

Mutasi Induksi dengan Iradiasi Gamma dan Regenerasi Plantlet Pisang cv. Barangan Secara In Vitro

R. Indrayanti, Adisyahputra, E. Kusumastuty
Lab. Kultur Jaringan Tanaman, Jurusan
Biologi, Fakultas MIPA,
Universitas Negeri Jakarta.
Jl. Pemuda No.10 Rawamangun, Jakarta 13220.
E-mail: reni_yanti@yahoo.com

D. Dinarti, Sudarsono
Lab. Biologi Molekuler Tanaman,
Bagian Bioteknologi, Departemen
Agronomi dan Hortikultura,
Faperta, Institut Pertanian Bogor.
Jl. Meranti – Kampus Darmaga,
Bogor 16680

Kata Kunci: dosis letal (LD_{20-50}), *Musa acuminata* (AAA) cv. Barangan, variasi somaklonal

Abstrak

Pisang Barangan merupakan salah satu jenis pisang meja yang banyak dikembangkan di Sumatera Utara. Tanaman ini diperbanyak secara vegetatif melalui bonggol, bersifat triploid, steril dan partenokarpi, sehingga penggunaan teknik mutasi induksi secara *in vitro* merupakan suatu alternatif untuk pengembangan tanaman pisang. Tujuan penelitian untuk (1) menentukan dosis letal dari perlakuan iradiasi gamma yang menimbulkan variabilitas maksimum pada pisang cv. Barangan, (2) mengevaluasi performa plantlet yang diregenerasikan dari eksplan yang diradiasi, sebagai skrining awal adanya varian somaklon. Eksplan tunas pisang aseptis diradiasi gamma pada dosis 0, 25, 30, 35, 40, 45, 50 dan 55 Gy. Hasil analisis menggunakan CurveExpert 1.4 diketahui bahwa dosis letal yaitu dosis yang mereduksi pertumbuhan tunas sebesar 20-50% (LD_{20-50}) berada pada kisaran 12.3 - 46.1 Gy. Kisaran ini merupakan dosis yang dapat menimbulkan variabilitas maksimum dengan jumlah minimum mutan yang tidak diharapkan. Pertumbuhan dan perkembangan plantlet diamati setelah tunas diproliferasi dan diregenerasi selama 10 bulan dalam media MS dengan penambahan BAP, TDZ, dan IAA. Hasil percobaan memperlihatkan bahwa pertumbuhan dan perkembangan plantlet pisang sangat lambat, seluruh plantlet hasil iradiasi gamma menghasilkan karakter fenotipe jumlah akar ($r = 0.86$) dan panjang akar ($r = 0.75$), tinggi plantlet (0.98), jumlah daun ($r = 0.75$) serta rasio panjang dan lebar daun ($r = 0.81$) yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (0 Gy). Namun demikian plantlet-plantlet pisang cv. Barangan tersebut masih mampu tumbuh dan berhasil diaklimatisasi ke media tanah dan akan dievaluasi keberadaan varian di antara populasi plantlet pisang yang ada

PENDAHULUAN

Pisang dan *plantain* (*Musa* spp) merupakan tanaman herba perenial monokotil yang dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis dan subtropis. Pisang yang dikonsumsi berkembang dari poliploidisasi dan hibridisasi interspesifik dari species diploid alami *M. acuminata* (genom A) dan *M. balbisiana* (genom B) (Pua 2007; Ploetz *et al.* 2007). Species alami dan hibrida kompleks ini menghasilkan kombinasi jenis-jenis pisang yang dikonsumsi pada saat ini. Pisang cv. Barangan merupakan jenis pisang meja yang dikonsumsi tanpa dimasak terlebih dahulu (*dessert type*) (Valmayor *et al.* 2000; Ploetz *et al.* 2007). Pisang ini banyak dikembangkan di Sumatera Utara. Buah pisang cv. Barangan memiliki keunggulan dibandingkan dengan kultivar pisang lainnya, keunggulan tersebut antara lain: rasa daging buahnya lebih manis, warna kulit kuning,

warna daging buah kuning kemerah-merahan, daging buah kering dan beraroma baik (BPTP Sumut 2009). Permintaan buah pisang Barangan akhir-akhir ini terus meningkat, terutama di kota-kota besar di Sumatera Utara, Batam dan Jakarta, namun dari beberapa laporan menyebutkan pisang ini rentan terhadap penyakit layu *Fusarium* (Zarmiyeni *et al.* 2007; Djaenuddin *et al.* 2012).

Pengembangan genetik tanaman pisang tidak mudah dilakukan karena sebagian besar pisang bersifat triploid, biji yang steril, partenokarpi, membutuhkan waktu generasi yang panjang dalam siklus vegetatifnya, dan adanya keterbatasan informasi genetik dan genomik pisang, sehingga metode pemuliaan secara konvensional sulit dilakukan (Karmarkar *et al.* 2001; 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 untuk tanaman buah-buahan (Ahloowalia & Maluszynski 2001; IAEA 2009), dan secara spesifik sangat penting untuk peningkatan keragaman genetik pada tanaman pisang dan *plantain* (*Musa* spp) (Novak & Brunner 1992; Roux 2004).

