi plantlet dari eksplan dengan perlakuan iradiasi pada 0, 45 dan 50 Gy. (c) Pertumbuhan bibit pisang paska aklimatisasi dari eksplan dengan perlakuan iradiasi pada 0, 45 dan 50 Gy

KESIMPULAN

Dosis iradiasi gamma yang mereduksi proliferasi tunas sebesar 20%-50% (LD_{20-50}) pada pisang cv. Ampyang (*Musa acuminta*, AAA.) berada pada kisaran 51.07-64.54 Gy. Kisaran tersebut dapat dijadikan sebagai dosis referensi perlakuan iradiasi untuk menginduksi mutasi pada kultivar pisang lainnya dengan genom AAA.

Plantlet pisang cv. Ampyang hasil iradiasi gamma menghasilkan variasi fenotipik pada karakter jumlah akar, bobot segar dan tinggi plantlet yang cenderung lebih pendek dibandingkan plantlet yang tidak diradiasi. Plantlet yang diregenerasikan dari eksplan yang diradiasi pada dosis 25, 40 dan 45 Gy mempunyai bentuk daun yang lebih panjang dibandingkan yang tidak diradiasi. Bibit pisang cv. Ampyang hasil iradiasi gamma yang didapat dari percobaan ini berpotensi untuk digunakan sebagai populasi untuk mengidentifikasi varian dengan sifat-sifat unggul tertentu yang diinginkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada staf teknis Laboratorium Biologi Molekuler Tanaman IPB, Staf dan teknisi Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman FMIPA UNJ. Penelitian ini dibiayai oleh DP2M Dikti melalui Proyek Hibah Bersaing, No. Kontrak: 02/D3/DP2M/HB/LP-UNJ/IV/2009, di bawah koordinasi Reni Indrayanti.

DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah, G. 2007. Principles of Plant Genetic and Breeding. Blackwell Publ. UK.
- Ahloowalia, B., M. Maluszynski. 2001. Induced mutations – A new paradigm in plant breeding. *Euphytica* 118: 167-173.
- BPS. 2010. Production of Fruit (ton) in Indonesia. Horti. Statistic. <http://www.bps.co.id>. [20 Juni 2010].
- Britt. 1996. DNA damage and repair in plants. *Annu. Rev. Plant Mol. Biol.* 47:75-100.
- Garcia, L.R., P.J. Pérez, I.C. Bermúdez, P.P. Orellana, N.R. Veitia, Y.M. Padrón, C.Q. Romero. 2002. Comparative study of variability produced by induced mutation and tissue culture in banana (*Musa* spp) cv. ‘Grande naine’. *Infomusa* 2:4-6.
- Gaul. 1977. Mutagen effect in the first generation after seed treatment : plant injury and lethality. p. 29-36. *In* IAEA: Manual on Mutation Breeding. 2nd ed. Joint FAO/IAEA Division of Atomic Energy in Food and Agriculture.
- Harrison, H.J.S., T. Schwarzach. 2007. Domestication, genomics and the future for banana. *Review. Ann. Bot.* 100:1073-1084.

- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davis Jr, R.L. Geneve. 2002. Plant Propagation - Principle and Practises, 7th ed. Prentice Hall. New Jersey.
- Hautea, D.M., G.C. Molina, C.H. Balatero, N.B. Coronado, E.B. Perez, M.T.H. Alvarez, A.O. Canama. R.H. Akuba, R.B. Quiloy, R.B. Frankie, C.S. Caspillo. 2004. Analysis of induced mutans of Philippine banana with molecular markers. p. 41-53. In S.M. Jain, R.S. (Ed.) Banana Improvement: Celullular, Molecular Biology, and Induced Mutation. Enfield, Sci. Publ. Inc.
- Hwang, S.C., W.H. Ko. 2004. Cavendish banana cultivars resistant to Fusarium wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. Plant Dis. 88:580-588.
- IAEA, 2009. Induced mutation in tropical fruits trees. Plant breeding and genetic section, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- INIBAP. 2000. Bananas. International Network for the Improvement of Banana and Plantain. International Plant Genetic Resouces Institute.
- Jain, S.M. 2010. *In vitro* mutagenesis in banana (*Musa* spp). improvement. Acta Hort. 879: 605-614.
- Karmarkar, V.M., V.M. Kulkarni, P. Suprasanna, V.A. Bapat, P.S. Rao. 2001. Radiosensitivity of *in vivo* and *in vitro* cultures of banana cv. Basrai (AAA). Fruits 56: 67-74.
- Mak, C., Y.W. Ho., K.W. Liew, J.M. Asif. 2004. Biotechnology and *in vitro* mutagenesis for banana improvement. p. 54-73. In. S.M. Jain, R. Swensen (Eds). Banana Improvement: Celullular, Molecular Biology, and Induced Mutation. Sci. Publ. Inc., Enfield, USA.
- Medina, F.I.S., E. Amano, S. Tano. 2004. Mutation Breeding Manual. Forum For Nuclear Cooperorasion in Asia (FNCA). Japan.
- Mishra, P.J., T.R. Ganapathi, P. Suprasanna, V.A. Bapal. 2007. Effect of single and recurrent gamma irradiation on *in vitro* shoots culture of banana. Int. J. Fruit Sci. 7:47-57.
- Novak, F.J., H. Brunner. 1992. Plant breeding: Induced mutation technology for crop improvement. IAEA Bull. 4:25-33.
- Nwauzoma, A.B., A. Tenkouano, J.H. Crouch, M. Pillay, D. Vuylsteke, L.A. Daniel Kalio. 2002. Yield and disease resistance of plantain (*Musa* spp., AAB group) somaclones in Nigeria. Euphytica 123:323-331.
- Ploetz, R.C., A.K. Kepler, J. Daniells, S.S. Nelson. 2007. Banana and plantain and overview with emphasis on Pasific islands cultivars. Specific Profiles for Pasific Island Agroforestry. www.traditionaltree.org. [7 August 2007].
- Predieri, S. 2001. Mutation induction and tissue culture in improving fruits. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 64:185-210.
- Roux, N. S., 2004. Mutation induction in *Musa*-review. p. 21-29. In. S.M. Jain, R. Swensen (Eds). Banana Improvement: Celullular, Molecular Biology, and Induced Mutation. Sci. Publ. Inc., Enfield, USA.
- Shirani, M. Sariah, W. Zakaria, M. Maziah. 2010. Scalp induction rate responses to cytokinins on proliferating shoot-tips of banana cultivars (*Musa* spp.). Am. J. Agric. Bio. Sci. 5:128-134.
- Smith, M.K., S.D. Hamill, P.W. Langdon, J.E. Giles. V.J. Doogan, K.G. Pegg. 2006. 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. Exp. Agric. 46:107-113.
- Suprasanna. P., M. Sidha, T.R. Ganapathi. 2008. Characterization of radiation induced and tissue culture derived dwarf types in banana by using a SCAR marker. Aust. J. Crop Sci. 1:47-52.
- Sukartini. 2008. Analisis jarak genetik dan kekerabatan aksesori-aksesori pisang berdasarkan *Primer Random Amplified Polymorphic DNA*. J. Hort. 18:261-266.
- Suyamto, I. Djatnika, A. Sutanto. 2004. Banana R & D in Indonesia: Updated and highlights. In. Molina AB *et al.* (Eds). Advancing Banana and Plantain R & D in Asia and thr Pasific-Vo. 13. Proceeding of the 3rd BAPNET Steering Committee. Guangzhou, China. 23-26 November 2004.
- Valmayor, R.V., S.H. Jamaluddin, B. Silayoi, S. Kusumo, L.D. Danh, O.C. Pascua, R.R.C. Espiro. 2000. Banana Cultivar Names and Synonyms in Southeast Asia. INIBAP. France.