

Mutasi induksi iradiasi sinar gamma pada varietas kedelai Argomulyo (*Glycine max*)

DIANA SOFIA HANAFIAH^{1,*}, TRIKOESOEMANINGTYAS²,
SUDIRMAN YAHYA², DESTA WIRNAS²

Hanafiah DS, Trikoesoemaningtyas, Yahya S, Wirnas D. 2011. Induced mutations by gamma ray irradiation to Argomulyo soybean (Glycine max) variety.

Induced mutation by gamma ray irradiation is one way to increase genetic variability of plants. This research used gamma ray irradiation on low doses (micro mutation). The aim of this research was to know the respons of doses level by micro mutation on gamma ray irradiation to the growing and development of Argomulyo variety of soybean [*Glycine max* (L) Merr]. The seeds were irradiated by gamma ray micro mutation doses, namely 0 gray, 50 gray, 100 gray, 150 gray, and 200 gray. Variations that were obtained of each characters at generation M₁ and M₂ influences plants growth and development either through qualitative and quantitative that finally will influence plant's production. The average highest genetic variation at M₂ generation of soybean was on 200 Gray doses. Results of the research indicated that gamma ray irradiation on 200 Gray doses effectively caused of plant variation genetic.

Key word: induced mutation, micro mutation, gamma ray irradiation, Argomulyo soybean variety

Hanafiah DS, Trikoesoemaningtyas, Yahya S, Wirnas D. 2011. Mutasi induksi iradiasi sinar gamma pada varietas kedelai Argomulyo (Glycine max).

Induksi tanaman dengan iradiasi sinar gamma merupakan salah satu cara untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman. Penelitian ini menggunakan iradiasi sinar gamma pada tingkat atau dosis rendah (mutasi mikro). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui respon pemberian tingkat iradiasi mikro sinar gamma pada benih kedelai. Benih kedelai [*Glycine max* (L) Merr] yang diuji adalah kedelai varietas Argomulyo yang diirradiasi sinar gamma dengan dosis 0 Gray, 50 Gray, 100 Gray, 150 Gray dan 200 Gray. Keragaman yang diperoleh dari setiap peubah amatan yang diperoleh pada generasi M₁ dan M₂ menunjukkan bahwa perlakuan iradiasi dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara kualitatif dan kuantitatif, yang akhirnya akan mempengaruhi produksi tanaman. Variasi fenotipe pada tanaman kedelai generasi M₂ tertinggi rata-rata terjadi pada perlakuan 200 Gray. Hasil penelitian menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma pada dosis 200 Gray efektif menyebabkan terjadinya keragaman genetik tanaman.

Kata kunci : mutasi induksi, mutasi mikro, iradiasi sinar gamma, kedelai varietas Argomulyo

Kata kunci: larutan gula, manisan, tomat, *Lycopersicum esculentum*

♥ Alamat korespondensi:

¹ Departemen Budidaya Pertanian, Universitas Sumatera Utara (USU). Jl. Nazir Alwi No. 4 Kampus USU Medan 20154, Sumatera Utara, Indonesia; Tel.061-8215170, Fax. 061-8201920; *Email: dedek.hanafiah@yahoo.co.id

² Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor (IPB), Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia
Manuskrip diterima: 3 Juni 2009.
Revisi disetujui: 15 Juli 2010.

♥♥

Edisi bahasa Indonesia dari: Hanafiah DS, Trikoesoemaningtyas, Yahya S, Wirnas D. 2010. Induced mutations by gamma ray irradiation to Argomulyo soybean (*Glycine max*) variety. Nusantara Bioscience 2: 121-125.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu pengimpor kedelai [*Glycine max* (L) Merr] terbesar di dunia, khususnya dari Amerika Serikat. Kebutuhan ini belum dapat dicukupi dari produksi dalam negeri, bahkan akhir-akhir ini terdapat kecenderungan penurunan produksi petani lokal. Angka Sementara (ASEM) produksi kedelai tahun 2009 sebesar 972,95 ribu ton biji kering. Angka Ramalan I (ARAM I) produksi kedelai tahun 2010 diperkirakan sebesar 962,54 ribu ton biji kering. Dibandingkan produksi tahun 2009 (ASEM), terjadi penurunan sebesar

