

## KERAGAAN KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) VARIETAS ANJASMORO GENERASI M1 HASIL RADIASI SINAR GAMMA

(The Performance of M1 Generation of Anjasmoro Variety Soybean (*Glycine max* (L) Merrill) Using Gamma Ray Radiation)

ISNAINI<sup>1\*</sup>, ASLIM RASYAD<sup>1</sup>, DIRGA OKTA FIANDA<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya KM 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

\*Email: Isnaini.bakrie@gmail.com

### ABSTRACT

The purpose of this research was to find out the diversity of M1 generation of Anjasmoro variety soybean resulting from gamma-ray radiation on its various phenotype characters. A total of 300 seeds were each given gamma-ray radiation treatment at four different dosages at the National Nuclear Power Agency at Pasar Jumat, South Jakarta, then planted in the experimental garden of Agriculture Faculty, Riau University. The dosages of irradiation used were 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy, and 250 Gy also M0 as an ancestor. The quantitative and qualitative observation was made as such flowering age, harvest age, plant height, seeds per plant, seeds weight per plant and growth type. The data were analyzed with variance analysis then continued with Duncan's New Multiple Range Test on a 5% level. The diversity component was analyzed with homogeneity of variance according to the Levene test procedure. The result shows gamma-ray radiation is causing diversity in the Anjasmoro variety on quantitative characters such as flowering age, harvest age and seed weight per plant. The vast diversity has happened on irradiation dosage of 200Gy.

Keywords : Irradiation, Anjasmoro variety soybean, gamma-ray, diversity.

### PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu komoditas pangan penting di Indonesia selain padi dan jagung. Kedelai merupakan sumber protein nabati yang relatif murah dibandingkan sumber protein lainnya seperti daging, susu, dan ikan, karena itu tanaman ini penting dalam memenuhi kebutuhan pangan untuk perbaikan gizi masyarakat (Rohmah *et al.*, 2016). Kebutuhan kedelai di Indonesia meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Kedelai di Indonesia sebagian besar digunakan untuk bahan baku industri pangan seperti tahu, tempe, kecap, tauco, dan diolah secara modern menjadi susu serta minuman sari kedelai.

Kebutuhan kedelai di Indonesia belum mencukupi, maka dari itu perlu adanya peningkatan produksi yang harus dilakukan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam memenuhi kebutuhan kedelai di Indonesia adalah dengan menyediakan varietas-varietas unggul dengan daya hasil tinggi melalui suatu program pemuliaan tanaman kedelai. Saat ini telah tersedia berbagai varietas kedelai unggul yang dapat digunakan oleh petani. Namun,

kegiatan seleksi dan peningkatan keragaman genetik tetap perlu terus dilakukan seiring dengan perkembangan permintaan pasar. Saat ini para petani cenderung menginginkan varietas-varietas unggul berdaya hasil tinggi dengan penambahan sifat khusus antara lain ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik.

Varietas Anjasmoro merupakan varietas kedelai unggul dengan ukuran biji yang cukup besar dengan kandungan protein yang cukup tinggi dan dirilis tahun 2001 (Ginting *et al.*, 2009). Kedua karakter tersebut merupakan karakter unggul yang dapat digunakan sebagai modal awal dalam merakit varietas unggul baru dengan penambahan karakter unggul lainnya. Salah satu teknik peningkatan keanekaragaman genetik adalah dengan melakukan induksi mutasi menggunakan mutagen. Mutasi induksi merupakan cara yang terbukti dapat meningkatkan keragaman dalam varietas tanaman baik untuk sifat yang diinginkan maupun yang tidak dapat dinyatakan dalam sifat awal (Iwo *et al.* 2013).

Mutasi merupakan suatu perubahan yang terjadi dalam struktur gen. Menurut Ahloowalia dan Maluszynski (2001), mutasi

dapat terjadi secara alami maupun buatan, mutasi buatan dapat dilakukan dengan menggunakan mutagen fisik atau kimia. Mutasi secara fisik dapat dilakukan dengan menggunakan sinar X, beta, neutron, dan sinar gamma.

Iradiasi sinar gamma dapat dilakukan pada benih. Radiasi diketahui mampu menembus biji tanaman sampai ke lapisan kromosom sehingga berpengaruh pada struktur kromosom. Perubahan akibat radiasi dapat berakibat perubahan pada sifat tanaman dan keturunannya (Hidayat *et al.*, 2018). Sebagian besar benih hanya dapat diberi perlakuan sekali, dan perlakuan ini dapat disimpan tanpa adanya penanganan lain pada benih (Wijaya, 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis iradiasi yang rendah (50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 150 Gy dan 200 Gy) dapat menghasilkan keragaman dari karakter karakter yang diinginkan (Hanafiah, 2011). Pemberian iradiasi sinar gamma diharapkan meningkatkan keragaman pada Varietas Anjasmoro sebagai sumber genetik yang dapat digunakan dalam perakitan varietas unggul.

