

KERAGAAN GENERASI KETIGA (M_3) KEDELAI HASIL IRADIASI SINAR GAMMA PADA KONDISI OPTIMUM DAN KONDISI CEKAMAN KEKERINGAN

Diana Sofia Hanafiah^{1*}, Trikoesoemaningtyas², Sudirman Yahya², Desta Wirnas²

¹Departemen Agroteknologi Fakultas Pertanian USU Medan- 20155

²Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, Bogor - 16680

*Corresponding author : dedek.hanafiah@yahoo.com

ABSTRACT

The objective of this research was to obtain a genotype of selected putative mutant with good agronomic traits and high yielding on optimum condition and its adaptability to drought stress in M_3 generation. The study result showed that there were differences in the growth and production of each population as a result of irradiation in optimum conditions and drought stress conditions. Population as a result of irradiation at 150 Gy and 200 Gy had a higher mean value for the plant height trait, the number of productive branches, the number of productive nodes and the number of productive pods compared to irradiation population of 50 Gy, 100 Gy and the control population of Argomulyo at optimum conditions. The decrease in the growth and development happened to all the characters observed in irradiation population in drought conditions compared to when grown in optimum conditions. The decrease can be seen in the characters of plant height, number of pods and seed weight per plant. The growth and development of the population irradiation of 150 Gy and 200 Gy were more influenced by drought conditions compared to other irradiation populations. The selection in the optimum conditions produced 291 high yielding genotypes and the selection in drought conditions generated 202 genotypes and adapted to drought environments.

Keywords: selection, agronomy traits, drought stress, putative mutant, soybean

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh genotip putatif mutan terpilih dengan karakter agronomi baik dan berdaya hasil tinggi pada kondisi optimum serta mampu beradaptasi pada kondisi cekaman kekeringan pada generasi M_3 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan terhadap pertumbuhan dan produksi dari masing-masing populasi hasil iradiasi pada kondisi optimum dan kondisi cekaman kekeringan. Populasi hasil iradiasi 150 Gy dan 200 Gy memiliki nilai tengah yang lebih tinggi untuk karakter tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, jumlah buku produktif dan jumlah polong beras dibandingkan populasi iradiasi 50 Gy, 100 Gy dan populasi kontrol Argomulyo pada kondisi optimum. Penurunan pertumbuhan dan perkembangan terdapat pada semua karakter yang diamati pada populasi iradiasi pada kondisi kekeringan dibandingkan jika ditanam pada kondisi optimum. Penurunan dapat dilihat pada karakter tinggi tanaman, jumlah polong beras dan bobot biji per tanaman. Pertumbuhan dan perkembangan pada populasi iradiasi 150 Gy dan 200 Gy lebih dipengaruhi oleh kondisi kekeringan dibandingkan populasi iradiasi lainnya. Seleksi pada kondisi optimum menghasilkan 291 genotipe yang berdaya hasil tinggi dan seleksi pada kondisi kekeringan menghasilkan 202 genotipe yang beradaptasi pada lingkungan kekeringan.

Kata kunci : seleksi, putatif mutan, karakter agronomi, cekaman kekeringan, kedelai

PENDAHULUAN

Kedelai telah menjadi salah satu komoditas strategis setelah padi dan jagung. Kebutuhan kedelai dalam negeri terus meningkat, tetapi produksi kedelai dalam negeri belum mampu mengimbangi perkembangan permintaan. Produksi kedelai nasional tahun 2011 diperkirakan mencapai 819,45 ribu ton biji kering yang menurun sebanyak 87,59 ribu ton dibandingkan dengan produksi kedelai tahun 2010. Penurunan produksi kedelai tahun 2011 diperkirakan terjadi di Jawa sebesar 85,25 ribu ton dan di luar Jawa sebesar 2,34 ribu ton. Salah satu penyebab penurunan produksi kedelai adalah penurunan luas panen sebesar 68,79 ribu hektar (Rachman *et al.* 2007; BPS 2011).