10,41 ribu ton (1,07%) (BPS 2010). Produksi kedelai dalam negeri hanya dapat memenuhi 20-30% kebutuhan kedelai nasional. Kekurangannya sebesar 70-80% dipenuhi dengan melakukan impor kedelai (Sudaryanto dan Swastika 2007; Purna *et al.* 2009). Hal ini merupakan peluang sekaligus sebagai tantangan bagi para petani Indonesia untuk meningkatkan produksi kedelai dalam negeri. Salah satu usaha untuk meningkatkan produksi kedelai nasional dilakukan melalui perbaikan karakter-karakter tanaman yang diinginkan, termasuk produktivitasnya.

Kedelai merupakan tanaman menyerbuk sendiri, yang akan membentuk galur-galur mantap

atau tidak bersegregasi. Populasi tersusun dari galur-galur, dengan keragaman genetik intragalur sangat kecil atau hampir nol, dan keragaman antargalur sangat nyata. Keragaman genetik baru akan muncul di alam sebagai akibat mutasi atau terjadinya persilangan antargalur, walau dengan derajat yang kecil, sehingga keragaman genetik kedelai rendah (Jusuf 2004).

Kedelai bukan merupakan tanaman asli lokal Indonesia, sehingga keragaman genetik rendah. Diperkirakan daerah pusat distribusi genus *Glycine* adalah Asia, dimana sebagian besar spesies endemik masih hidup. Di Cina, sekarang ini dapat ditemukan beberapa spesies kedelai liar, dan menjadi sumber gen dari kedelai yang dibudidayakan, dimana masih terdapat kerabat spesies kedelai liar *G.ussuriensis*. Eksplorasi daerah sumber gen berhubungan dengan penyediaan sumber data dan plasma nutfah diperlukan untuk perbaikan varietas dan pemuliaan serta adaptasi bagi kedelai yang dibudidayakan (Leppik 1971).

Perakitan varietas baru memerlukan populasi dasar yang memiliki keragaman genetik yang tinggi yang dapat diperoleh melalui introduksi, persilangan, mutasi, dan transformasi genetik. Varietas kedelai Argomulyo adalah pengembangan salah satu varietas introduksi dari Thailand, selain varietas introduksi lainnya seperti Bromo, Krakatau dan Tambora (Hidajat *et al.* 2000; Arsyad *et al.* 2007). Peningkatan keragaman genetik tanaman kedelai akan mempermudah usaha seleksi untuk mendapatkan tanaman dengan sifat yang diinginkan, misalnya karakter tanaman untuk ketahanan terhadap cekaman kekeringan. Pemuliaan mutasi berguna untuk memperbaiki karakter tanaman jika karakter yang diinginkan tidak terdapat pada suatu plasma nutfah suatu spesies tanaman (Van Harten 1998). Induksi tanaman dengan irradiasi sinar gamma merupakan salah satu cara dalam meningkatkan keragaman genetik tanaman. Irradiasi sinar gamma pada tingkat atau dosis rendah (mutasi mikro) lebih sedikit mempengaruhi perubahan karakter kuantitatif tanaman dan kromosom dibandingkan dengan mutasi makro yang menggunakan irradiasi sinar gamma pada dosis yang tinggi. Mutasi induksi dapat dilakukan pada tanaman dengan perlakuan bahan mutagen tertentu terhadap organ reproduksi tanaman seperti biji, stek batang, serbuk sari, akar rhizome, kultur jaringan dan lain-lain. Apabila proses mutasi alami sangat lambat maka percepatan, frekuensi dan spektrum mutasi

dapat diinduksi dengan perlakuan bahan mutagen tertentu (BATAN 2006).

