

**Peningkatan Keragaman Cabai Hias *Garda Firework* Melalui Iradiasi Sinar Gamma****Rezta Sari Effendi<sup>1\*)</sup> dan Warid<sup>1)</sup>**<sup>1)</sup>Jurusan Agroekoteknologi, Universitas Trilogi, Jakarta\*Penulis untuk korespondensi: [reztasari@gmail.com](mailto:reztasari@gmail.com)**ABSTRACT**

*Decorative chili Garda Firework is one of the ornamental chili which has superior properties because the phenotype attracts attention. However, this chili still has several weaknesses so that efforts to increase genetic diversity need to be done. Induction mutations can be used to improve plant properties by increasing plant genetic diversity so that selection can be made to select the intended prototype. The treatment of mutation induction can be done by giving gamma rays to produce mutants. Giving gamma rays for the formation of mutants depends on the dosage given, and each plant has a different LD<sub>50</sub>. The purpose of this study is to 1) find out LD<sub>50</sub> on Garda firework chili to form genetic diversity, and 2) determine the effect of gamma irradiation on the first generation (M1). This study used a completely randomized design (RAL) of one factor. The doses used is 8 levels, 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, m and 700 Gy. Giving a radiation dose in the second trial cannot be found LD<sub>50</sub> because the growth of the seeds of each treatment is above 50%. The irradiation treatment provides diversity in plant height, number of branches, number of leaves, and leaf shapes produced.*

*Keywords: genetic\_diversity, LD<sub>50</sub>, mutation, ornamental\_chili*

**ABSTRAK**

*Cabai hias Garda Firework merupakan salah satu cabai hias yang sudah memiliki sifat unggul karena fenotipenya yang menarik perhatian. Namun, cabai ini masih memiliki beberapa kelemahan sehingga perlu dilakukan upaya peningkatan keragaman genetik. Mutasi induksi dapat digunakan untuk memperbaiki sifat tanaman dengan cara meningkatkan keragaman genetik tanaman sehingga dapat dilakukan seleksi untuk memilih ideotipe yang dituju. Perlakuan induksi mutasi dapat dilakukan dengan pemberian sinar gamma untuk menghasilkan mutan. Pemberian sinar gamma untuk terbentuknya mutan bergantung pada dosis yang diberikan, dan setiap tanaman memiliki LD<sub>50</sub> yang berbeda antar jenis dan varietasnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk 1) mengetahui LD<sub>50</sub> pada cabai hias Garda firework untuk membentuk keragaman genetik dan 2) mengetahui pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap generasi pertama (M1) cabai hias Garda Firework. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yaitu dosis sinar gamma. Dosis yang digunakan sebanyak 8 taraf yaitu 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, dan 700 Gy. Hasil pemberian perlakuan dosis radiasi pada tanaman cabai hias Garda Firework tidak dapat ditemukan LD<sub>50</sub>nya karena daya tumbuh benih setiap perlakuan diatas 50%. Perlakuan iradiasi memberikan keragaman pada tinggi tanaman, jumlah daun, serta bentuk daun yang dihasilkan.*

*Kata Kunci: cabai\_hias, keragaman \_genetik, LD<sub>50</sub>, Mutasi*

**PENDAHULUAN**

Cabai (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang banyak diminati oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Permintaan akan cabai terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah masyarakat. Berdasarkan data Nuryati *et al* (2015) konsumsi cabai terus mengalami kenaikan dari tahun 2013 sampai 2015, tahun 2013 konsumsi cabai sebesar 2,894 kg/kapita/tahun dan terus bertambah setiap tahunnya hingga mencapai 3,043 kg/kapita/tahun di tahun 2015. Cabai terbagi menjadi beberapa jenis, seperti cabai rawit, cabai keriting, cabai merah (Imtiyaz *et al* 2017), dan cabai hias (Setiyoko *et al* 2015).

