

Keragaan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) M2 Hasil Radiasi Sinar Gamma

Phenotypic Performance of M2 Generation of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Resulted From Gamma Ray Radiation

Mansyur Andrawinsyah Hs¹, Aslim Rasyad², Isnaini²

¹ Mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

² Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

E-mail: andra.winsyah@gmail.com (082169559783)

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kinerja genotipe generasi M2 kacang hijau yang dihasilkan dari radiasi sinar gamma dibandingkan dengan tetua. Biji kacang hijau dari Kampar sebagai populasi M0 dan generasi M2 dari radiasi sinar gamma, ditanam di lahan penelitian Fakultas Pertanian, Universitas Riau dengan menggunakan desain acak lengkap. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data dari parameter kuantitatif generasi M0 dan M2 dari masing-masing tanaman. Peubah kuantitatif yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah buku batang, jumlah cabang primer, umur tanaman berbunga, umur panen, jumlah polong bernas per tanaman, jumlah biji per polong, jumlah biji per tanaman, bobot biji per tanaman, dan bobot 100 biji. Hasilnya menunjukkan variasi umur panen, jumlah polong bernas per tanaman, jumlah biji per tanaman, dan bobot biji per tanaman lebih besar pada populasi M2 dibandingkan dengan populasi tetua. Radiasi sinar gamma memperpendek umur panen, memperpanjang tinggi tanaman dan jumlah biji per polong yang lebih besar dibandingkan dengan M0, sementara parameter lainnya relatif sama antara populasi M2 dan M0.

Kata Kunci: kacang hijau, keragaan genetik, mutasi, radiasi sinar gamma

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine genotypic performance of M2 generation of green beans resulting from gamma ray radiation compared to parents. Mung bean seeds from Kampar as M0 population and M2 generation from gamma ray radiation, were planted in the experimental station of the Faculty of Agriculture, University of Riau by using completely randomized design. The study was conducted by collecting quantitative traits of M0 and M2 generation from individual plant. Quantitative traits observed were plant height, number of internodes, number of primary branches, flowering date, harvesting date, number of pods per plant, number of seeds per pod, seed weight per plant, and 100 seeds weight. The result indicated that variation of harvesting date, number of filled pods per plant, number of seeds per plant, and seed weight per plant were greater in M2 population than in parent population. Radiation of gamma ray shortened harvesting date, lengthened plant high and increased number of seed per pod compered to M0, while other parameters were relatively the same between M2 and M0 population.

Keywords: gamma ray radiation, phenotypic performance, mung bean, mutation.

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

PENDAHULUAN

Produktivitas kacang hijau di Indonesia masih tergolong rendah, hanya sekitar 0.78 ton.ha^{-1} , sedangkan rata-rata produktivitas varietas unggul yang dianjurkan sudah mencapai sekitar 1.6 ton.ha^{-1} dan bila kacang hijau ditumbuhkan pada kondisi lingkungan yang baik akan menghasilkan $2.5\text{-}2.8 \text{ ton.ha}^{-1}$. Menurut Badan Pusat Statistik (2017), produktivitas kacang hijau di Provinsi Riau hanya mencapai $1,03 \text{ ton.ha}^{-1}$. Fakta tersebut menunjukkan bahwa pemuliaan tanaman kacang hijau masih perlu dilakukan untuk meningkatkan potensi genetik tanaman hingga mencapai daya hasil ideal tersebut. Salah satu sumber genetik untuk perbaikan tanaman adalah varietas lokal

Kabupaten Kampar merupakan sentra produksi kacang hijau di Provinsi Riau dan memiliki varietas lokal yang umum ditanam dengan karakter morfologi spesifik seperti ukuran biji kecil dan mempunyai trikoma yang rapat pada permukaan daun, batang dan kulit polong. Keberadaan trikoma ini merupakan salah satu kelemahan karena jika tersentuh kulit akan menyebabkan gatal. Kelemahan lainnya adalah biji kacang hijau tidak matang serentak, sehingga petani harus melakukan panen berulang kali serta polongnya mudah pecah sehingga biji langsung jatuh ke tanah (Desnilia *et al.*, 2014). Salah satu upaya untuk memperbaiki sifat kacang hijau tersebut adalah dengan menggunakan perlakuan radiasi sinar gamma sehingga terjadi mutasi.