## BAHAN DAN METODE

Radiasi sinar gamma dilakukan di Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Pasar Jum'at, Jakarta Selatan. Percobaan lapangan untuk mengevaluasi populasi M1 dilakukan 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 kedelai Varietas Anjasmoro yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). Benih selanjutnya diiradiasi dengan berbagai dosis sinar gamma untuk mendapatkan generasi M1, kemudian dievaluasi di lapangan percobaan. Bahan lain yang digunakan adalah pupuk Urea, TSP dan KCl, serta pestisida. Alat yang digunakan untuk iradiasi benih dalam penelitian adalah *gamma chamber* milik PATIR serta peralatan untuk budidaya tanaman kedelai.

Benih hasil iradiasi dengan menggunakan lima dosis sinar gamma yaitu 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy dan 250 Gy serta benih kontrol (M0) sebagai tetua ditanam di lapangan percobaan dengan rancangan acak lengkap. Setiap taraf percobaan diulang sebanyak empat kali sehingga terdapat 20 unit percobaan dimana setiap unit percobaan terdiri dari 50 tanaman dan semua tanaman

populasi dijadikan tanaman sampel. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) 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. Nilai tengah, kisaran, keragaman dan HOV tinggi tanaman kedelai Varietas Anjasmoro setelah diiradiasi dengan empat taraf sinar gamma

Dosis (Gy)	Nilai tengah	Kisaran (cm)	Keragaman ( $\sigma^2$ )
0	65,07 a	44 – 81	58,61
100	57,03 b	24 – 75	68,81
150	53,87 bc	34 – 72	70,91
200	55,66 b	35 – 80	87,25
250	50,34 c	25 – 68	77,73

Homogenitas keragaman  $F_{hit} = 1,36^{ns}$

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman populasi M1 hasil iradiasi sinar gamma berbeda nyata dengan tetua M0 dimana tanaman tetua M0 lebih tinggi dibandingkan tanaman M1. Populasi M1 yang berasal dari hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 100 Gy sampai 200 Gy memiliki rata-rata tinggi tanaman yang relatif sama. Iradiasi sinar gamma dengan dosis 250 Gy memiliki tinggi tanaman terendah dibanding populasi semua taraf perlakuan lainnya yaitu 50,34 cm. Perlakuan iradiasi sinar gamma benih Anjasmoro cenderung mengalami penurunan tinggi tanaman.

Purba *et al.* (2013) melaporkan bahwa semakin tinggi dosis sinar gamma pada tanaman kedelai menyebabkan tinggi tanaman menjadi semakin pendek. Hal yang sama juga dilaporkan Hanafiah *et al.* (2011) dimana iradiasi dengan dosis 200 Gy pada biji kedelai, menyebabkan tanaman lebih pendek dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga dosis iradiasi yang diberikan pada benih merusak atau mengubah genetik karakter tinggi tanaman kedelai. Rici (2009) yang menyatakan bahwa semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan pada tanaman kedelai maka akan semakin besar pula tingkat kerusakan dan penghambatan pertumbuhan tanaman itu.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kisaran nilai tinggi tanaman adalah antara 44 – 81 cm untuk M0, 24 – 75 cm untuk M1(100 Gy), 34 – 72 cm untuk M1 (150 Gy), 35 – 80 cm untuk

M1 (200 Gy) dan 25 – 68 cm untuk M1 (250 Gy). Adapun keragaman populasi berkisar antara 58,61 sampai 87,25 dengan nilai F untuk HOV yang tidak signifikan yaitu 1,36. Hal tersebut menunjukkan bahwa keragaman individu antar populasi M1 dengan M0 relatif seragam atau homogen. Adapun keragaman tertinggi pada populasi M1 dengan dosis 200 Gy yaitu 87,25.