Mutasi mikro yang dilakukan pada varietas kedelai Argomulyo bertujuan untuk memperbaiki karakter tanaman secara kuantitatif yang pada akhirnya bertujuan pada peningkatan produksi serta pengembangan adaptasi tanaman pada lahan marginal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui respon pemberian tingkat irradiasi mikro sinar gamma terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai generasi pertama (M_1) dan mengetahui keragaman genetik pada generasi kedua (M_2).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Juni 2009. Perlakuan irradiasi dilaksanakan di Pusat Sumberdaya Biologi dan Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor dan penelitian lapangan dilaksanakan di *University Farm* IPB, Kampus IPB Darmaga, Bogor, Jawa Barat.

Benih kedelai varietas Argomulyo diirradiasi sinar gamma dengan dosis 50 Gray, 100 Gray, 150 Gray and 200 Gray (dosis mikro) yang bersumber dari ^{137}Cs menggunakan IBL 437C type H Irradiator (CIS Bio International, Perancis) dengan laju dosis 2,23 Gray/menit. Sebanyak 200 benih (M_1) pada masing-masing perlakuan dosis ditanam dengan jarak tanam 40 x 20 cm² dan dievaluasi pengaruh irradiasi sinar gamma terhadap morfologi tanaman termasuk karakter bunga, daun, tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah polong produktif, jumlah polong hampa dan jumlah biji per tanaman. Pada generasi M_1 , setiap tanaman pada masing-masing dosis perlakuan dipanen 10 polong per tanaman (*restricted bulk*) dan ditanam sebagai generasi M_2 . Benih-benih M_2 ditanam 2000 benih per dosis perlakuan dengan jarak tanam 40 x 20 cm² dan dievaluasi keragaman pada karakter agronomi termasuk tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah polong, jumlah polong hampa dan bobot biji per tanaman. Variasi genetik pada generasi M_2 dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma^2 = \frac{(\sum x^2) - [(\sum x)^2 / n]}{n - 1}$$

$$\begin{aligned} \sigma^2 M_2 &= \sigma^2 p; \\ \sigma^2 p &= \sigma^2 g + \sigma^2 e; \end{aligned}$$

$$\sigma^2g = \sigma^2p - \sigma^2e = \sigma^2M_2 - \sigma^2M_0$$

σ^2 = ragam

n = jumlah anggota populasi

σ^2p = ragam fenotip

σ^2g = ragam genotip

σ^2e = ragam lingkungan

σ^2M_2 = ragam populasi M_2

σ^2M_0 = ragam populasi M_0

(populasi Argomulyo sebagai kontrol)

Nilai heritabilitas dihitung dengan menggunakan rumus:

$$h^2 = \sigma^2g / \sigma^2p \text{ (Singh dan Chaudhari 1977)}$$

Kriteria nilai heritabilitas:

$h^2 > 0,5$: nilai heritabilitas tinggi

$h^2 = 0,2-0,5$: nilai heritabilitas sedang

$h^2 < 0,2$: nilai heritabilitas rendah

Variasi genetik ditentukan berdasarkan koefisien variasi genetik (KVG) menggunakan metode yang dikemukakan oleh Singh dan Chaudhari (1977) sebagai berikut:

$$KVG = \left(\frac{\sigma_g}{x} \right) \times 100\%$$

σ_g = akar varian genotip

X = rata-rata nilai sifat

Nilai KVG mutlak yang tertinggi ditetapkan dari nilai KVG relatif 100%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaan tanaman M_1 hasil mikro mutasi irradiasi sinar gamma