Penggunaan mutagen fisik seperti sinar-X, sinar gamma dan neutron diketahui dapat membantu memperbaiki sifat-sifat agronomis tanaman baik pada tanaman yang berbiak secara generatif maupun vegetatif (Ahloowalia & Maluszynski 2001; IAEA 2009), sehingga mutan dengan karakter tertentu yang diinginkan dapat diperoleh dan diseleksi di antara varian yang ada (Novak & Brunner 1992; IAEA 2009; Jain 2010). 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 & Maluszynski 2001). Satuan unit energi radiasi yang diabsorpsi adalah 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 didalam penentuan dosis iradiasi yang paling tepat adalah berdasarkan radiosensitivitas (Predieri 2001; Karmarkar *et al.* 2001).

Radiosensitivitas merupakan pengukuran relatif yang memberikan indikasi secara kuantitatif dari efek radiasi dari objek yang diradiasi. Hal ini dapat dilakukan dengan penentuan dosis letal sebesar 50% (LD_{50}), yang pada umumnya menimbulkan keragaman maksimum dengan jumlah minimum mutan yang tidak diharapkan (Albokari *et al.* 2012). Radiosensitivitas setiap species tanaman berbeda dan dosis iradiasi gamma yang optimum dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Tunas pisang hasil mutasi induksi secara *in vitro* perlu melewati tahapan regenerasi agar diperoleh plantlet-plantlet yang siap di aklimatisasi, sehingga mutan dengan karakter tertentu yang diinginkan dapat diperoleh dan diseleksi di antara varian yang ada (Novak & Brunner 1992; IAEA 2009; Jain 2010). Hambatan yang sering dijumpai pada tanaman berbiak vegetatif adalah timbulnya kimera setelah pemberian perlakuan mutagen.

Tujuan dari percobaan ini adalah: (1) menentukan dosis letal karena perlakuan iradiasi gamma yang menimbulkan variabilitas maksimum pada pisang cv. Barangan, (2) mengevaluasi performa plantlet yang diregenerasikan dari eksplan yang diradiasi, sebagai skrining awal adanya varian somaklon.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta. Bahan tanaman yang digunakan dalam percobaan ini adalah tunas pisang aseptis yang masih memiliki bonggol (*sucker*) pada

bagian basalnya. Tunas diproliferasi selama 2 bulan dalam media dasar Murashige dan Skoog dengan penambahan 4.25 mg L⁻¹ BAP (*6-benzyl amino purine*), dan 0.175 mg L⁻¹ IAA (*3-indole-acetic acid*) dan 0.22 mg L⁻¹ TDZ (*thidiazuron*). Iradiasi dilakukan pada tunas aseptis dengan dosis iradiasi gamma (Co60) 0, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 Gy di Pusat Aplikasi Teknologi Radiasi – BATAN. Rancangan percobaan acak lengkap (RAL), jumlah perlakuan 8 dengan 10 ulangan, setiap ulangan terdiri dari 2-4 tunas aseptis. Eksplan yang telah diradiasi selanjutnya disubkultur ke dalam media baru untuk menghilangkan efek mutagenik pada media. Radiosensitivitas ditentukan pada dosis yang menimbulkan reduksi pertumbuhan tunas sebesar 20-50% (LD₂₀₋₅₀) dibandingkan kontrol pada siklus vegetatif yang pertama (M₁V₁).

Peningkatan kemungkinan perolehan tunas varian dilakukan dengan memproliferasikan dan meregenerasikan tunas majemuk pisang cv. Barangan selama 10 bulan melalui subkultur antara 4-5 kali (M₁V₄) setiap 8 minggu ke media yang masih segar. 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. Selanjutnya plantlet yang diperoleh diaklimatisasi dan diamati pertumbuhan dan perkembangannya sebagai indikator awal keberadaan plantlet varian. Pengamatan adanya varian dilakukan secara kuantitatif terhadap karakter jumlah daun dan akar, panjang akar, tinggi plantlet, dan rasio panjang (p) : lebar (l) daun plantlet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

