**PENGARUH IRADIASI SINAR GAMMA PADA BENIH**

*Jurnal xxxx*  *Vol. xx, No. xx, Tahun 20xx*

**TERHADAP PERTUMBUHAN CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.)**

Nyimas Sa’diyah, Margaretha Handayani, Agus Karyanto, Rugayah

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Jl. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

email: nyimas\_diyah@yahoo.com

**ABSTRAK**

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan tanaman penting yang kontinuitas produksinya harus ditingkatkan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi cabai adalah melalui iradiasi sinar gamma pada benih cabai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis iradiasi sinar gamma yang menghasilkan pertumbuhan terbaik pada cabai merah kultivar ‘Laris’. Iradiasi sinar gamma dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Pasar Jumat, Jakarta, Penanaman benih yang telah diiradiasi dilakukan di Laboratorium Lapangan Terpadu Universitas Lampung, Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2016 sampai Maret 2017. Dosis iradiasi sinar gamma yang diberikan adalah 0 Gy, 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, dan 400 Gy. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok sebanyak tiga ulangan dan setiap dosis terdiri dari lima tanaman. Hasil penelitian ini menunjukan bahwa iradiasi sinar gamma dengan dosis 0 Gy,100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, dan 400 Gy tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah kultivar ‘Laris’ pada generasi M1, namun dosis iradiasi sinar gamma 400 Gy berpotensi menghasilkan tanaman mutan terbaik yang menghasilkan julmlah buah terbanyak (107, 07 buah), bobot buah total terberat (278,14 g), dan panjang buah sampel terpanjang (12,53 cm).

**Kata kunci: Cabai, iradiasi sinar gamma, produksi.**

**PENDAHULUAN**

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan tanaman penting yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dalam jumlah besar. Harga cabai dipasaran tergolong fluktuatif yang dapat melonjak naik dan turun pada saat tertentu. Pada periode 2010 hingga 2014 terjadi peningkatan harga cabai yang cukup besar pada tingkat konsumen yaitu Rp 31.260,- per kg pada tahun 2010 menjadi Rp 44.519,- per kg pada tahun 2014. Meningkatnya harga cabai dapat terjadi karena produksi cabai yang rendah sedangkan permintaan cabai konstan secara terus-menerus setiap hari, bahkan meningkat pada musim tertentu (Nuryati dan Noviati, 2015). Oleh sebab itu, diperlukan upaya peningkatan produksi tanaman cabai. Salah satu cara meningkatkan produksi yaitu dengan menggunakan varietas unggul yang memiliki potensi daya hasil yang tinggi.

Dalam upaya perakitan varietas unggul diperlukan adanya sumber keragaman. Pembentukan keragaman genetik dapat dilakukan melalui beberapa cara yaitu, hibridisasi seksual, eksplorasi, introduksi, mutasi induksi, manipulasi kromosom dan poliploidi, hibridisasi somatik, dan transformasi genetik (Utomo, 2012). Menurut Sari dkk. (2015), mutasi induksi merupakan cara yang efektif untuk memperoleh sumber keragaman karena dianggap paling cepat dan murah.

Penelitian mengenai mutasi telah banyak dilakukan diantaranya, hasil penelitian Meilala dkk. (2016) menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma pada tanaman padi dengan dosis 100 Gy menghasilkan panjang malai (29,64cm) dan rata-rata bobot gabah (13,13 g) tertinggi daripada dosis 0 Gy, 150 Gy, 200 Gy, dan 250 Gy. Iradiasi sinar gamma dengan dosis 20-120 Gy tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap umur berbunga, umur berbuah, panjang buah, dan diameter buah pada cabai (Lopez-Mendoza dkk., 2012).

Nurwanti (2013) menyatakan bahwa rata-rata umur berbunga tanaman cabai varietas Tombak yang diberi perlakuan iradiasi sinar gamma dengan dosis 150 Gy menghasilkan umur berbunga tercepat, rata-rata bobot buah terberat dan rata-rata panjang buah terpanjang. Hasil penelitian Sutapa dan Kasmawan (2016) menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma pada benih tomat dengan dosis 250 Gy mengakibatkan penurunan jumlah buah hingga jumlah buah yang dihasilkan lebih rendah daripada kontrol. Perlakuan iradiasi sinar gamma pada kedelai dengan dosis 150 Gy menghasilkan peningkatan jumlah polong sebesar 27,33% (Hanafiah dkk., 2009). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis iradiasi sinar gamma yang menghasilkan pertumbuhan yang terbaik.

**BAHAN DAN METODE**

**2.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan pada Oktober 2016 sampai Maret 2017 di Laboratorium Lapangan Terpadu Universitas Lampung, Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Perlakuan iradiasi sinar gamma dilakukan pada Agustus 2016 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi Pasar Jumat Jakarta.