Hasil pengamatan menunjukkan pada turunan M_1 tanaman kedelai varietas Argomulyo dengan mikro mutasi irradiasi sinar gamma setiap peubah amatan menunjukkan semakin tinggi dosis irradiasi parameter yang diamati cenderung semakin menurun (Tabel 1). Pemberian dosis irradiasi berpengaruh secara nyata terhadap tinggi tanaman (Tabel 1). Pada dosis 200 gray, pertumbuhan tinggi tanaman lebih pendek dibandingkan dengan dosis irradiasi lainnya. Tinggi tanaman kedelai varietas Argomulyo yang diirradiasi sinar gamma pada dosis 50 gray, 100 gray dan 150 gray lebih tinggi dari pada kontrol, namun seiring dengan pertambahan dosis irradiasi rerata tinggi

tanaman semakin menurun. Sakin (2002) menyatakan bahwa perlakuan irradiasi sinar gamma meningkatkan rata-rata tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol. Penelitian ini sama halnya seperti penelitian yang dilakukan Tah (2006) yang mengamati pengaruh perlakuan dosis terhadap tinggi turunan M_1 tanaman mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek], dimana tinggi tanaman mengalami penurunan karena perlakuan dosis irradiasi sinar gamma 10 kR, 20 kR, 30 kR, dan 40 kR, dengan penurunan tertinggi terjadi pada dosis 40 kR. Penelitian Shakoor *et al.* (1978) menyatakan bahwa perlakuan pada kisaran dosis 10-30 kR tidak berbeda nyata tetapi pada dosis 40 kR menyebabkan tanaman menjadi kerdil. Hasil yang sama yang ditemukan pada benih padi (Cheema dan Atta, 2007; Shah *et al.* 2008), dimana persen perkecambahan menurun setelah diradiasi dengan sinar gamma, tetapi penurunannya tidak proporsional dengan peningkatan dosis.

Pengaruh dosis irradiasi terhadap jumlah cabang tanaman M_1 varietas kedelai Argomulyo tidak berbeda nyata (Tabel 1). Jumlah cabang yang terbentuk umumnya dua cabang pertanaman dan tidak jauh berbeda antara jumlah cabang tanaman kontrol dan tanaman hasil irradiasi. Pengaruh dosis maksimum terjadi pada dosis 50 gray dengan peningkatan 25,5% dibandingkan dengan kontrol. Jumlah cabang pada dosis irradiasi 150 Gray lebih sedikit dari 200 Gray, dimana pada 200 Gray terdapat cabang yang tidak produktif, tidak terbentuk polong dan bunga tidak berkembang. Hal ini sesuai dengan penelitian Ganguli dan Bhaduri (1980) yang menyatakan terjadinya pengurangan cabang produktif akibat irradiasi sinar gamma dan jumlah cabang utama lebih banyak dari pada kontrol pada setiap perlakuan dosis. Penelitian Tah (2006) menyatakan bahwa pengaruh dosis irradiasi sinar gamma terhadap jumlah cabang pada dosis 30 kR meningkat sebesar 30,55% dibanding dengan kontrol. Dengan meningkatnya jumlah cabang produktif, jumlah polong per tanaman akan meningkat.

Pengaruh irradiasi sinar gamma menyebabkan jumlah polong lebih besar dari pada kontrol dengan peningkatan yang bervariasi (Tabel 1). Jumlah polong tertinggi diperoleh pada dosis irradiasi 150 Gray, yakni terjadi peningkatan sebesar 27,33% dibandingkan dengan kontrol. Jumlah polong menunjukkan peningkatan pada tanaman M_1 , terutama pada dosis irradiasi 150 Gray, dimana polong lebih

banyak terbentuk pada batang utama sedangkan jumlah cabang sedikit. Polong banyak terbentuk pada batang utama. Pada tanaman dengan penyinaran dosis iradiasi 200 Gray, jumlah polong yang terbentuk lebih sedikit, banyak bakal bunga tidak berkembang dan bunga tidak berkembang membentuk polong (mengalami sterilitas dan keabnormalan perkembangan). Peningkatan jumlah polong pada M₁ juga terjadi pada penelitian Tah (2006), dimana peningkatan jumlah polong akibat adanya iradiasi sinar gamma mencapai 15-23% dan mencapai jumlah maksimum pada dosis radiasi 30 kR. Jumlah polong hampa tidak berbeda nyata pada setiap dosis iradiasi (Tabel 1). Pada tanaman M₁ polong hampa tertinggi terjadi pada dosis iradiasi 200 Gray, dimana polong yang terbentuk tidak berisi, karena biji gagal terbentuk akibat gangguan perkembangan pada tanaman.