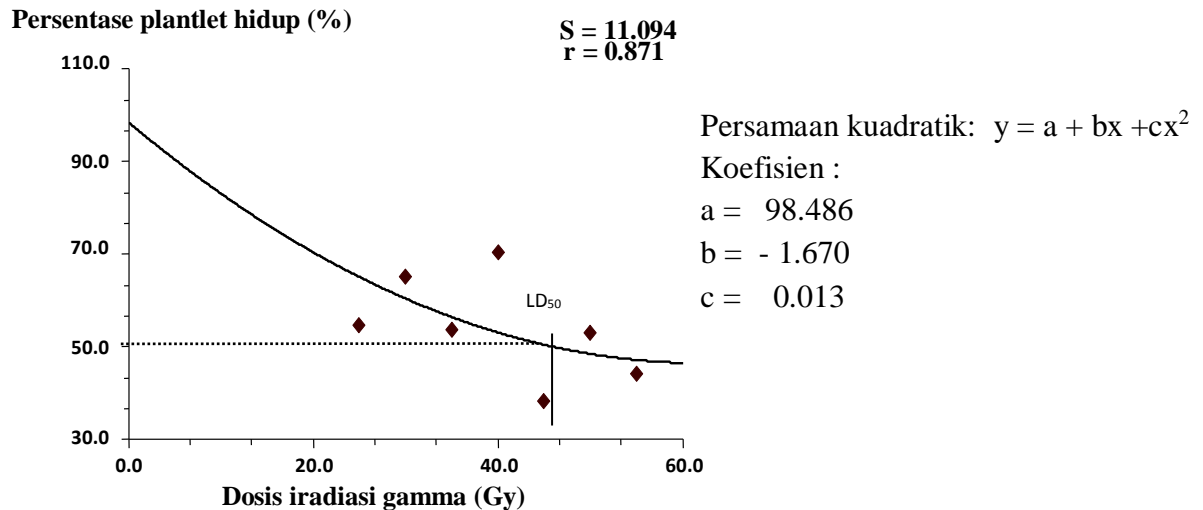
Induksi mutasi dengan iradiasi gamma pada pisang cv. Barangan secara *in vitro*

Tunas pisang cv. Barangan *in vitro* yang telah diradiasi ditumbuhkan selama 8 minggu dalam media pertunasan. Tunas-tunas aksilar baru yang tumbuh selanjutnya dihitung untuk menentukan radiosensitivitas pisang yang diuji. Jumlah tunas aksilar yang digunakan sebagai eksplan awal sebelum dilakukan mutasi induksi dikatakan sebagai tunas M₀V₀. Tunas-tunas aksilar baru yang tumbuh dari hasil mutasi (M₁) pada siklus vegetatif pertama (V₁) dikatakan sebagai tunas M₁V₁. Rataan jumlah tunas aksilar yang tumbuh pada setiap dosis iradiasi dibuat standarisasi (%) pertumbuhan, dan selanjutnya diolah dengan menggunakan *CurveExpert* 1.4 untuk menentukan radiosensitivitas pisang cv. Barangan.

Tabel 1. Rataan jumlah tunas pisang cv. Barangan sebelum dan sesudah diradiasi

Rataan jumlah tunas pada :	Dosis iradiasi gamma (Gy)							
	0	25	30	35	40	45	50	55
M ₀ V ₀ (sebelum diradiasi)	52.0	39.0	55.0	57.0	53.0	55.0	55.0	40.0
M ₁ V ₁ (sesudah diradiasi)	115.0	63.0	75.0	62.0	81.0	44.0	61.0	51.0
Standarisasi pertumbuhan tunas (%)	100.0	54.8	65.2	53.9	70.4	47.8	52.2	44.4

Keterangan: Standarisasi pertumbuhan tunas (%) pada setiap dosi iradiasi diperoleh dengan rumus : Jumlah tunas hasil iradiasi pada M₁V₁ / jumlah tunas kontrol M₀V₀ x 100%.



Gambar 3. Penentuan LD₅₀ berdasarkan penghambatan pertumbuhan tunas aksilar dari eksplan pisang cv. Barangan yang diberi perlakuan iradiasi gamma.

Hasil pengamatan jumlah tunas pada siklus vegetatif yang pertama (M_1V_1) yaitu 8 minggu sesudah eksplan diradiasi, menunjukkan bahwa rata-rata jumlah tunas aksilar yang terbentuk lebih besar dibandingkan rata-rata jumlah tunas sebelum diradiasi (M_0V_0) baik pada eksplan kontrol maupun eksplan yang diberikan perlakuan iradiasi. Berdasarkan standarisasi pertumbuhan tunas didapat persamaan regresi yang akan menentukan radiosensitivitas pisang cv. Barangan yaitu indikasi secara kuantitatif efek iradiasi gamma pada objek (eksplan) yang diradiasi, indikasi ini berupa penentuan dosis letal tanaman sebesar 20-50% (LD₂₀₋₅₀) atau dosis yang mereduksi pertumbuhan tanaman 20-50% (Gaul 1977).