### Umur Berbunga

Tabel 2. Nilai tengah, kisaran, keragaman dan HOV umur berbunga kedelai Varietas Anjasmoro setelah diiradiasi dengan empat taraf sinar gamma

Dosis (Gy)	Nilai tengah	Kisaran (HST)	Keragaman ( $\sigma^2$ )
0	35,46 d	35 – 40	0,84
100	36,31 c	35 – 42	1,41
150	36,99 b	35 – 41	1,71
200	36,95 b	35 – 40	1,92
250	37,74 a	37 – 48	3,61

Homogenitas keragaman  $F_{hit} = 10,56^{**}$

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata umur berbunga popuasi M1 hasil iradiasi sinar gamma benih kedelai Varietas Anjasmoro berbeda nyata dengan tetua M0. Tabel 2 juga menunjukkan seiring dengan peningkatan dosis radiasi sinar gamma menyebabkan semakin lama waktu umur berbunga tanaman kedelai Varietas Anjasmoro. Populasi M1 yang berasal dari hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 250 Gy menunjukkan rata-rata umur berbunga tanaman kedelai terlama yaitu 37,74 HST, sedangkan rata-rata umur berbunga tercepat adalah populasi tetua M0 yaitu 35,46 HST.

Tabel 2 menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma pada benih kedelai Varietas Anjasmoro umur berbunganya cenderung lebih lama. Pada perlakuan 100 Gy mengalami persentase kemunduran umur berbunga tanaman kedelai sebesar 2,4% dibanding tetua M0. Pada perlakuan 150 Gy dan 200 Gy mengalami kemunduran umur berbunga masing-masing 4,31% dan 4,2% dibanding tetua M0. Persentase kemunduran umur berbunga tertinggi adalah pada perlakuan 250 Gy yaitu 6,43%. Hal tersebut berbeda dengan penelitian Purba *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa pada parameter umur berbunga, radiasi dan interaksi antara dosis radiasi dengan Varietas berpengaruh tidak nyata. Menurut BATAN (2005), radiasi sinar gamma pada tingkat atau dosis rendah (mutasi mikro) lebih sedikit mempengaruhi perubahan karakter kuantitatif tanaman dan kromosom dibandingkan dengan mutasi makro yang

menggunakan iradiasi sinar gamma pada dosis yang tinggi.

Tabel 2 menunjukkan bahwa keragaman populasi umur berbunga tanaman kedelai Varietas Anjasmoro berkisar antara 0,84 sampai 3,61 dengan nilai F untuk HOV yang signifikan yaitu 10,56. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa keragaman individu antar populasi M1 relatif beragam. Nilai keragaman umur berbunga tanaman kedelai pada tetua M0 yaitu 0,84 dengan kisaran antara 35 – 40 HST. Umur berbunga pada dosis 100 Gy dan 150 Gy nilai keragamannya adalah 1,41 dan 1,71 dengan kisaran umur berbunga tanaman kedelai masing-masing antara 35 – 42 HST dan 35 – 41 HST. Perlakuan 200 Gy dan 250 Gy umur berbunga tanaman kedelai yaitu masing-masing yaitu 35 – 40 HST dan 37 – 48 HST dengan nilai keragaman yang didapatkan masing-masing adalah 1,92 dan 3,61. Keragaman umur berbunga mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan dosis iradiasi sinar gamma.

### Umur Panen

Tabel 3. Nilai tengah, kisaran, keragaman dan HOV umur panen kedelai Varietas Anjasmoro setelah diiradiasi dengan empat taraf sinar gamma

Dosis (Gy)	Nilai tengah	Kisaran (HST)	Keragaman ( $\sigma^2$ )
0	80,24 c	80 – 82	0,43
100	84,82 b	80 – 100	40,48
150	85,97 ab	83 – 89	6,32
200	87, 81 a	85 – 92	5,49
250	88, 57 a	85 – 100	8,78

Homogenitas keragaman  $F_{hit} = 54,99^{**}$

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata umur panen semua populasi M1 hasil iradiasi sinar gamma benih Anjasmoro lebih lama 5-8 hari dibandingkan dengan tetua M0. Populasi M1 yang berasal dari hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 250 Gy memiliki rata-rata umur panen delapan hari lebih lama dari tetua M0, namun relatif sama dengan populasi M1 dengan dosis 150 Gy dan 200 Gy.

Peningkatan dosis iradiasi sinar gamma terhadap benih kedelai Varietas Anjasmoro mampu menyebabkan umur panen yang cenderung lebih lama. Purba *et al.* (2013) melaporkan bahwa radiasi menunjukkan pengaruh yang nyata, dimana semakin tinggi dosis radiasi yang diberikan maka umur panen menjadi semakin lama. Hal ini diduga pemberian dosis sinar gamma mampu mengubah genetik pengendali karakter umur panen tanaman kedelai Anjasmoro. Menurut

Atlas *et al.* (2016) induksi mutasi dengan sinar gamma dapat menimbulkan perubahan genetik tanaman baik ke arah positif maupun negatif.