Penurunan luas areal tanam kedelai yang cukup tajam terjadi di pulau Sumatera sebesar 21,1% dari tahun 1992 sampai 2003. Pulau Jawa masih tetap merupakan sentra produksi dengan peningkatan luas lahan sebesar 18,25 % dari tahun 1992 sampai 2003. Posisi Sumatera pada tahun 2003 diambil alih oleh Bali dan NTB dengan luas areal tanam pada tahun 1992 sebesar 9,15 % meningkat menjadi 14,04 % pada tahun 2003 (Sudaryanto dan Swastika 2007).

Usaha meningkatkan produksi kedelai dapat dilakukan melalui peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam. Upaya peningkatan produktivitas kedelai di lahan kering dapat ditempuh melalui penggunaan teknik budidaya yang sesuai dan penanaman varietas unggul. Teknik budidaya digunakan berdasarkan agroekologi daerah. Peningkatan produktivitas dapat diupayakan melalui penggunaan varietas unggul yang adaptif dan berpotensi hasil baik terhadap agroekologi daerah (Arsyad *et al.* 2007).

Perluasan areal dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan-lahan sub optimal (marjinal), misalnya perluasan tanam pada lahan kering (Balittanah 2006). Salah satu kendala bagi budidaya kedelai di lahan kering adalah keterbatasan air yang dapat menyebabkan cekaman kekeringan bagi tanaman. Cekaman kekeringan pada tanaman dapat terjadi karena kekurangan suplai air di daerah perakaran dan laju evapotranspirasi

melebihi laju absorpsi air di perakaran (Levitt 1980).

Varietas unggul diperoleh melalui pemuliaan tanaman dengan melakukan perbaikan daya hasil dan adaptasi tanaman. Perakitan varietas baru memerlukan populasi dasar yang memiliki keragaman genetik yang tinggi. Keragaman genetik kedelai di Indonesia rendah, sehingga perlu upaya peningkatan keragaman genetik tanaman. Upaya peningkatan keragaman genetik kedelai dapat dilakukan melalui introduksi, persilangan, transformasi genetik dan mutasi (Arsyad *et al.* 2007).

Iridiasi sinar gamma dosis rendah (mutasi mikro) telah digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik, karakter kuantitatif dan daya adaptasi serta meningkatkan kualitas dan nutrisi dari beberapa tanaman kacang-kacangan (Manjaya dan Nandanwar 2007; Kaveri dan Nadaf 2009; Diouf *et al.* 2010; Moussa 2011). Mutasi mikro mengubah karakter kuantitatif yang diturunkan dan lebih bermanfaat bagi pemulia, karena mutasi mikro sedikit merusak walaupun mutasi ini sulit dideteksi (Sakin 2002).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengungkapkan berbagai informasi yang bermanfaat dalam pengembangan varietas kedelai untuk adaptasi terhadap kekeringan melalui irridiasi sinar gamma dosis rendah (mutasi mikro).

Penelitian ini bertujuan untuk : (1). memperoleh genotip putatif mutan terpilih dengan karakter agronomi baik dan berdaya hasil tinggi pada kondisi optimum; (2). memperoleh genotip putatif mutan terpilih yang mampu beradaptasi pada kondisi cekaman kekeringan pada generasi M₃

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Institut Pertanian Bogor dari bulan Agustus 2009 sampai Desember 2009. Populasi M₃ ditanam di dua lokasi yaitu Kebun Percobaan Cikabayan, *University Farm* IPB, Bogor dengan kondisi curah hujan rata-rata 291,5 mm/tahun dan kondisi tanah dengan kandungan liat sebesar 54,93 % (hasil analisa

tanah). Sebagian lagi di tanam di Kebun Percobaan Muneng, Probolinggo dengan kondisi curah hujan rata-rata 89 mm/tahun dan kondisi tanah dengan kandungan liat 22 % (Sunardi *et al.* 2002). Benih kedelai yang ditanam adalah benih M_3 yang diperoleh dari generasi M_2 . Sebanyak 750 benih (M_3) pada masing-masing perlakuan dosis ditanam dengan jarak tanam $40 \times 20 \text{ cm}^2$ dan ditanam dua biji per lubang tanam sehingga jumlah benih yang ditanam pada M_3 sebanyak 3750 benih pada kondisi optimum. Seleksi individu tanaman dilakukan pada populasi tanaman M_3 berdasarkan penampilan morfologi tanaman yang beradaptasi pada lingkungan yang optimum.