Penggunaan mutasi induksi sinar gamma pada kacang hijau diharapkan dapat memperbaiki sifat dan meningkatkan variasi genetik kacang hijau. Soedjono (2003) menyatakan bahwa sering kali efek akibat mutasi baru muncul setelah generasi

selanjutnya, yakni pada M_2 , M_3 , dan seterusnya. Berdasarkan pemaparan di atas maka perlu dilakukan penelitian dan pengamatan untuk mengetahui keberagaman genotipe dari kacang hijau yang telah diradiasi dengan sinar gamma generasi kedua M_2 . Oleh karena itu untuk mengetahui keragaman genotipe kacang hijau generasi M_2 hasil radiasi sinar gamma yang dibandingkan dengan populasi tua aslinya.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Riau pada tahun 2018. Jenis tanah di lokasi penelitian adalah *inceptisol*.

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah benih kacang hijau asal Kabupaten Kampar sebagai populasi M_0 dan populasi generasi M_2 hasil radiasi sinar gamma masing-masing sebanyak 500 benih. Bahan lain yang digunakan adalah pupuk Urea, TSP dan KCl, serta pestisida. Alat yang digunakan cangkul, parang, tali rafia, selang air, *sprayer*, pancang untuk penyiapan lahan, timbangan elektronik, mistar meteran, dan alat tulis.

Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan percobaan berpasangan yaitu dengan menanam populasi M_0 dan populasi M_2 kacang hijau asal Kampar pada suatu hamparan. Jumlah ulangan yang dilakukan pada penelitian ini adalah lima ulangan, sehingga terdapat 10 plot percobaan dan setiap plot percobaan terdiri dari 100 tanaman dan semua tanaman populasi merupakan sampel. Data yang diperoleh dianalisis keragamannya dengan menggunakan MS .Excel selanjutnya antar populasi dibandingkan dengan menggunakan uji t pada taraf 5 %. Kehomogenan nilai variance diuji dengan Homogeneity of Variance

(HOV) menurut prosedur Levene Test karena jumlah setiap populasi tidak sama (Zhang, 1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Tabel 1. Rerata, kisaran, keragaman, dan koefisien keragaman tinggi tanaman populasi M_0 dan M_2 kacang hijau hasil radiasi sinar gamma

Hasil Uji	Populasi		Nilai t	
	M_0	M_2	t_{hit}	t_{tab}
Nilai tengah (cm)	47,18 b	54,76 a	4,61	1,96
Kisaran	15-95	15-97		
Keragaman	330,73	371,94		
KK (%)	38,55	35,22		
F hitung untuk HOV : 56,65*				

Angka pada baris yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji t pada $p = 0.05$

Tabel 1 menunjukkan bahwa tanaman generasi M_2 hasil irradiasi sinar gamma mempunyai batang yang lebih tinggi dibandingkan tanaman tetua M_0 . Rentang nilai tinggi tanaman untuk M_2 berkisar antara 15-97 cm, sementara tetua M_0 tingginya berkisar antara 15-95 cm. Tanaman generasi M_2 yang mengalami mutasi oleh irradiasi sinar gamma meningkat tingginya dibandingkan tanaman kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa metabolisme yang terjadi setelah diradiasi mendorong aktivitas dan perpanjangan sel. Maholtra dan Singh (1974) menyatakan bahwa untuk memilih genotipe kacang hijau berdaya hasil tinggi dapat menggunakan kriteria seleksi berdasarkan komponen hasil yang terdiri atas jumlah polong per tanaman, jumlah biji per polong, tinggi tanaman, jumlah polong per tangkai, dan ukuran biji.