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa kisaran umur berbunga adalah antara 80 - 82 HST untuk M0, 80 - 100 HST M1 (100 Gy), 83-89 HST M1 (150 Gy), 85 - 92 HST untuk M1 (200 Gy) dan 85 - 100 HST M1 (250 Gy). Keragaman populasi berkisar antara 0,43 sampai 40,48 dengan nilai F untuk HOV 54,99. Hal tersebut menunjukkan bahwa keragaman individu antar populasi M1 relatif beragam atau heterogen. Keragaman populasi terluas pada dosis 100 Gy yaitu 40,48.

### Jumlah Biji Per Tanaman

Tabel 4. Nilai tengah, kisaran, keragaman dan HOV jumlah biji per tanaman kedelai Varietas Anjasmoro setelah diiradiasi dengan empat taraf sinar gamma

Dosis (Gy)	Nilai tengah	Kisaran (biji)	Keragaman ( $\sigma^2$ )
0	103,07 a	31 – 208	1.189,24
100	80,81 ab	10 – 202	1.590,25
150	77,83 b	18 – 229	1.272,11
200	84,73 ab	10 – 213	2.220,84
250	55,99 c	8 – 185	1.521,56

Homogenitas keragaman  $F_{hit} = 2,52^{ns}$

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah biji per tanaman populasi M1 hasil iradiasi benih Anjasmoro dengan dosis 100 Gy dan 200 Gy relatif sama dengan tetua M0. Populasi M1 dengan dosis 150 Gy dan 250 Gy berbeda nyata dengan tetua M0. Dengan demikian, perlakuan iradiasi sinar gamma cenderung menurunkan jumlah biji per tanaman pada populasi M1 dibandingkan dengan tetua M0.

Rentang jumlah polong per tanaman antar populasi berkisar antara 31 – 208 biji untuk M0, 10 – 202 biji untuk M1 (100 Gy), 18 – 229 biji untuk M1 (150 Gy), 10 – 213 biji untuk M1 (200 Gy) dan 8 – 185 biji untuk M1 (250 Gy). Keragaman jumlah biji per tanaman antar populasi berkisar antara 1189,24 sampai 2220,84 dengan nilai F untuk HOV yang tidak signifikan yaitu 2,52. Hal tersebut menunjukkan bahwa keragaman individu antar populasi M1 dengan M0 relatif seragam atau homogen. Keragaman terluas pada dosis 200 Gy yaitu 2220,84 dengan kisaran 10 – 213 biji per tanaman. Keragaman tersempit pada tanaman tetua M0 yaitu 1189,24 dengan kisaran jumlah biji yang dihasilkan dengan antara 31 – 208 biji per tanaman.

### Berat Biji per Tanaman

Tabel 5. Nilai tengah, kisaran, keragaman dan HOV berat biji per tanaman kedelai Varietas Anjasmoro setelah diiradiasi dengan empat taraf sinar gamma

Dosis (Gy)	Nilai tengah	Kisaran (g)	( $\sigma^2$ )
0	12,18 a	3,05 – 27,9	17,75
100	10,20 ab	1,21 – 24,21	22,91
150	10,68 ab	1,91 – 30,12	26,36
200	12,89 a	3,07 – 38,29	52,92
250	8,68 b	0,93 – 26,82	30,99

Homogenitas keragaman  $F_{hit} = 7,68$

Tabel 5 menunjukkan bahwa iradiasi benih dengan dosis sinar gamma berpengaruh nyata terhadap berat biji per tanaman pada kedelai Varietas Anjasmoro. Rata-rata berat biji per tanaman populasi M1 hasil iradiasi sinar gamma pada benih Anjasmoro sampai dengan dosis 200 Gy relatif sama dengan tetua M0, namun tanaman M1 dengan dosis 250 Gy memiliki berat biji per tanaman lebih rendah yaitu 8,68 g dibanding tetua M0 dan populasi M1 lainnya. Sakin (2002) melaporkan bahwa pemberian iradiasi sinar gamma menunjukkan hasil yang positif yang menghasilkan bobot 100 biji lebih baik di bandingkan kontrol pada tanaman gandum. Ukuran biji yang dihasilkan lebih besar dibandingkan tanaman kontrol, sehingga bobot yang dihasilkan juga semakin besar. Hanafiah (2011) melaporkan pengamatan pada keragaman genetik menunjukkan bahwa dosis iradiasi yang rendah akan menghasilkan keragaman dari karakter-karakter yang diinginkan yaitu produksi yang tinggi.