Sebanyak 4000 benih M_3 pada masing-masing perlakuan dosis ditanam dengan jarak tanam $40 \times 10 \text{ cm}^2$ dan ditanam satu biji per lubang tanam. Jumlah benih yang ditanam pada M_3 sebanyak 20000 benih pada kondisi cekaman kekeringan. Seleksi individu tanaman dilakukan pada populasi tanaman M_3 berdasarkan penampilan morfologi tanaman yang mampu beradaptasi pada lingkungan yang mengalami cekaman kekeringan. Sebagai tanaman pembanding adalah varietas Anjasmoro yang merupakan varietas kedelai lahan sawah (mewakili varietas yang peka kekeringan).

Kadar air tanah sebelum penanaman pada petakan populasi 50 Gy dan 100 Gy sebesar 41,78 % dan kadar air tanah seminggu setelah pengairan dihentikan sebesar 10,13 %. Kadar air tanah sebelum penanaman pada petakan populasi 150 Gy dan 200 Gy sebesar 42,59 % dan kadar air tanah seminggu setelah pengairan dihentikan sebesar 8,54 %. Pengairan tidak diberikan jika 50 % populasi tanaman mencapai tahap R_1 , yaitu awal masa reproduktif dimana bunga-bunga mulai muncul. Lamanya pengairan dihentikan sampai varietas Anjasmoro mulai layu, dan diairi kembali sampai panen. Pengamatan meliputi beberapa peubah yaitu : (1). Tinggi tanaman; (2). Jumlah cabang produktif per tanaman; (3). Jumlah buku produktif per tanaman; (4). Jumlah polong bernes per tanaman; (5). Bobot biji per tanaman.

Seleksi individu tanaman dilakukan pada populasi tanaman M_3 berdasarkan penampilan

morfologi tanaman yang mampu beradaptasi pada lingkungan yang mengalami cekaman kekeringan. Karakter seleksi yang digunakan adalah tinggi tanaman dan jumlah polong bernes. Analisis data dilakukan dengan menghitung rataan setiap karakter yang diamati lalu nilai tengah masing-masing populasi diuji dengan menggunakan uji t. Analisis data dilanjutkan dengan penghitungan ragam fenotip dan lingkungan dan serta pendugaan ragam genotip, heritabilitas, dan nilai koefisien keragaman genetik dari genotip putatif mutan terpilih untuk masing-masing populasi sesuai dengan dosis iradiasi. Differensial seleksi diperoleh dari selisih rata-rata populasi terpilih hasil seleksi dengan rata-rata populasi dasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama penanaman pada kondisi kekeringan di KP Muneng, populasi tanaman juga terserang penyakit bercak ungu (*Cercospora kikuchii*) dan hama penggerek polong (*Etiella sp*) yang disebabkan oleh penanaman selama masa musim kering kedua (MKII). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai tengah karakter agronomi yang diamati memberikan respon yang berbeda pada kondisi optimum dan kekeringan dari setiap populasi iradiasi (Tabel 1).

Kondisi penanaman tanpa cekaman (optimum) memberikan respon pertumbuhan dan perkembangan populasi hasil iradiasi yang lebih baik dibandingkan pada kondisi kekeringan. Populasi hasil iradiasi 150 Gy dan 200 Gy merupakan populasi iradiasi yang memiliki perubahan nilai tengah karakter yang paling banyak dibandingkan populasi hasil iradiasi lainnya pada kondisi optimum (Tabel 1).

Populasi hasil iradiasi 100 Gy dan 200 Gy merupakan populasi iradiasi yang memiliki perubahan nilai tengah karakter yang paling banyak dibandingkan populasi hasil iradiasi lainnya pada kondisi cekaman kekeringan. Populasi hasil iradiasi 200 Gy memiliki nilai tengah yang rendah pada karakter tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, jumlah buku produktif dan polong bernes dibandingkan populasi hasil iradiasi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa populasi hasil iradiasi 200 Gy lebih peka di kondisi kekeringan pada

Tabel 1. Nilai tengah karakter agronomi populasi M₃ hasil irradiasi sinar gamma pada kondisi optimum dan pada kondisi kekeringan.