**2.2 Bahan dan Alat**

Bahan tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih cabai merah (*Capsicum annuum* L.) kultuvar ‘Laris’ yang telah diradiasi dengan dosis 0 Gy, 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, dan 400 Gy. Alat yang digunakan adalah *gammacell*  220.

**2.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak kelompok dan diulang sebanyak tiga ulangan. Persemaian pada media campuran tanah dan kompos dengan perbandingan volume 1:1. Bibit cabai yang berumur 4 minggu dipidah tanam ke lapang dengan jarak tanam 50cm x 70cm.

Pemberian pupuk kompos dan TSP dilakukan pada saat pindah tanam dengan dosis 150 g kompos per tanaman (4285.71 kg/ha) dan 7,6 g TSP per tanaman (100 kg/ha P2O5). Pemberian pupuk urea dilakukan pada minggu ke 3, 6, dan 9 setelah pindah tanam dengan dosis 13,7 g per tanaman (180 kg/ha N), sedangkan pemberian pupuk KCl dilakukan pada minggu ke 3 dan 6 setelah pindah tanam dengan dosis 7 g per tanaman (120 kg/ha K2O). Pengendalian OPT dilakukan secara manual, mekanik, dan kimiawi. Pestisida yang digunakan untuk pengendalian kutu berbahan aktif *imidalopric* 200 g/l dan pengendalian fungi berbahan aktif *mankozeb* 80%.

Variabel pengamatan per tanaman meliputi umur berbunga, umur panen, jumlah cabang primer, tinggi tanaman saat akhir panen, jumlah buah, dan bobot buah, sedangkan pengamatan per sampel meliputi, bobot biji, panjang buah, dan diameter buah. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil satu buah sampel dari setiap tanaman yang dipanen, kemudian dirata-ratakan sepuluh sampel yang diperoleh pada masing-masing tanaman dari panen pertama hingga terakhir. Pemanenan dilakukan dua kali dalam seminggu selama 1,5 bulan.

**2.4 Analisis Data**

Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan uji Bartlett dan diuji aditivitasnya dengan uji Tukey, kemudian dianalisis ragam. Apabila hasil uji F pada anara berbeda nyata, maka dilakukan pemisahan nilai tengah dengan uji BNT pada α = 5%. Data hasil analisis disajikan dalam bentuk diagram yang disertai dengan nilai standardeviasi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Hasil**

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa peubah umur panen, jumlah cabang primer, tinggi tanaman saat akhir panen, jumlah buah per tanaman, bobot buah per tanaman, bobot biji per buah sampel, dan panjang buah sampel tidak berbeda nyata pada α = 0,05. Hasil analisis ragam hanya berbeda nyata pada peubah diameter buah sampel pada α = 0,05. Analisis ragam tidak dapat dilakukan pada peubah umur berbunga karena ragam antara perlakuan untuk peubah tersebut tidak homogen setelah dilakukan dua kali transformasi. Rekapitulasi hasil analisis ragam setiap peubah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis ragam

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Peubah yang diamati |  |  | F-Hitung | F-Tabel |
| Nilai rata-rata | 0,05 |
| Umur berbunga | 38,97  | hari | - | 3,84 |
| Umur panen | 88,19  | hari | 2,97tn | 3,84 |
| Jumlah cabang primer | 6,02  | cabang | 1,55tn | 3,84 |
| Tinggi tanaman saat akhir panen | 97,76  | cm | 1,35tn | 3,84 |
| Jumlah buah per tanaman | 93,30  | buah | 0,67tn | 3,84 |
| Bobot buah per tanaman | 244,06  | g | 1,21tn | 3,84 |
| Bobot biji per buah | 0,16  | g | 1,23tn | 3,84 |
| Panjang buah sampel | 11,76  | cm | 1,09tn | 3,84 |
| Diameter buah sampel | 0,67-0,77  | cm | 5,05\* | 3,84 |

Keterangan: \* = berbeda nyata pada taraf α=0,05

 tn = tidak berbeda nyata pada taraf α=0,05

Data hasil analisis disajikan dalam diagram yang disertai dengan nilai standar deviasi. Nilai standar deviasi merupakan nilai yang menunjukkan besarnya penyimpangan dari data rata-rata yang diperoleh pada setiap variabel pengamatan.

Pada peubah umur berbunga yang tidak dapat dilakukan analisis ragam diperoleh nilai rata-rata umur berbunga berkisar 36,87-40,73 hari setelah pindah tanam bibit, dengan rata-rata umum 38,79 hari setelah pindah tanam bibit. Nilai rata-rata dan standar deviasi disajikan pada Gambar 1.

 Gambar 1. Umur berbunga

Pada peubah umur panen dosis 0 Gy dan 200 Gy berpotensi untuk menghasilkan umur panen setelah pindah tanaman bibit yang cenderung lebih cepat daripada dosis lainnya yaitu 86,30 hari (0 Gy) dan 86,47 hari (200 Gy). Umur panen semakin melambat pada perlakuan dosis 300 Gy, dan 400 Gy. Nilai rata-rata dan standar deviasi peubah umur panen disajikan pada Gambar 2.