Hasil analisis data dengan menggunakan CurveExpert 1.4 memberikan persamaan kuadratik $y = a + bx + cx^2$ dengan koefisien data $a = 98.49$; $b = -1.67$; $c = 0.01$, sehingga diperoleh persamaan yaitu $y = 98.49 - 1.67x + 0.01x^2$ (Gambar 3). Dari persamaan tersebut dapat diketahui bahwa LD₂₀ diperoleh pada dosis iradiasi gamma 12.3 Gy dan LD₅₀ diperoleh pada 46.1 Gy, sehingga kisaran 12.3 - 46.1 Gy merupakan dosis iradiasi optimum yang dapat digunakan untuk induksi mutasi pada pisang cv. Barangan. Pada percobaan ini dosis letal sebesar 50% (LD₅₀) dijumpai pada dosis iradiasi gamma 46.1 Gy, menurut Albokari *et al.* (2012) dosis tersebut merupakan dosis yang dapat menimbulkan variabilitas maksimum dengan jumlah minimum mutan yang tidak diharapkan.

Kisaran dosis iradiasi pisang cv. Barangan asal Indonesia yang diperoleh dari percobaan ini tidak jauh berbeda dibandingkan dengan hasil penelitian pada kultivar pisang cv. Barangan lainnya. Hasil penelitian Mak *et al.* (2004) pada pisang cv. Barangan (AAA) asal Malaysia, diketahui bahwa LD₅₀ berada pada dosis iradiasi 38 Gy, namun varian somaklon banyak dijumpai pada dosis iradiasi 45 Gy. Pada cv. Lakatan (Barangan Kuning) (AAA) asal Filipina LD₅₀ dijumpai pada dosis iradiasi 40 Gy (Hautea *et al.* 2004), sedangkan hasil penelitian Shadia *et al.* (2002) pada pisang Barangan mengemukakan iradiasi gamma yang paling efektif dalam menimbulkan variasi DNA berada pada dosis 40 dan 60 Gy.

Mutasi merupakan perubahan yang bersifat menurun pada sekuens DNA yang bukan berasal dari proses segregasi atau rekombinasi (Predieri 2001). Mutasi dapat dikelompokkan sebagai mutasi induksi, somatik atau genetik, kromosomal atau ekstra-kromosomal (Medina *et al.* 2004). Efek iradiasi pada DNA adalah dengan mengionisasi

basa nitrogen pada rantai DNA terutama saat sintesis DNA. Perubahan atau delesi basa nitrogen akan merubah sekuens basa dari suatu molekul. Ionisasi satu atau lebih basa dengan radikal bebas yang diproduksi oleh radiasi, akan merubah struktur basa nitrogen. Menurut Kovacs & Keresztes (2001) efek secara biologi dari iradiasi gamma pada sel tumbuhan adalah berdasarkan interaksi antara atom-atom dan molekul-molekul yang terdapat dalam sel tanaman, terutama air untuk menghasilkan radikal bebas yang merusak senyawa-senyawa utama penyusun sel tanaman, sedangkan secara genetik radikal bebas dan iradiasi gamma dapat mematahkan benang kromosom sel tanaman (*chromosome breakage* atau *chromosome aberasion*) (Medina *et al.* 2004).

Menurut Predieri (2010) iradiasi pada jaringan dengan kandungan air yang tinggi dapat meningkatkan frekuensi dihasilkannya varian atau mutan. Plantlet hasil kultur jaringan pada umumnya memiliki kandungan air yang tinggi dikarenakan rendahnya proses transpirasi pada saat plantlet berada pada kondisi *in vitro* (Nwauzoma *et al.* 2002), dengan demikian diharapkan frekuensi terjadinya varian pada pisang cv. Barangan ini juga tinggi. Iradiasi gamma juga diketahui mampu merusak lamela tengah pada dinding sel tanaman menyebabkan longgarnya dinding sel, serta berpengaruh terhadap perkembangan dan fungsi plastid serta perubahan pati menjadi gula (Kovacs & Keresztes 2001).

Regenerasi dan aklimatisasi plantlet pisang cv. Barangan

Regenerasi plantlet pisang Barangan 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. Pada percobaan ini diperoleh gambaran umum bahwa proliferasi tunas dan regenerasi plantlet pisang cv. Barangan sangat lambat dibandingkan pisang cv. Ampyang (AAA) (Indrayanti *et al.* 2011), dalam periode 1 bulan hanya menghasilkan 3-4 tunas baru, walaupun setelah periode 10 bulan subkultur menghasilkan plantlet yang secara fenotipik bervariasi (Gambar 6). Berdasarkan karakter kuantitatif yang disajikan pada Tabel 2 dan 3, terlihat bahwa plantlet hasil iradiasi memiliki karakter pertumbuhan (jumlah akar, panjang akar, tinggi plantlet, jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta rasio panjang dan lebar daun) yang lebih rendah dibandingkan plantlet yang berasal dari eksplan yang tidak diradiasi (0 Gy).