Kondisi	Populasi Irradiasi				
	P ₀ Gy	P ₅₀ Gy	P ₁₀₀ Gy	P ₁₅₀ Gy	P ₂₀₀ Gy
..... Tinggi tanaman (cm)					
Optimum	33,9±2,5	34,5±3,6	36,6 **±4,0	38,4 **±3,9	37,5 **±4,0
Cekaman kekeringan	34,9±3,6	29,1 **±4,7	30,4 **±3,7	30,5 **±4,9	27,4 **±5,1
..... Jumlah Cabang Produktif					
Optimum	4,1±0,9	3,8 *±1,2	4,4±1,5	5,6 **±1,9	4,9 **±1,6
Cekaman kekeringan	2,6±0,5	2,5±1,0	3,0 **±0,8	2,5±1,1	1,8 **±0,9
..... Jumlah Buku Produktif					
Optimum	22,6±4,8	20,8 *±4,9	22,9±5,5	25,1 **±6,9	25,5 **±6,4
Cekaman kekeringan	6,2±1,0	7,2 **±1,8	8,3 **±1,2	4,5 **±1,2	4,0 **±1,2
..... Jumlah Polong Bernas					
Optimum	38,6±8,4	36,0±8,8	42,6 **±11,1	45,2 **±14,7	48,7 **±16,2
Cekaman kekeringan	36,8±6,1	30,7 **±12,1	33,9 *±12,3	17,6 **±9,7	11,0 **±6,2
..... Bobot Biji per Tanaman (g)					
Optimum	14,6±2,8	10,1 **±2,9	13,6±4,0	14,0±5,1	13,9±5,4
Cekaman kekeringan	2,4±1,5	2,4±1,3	2,4±1,2	1,3±0,6	1,2±0,4

Keterangan : * = berbeda nyata dengan populasi kontrol (0 Gy) pada taraf 5 % berdasarkan uji t;

** = berbeda nyata dengan populasi kontrol (0 Gy) pada taraf 1 % berdasarkan uji t.

Beberapa peneliti melaporkan bahwa hasil panen tanaman kedelai menurun dengan meningkatnya cekaman kekeringan. Penurunan hasil pada kondisi kekeringan berhubungan penurunan jumlah polong yang disebabkan oleh keguguran bunga pada masa pembungaan dan mempengaruhi pembentukan jumlah biji per polong yang disebabkan oleh kurangnya air pada masa pembungaan dan tahap pengisian biji (Daneshian dan Zare 2005; Daneshian dan Jonobi 2001). Hal yang sama dinyatakan oleh Hamayun *et al.* (2010) bahwa terjadi penurunan jumlah polong per tanaman dari tanaman kedelai pada kondisi kekeringan, sementara bobot 100 biji lebih dipengaruhi oleh lamanya masa kekeringan serta kapan kekeringan terjadi yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Penurunan proses fotosintesis merupakan faktor utama yang membatasi hasil dan semua komponen hasil pada kondisi kekeringan. Terganggunya proses fotosintesis akan menurunkan hasil biji, indeks panen dan hasil biologi lainnya. Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan selama masa pengisian biji, dan fotosintesis tidak dapat mencukupi kebutuhan dari sink, maka tanaman menggunakan senyawa asimilat yang tersimpan pada bagian tanaman lain, seperti pada biji dan batang, sehingga terjadi

penurunan bobot kering biji dan batang (Beheshti dan Fard 2010).

Nilai ragam, heritabilitas dan nilai koefisien keragaman genetik karakter agronomi ditampilkan pada Tabel 2. Pendugaan komponen ragam dan heritabilitas untuk mengetahui proporsi keragaman yang disebabkan oleh faktor genetik dan lingkungan, dan keragaman genetik yang luas mempermudah dilakukannya seleksi untuk memperbaiki suatu karakter.