Cabai hias di Indonesia seringkali tidak digunakan untuk konsumsi dan lebih sering hanya digunakan untuk hiasan saja, salah satu jenisnya adalah cabai hias *Garda Firework*. Hal ini dapat dikarenakan kandungan *capsaicin* pada cabai hias yang umumnya minim sehingga tidak memberikan rasa pedas dan panas. Peningkatan rasa pedas pada cabai dapat dilakukan dengan perbaikan sifat genetika tanaman. Salah satu upaya perbaikan sifat genetika tersebut dapat melalui induksi mutasi. Selain memperbaiki sifat genetika, mutasi juga mampu menghasilkan keragaman genetik untuk cabai hias.

Mutasi merupakan perubahan materi genetik (genom, kromosom, atau gen) yang terjadi secara tiba-tiba dan acak (Asadi 2013). Menurut Widiastuti *et al* (2013) melalui induksi mutasi mampu menghasilkan keragaman genetik yang diharapkan serta memberikan dampak

positif terhadap mutan yang dihasilkan. Perlakuan mutasi merupakan cara pemuliaan tanaman yang efektif untuk memperkaya plasma nutfah dan perbaikan varietas (Harsanti dan Yulindar 2015). Induksi mutasi yang relatif mudah dikerjakan adalah dengan pemberian sinar gamma untuk menghasilkan mutan.

Keberhasilan terbentuknya mutan bergantung dengan dosis radiasi sinar gamma yang diberikan dan setiap tanaman memiliki tingkat sensitivitas terhadap paparan radiasi yang berbeda antar jenis dan varietas tanaman. Menurut Setiawan *et al* (2015) sensitivitas tanaman terhadap radiasi dapat dilihat berdasarkan nilai LD<sub>50</sub> (*Lethal Doses* 50), yaitu dosis radiasi yang menyebabkan 50% populasi tanaman mengalami kematian setelah diradiasi. Dosis yang digunakan dapat berbeda berdasarkan tujuan penggunaannya. Dosis iradiasi yang dianjurkan untuk menghasilkan keragaman genetik tanaman yang tinggi berada disekitar LD<sub>50</sub>, jika untuk menghasilkan karakter yang ekstrim maka dosis yang diberikan lebih tinggi dari LD<sub>50</sub> (Warid *et al* 2017). Pemberian dosis yang tidak sesuai dengan LD<sub>50</sub> dapat menyebabkan tanaman menjadi steril atau tidak mengalami perubahan apapun.

Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui dosis lethal 50% (LD<sub>50</sub>) pada cabai hias varietas *Garda Firework* untuk membentuk keragaman genetik, dan 2) mengetahui pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap generasi pertama (M1) terhadap cabai hias.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2018 – Agustus 2019. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Bioindustri Universitas Trilogi, Jakarta Selatan. Pemberian radiasi sinar gamma dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (PAIR BATAN), Pasar Jumat, Jakarta Selatan.

Bahan yang digunakan adalah benih cabai hias varietas *Garda Firework*, media tanam (kompos, arang sekam, dan tanah), pupuk NPK, *polybag* 35 x 35 cm, label, plastik klip, sarung tangan, sendok plastik, serta pestisida. Peralatan yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah *tray* 8 x 16, amplop, penggaris, timbangan, gembor, alat tulis, timbangan analitik, cawan petri, scalpel, pinset, studio mini, serta cangkul.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yaitu dosis. Dosis yang digunakan sebanyak delapan taraf yaitu 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, dan 700 Gy. Analisis data kuantitatif diolah menggunakan software pengolah data STAR (Statistical Tool for Agricultural Research) dan apabila perlakuan berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT). Data kualitatif yang didapat dianalisis dengan membandingkan karakter yang telah diradiasi dengan yang tidak diradiasi atau kontrol.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### LD50

Terbentuknya mutan dapat terjadi berdasarkan jumlah dosis sinar radiasi yang diberikan. Peningkatan keragaman tanaman dapat menggunakan dosis radiasi disekitar LD<sub>50</sub> (Warid *et al* 2017). Pemberian dosis radiasi yang tidak sesuai dapat memberikan efek tanaman tidak mengalami perubahan setelah diradiasi atau bahkan tanaman menjadi steril. Oleh sebab itu nilai LD<sub>50</sub> perlu diketahui untuk endapatkan informasi yang tepat dalam menghasilkan keragaman tanaman yang diinginkan.