Pemberian dosis iradiasi berpengaruh secara nyata terhadap jumlah biji per tanaman (Tabel 1). Pada dosis 200 Gray, jumlah biji per tanaman lebih kecil dibandingkan dengan dosis iradiasi lainnya. Jumlah biji per tanaman kedelai varietas Argomulyo yang diirradiasi sinar gamma pada dosis 50 gray, 100 gray, dan 150 gray lebih tinggi

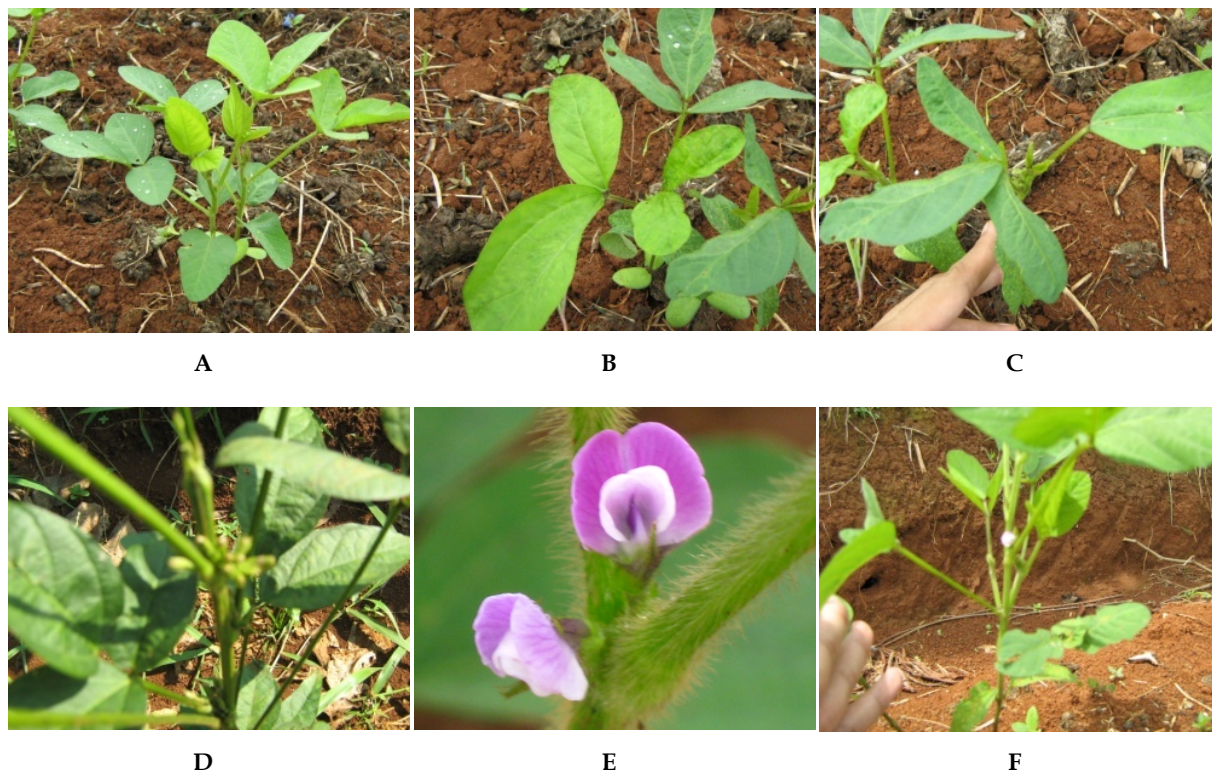
dari pada kontrol, namun seiring dengan pertambahan dosis iradiasi rerata tinggi tanaman semakin menurun.