Tabel 2. Rataan karakter pertumbuhan akar dan tinggi plantlet pisang cv. Barangan hasil iradiasi gamma saat aklimatisasi

Plantlet hasil iradiasi gamma (Gy)	Rataan karakter kuantitatif plantlet + SD		
	Jumlah Akar	Panjang Akar (cm)	Tinggi Plantlet (cm)
0	20.0 + 2.7	8.5 + 0.9	12.4 + 0.5
25	12.8** + 4.2	6.5** + 0.2	10.9** + 0.7
30	13.8** + 1.3	6.2** + 0.3	9.4** + 0.4
35	11.0** + 1.9	6.9** + 0.9	9.7** + 0.6
40	14.6** + 4.8	7.5* + 0.9	9.2** + 0.5
45	8.8** ± 2.2	4.3** + 0.3	8.7** + 0.2
50	10.0** + 2.3	5.3** + 0.3	8.3** + 0.6
55	11.0** + 1.4	5.8** + 0.4	8.1** + 0.5

Keterangan: **) Berbeda sangat nyata dengan 0 Gy(kontrol) menggunakan uji BNT 1%

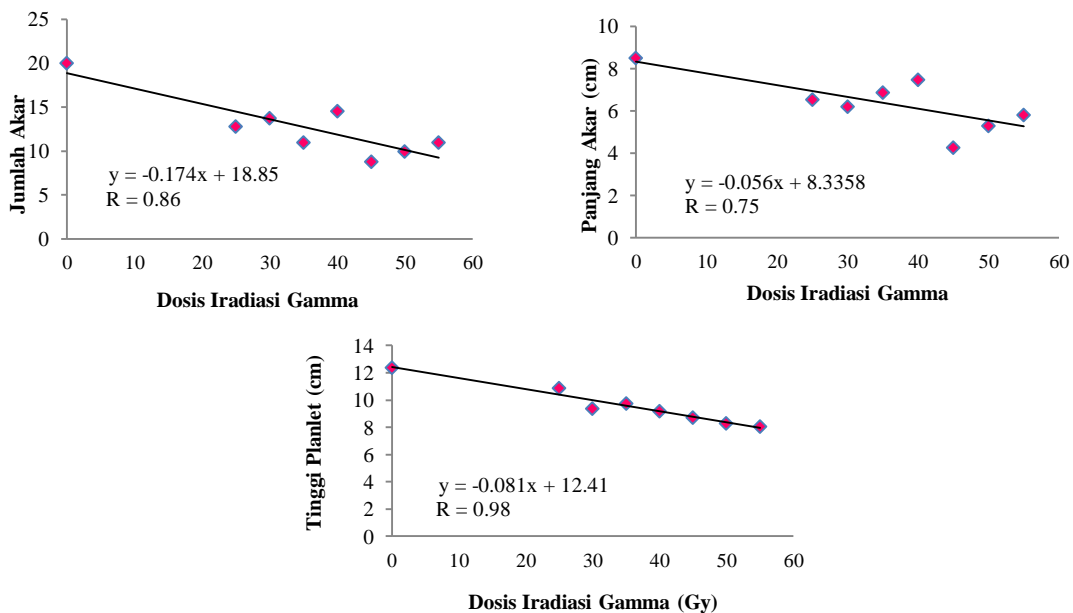
*) Berbeda nyata dengan 0 Gy (kontrol) menggunakan uji BNT 5%

Tabel 3. Rataan karakter pertumbuhan daun plantlet pisang cv. Barangan hasil iradiasi gamma saat aklimatisasi

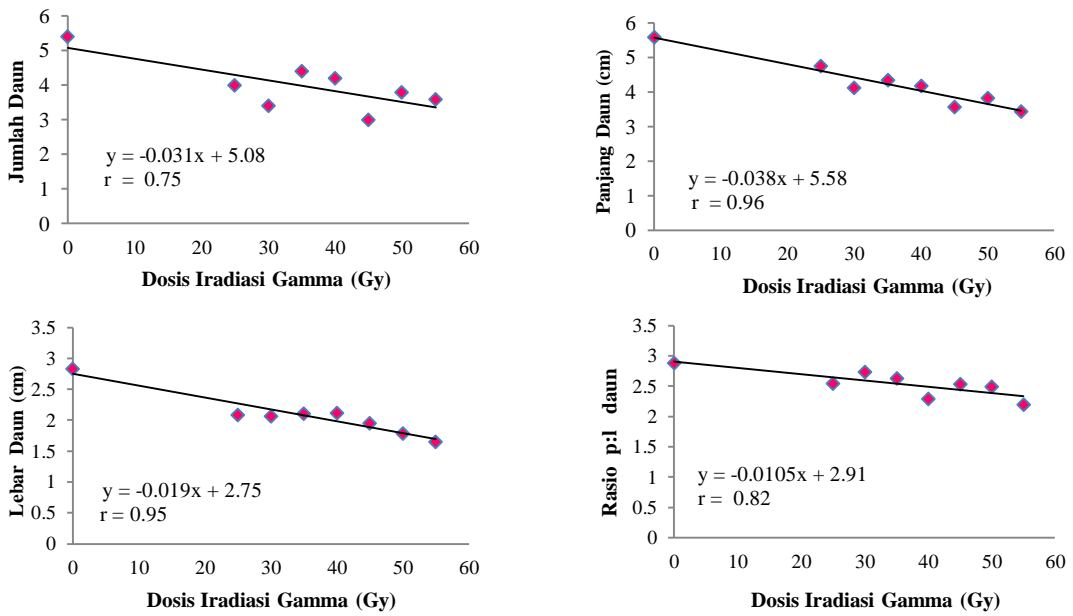
Plantlet hasil iradiasi gamma (Gy)	Rataan karakter kuantitatif plantlet + SD			
	Jumlah Daun	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)	Rasio panjang dan lebar daun
0	5.4 + 0.5	5.6 + 0.5	2.8 + 0.3	2.9 + 0.3
25	4.0** + 0.7	4.8** + 0.5	2.1** + 0.3	2.5** + 0.3
30	3.4** + 0.5	4.1** + 0.1	2.1** + 0.2	2.7* + 0.5
35	4.4* + 0.5	4.3** + 0.7	2.1** + 0.6	2.6** + 0.6
40	4.2** + 0.8	4.2** + 0.4	2.1** + 0.2	2.3** + 0.3
45	3.0** + 0.7	3.6** + 0.6	1.9** + 0.6	2.5** + 0.4
50	3.8** + 0.8	3.8** + 0.5	1.8** + 0.4	2.5** + 0.3
55	3.6** + 0.9	3.4** + 0.6	1.6** + 0.6	2.2** + 0.4