Tanaman cabai hias *Garda Firework* setelah diberikan sinar radiasi dengan dosis 100 hingga 700 Gy memiliki daya tumbuh lebih dari 50%. Oleh karena itu, nilai LD<sub>50</sub> pada perlakuan ini tidak dapat ditemukan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh dosis iradiasi yang diberikan masih kurang tinggi dan vigor benih yang dihasilkan pada percobaan pertama sangat bagus. Berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan beberapa peneliti seperti Omar *et al* (2008), Nura *et al* (2015), dan Gaswanto (2016) pada berbagai jenis cabai dapat nilai LD<sub>50</sub> yang dihasilkan berbeda satu sama lainnya dan umumnya disekitar 300 – 630 Gy.

### Pengaruh Morfologi Iradiasi pada Fase Vegetatif

Pemberian sinar iradiasi pada tanaman cabai hias *Garda Firework* memberikan keberagaman pada fase vegetatif seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang yang dihasilkan. Sinar radiasi dengan dosis 100 Gy memiliki tingkat keragaman yang tinggi terhadap tinggi tanaman dibandingkan semua perlakuan (Tabel 1), keragaman dihasilkan akibat perubahan susunan molekul gen (DNA) atau perubahan susunan kromosom akibat paparan radiasi yang mengakibatkan terbentuknya mutasi (Sutapa & Kasmawan 2016). Keragaman yang tinggi pada tinggi tanaman juga terjadi pada dosis 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy, dan 700 Gy, akan tetapi pada dosis 500 dan 600 Gy menjadi lebih seragam dibandingkan kontrol.

Tabel 1. Keragaman peubah tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang akibat perlakuan sinar gamma

Perlakuan (Gy)	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun
0	1.89	73.28
100	4.74	230.37
200	3.64	169.70
300	3.97	236.67
400	3.59	115.44
500	1.51	30.06
600	1.55	33.48
700	2.441	30.85

Pemberian dosis 100 Gy tidak hanya menghasilkan keragaman yang tinggi, tinggi tanaman yang dihasilkan pun lebih tinggi dibandingkan tanaman

lainnya meskipun tidak berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis dosis iradiasi terhadap cabai *Garda Firework*

Perlakuan (Gy)	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)
0	11.72 a	31.40 ab
100	12.48 a	41.10 a
200	10.41 b	34.43 ab
300	11.49 ab	40.57 a
400	8.90 c	26.27 b
500	4.28 d	11.77 c
600	4.08 d	13.43 c
700	4.06 d	11.53 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda secara signifikan pada taraf 5%

Mutasi terjadi secara acak pada berbagai dosis yang diberikan. Contohnya pada salah satu tanaman dalam dosis 100 Gy yang mengalami mutasi dan mengakibatkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan semua perlakuan (Gambar 1). Hal ini dapat terjadi akibat berubahnya susunan gen dalam tanaman atau bahkan tanaman bermutasi seperti tanaman induknya. Menurut Soeranto (2003) tanaman yang telah diradiasi dapat menyebabkan perubahan pada jaringan, sel, gen, kromosom, genom, atau DNA yang dapat menimbulkan perubahan sifat – sifat genetik pada tanaman. Salah satu perubahan sifat genetik yang mungkin terjadi adalah pada tinggi tanaman yang dihasilkan.