Jumlah Buku Batang Utama

Tabel 2. Rerata, kisaran, keragaman, dan koefisien keragaman jumlah buku batang utama populasi M_0 dan M_2 kacang hijau hasil radiasi sinar gamma

Hasil Uji	Populasi		Nilai t	
	M_0	M_2	t_{hit}	t_{tab}
Nilai tengah (cm)	7,90 a	8,24 a	1,36	1,96
Kisaran	2-15	2-15		
Keragaman	8,63	7,96		
KK (%)	37,17	34,23		
F hitung untuk HOV : 21,24*				

Angka pada baris yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji t pada $p = 0.05$

Tabel 2 menunjukkan bahwa irradiasi pada tanaman kacang hijau generasi M_2 mempunyai jumlah buku batang yang sama dengan tetua M_0 . Peningkatan jumlah buku per tanaman bisa disebabkan adanya interaksi antara lingkungan dan genotipe tanaman.

Jumlah Cabang Primer

Tabel 3. Rerata, kisaran, keragaman, dan koefisien keragaman jumlah cabang primer populasi M_0 dan M_2 kacang hijau hasil radiasi sinar gamma

Hasil Uji	Populasi		Nilai t	
	M_0	M_2	t_{hit}	t_{tab}
Nilai tengah (cm)	5,65 a	5,27 a	1,46	1,96
Kisaran	1-14	1-14		
Keragaman	10,28	8,38		
KK (%)	56,69	54,92		
F hitung untuk HOV : 0,11 ^{ns}				

Angka pada baris yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji t pada $p = 0.05$

Tabel 3 menunjukkan bahwa tanaman kacang hijau asal Kampar generasi M_2 hasil radiasi sinar gamma memiliki jumlah cabang primer yang tidak berbeda dengan tanaman kontrol. Menurut Nilahayati dan Lollie (2015), perbedaan jumlah cabang disebabkan oleh adanya perbedaan sifat atau

keunggulan dari masing-masing genotipe akibat mutasi sebagai tahap pembentukan varietas baru, sehingga tiap genotipe menampilkan sifat dan keunggulannya masing-masing, baik dari segi negatif ataupun positif. Cabang produktif memiliki hubungan yang erat dengan jumlah polong per tanaman, dimana jika jumlah cabang produktif banyak maka diikuti jumlah polong per tanaman juga akan semakin banyak.

Umur Berbunga

Tabel 4. Rerata, kisaran, keragaman, dan koefisien keragaman umur berbunga populasi M_0 dan M_2 kacang hijau hasil radiasi sinar gamma

Hasil Uji	Populasi		Nilai t	
	M_0	M_2	t_{hit}	t_{tab}
Nilai tengah (cm)	61,27 a	58,31 b	2,37	1,96
Kisaran	33-88	35-85		
Keragaman	290,04	144,77		
KK (%)	27,80	20,63		

F hitung untuk HOV : 2,12^{ns}

Angka pada baris yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji t pada $p = 0.05$

Tabel 4 menunjukkan bahwa tanaman M_2 kacang hijau berbunga lebih cepat dibandingkan dengan tanaman M_0 yaitu sekitar tiga hari. Pada tanaman M_2 mutasi yang terjadi menyebabkan terjadi segregasi sehingga nilai individu banyak berubah. Nilai kisaran individunya antara 35 HST sampai dengan 85 HST pada tanaman pada M_2 dan antara 35-88 HST pada tetua M_0 . Makin pendeknya umur panen disebabkan faktor genotipe yang berubah pada populasi M_2 hasil radiasi sinar gamma. BATAN (2006) menyatakan bahwa radiasi sinar gamma pada tingkat atau dosis rendah dapat mempengaruhi perubahan karakter kuantitatif tanaman sampai taraf tertentu. Keragaman tanaman M_2 hasil radiasi sinar gamma menunjukkan keragaman yang lebih sempit dibanding tanaman

M_0 . Hal ini menunjukkan bahwa mutasi yang terjadi pada tanaman M_2 tanaman kacang hijau tersebut mulai memperlihatkan keseragaman umur berbunga. Hal ini ditunjang dengan koefisien keragaman yang rendah yaitu 20,63%.