Gambar 1 menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma mempengaruhi keragaman fenotip pada turunan M₁ berdasarkan ciri-ciri morfologi tanaman. Hal ini ditunjukkan oleh perubahan yang bersifat kualitatif seperti perubahan bentuk daun dari bulat telur (normal) menjadi memanjang, terdapat daun bifoliat dan unifoliat di atas buku pertama berada pada satu tanaman dengan daun trifoliat, perubahan warna bunga dari ungu menjadi putih, tidak berkembangnya

Tabel 1. Rerata peubah amatan pada berbagai dosis iradiasi

Peubah amatan	Dosis iradiasi (Gray)				
	0	50	100	150	200
Tinggi tanaman (cm)	34,20bc	38,00a	37,88a	36,42ab	30,47c
Jumlah cabang (buah)	1,75a	2,35a	2,30a	1,90a	2,20a
Jumlah polong (buah)	27,65b	36,25a	35,75a	38,05a	29,20b
Jumlah polong hampa (buah)	0,35a	0,35a	0,35a	0,35a	0,45a
Jumlah biji	70,60bc	88,35a	78,05ab	83,4ab	56,35c

Keterangan: analisis statistik dilakukan dengan uji t



Gambar 1. Keabnormalan pertumbuhan tanaman kedelai varietas Argomulyo akibat iradiasi sinar gamma. A. Daun trifoliate dan oval (normal), B. Daun bifoliat dan memanjang, C. Daun unifoliat dan memanjang, D. Rasim bunga dan tunas (tidak berkembang), E. Bunga ungu (normal), F. Bunga putih

rasim bunga menjadi polong, daun masih hijau walaupun polong telah matang panen.

Perubahan yang bersifat kualitatif ini terjadi pada beberapa tanaman dari perlakuan dosis iradiasi 150 dan 200 Gray. Hal yang sama juga terjadi pada induksi mutasi dengan iradiasi sinar gamma pada kedelai (Manjaya and Nandawar 2007) dan kacang hijau (Sangsiri *et al.* 2005) yang menunjukkan terjadinya perubahan bentuk dan warna daun serta bentuk dan warna bunga dan juga menimbulkan sterilitas pada tanaman.

Variasi genetik dan heritabilitas generasi M₂ hasil iradiasi sinar gamma

Variasi genetik dan heritabilitas tanaman M₂ varietas kedelai Argomulyo pada berbagai dosis iradiasi dapat dilihat pada Tabel 4. Benih yang dipanen dari tanaman M₁ merupakan benih M₂ dan ditanam sebagai tanaman M₂ yang diharapkan menunjukkan segregasi pada lokus-lokus yang mengalami mutasi. Variasi genetik dapat diamati pada generasi M₂. Pada penelitian ini, pengamatan difokuskan pada karakter agronomi seperti tinggi tanaman, komponen hasil dan hasil.

Rata-rata tinggi tanaman cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya dosis iradiasi (Tabel 4). Pada dosis 200 Gray rata-rata tinggi tanaman lebih rendah dibandingkan rata-rata tinggi tanaman pada dosis yang lain. Rata-rata jumlah cabang produktif mempunyai nilai tertinggi pada dosis 200 Gray dan nilai terendah terdapat pada dosis 150 Gray. Nilai rata-rata tertinggi jumlah buku produktif juga terdapat pada dosis 200 Gray dan nilai terendah pada dosis 50 Gray. Nilai rata-rata tertinggi jumlah polong produktif juga terdapat pada dosis 200 Gray dan nilai terendah pada dosis 150 Gray. Nilai rata-rata tertinggi jumlah polong hampa terdapat pada dosis 200 Gray dan nilai terendah pada dosis 50 Gray. Nilai rata-rata bobot biji per tanaman tertinggi terdapat pada dosis 50 Gray.