Gambar 1. Tinggi tanaman kontrol (A), Tinggi tanaman teriradiasi 100 Gy (B), Tinggi tanaman kerdil teradiasi 600 dan 700 Gy (C)

Sinar radiasi 300 Gy memberikan hasil tinggi tanaman yang lebih baik dibandingkan 200 Gy, meskipun tidak berbeda nyata (Tabel 2). Berdasarkan data tersebut tidak sejalan dengan pendapat Due *et al* (2019) yang menyatakan bahwa semakin tinggi pemberian sinar radiasi yang diberikan maka tanaman akan menjadi lebih pendek. Akan tetapi pemberian dosis tinggi seperti 600 Gy dan 700 Gy menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih rendah atau tanaman menjadi kerdil akibat pemendekan batang (Gambar 1). Pemendekan batang dapat dipengaruhi akibat perubahan susunan gen dalam

kromosom tanaman. Sutapa & Kasmawan (2016) juga menyatakan bahwa mutagen atau sinar radiasi yang diberikan dapat menyebabkan gangguan fisiologis yang mengakibatkan tanaman mengalami penurunan tinggi tanaman atau tanaman menjadi kerdil. Berdasarkan data tersebut terbukti bahwa mutasi akibat sinar radiasi terjadi secara acak. Sehingga tidak semua perubahan terjadi pada semua tanaman yang diteliti, terutama pada tinggi tanaman yang hanya terjadi pada beberapa tanaman dari 30 sample yang diteliti setiap dosisnya.

Iradiasi memberikan keragaman terhadap bentuk daun yang dihasilkan tanaman M1 *Garda Firework*. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan terdapat berbagai perbedaan bentuk daun antara tanaman yang telah diradiasi dengan tanaman kontrol (Gambar 2). Perubahan bentuk daun seperti huruf B, C1, dan C2 pada Gambar 2 hampir terdapat pada setiap perlakuan iradiasi mulai dari dosis 100 Gy hingga 700 Gy. Perubahan bentuk tersebut dapat terjadi akibat perubahan genetik tanaman seperti berubahnya susunan gen dalam kromosom tanaman sehingga tanaman menghasilkan daun mengkerut dan tidak sempurna seperti kontrol. Perubahan bentuk daun juga terjadi pada penelitian Dewi & Dwimahyani (2013) tentang tanaman kembang sepatu yang diradiasi, perubahan bentuk daun tersebut kemungkinan terjadi akibat mutasi gen yang mengontrol sifat-sifat tersebut dan mengakibatkan perubahan genotipe pada tanaman kembang sepatu.

Perubahan bentuk daun juga terjadi seperti huruf D pada Gambar 2 yang mana daun tidak menjadi sempurna tetapi terdapat pembelahan diujung daun. Perubahan ini terjadi pada beberapa daun tanaman yang diradiasi dengan dosis 200, 300, dan 600 Gy. Gambar 2 huruf E1, E2, dan E3 juga terjadi perubahan bentuk daun yaitu daun tidak membelah sempurna seperti kontrol, melainkan 2 – 3 daun bergabung menjadi satu daun. Daun yang berubah terjadi pada beberapa daun di beberapa tanaman yang telah diradiasi dengan dosis 300 hingga 700 Gy. Perubahan tersebut memiliki kemungkinan terjadi akibat tidak sempurnanya pembelahan sel sehingga bentuk daun tidak membelah secara sempurna, melainkan bergabung menjadi satu daun.



Gambar 2. Daun kontrol (A), Daun tidak sempurna (B), daun melengkung diujung (C1) dan sedikit lebih lebar disisi lainnya (C2), pembelahan diujung daun (D), penggabungan 2-3 daun menjadi satu daun (E1, E2, dan E3)

Perubahan bentuk daun tidak hanya terjadi seperti mengkerut dan bergabungnya 2 daun menjadi satu. Pemberian dosis iradiasi 100 Gy dapat menyebabkan mutasi pada salah satu tanaman seperti membesarnya ukuran daun yang berbeda dibandingkan ukuran daun tanpa pemberian radiasi (Gambar 3). Meningkatnya ukuran organ tanaman dapat disebabkan oleh pemberian dosis radiasi yang rendah sehingga menginduksi keragaman pada ukuran organ (Due *et al* 2019), dan salah satunya ukuran daun. Ukuran daun yang meningkat lebih besar dibandingkan ukuran normal pada kontrol dapat disebabkan oleh bertambahnya gen baru dalam rangkaian DNA yang mengakibatkan tanaman menjadi lebih membesar ukurannya. Kemungkinan lain yang dapat terjadi adalah kembalinya susunan gen yang sama seperti induknya terdahulu sehingga daun yang dihasilkan berbeda dengan tanaman kontrol.