Pada kondisi optimum, nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi ditemukan pada karakter tinggi tanaman, jumlah cabang produktif dan bobot biji per tanaman pada masing-masing populasi irradiasi, kecuali pada populasi irradiasi 50 Gy yang mempunyai nilai heritabilitas rendah pada hampir semua karakter yang diamati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi hasil irradiasi 150 Gy dan 200 Gy menghasilkan populasi dengan nilai heritabilitas tinggi hampir pada semua karakter kuantitatif yang diamati (karakter tinggi tanaman, jumlah cabang produktif dan jumlah polong bernas) disertai dengan kriteria koefisien keragaman genetik yang bernilai luas pada karakter jumlah cabang produktif dan jumlah polong bernas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi generasi M₃ pada kondisi kekeringan

memiliki nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi pada karakter jumlah cabang produktif, jumlah buku produktif (populasi hasil irradiasi 50 Gy) dan jumlah polong bernes (populasi hasil irradiasi 50 Gy, 100 Gy dan 150 Gy). Nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi untuk karakter jumlah cabang produktif dan polong bernes disertai dengan kriteria koefisien keragaman genetik bernilai sedang pada populasi hasil irradiasi 50 Gy dan 150 Gy.

Heritabilitas dari hasil pada kondisi cekaman kekeringan tergantung pada dua faktor yaitu (a) adanya gen-gen ketahanan kekeringan pada populasi, dimana efektif pada seleksi yang dilakukan di kondisi cekaman kekeringan, dan (b) tingkat kehomogenan kondisi kekeringan dimana seleksi dilakukan. Seleksi pada lingkungan

homogen pada kondisi kekeringan serta tidak disertai adanya masalah seperti gulma, penyakit, nematoda, jenis tanah yang digunakan, akan menghasilkan nilai duga heritabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan nilai duga heritabilitas pada lingkungan yang tidak homogen (Blum 2005).

Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan keefektifan seleksi yang dilakukan berdasarkan penampilan fenotip. Nilai heritabilitas yang tinggi disertai dengan nilai kemajuan genetik yang tinggi menunjukkan bahwa karakter tersebut dikendalikan oleh gen yang bersifat aditif dan seleksi akan efektif dilakukan untuk perbaikan karakter tersebut (Sreelakshmi *et al.* 2010).

Tabel 2. Komponen ragam dan keragaman karakter tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, dan jumlah buku produktif kedelai generasi M₃ hasil irradiasi sinar gamma pada kondisi optimum dan kekeringan.

Komponen ragam	Populasi Irradiasi			
	P _{50 Gy}	P _{100 Gy}	P _{150 Gy}	P _{200 Gy}
Kondisi optimum²	Tinggi Tanaman.....			
h ²	0,51	0,60	0,57	0,61
KKG (%)	7,51	8,37	7,62	8,39
Kriteria KKG	sempit	sempit	sempit	sempit
Kondisi Kekeringan²	Jumlah cabang produktif.....			
h ²	0,42	0,04	0,46	0,51
KKG (%)	10,52	2,54	10,92	13,23
Kriteria KKG	sempit	sempit	sempit	sempit
Kondisi optimum²	Jumlah buku produktif.....			
h ²	0,39	0,61	0,76	0,65
KKG (%)	19,90	26,99	29,81	25,97
Kriteria KKG	sedang	luas	luas	luas
Kondisi Kekeringan²	Jumlah buku produktif.....			
h ²	0,70	0,57	0,74	0,64
KKG (%)	33,53	20,77	36,95	40,60
Kriteria KKG	sedang	sempit	sedang	sedang
Kondisi optimum²	Jumlah buku produktif.....			
h ²	0,04	0,23	0,52	0,43
KKG (%)	4,93	11,60	19,77	16,31
Kriteria KKG	sempit	sedang	sedang	sedang
Kondisi Kekeringan²	Jumlah buku produktif.....			
h ²	0,71	0,30	0,29	0,40
KKG (%)	21,32	7,66	13,58	19,90
Kriteria KKG	sempit	sempit	sempit	sempit