Keterangan: **) Berbeda sangat nyata dengan 0 Gy(kontrol) menggunakan uji BNT 1%
 *) Berbeda nyata dengan 0 Gy (kontrol) menggunakan uji BNT 5%

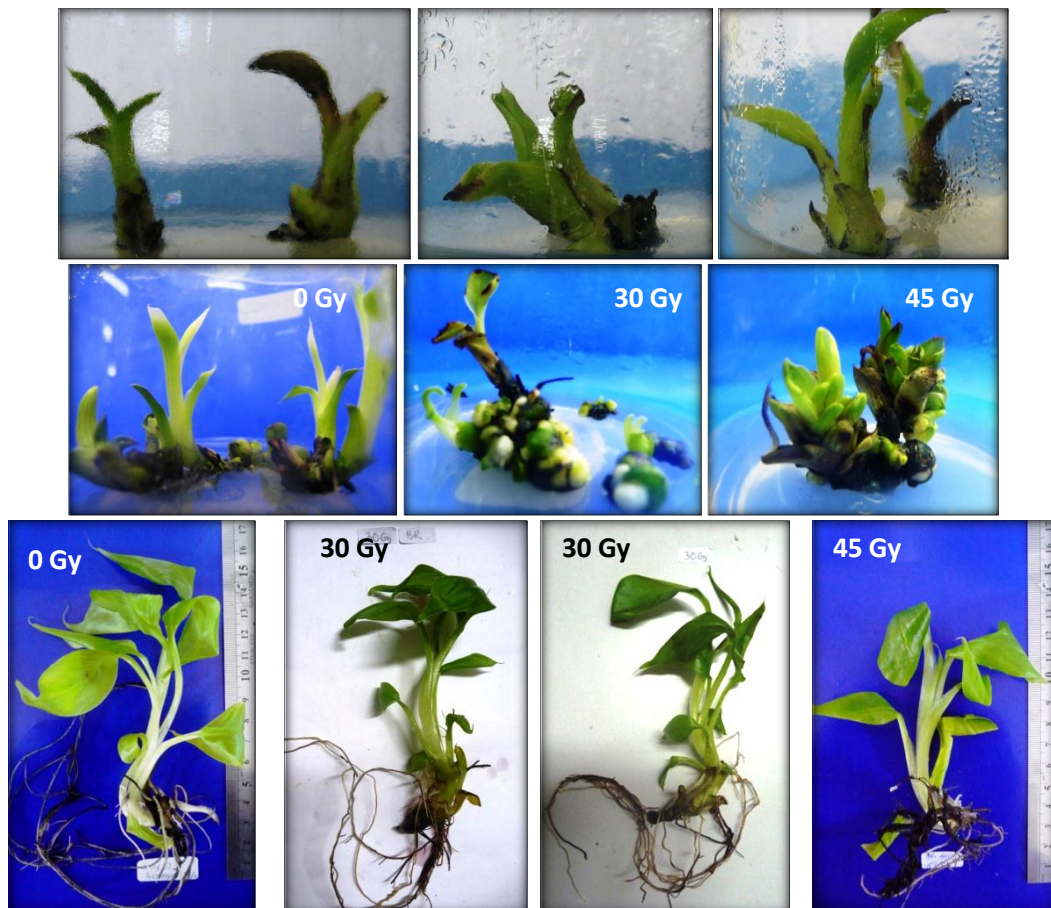
Hasil persamaan regresi menunjukkan semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan pada eksplan awal saat induksi mutasi, akan menurunkan karakter pertumbuhan tanaman (jumlah akar, panjang akar, dan tinggi plantlet) saat aklimatisasi yaitu pada usia 10 bulan setelah pemberian perlakuan iradiasi gamma. Peningkatan dosis iradiasi pada saat induksi mutasi secara *in vitro*, akan menurunkan jumlah akar ($r = 0.86$), panjang akar ($r = 0.75$) dan tinggi plantlet (0.98). Demikian pula pada karakter jumlah daun ($r = 0.75$), panjang daun ($r = 0.96$), lebar daun ($r = 0.95$), serta dan rasio panjang dan lebar daun ($r = 0.81$) (Gambar 4; 5). Menurut Burge *et al.* (2002) mutasi dapat merusak salah satu atau keseluruhan dari 3 lapisan sel (L1, L2, L3) yang ada pada jaringan apikal meristem pucuk, sehingga perubahan ini dapat merubah karakter fenotipe ukuran dan bentuk daun plantlet tanaman yang diradiasi.