Tabel 5 juga menunjukkan bahwa rentang nilai berat biji per tanaman adalah antara 3,05 – 27,9 g untuk M0, 1,21 – 24,21 g untuk M1 (100 Gy), 1,91 – 30,12 g untuk M1 (150 Gy), 3,07 – 38,29 g untuk M1 (200 Gy) dan 0,93 – 26,28 g untuk M1 (250 Gy). Nilai keragaman populasi berkisar antara 17,75 sampai 52,92 dengan nilai F untuk HOV yang signifikan yaitu 7,68. Artinya keragaman antar populasi M1 dengan M0 tidak seragam atau tidak homogen. Keragaman terluas terdapat pada dosis 200 Gy yaitu 52,92 dengan kisaran berat biji per tanaman antara 3,07 – 38,29 g. Sedangkan nilai keragaman tersempit pada tanaman tetua M0 yaitu 17,75 dengan kisaran berat biji per tanaman antara 3,05 g – 27,9 g.

### Tipe Pertumbuhan

Hasil pengamatan pada karakter tipe pertumbuhan menunjukkan bahwa perlakuan radiasi sinar gamma dengan empat taraf dosis penyinaran pada benih kedelai Varietas

Anjasmoro tidak mengalami perubahan untuk karakter tipe pertumbuhan. Tipe pertumbuhan batang tanaman kedelai Varietas Anjasmoro yang telah diiradiasi dengan berbagai dosis sinar gamma memiliki tipe pertumbuhan batang yang tetap dan seragam sesuai dengan deskripsinya yaitu determinit. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa dosis perlakuan radiasi sinar gamma pada benih kedelai Varietas Anjasmoro tersebut tidak mengalami perubahan genetik, sehingga karakter tipe pertumbuhan yang dimunculkan masih sama.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Radiasi sinar gamma menyebabkan peningkatan keragaman kedelai Varietas Anjasmoro seperti umur berbunga, umur panen, berat biji per tanaman dan jumlah biji per tanaman pada populasi M1. Radiasi sinar gamma dengan dosis 200 gray menghasilkan keragaman paling luas pada beberapa karakter pengamatan.

Berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk meningkatkan keragaman tanaman kedelai Varietas Anjasmoro dapat digunakan dosis iradiasi sinar gamma 200 Gy.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahloowalia, B.S. dan Maluszynski, M. 2001. Induce Mutations-a New Paradigm in Plant Breeding. *Euphytica*, 118:167 – 173.
- Atlas, Z., Ruslan., E. M. Parmanto., D. Irawan., A. Rial., T. Erni. 2016. Buku pintar nuklir. Batan Press. Jakarta.
- Badan Tenaga Nuklir Nasional. 2005. Dasar Proteksi Radiasi dan Lingkungan. Pusdiklat Batan. Jakarta.
- Ginting, E., S. S. Antarlina dan S. Widowati. 2009. Varietas Unggul Kedelai untuk Bahan Baku Industri Pangan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 28(3).
- Hanafiah, D. S., Trikoesoemaningtyas., S. Yahyas dan D. Wirnas. 2011. Penggunaan Mikro Iradiasi Gamma untuk Meningkatkan Keragaman Genetik Pada Varietas Agromulyo (*Glycine max* (L) Merrill). *Jurnal Natur Indonesia*. 14(1) : 80–85.
- Hidayat, E.P., R. Agus dan B.I. Wahyudi. 2018. Deskripsi Varietas Unggul Hasil Pemuliaan Mutasi. BATAN. Jakarta.
- Iwo, G.A., C.O. Amadi, C.O. Eleazu, J.U. Ukpabi. 2013. Induced Mutagenesis on Ginger for Improved Yield Components and Oleoresin Content. *Canadian J. Plant Breeding*, 1(3): 90-96.
- Purba, K. R., E. S. Bayu dan I. Nuriadi. 2013. Induksi Mutasi Radiasi Sinar Gamma Pada Beberapa Varietas Kedelai Hitam [*Glycine max* (L) Merrill]. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(2): 154 – 165.
- Rici. 2009. Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai [*Glycine max* (L) Merrill] pada Generasi Pertama.
- Rohmah, E. A., dan T. B. Saputro. 2016. Analisis Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Grobogan pada Kondisi Cekaman Genangan. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2): 29 – 33
- Sakin, M.A. 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.
- Wijaya A.K. 2006. Evaluasi Keragaan fenotipe tanaman seledri daun (*Apium graveolens* L. Subsp. *secalium* Alef). kultivar Amigo hasil iradiasi dengan sinar gamma Cobalt-60 (Co60).
- Zhang, S. 1998. Fourten Homogeneity of Variance Test: when and how too use them. University of Hawaii. California.