Gambar 3. Pembesaran ukuran daun yang diberi iradiasi 100 Gy (A), dan daun kontrol (B)

Pengaruh pemberian dosis radiasi sinar gamma tidak hanya pada bentuk daun dan ukuran daun, tetapi berpengaruh juga pada keragaman jumlah daun yang dihasilkan. Keragaman jumlah daun yang paling tinggi dihasilkan pada dosis 300 Gy dan 100 Gy (Tabel 1), keragaman ini dihasilkan akibat sinar radiasi yang mengubah susunan gen atau kromosom sehingga membentuk mutasi. Tidak hanya keragaman, jumlah daun yang dihasilkan lebih tinggi pada tanaman dosis 100 Gy dan 300 Gy, meskipun tidak berbeda nyata dengan kontrol dan 200Gy (Tabel 2). Jumlah daun yang dihasilkan dapat dipengaruhi akibat susunan gen yang menghasilkan daun, ataupun kekuatan tanaman terhadap paparan sinar radiasi sehingga tidak mengalami kerusakan sel yang berakibat menurunnya jumlah daun seperti pada dosis 500 hingga 700 Gy yang memberikan hasil jumlah daun lebih sedikit. Hasil jumlah daun ini membuktikan bahwa terjadinya mutasi pada tanaman yang diberi perlakuan iradiasi sinar gamma sesuai dengan pernyataan Hartati *et al* (2017) yang menyatakan bahwa pertambahan atau pengurangan jumlah daun pada tanaman dari kisaran pertambahan jumlah daun kontrol dapat dianggap bahwa tanaman bermutasi. Selain itu radiasi tidak memberikan hasil yang berbeda pada warna batang dan cabang yang dihasilkan. Hampir seluruh tanaman memiliki warna batang dan cabang yang sama yaitu hijau dengan sedikit warna ungu pada bagian sudutnya.

## KESIMPULAN

Dosis 100 hingga 700 Gy yang diaplikasikan ke tanaman cabai hias *Garda firework* tidak memberikan nilai LD<sub>50</sub> atau setengah dari populasi mati, sehingga diperlukan dosis yang lebih tinggi untuk mendapatkan LD<sub>50</sub> tanaman cabai hias *Garda firework*. Pemberian dosis 100 Gy menghasilkan keragaman yang tinggi dibandingkan perlakuannya, salah satu tanaman pada dosis ini mengalami mutasi yang mengakibatkan tinggi tanaman yang tinggi melebihi semua tanaman yang diamati, selain itu daun yang dihasilkan lebih besar. Perubahan tinggi tanaman juga terjadi pada pemberian dosis 600 dan 700 Gy yang menyebabkan tanaman menjadi kerdil. Keragaman lain yang terjadi terdapat pada berubahnya bentuk daun yang hampir ada pada semua dosis yang diradiasi. Jumlah daun yang dihasilkan juga berubah menjadi lebih tinggi dan lebih rendah akibat paparan sinar radiasi. Akan tetapi perubahan tidak terjadi pada warna batang tanaman, sehingga masih sama pada seluruh tanaman. Keragaman yang terjadi akibat paparan sinar radiasi menyebabkan tanaman menjadi termutasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asadi. 2013. Pemuliaan mutasi untuk perbaikan terhadap umur dan produktivitas pada kedelai. *Jurnal AgroBiogen*. 9(3): 135-142.
- Dewi AK, Dwimahyani I. 2013. Pengaruh radiasi gamma terhadap perubahan morfologi pertumbuhan stek tanaman kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*). *BETA GAMMA TAHUN 2013*. 4(2): 89 – 102.
- Due MS, Yunus A, Susilowati A. 2019. Keragaman pisang (*Musa spp.*) hasil iradiasi sinar gamma secara in vitro berdasarkan penanda morfologi. *Pros sem nas masy biodiv indon*. 5(2): 347 – 352.
- Faradilla FM. 2008. Mutasi induksi melalui sinar gamma pada dua kultivar anthurium andreanum (A. andreanum ‘Mini’ dan A. andreanum ‘Holland’ [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Gaswanto R., Syukur M, Purwoko BS, Hidayat SH. 2016. Induced mutation by gamma rays irradiation to increase chilli resistance to begomovirus. *Agrivita*. 38(1): 24 – 32.
- Harsanti L, Yulindar. 2015. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan awal tanaman kedelai *Glycine Max* (L.) Merrill varietas Denna 1. *Prosiding Pertemuan dan Persentasi Ilmiah*. ISSN 0216-3128: 59 – 63.
- Hartati S, Yunus A, Nugroho F. 2017. Keragaan anggrek persilangan *vanda celebica* x *vanda dearei* hasil iradasi sinar gamma. *Agrotech Res J*. 1(1): 7 – 12.