Umur Panen

Tabel 5. Rerata, kisaran, keragaman, dan koefisien keragaman umur panen populasi M_0 dan M_2 kacang hijau hasil radiasi sinar gamma

Hasil Uji	Populasi		Nilai t	
	M_0	M_2	t_{hit}	t_{tab}
Nilai tengah (cm)	92,78 a	88,75 b	7,91	1,96
Kisaran	80-94	80-94		
Keragaman	15-67	46,08		
KK (%)	4,27	7,65		

F hitung untuk HOV : 5,64*

Angka pada baris yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji t pada $p = 0.05$

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai tengah umur panen pada tanaman M_2 lebih cepat daripada tanaman tetua M_0 yaitu sekitar empat hari. Percepatan umur panen pada tanaman M_2 ini merupakan aksi gen yang berubah akibat mengalami mutasi. Suryowinoto (1987) menyatakan bahwa penggunaan energi seperti sinar gamma pada tanaman akan memberikan pengaruh yang baik di bidang pertanian, dimana dengan dosis yang tepat, maka akan diperoleh tanaman yang mempunyai sifat-sifat seperti hasil tinggi, umur pendek dan tahan terhadap penyakit.

Jumlah Polong Bernas per Tanaman

Tabel 6. Rerata, kisaran, keragaman, dan koefisien keragaman jumlah polong bernas per tanaman populasi M_0 dan M_2 kacang hijau hasil radiasi sinar gamma

Hasil Uji	Populasi		Nilai t	
	M_0	M_2	t_{hit}	t_{tab}
Nilai tengah (cm)	14,68 a	13,67 a	0,86	1,96
Kisaran	1-65	1-82		
Keragaman	168,54	186,48		
KK (%)	88,41	99,87		
F hitung untuk HOV : 62,65*				

Angka pada baris yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji t pada $p = 0.05$

Tabel 6 menunjukkan bahwa tanaman M_2 memiliki jumlah polong bernas relatif sama dengan tanaman tetua walaupun ada kecenderungan jumlah polong bernas pada tanaman tetua lebih banyak. Pada dasarnya, Asimilat hasil fotosintesis yang telah dihasilkan pada tanaman kemudian ditranslokasikan menuju polong sehingga mampu menunjang proses pembentukan polong pada tanaman kedelai dan mampu menurunkan persentase polong hampa. Hal ini terjadi pada tanaman kacang hijau asal Kabupaten. Disamping rentang jumlah polong bernas lebih besar, keragaman yang luas ditunjukkan pada tanaman M_2 . Koefisien keragaman yang didapatkan dari tanaman M_2 menunjukkan kriteria yang luas yaitu 99,87%. Dengan demikian tanaman generasi M_2 dapat dilakukan seleksi untuk meningkatkan jumlah polong bernas per tanaman.

Jumlah Biji per Polong

Tabel 7. Rerata, kisaran, keragaman, dan koefisien keragaman jumlah biji per polong populasi M_0 dan M_2 kacang hijau hasil radiasi sinar gamma

Hasil Uji	Populasi		Nilai t	
	M_0	M_2	t_{hit}	t_{tab}
Nilai tengah (cm)	9,57 b	10,40 a	3,20	1,96
Kisaran	3,00-14,86	3,33-15,73		
Keragaman	12,61	6,24		
KK (%)	37,08	24,01		
F hitung untuk HOV : 0,74 ^{ns}				

Angka pada baris yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji t pada $p = 0.05$

Tabel 7 menunjukkan nilai tengah jumlah biji per polong pada generasi M_2 pada tanaman kacang hijau lebih tinggi dari pada tetua yaitu sebanyak 10,40 biji berbeda dengan tanaman M_0 yaitu memiliki nilai tengah 9,57 biji. Menurut Hanafiah *et al.* (2010), pemberian dosis radiasi berpengaruh secara nyata terhadap jumlah biji per polong. Kisaran individu pada tanaman kacang hijau asal Kampar mendukung adanya keragaman pada tanaman ini. Kisaran individu pada populasi M_2 antara 3,33-15,73. Jika dilihat keragaman pada tanaman M_2 tanaman kacang hijau asal Kampar memiliki keragaman yang lebih sempit daripada tanaman tetua. Koefisien keragaman pada tanaman M_2 ini nilainya lebih rendah, daripada tanaman tetua yaitu 24,01%.