Gambar 4. Korelasi antara dosis iradiasi dengan pertumbuhan rata-rata jumlah akar, panjang akar dan tinggi plantlet pisang (*Musa acuminata*) cv. Barangan.



Gambar 5. Korelasi antara dosis iradiasi dengan pertumbuhan jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta dan rasio panjang dan lebar daun plantlet pisang (*Musa acuminata*) cv. Barangan



Gambar 6. Representasi pertumbuhan pisang cv. Barangan (a) eksplan awal setelah induksi mutasi, (b) usia 2 bulan setelah induksi mutasi, (c) saat aklimatisasi usia 10 bulan setelah proliferasi dan regenerasi secara *in vitro*

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 6-8 minggu memperlihatkan bahwa plantlet hasil iradiasi menghasilkan pertumbuhan dengan karakter fenotipe yang lebih rendah dibandingkan dengan plantlet yang berasal dari eksplan yang tidak di iradiasi. Walaupun demikian plantlet-plantlet pisang cv. Barangan tersebut masih mampu tumbuh dan berhasil diaklimatisasi ke media tanah. Hal ini dinyatakan pula oleh Shirani *et al.* (2010), bahwa regenerasi tanaman melalui kultur tunas *in vitro* akan menghasilkan bahan tanaman klonal yang lebih baik daripada perbanyakan vegetatif secara konvensional di lapangan.

Identifikasi fenotipik varian dilakukan sebagai skrining awal kemungkinan terjadinya variasi di antara plantlet pisang yang diperoleh. Beberapa sifat yang dapat diidentifikasi di antaranya berupa ukuran daun, jumlah dan bentuk daun, tipe proliferasi akar dan tinggi tanaman IAEA (2009). Identifikasi 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 (Heslop-Harrison & Schwarzacher 2007). Namun karena teknik mutasi induksi dengan iradiasi gamma menyebabkan terjadinya mutasi secara acak (Medina *et al.* 2004), maka fenotipe mutan yang didapatkan juga bersifat acak, sehingga evaluasi tanaman varian perlu dilakukan secara menyeluruh baik untuk sifat varian yang diinginkan maupun untuk sifat lainnya melalui evaluasi di rumah kaca dan di lapangan.

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. Barangan 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 yang diinginkan..

KESIMPULAN

Dosis iradiasi gamma yang mereduksi proliferasi tunas sebesar 20 % - 50 % (LD₂₀₋₅₀) pada pisang cv. Barangan (*Musa acuminata*, AAA.) berada pada kisaran 12.3 - 46.1 Gy. Kisaran tersebut dapat dijadikan sebagai dosis referensi perlakuan iradiasi untuk menginduksi mutasi kultivar pisang lainnya dengan genom AAA.

Plantlet pisang cv. Barangan hasil iradiasi gamma setelah diregenerasikan selama 10 bulan, menghasilkan variasi fenotipik pada karakter jumlah daun, jumlah akar, panjang akar, tinggi plantlet, panjang daun, lebar daun, serta rasio panjang dan lebar daun yang cenderung lebih rendah dibandingkan plantlet yang tidak diradiasi. Bibit pisang cv. Barangan hasil iradiasi gamma yang didapat berpotensi untuk digunakan sebagai populasi untuk mengidentifikasi varian dengan sifat-sifat unggul tertentu

DAFTAR PUSTAKA

- Ahloowalia B, Maluszynski M. 2001. Induced mutations – A new paradigm in plant breeding. *Euphytica* 118: 167–173.
- Albokari M, Sm Alzahrani, As Als Salman. 2012. Radiosensitivity of Some Local Cultivars Of Wheat (*Triticum Aestivum* L.) to Gamma Irradiation. *Bangladesh J. Bot.* 41(1): 1-5.