Keragaman morfologi (fenotipe) meningkat seiring dengan meningkatnya dosis iradiasi terjadi pada peubah amatan tinggi tanaman, jumlah buku produktif dan jumlah polong. Untuk semua karakter tersebut, keragaman fenotipe tertinggi terdapat pada dosis 200 Gray. Dosis iradiasi sinar gamma yang direkomendasikan oleh IAEA (*International Atomic Energy Agency*) untuk tanaman kedelai adalah pada penyinaran 200 Gy, yang berguna untuk memperbaiki karakter kuantitatif tanaman

(Srisombun *et al.* 2009). Pada karakter yang lain, keragaman fenotipe tidak meningkat secara proposional dengan meningkatnya dosis iradiasi yakni jumlah cabang produktif dan bobot biji per tanaman.

Tabel 4. Variasi genetik dan heritabilitas tanaman M₂ pada berbagai dosis iradiasi.

Karakter	Dosis iradiasi			
	50	100	150	200
Tinggi tanaman				
\bar{x}	32,76	33,14	34,73	34,43
σ^2p	12,953	13,492	24,824	28,060
σ^2g	7,092	7,630	18,962	22,198
h^2	0,547	0,565	0,764	0,791
KVG (%)	8,129	8,334	12,536	13,683
Jumlah cabang produktif				
\bar{x}	2,73	2,81	2,48	3,01
σ^2p	2,572	1,055	1,237	0,951
σ^2g	1,924	0,406	0,588	0,302
h^2	0,748	0,385	0,475	0,317
KVG (%)	50,785	22,645	30,810	18,276
Jumlah buku produktif				
\bar{x}	17,24	18,00	17,28	19,02
σ^2p	15,587	23,611	25,468	24,507
σ^2g	1,105	8,611	12,468	14,507
h^2	0,071	0,365	0,490	0,592
KVG (%)	6,097	16,302	20,431	20,024
Jumlah polong produktif				
\bar{x}	39,08	38,13	38,07	43,19
σ^2p	111,368	220,605	191,209	209,976
σ^2g	36,013	145,251	115,855	134,622
h^2	0,323	0,658	0,606	0,641
KVG (%)	15,355	31,601	28,269	26,862
Jumlah polong hampa				
\bar{x}	1,40	2,53	2,60	3,05
σ^2p	2,783	5,792	4,866	7,705
σ^2g	0,131	3,140	2,214	5,053
h^2	0,047	0,542	0,455	0,655
KVG (%)	25,882	70,015	57,237	73,578
Bobot biji per tanaman				
\bar{x}	10,93	9,85	9,47	10,17
σ^2p	10,775	16,458	16,574	12,116
σ^2g	0,033	5,716	5,832	1,374
h^2	0,003	0,347	0,352	0,113
KVG (%)	1,664	24,257	25,494	11,521

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis iradiasi yang rendah (dosis mikro) dapat menghasilkan keragaman dari karakter-karakter yang diinginkan. Sakin (2002) mengamati mutasi karakter-karakter kuantitatif dari gandum pada dosis rendah iradiasi sinar gamma juga menemukan hal yang sama. Keuntungan dari penggunaan dosis rendah iradiasi memungkinkan terjadinya mutasi pada gen-gen minor yang diamati pada generasi lanjut tanpa terjadi mutasi yang merugikan. Sangsiri *et al.* (2005), dilaporkan banyak mutasi yang merugikan seperti albino dan perubahan bentuk daun pada kacang hijau setelah perlakuan iradiasi pada dosis 500 Gray.

Keragaman karakter-karakter agronomi pada kedelai setelah diirradiasi sinar gamma dikendalikan secara genetik. Keragaman genetik yang tinggi sangat penting pada proses seleksi, karena respon genetik untuk seleksi tergantung pada tingkat keragaman genetik (Hallauer 1987). Nilai duga heritabilitas secara luas yang tinggi ditemukan pada peubah amatan tinggi tanaman dan jumlah polong produktif. Seleksi untuk perbaikan dari dua karakter ini dapat dilakukan untuk menghasilkan genotipe dengan tinggi tanaman dan produksi yang diinginkan. Untuk karakter-karakter yang lain, nilai duga heritabilitas berkisar dari rendah sampai sedang. Sakin (2002) yang melakukan pengamatan pada gandum menemukan bahwa nilai heritabilitas untuk beberapa populasi mutan tergantung pada karakter-karakter yang diamati.