Jumlah Biji per Tanaman

Tabel 8. Rerata, kisaran, keragaman, dan koefisien keragaman jumlah biji per tanaman populasi M_0 dan M_2 kacang hijau hasil radiasi sinar gamma

Hasil Uji	Populasi		Nilai t	
	M_0	M_2	t_{hit}	t_{tab}
Nilai tengah (cm)	159,7 a	151,12 a	0,55	1,96
Kisaran	3,00-728,00	4,00-770,00		
Keragaman n	25543,6	24581,1		
KK (%)	1	1		
F hitung untuk HOV	100,72	103,75		

Angka pada baris yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji t pada $p = 0.05$

Tabel 8 menunjukkan nilai tengah tanaman M_2 peubah jumlah biji per tanaman lebih sedikit daripada tanaman tetua. Nilai tengah yang dihasilkan pada tanaman M_2 yaitu 151,12 biji, sedangkan pada tanaman M_0 nilai tengah yang dihasilkan adalah 159,7 biji. Kisaran nilai individu yang terbentuk pada tanaman kacang hijau asal Kampar antara 4.00 - 770.00. Selanjutnya, untuk keragaman yang dihasilkan akibat radiasi sinar gamma pada tanaman M_2 lebih sempit dari tanaman M_0 . Terjadinya penurunan keragaman jumlah biji per tanaman pada tanaman M_2 dibanding tanaman M_0 disebabkan adanya pengaruh genetik dan pengaruh lingkungan. Nilai keragaman yang dihasilkan sempit. Koefisien keragaman yang dihasilkan setelah dilakukan radiasi sinar gamma memiliki kriteria yang rendah yang ditunjukkan dengan nilai 103.75%.

Bobot Biji per Tanaman

Tabel 9. Rerata, kisaran, keragaman, dan koefisien keragaman bobot biji per tanaman populasi M_0 dan M_2 kacang hijau hasil radiasi sinar gamma

Hasil Uji	Populasi		Nilai t	
	M_0	M_2	t_{hit}	t_{tab}
Nilai tengah (cm)	9,82 a	10,35 a	0,55	1,96
Kisaran	1,46-40,34	1,38-53,22		
Keragaman	102,62	124,11		
KK (%)	103,09	107,69		
F hitung untuk HOV	10,25*			

Angka pada baris yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji t pada $p = 0.05$

Tabel 9 menunjukkan nilai tengah bobot biji per tanaman pada tanaman M_2 kacang hijau sama dengan tanaman M_0 . Hal ini membuktikan bahwa radiasi sinar gamma mampu meningkatkan bobot biji per tanaman kacang hijau Kampar generasi M_2 . Nilai kisaran tanaman kacang hijau asal Kampar menunjukkan kisaran antara 1,38-53,22. Tabel di atas menunjukkan keragaman pada tanaman M_2 tanaman kacang hijau terlihat lebih luas daripada tanaman M_0 . Koefisien keragaman yang dihasilkan tanaman M_2 juga memiliki kriteria yang luas, dimana lebih tinggi daripada tanaman tetua yaitu 107,69%. Keberhasilan program pemuliaan tanaman bergantung pada keragaman genetik dari karakter yang dapat diwariskan dan juga teknik yang digunakan untuk evaluasi dan seleksi (Surya dan Human, 2009)

Berat 100 Biji

Tabel 10. Rerata, kisaran, keragaman, dan koefisien keragaman berat 100 biji populasi M_0 dan M_2 kacang hijau hasil radiasi sinar gamma