- Bhagwat B, Duncan EJ. 1998. Mutation breeding of Highgate (*Musa acuminata*, AAA) for tolerance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* using gamma irradiation. *Euphytica* 101: 143–150.
- Burge GK, Morgan ER, Seelye JF. 2002. Opportunities for synthetic plant chimeral breeding: Past and future. *Plant Cell, Tissue, Organ Cult.* 70: 13–21,
- [BPTP] Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara. 2009. Teknologi Penyisiran Tandan Pisang Barangan. [http://www. http://sumut.litbang.deptan.go.id/](http://www.sumut.litbang.deptan.go.id/) [05 Juni 2013]
- Djaenuddin N, Z. Masjkur, U. Surapati. 2012. Reaksi Bibit Pisang Barangan (*Musa acuminata* Colla) terinduksi Filtrat *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* terhadap Penyakit Layu Fusarium. *Superman : Suara Perlindungan Tan*, 2 (2): 18-23.
- Gaul H. 1977. Mutagen effect in the first generation after seed treatment : Plant injury and lethality. Di dalam: IAEA. (Editor). *Induced Mutations in Vegetatively Propagated Plant*. Ed. ke 2. Vienna. IAEA. .hlm 29-36.
- Hautea DM *et al.* 2004. Analysis of induced mutans of Philippine banana with molecular markers. Di dalam: Jain SM, Swensen R, editor. *Banana Improvement: Celullular, Molecular Biology, and Induced Mutation*. Enfield, Sci. Publ. Inc., hlm 41-53. <http://www.fao.org/docrep/007/ae216e/ae216e07.htm#bm07>. [26 Mei 2007]
- Heslop-Harrison JS, Schwarzacher T. 2007. Domestication, genomics and the future for banana. *Review. Ann Bot* 100:1073–1084.
- [IAEA] International Atomic Energy Agency. 2009. *Induced mutation in tropical fruits trees*. Plant breeding and genetic section. Vienna. IAEA-TECDOC-1615.
- Indrayanti R, Mattjik NA, Setiawan A, Sudarsono. 2011. Radiosensitivitas pisang Ampyang dan potensi penggunaan iradiasi gamma untuk induksi varian. *J. Agron. Ind.* 39 (2) : 104 – 112.
- Jain SM. 2010. *In vitro* mutagenesis in banana (*Musa* spp). Improvement. *Acta Hort* 879: 605-614
- Karmarkar VM, Kulkarni VM, Suprasanna P, Bapat VA, Rao PS. 2001. Radiosensitivity of *in vivo* and *in vitro* cultures of banana cv. Basrai (AAA). *Fruits* 56:67-74
- Kovacs E, Keresztes A. 2002. Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. *Micron* 33 (2): 199-210. [http://dx.doi.org/10.1016/S0968-4328\(01\)00012-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0968-4328(01)00012-9) [18 Des 2011]
- Mak C, Ho YW, Liew KW, Asif JM. 2004. Biotechnology and *in vitro* mutagenesis for banana improvement. Di dalam: Jain SM, Swensen R, editor. *Banana Improvement: Celullular, Molecular Biology, and Induced Mutation*. Enfield, Sci. Publ. Inc., hlm 54-73. <http://www.fao.org/docrep/007/ae216e/ae216e08.htm#bm08>. [26 Mei 2007]
- Medina F-IS, Amano E, Tano S. 2004. *Mutation Breeding Manual*. Japan. Forum For Nuclear Cooperasion in Asia (FNCA).
- Novak FJ, Brunner H. 1992. Plant breeding: Induced mutation technology for crop improvement. IAEA BULLETIN 4: 25- 33.
- Nwauzoma AB *et al.* 2002. Yield and disease resistance of plantain (*Musa* spp., AAB group) somaclones in Nigeria. *Euphytica* 123:323–331.
- Ploetz RC, Kepler AK, Daniells J, Nelson SS. 2007. Banana and plantain and overview with emphasis on Pasific islands cultivars. Specific Profiles for Pasific Island Agroforestry. <http://www.agroforestry.net/tti/Banana-plantain-overview.pdf> [7 Agust 2007]

- Predieri S. 2001. Mutation induction and tissue culture in improving fruits. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 64: 185–210.
- Pua EC. 2007. Banana. Di dalam: Pua EC, Davey MR, editor. *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 60. Transgenic Crops V.* Berlin. Springer-Verlag hlm 3-31.
- Shirani S, Sariah M, Zakaria W, Maziah M. 2010. Scalp induction rate responses to cytokinins on proliferating shoot-tips of banana cultivars (*Musa* spp.). *Am J Agric Bio Sci* 5 (2):128-134.
- Suprasanna P, Sidha M, Ganapathi TR. 2008. Characterization of radiation induced and tissue culture derived dwarf types in banana by using a SCAR marker. *Aust J Crop Sci* 1(2):47-52.
- Valmayor RV *et al.* 2000. Banana cultivar names and synonyms in Southeast Asia. France. INIBAP. <http://www/banana.biodeversityinternational.org/files/files/pdf/.../synonyms.pdf>. [29 Juli 2010].