KESIMPULAN

Variasi-variasi fenotip yang terjadi pada tanaman M₁ disebabkan adanya perubahan akibat iradiasi sinar gamma, yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Variasi genetik pada tanaman generasi M₂ tertinggi rata-rata terjadi pada perlakuan 200 Gray. Iradiasi sinar gamma pada dosis 200 Gray efektif menyebabkan terjadinya keragaman genetik pada tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad DM, Adie MM, Kuswantoro A. 2007. Perakitan varietas unggul kedelai spesifik agroekologi. Dalam:

- Sumarno, Suyamto, Widjono A, Hermanto, Kasim H (eds). Kedelai: Teknik produksi dan pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2010. Produksi padi, jagung dan kedelai (angka sementara 2009 dan angka ramalan I). BPS No.18/03/Th.XIII. <http://www.bps.go.id>. [8 Maret 2010].
- Badan Tenaga Atom Nasional [BATAN]. 2006. Mutasi dalam pemuliaan tanaman. <http://www.batan.go.id/patir/pert/pemuliaan/pemuliaan.html> [15 Juli 2007].
- Cheema AA, Atta BM. 2003. Radiosensitivity studies in Basmati rice. *Pakistan J Bot* 35 (2): 197-207.
- Ganguli P, Bhaduri P. 1980. Effect x-rays and thermal neutrons on dry seeds of Greengram (*P. aureus*). *Gentica Agraria* 34: 257-276.
- Hallauer AR. 1987. Maize. In: Fehr WR (ed). Principles of cultivar development crops species, 2: 249-294. Machmillan, New York.
- Hidayat JR, Harnoto, Mahmud M, Sumarno. 2000. Teknologi produksi benih kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Jusuf M. 2004. Metode eksplorasi, inventarisasi, evaluasi dan konservasi plasma nutfah. Pusat Penelitian Bikoteknologi IPB. Bogor.
- Leppik EE. 1971. Assumed gene centers of peanuts and soybeans. *Econ Bot* 25 (2): 188-194.
- Manjaya JG, Nandanwar RS. 2007. Genetic improvement of soybean variety JS 80-21 through induced mutations. *Plant Mut Rep* 1 (3): 36-40.
- Purna I, Hamidi, Prima. 2009. Upaya peningkatan produksi kedelai. Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta. www.setneg.go.id
- Sakin MA. 2002. The use of induced micro mutation for quantitative characters after EMS and gamma ray treatments in durum wheat breeding. *Pakistan Journal of Applied Sciences* 2(12): 1102-1107.
- Sangsiri C, SorajjapinunW, Srinives P. 2005. Gamma radiation induced mutations in mungbean. *Sci Asia* 31: 251-255.
- Shah TM, Mirza JI, Haq MA, Atta BM. 2008. Radiosensitivity of various Chickpea genotypes in M₁ generation. *Pakistan J Bot* 40 (2): 649-665.
- Shakoor A, Ahsan-ul-haq M, Sadiq M. 1978. Induced variation in mungbean. *Env Exp Bot* 18: 169-175.
- Srisombun S, Benjamas K, Chitima Y, Jeeraporn K. 2009. Soybean variety improvement for high grain protein content using induced mutation. IAEA/RCA project RAS/5/045, Feb 16-20, 2009, Vietnam.
- Sudaryanto T, Swastika DKS. 2007. Ekonomi kedelai di Indonesia. Dalam: Sumarno, Suyamto, Widjono A, Hermanto, Kasim H (eds). Kedelai: Teknik produksi dan pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Tah, PR. 2006. Studies on gamma ray induced mutations in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Asian J of Plant Sci* 5 (1): 61-70.
- Van Harten AM. 1998. Mutation breeding, theory and practical application. University of Cambridge, Cambridge, UK.