Kondisi optimum		Jumlah Polong Bernas			
h^2	0,09	0,43	0,68	0,73	
KKG (%)	7,37	17,01	26,81	28,55	
Kriteria KKG	sempit	sedang	luas	luas	
Kondisi Kekeringan					
h^2	0,74	0,75	0,60	0,02	
KKG (%)	33,85	31,44	42,51	8,79	
Kriteria KKG	sedang	sempit	sedang	sempit	

Keterangan : h^2 = nilai duga heritabilitas
KKG = koefisien keragaman genetik

Menurut Witcombe *et al.* (2008), nilai heritabilitas karakter pada lingkungan bercekaman sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan interaksi antara genotipe dengan lingkungan sehingga menghasilkan nilai heritabilitas yang rendah serta mempengaruhi kemajuan genetik saat seleksi. Seleksi langsung yang dilakukan pada lingkungan bercekaman akan menghasilkan genotipe-genotipe terpilih yang mampu beradaptasi pada lingkungan bercekaman tersebut.

Seleksi pada kondisi optimum dilakukan dengan memilih 10% individu terbaik untuk karakter polong bernes dari 750 tanaman M_3 per populasi hasil irradiasi. Seleksi pada lingkungan bercekaman kekeringan dilakukan dengan memilih 10% individu terbaik untuk karakter tinggi tanaman dan jumlah polong bernes dari empat populasi hasil irradiasi yang masing masing terdiri dari 4000 tanaman. Nilai tengah dan keragaman genetik dari populasi yang diseleksi akan menentukan kemajuan seleksi.

Tabel 3. Kemajuan genetik genotipe kedelai generasi M_3 hasil seleksi ketahanan terhadap kondisi optimum dan kekeringan.

Karakter	Populasi Irradiasi				
	$P_{0 \text{ Gy}}$	$P_{50 \text{ Gy}}$	$P_{100 \text{ Gy}}$	$P_{150 \text{ Gy}}$	$P_{200 \text{ Gy}}$
Kondisi Optimum	Jumlah Polong Bernas				
\bar{x} Populasi Argomulyo	38,6				
\bar{x} Populasi dasar		36,0	42,6	45,2	48,7
\bar{x} Genotipe terpilih		50,6	62,1	77,6	76,8
Difrensial seleksi	14,6	19,5	32,4	28,1	
Kondisi Kekeringan					
\bar{x} Populasi Argomulyo	36,8				
\bar{x} Populasi dasar		30,7	33,9	17,6	11,0
\bar{x} Genotipe terpilih		42,7	50,1	33,0	16,7
Difrensial seleksi	12,0	16,2	15,4	5,7	

Seleksi terhadap karakter jumlah polong bernes dari populasi M_3 pada kondisi optimum menghasilkan nilai tengah genotipe terpilih tertinggi pada populasi hasil irradiasi 150 Gy dengan nilai tengah 77,6 dari nilai tengah populasi dasar 45,2 dan lebih tinggi

dibandingkan populasi Argomulyo yang hanya 38,6. Hasil seleksi jumlah polong bernes yang tinggi juga diperoleh dari populasi 200 Gy dengan nilai tengah genotipe terpilih mencapai 76,8 (Tabel 3).

Pada kondisi kekeringan, seleksi

terhadap karakter jumlah polong bernes pada populasi M_3 menghasilkan nilai tengah genotipe terpilih tertinggi pada populasi hasil irradiasi 100 Gy dengan nilai tengah 50,1 dari nilai tengah populasi dasar 33,9. Nilai tengah populasi 33,9 pada populasi hasil irradiasi 100 Gy masih belum melewati nilai tengah populasi Argomulyo sebesar 36,8. Hasil seleksi jumlah polong bernes yang tinggi juga diperoleh dari populasi 50 Gy dengan nilai tengah genotipe terpilih mencapai 42,7 (Tabel 3).