Hasil Uji	Populasi		Nilai t	
	M_0	M_2	t_{hit}	t_{tab}
Nilai tengah (cm)	6,02 a	6,52 a	1,02	1,96
Kisaran	1,66-9,83	1,25-9,42		
Keragaman	1,31	1,14		
KK (%)	18,97	16,38		

F hitung untuk HOV : 0,30^{ns}

Angka pada baris yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji t pada $p = 0.05$

Tabel 10 menunjukkan nilai tengah tanaman M_2 yang lebih tinggi dari pada tetua pada peubah berat 100 biji yaitu 6,52 g berbeda dengan tanaman M_0 yang memiliki nilai tengah 6,02 g. Kisaran nilai individu pada tanaman M_2 kacang hijau asal Kabupaten Kampar terlihat antara 1,25-9,42. Keragaman yang terbentuk pada tanaman M_2 lebih sempit daripada tanaman tetuanya. Koefisien keragaman M_2 yang terbentuk memiliki kriteria rendah dan nilainya lebih kecil daripada tanaman tetuanya yaitu 16,38%. Nilai keragaman ini menunjukkan adanya mutasi pada tanaman M_2 , namun mutasi yang terbentuk sedikit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tanaman kacang hijau asal Kabupaten Kampar generasi M_2 mengalami perubahan setelah diradiasi dengan sinar gamma dibandingkan dengan generasi asalnya M_0 yang ditandai dengan meningkatnya nilai koefisien keragaman populasi M_2 pada parameter umur panen, jumlah polong bernas per tanaman, jumlah biji per tanaman dan bobot biji per tanaman. Beberapa parameter tanaman kacang hijau asal Kabupaten Kampar generasi M_2 memiliki nilai tengah lebih tinggi

dibandingkan M_0 yaitu pada parameter tinggi tanaman, jumlah buku batang utama, jumlah biji per polong, bobot biji per tanaman dan berat 100 biji. Sedangkan parameter jumlah cabang primer, umur berbunga, umur panen, jumlah polong bernas per tanaman dan jumlah biji per tanaman, memiliki nilai tengah lebih rendah daripada M_0 .

Berdasarkan hasil penelitian disarankan dilakukannya penelitian lanjutan mengenai keragaan genotipe kacang hijau generasi M_3 , M_4 dan seterusnya untuk menjabarkan keragaan genotipe yang dimiliki kacang hijau secara lebih luas dan lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2017. Hasil Survey Tanaman Pangan Statistik Padi dan Palawija. BPS. Pekanbaru.
- Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN). 2006. Mutasi dalam pemuliaan tanaman. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Badan Tenaga Nuklir Nasional. Jakarta.
- Desnilia., Herman, dan D.I. Roslim. 2014. Polong paling sedikit pada galur kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) lokal Kampar. *JOM FMIPA*. 1(2): 1-5.
- Hanafiah, D.S., Trikoesoemaningtyas., S. Yahya dan D. Wirnas. 2010. Induced mutations by gamma ray irradiation to Argomulyo soybean (*Glycine max*) variety. *Nusantara Bioscience*. 2(3): 121-125.
- Malhotra, V.V. dan K.B. Singh. 1974. Yield components in green gram (*Phaseolus aureus* Roxb.). *Indian Journal Agriculture Science*. 44(1): 136-143.
- Nilahayati dan L.A.P. Putri. 2015. evaluasi keragaman karakter fenotipe beberapa varietas kedelai

- (*Glycine max* L.) di daerah Aceh Utara. *J. Floratek*. 10(1): 36-45.
- Soedjono S. 2003. Aplikasi mutasi induksi dan variasi somaklonal dalam pemuliaan tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*. 22(2): 70-78.
- Suryowinto, M. 1987. Tenaga Atom dan Pemanfaatan dalam Biologi Pertanian. Kanisius. Yogyakarta.
- Surya, M.I. dan S. Hoeman. 2009. Evaluasi keragaman genetik sorgum manis pada mutan generasi ke-2 hasil irradiasi gamma. *Agrivita*. 31(2): 142-148.
- Zhang, S. 1998. Fourteen Homogeneity of Variance Test : when and how too use them. University of Hawaii. California.