- Imtiyaz H, Prasetyo BH, Hidayat N. 2017. Sistem pendukung keputusan budidaya tanaman cabai berdasarkan prediksi curah hujan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 1(9): 733 – 738.
- Nura, Syukur M, Khumalda N, Widodo. 2015. Radiosensitivitas dan heritabilitas ketahanan terhadap penyakit antraknosa pada tiga populasi cabai yang diinduksi iradiasi sinar gamma. *J. Agron. Indonesia*. 43(3): 201 – 206.
- Nuryanti L, Waryanto B, Widaningsih R. 2015. *Outlook cabai*. Indonesia (ID): Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral Kementerian Pertanian Tahun 2016.
- Omar SR, Ahmed OH, Saamin S, Muhammad N. 2008. Gamma radiosensitivity study on chilli (*Capsicum annum*). *American Journal of Applied Sciences*. 5 (2): 67-70.
- Setiawan RB, Khumalda N, Dinarti D. 2015. Induksi mutasi kalus embriogenik gandum (*Triticum aestivum* L.) melalui iradiasi sinar gamma untuk toleransi suhu tinggi. *J. Agron. Indonesia*. 43 (1): 36-44.
- Setiyoko W, Purwanto A, Supriyanta. 2015. Evaluasi karakter tanaman cabai hias (*Capsicum annum* L.) generasi F1 hasil persilangan ‘peter pepper’ dengan ‘royal black’. *Vegetalika*. 4(3): 112-126.
- Soeranto H. 2003. Peran iptek nuklir dalam pemuliaan tanaman untuk mendukung industri pertanian. *Prosiding pertemuan dan presentasi ilmiah penelitian dasar ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir P3TM-BATAN*. 308 – 316.
- Sutapa GN, Kasmawan IGA. 2016. Efek induksi mutasi radiasi gamma <sup>60</sup>Co pada pertumbuhan fisiologis tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* L.). *Jurnal Keselamatan Radiasi dan Lingkungan*. 1(2): 5 – 11.
- Warid, Khumalda N, Purwito A, Syukur M. 2017. Pengaruh iradiasi sinar gamma pada generasi pertama (M1) untuk mendapatkan genotipe unggulbaru kedelai toleran kekeringan. *Agrotrop*. 7(1): 11 – 21.
- Widiastuti A, Sobir, Suhartanto MR. 2013. Analisis keragaman generik manggis (*Garcinia mangostana*) diiradiasi dengan sinar gamma berdasarkan penanda ISSR. *Bioteknologi*. 10 (1): 15-22.