SIMPULAN

Populasi hasil irradiasi 150 Gy dan 200 Gy memiliki nilai tengah yang tinggi untuk semua karakter yang diamati kecuali karakter bobot biji per tanaman pada kondisi optimum. Kedua populasi irradiasi tersebut memberikan pertumbuhan yang terbaik pada kondisi optimum dibandingkan populasi kontrol Argomulyo. Penurunan pertumbuhan dan perkembangan terdapat pada semua karakter yang diamati pada populasi irradiasi pada kondisi kekeringan dibandingkan jika ditanam pada kondisi optimum. Penurunan dapat dilihat pada karakter tinggi tanaman, jumlah polong bernes dan bobot biji per tanaman. Pertumbuhan dan perkembangan pada populasi irradiasi 150 Gy dan 200 Gy lebih dipengaruhi oleh kondisi kekeringan dibandingkan populasi irradiasi lainnya. Seleksi pada kondisi optimum menghasilkan genotipe yang berdaya hasil tinggi dan seleksi pada kondisi kekeringan menghasilkan genotipe responsif dan beradaptasi pada lingkungan kekeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad MD, Adie MM, Kuswantoro H. 2007. Perakitan Varietas Unggul Kedelai Spesifik Agroekologi. Dalam: Sumarno, Suyamto, A Widjono, Hermanto, H Kasim, editor. *Kedelai : Teknik Produksi dan Pengembangan*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2011. Data Strategis BPS, Badan Pusat Statistik. Hal 50-52.
- [Balittanah] Balai Penelitian Tanah. 2006. Rekomendasi pemupukan tanaman kedelai pada berbagai tipe penggunaan lahan. www.balittanah.litbang.deptan.go.id [10 April 2010].
- Beheshti RA, Fard BB. 2010. Dry matter accumulation and remobilization in grain sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* L. Moench) under drought stress. *Australian Journal of Crop Science* 4(3) : 185-189.
- Blum A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential – are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research* 56 : 1159-1168.
- Daneshian J, Zare D. 2005. Diversity for resistance drought on soybean. *J. Agric. Sci.*, 1: 23-50.
- Daneshian J, Jonobi P. 2001. Effect of drought stress and different calcium on characters soybean. *Agric. Sci.*, 1: 95-108.
- Diouf M, Boureima S, Diop T, Cagirgan IM. 2010. Gamma rays induced mutant spectrum and frequency in sesame. *Turkish Journal of Field Crops* 15(1) : 99-105.
- Kaveri SB, Nadaf HL. 2009. Induced Mutagenesis for Oil Quality Enhancement in Peanut (*Arachis hypogaea* L.) In Q Y Shu (ed.). The International Symposium on Induced Mutations in Plants. Rome, Italy.
- Levitt J. 1980. *Responses of Plants of Environmental Stress: Water, Radiation and Other Stresses*. Vol. 11. New York: Academic Press.
- Manjaya JG, Nandanwar RS. 2007. Genetic improvement of soybean variety JS 80- 21 through induced mutations. *Plant Mutation Reports* 1(3):36-40.
- Moussa HR. 2011. Low dose of gamma irradiation enhanced drought tolerance in soybean. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 17: 63-72.
- Rachman A, Subiksa MGI, Wahyunto. 2007. Perluasan Areal Tanaman Kedelai ke Lahan Sub Optimal. Dalam Sumarno, Suyamto, A Widjono, Hermanto, H Kasim (Eds). *Kedelai : Teknik Produksi dan Pengembangan*. Pusat Penelitian

dan Pengembangan Tanaman Pangan.
Bogor.

- Sakin MA. 2002. The use of induced micro-mutation for quantitative traits after EMS and gamma ray treatments in Durum wheat breeding. *Pakistan Journal of Applied Sciences* 2(12): 1102-1107.
- Sreelakshmi Ch, Kumar SVC, Shivani D. 2010. Genetic analysis of yield and its component traits in drought tolerant genotypes of pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millspaugh). *Electronic Journal of Plant Breeding* 1(6) : 1488-1491.
- Sudaryanto T, Swastika DKS. 2007. Ekonomi Kedelai di Indonesia. *Dalam* Sumarno, Suyamto, Widjono A, Hermanto, Kasim H (eds.). Kedelai. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. Hal 205-228.
- Witcombe JR, Hollington PA, Howarth CJ, Reader S, Steele KA. 2007. Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 363: 703–716.