 Gambar 2. Umur panen

Pada peubah jumlah cabang primer, dosis 100 Gy cenderung menghasilkan jumlah cabang tertinggi (6,68 buah), sedangkan dosis 300 Gy cenderung menghasilakan jumlah cabang primer terendah (5,35 buah). Nilai rata-rata jumlah cabang primer disajikan pada Gambar 3.

 Gambar 3. Jumlah cabang primer

Pada peubah tinggi tanaman, perlakuan iradiasi sinar gamma berpotensi menghasilkan peningkatan tinggi tanaman pada dosis 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, maupun 400 Gy. Dosis yamg berpotensi menghasilkan peningkatan tertinggi adalah 400 Gy (105, 68 cm), yang mengalami peningkatan tinggi tanaman sebesar 18, 32 % dari kontrol (89,32 cm). Nilai rata-rata tinggi tanaman saat akhir panen disajijkan pada Gambar 4.

 Gambar 4. Tinggi tanaman

Diagram peubah jumlah buah per tanaman menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah buah pada dosis 200 Gy, 300 Gy, dan 400 Gy. Pada dosis 100 Gy cenderung terjadi penurunan jumlah buah. Dosis 400 Gy berpotensi menghasilkan jumlah buah per tanaman terbanyak (107,07 buah) dengan peningkatan sebesar 24,28 5 daripada kontrol (86,15 buah). Jumlah buah per tanaman terdapad pada kontrol (0 Gy) yaitu 86,15 buah. Rata-rata jumlah buah per tanaman disajikan pada Gambar 5.

 Gambar 5. Jumlah buah per tanaman

Pada peubah bobot buah per tanaman menunjukkan bahwa dosis 400 Gy berpotensi menghasilkan bobot buah per tanaman terberat yaitu 284,26 g dengan peningkatan bobot buah sebesar 29,82 % dari kontrol (0 Gy) yaitu 218,96 g. Rata-rata bobot buah per tanaman disajikan pada Gambar 6.

 Gambar 6. Bobot buah per tanaman

Diagram peubah bobot biji sampel menunjukkan bahwa dosis 0 Gy (kontrol) dan 100 Gy menghasilkan bobot biji sampel terberat yaitu 0,17 g. Bobot biji sampel mengalami penurunan pada dosis 200 Gy ,400 Gy, dan 300 Gy. Rata-rata bobot biji sampel disajikan pada Gambar 7.

.

 Gambar 7. Bobot biji sampel

Perlakuan iradiasi gamma dengan dosis 100 Gy, 200 Gy 300 Gy dan 400 Gy menghasilkan buah dengan diameter yang lebih sempit daripada kontrol (0 Gy). Diameter buah sampel pada dosis 0 Gy adalah 0,73 cm, diameter buah sampel terkecil dihasilkan pada dosis 100 Gy yaitu 0,67 cm. Rata-rata diameter buah sampel disajikan pada Gambar 8.

 Gambar 8. Diameter buah sampel

Pada peubah panjang buah sampel, perlakuan iradiasi sinar gamma dengan dosis 100 Gy, 200 Gy,300 Gy, dan 400 Gy berpotensi meningkatkan panjang buah sampel. Dosis yang berpotensi menghasilkan buah sampel terpanjang adalah 400 Gy (12,5 cm), dengan peningkatan panjang sebesar 13,18% daripada kontrol (11,07 cm). Rata-rata panjang buah sampel disajikan pada Gambar 9.

 Gambar 9. Panjang buah sampel

**3.2 Pembahasan**

Hasil penelitian iradiasi sinar gamma dengan dosis 0 Gy, 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, dan 400 Gy pada tanaman cabai merah kultivar ‘Laris’ generasi M1,menunjukkan bahwa semua variabel pengamatan kecuali pada variabel diameter buah sampel tidak berbeda nyata setelah dilakukan uji F pada α = 5%. Menurut Soedjono (2003) seringkali penampakan akibat mutasi belum muncul pada generasi M1 melainkan pada generasi M2 dan generasi selanjutnya. Pada M1 terjadi gangguan fisiologis yang kemungkinan disebabkan oleh kerusakan kromosom dan kerusakan sel di luar kromosom. Kerusakan fisiologis akibat mutasi akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya dosis iradiasi yang diberikan.

Pada penelitian ini dosis yang diberikan belum menimbulkan kerusakan fisiologis yang signifikan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Omar dkk. (2008) bahwa iradiasi sinar gamma pada cabai dengan dosis 300 Gy dan 400 Gy tidak menimbulkan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan kontrol. Menurut Gaswanto dkk. (2016), tingkat kerusakan yang tinggi terjadi pada dosis iradiasi 600 Gy yang mengakibatkan kemandulan pada bunga sehingga terjadi kegagalan dalam pembentukan buah.

Hasil mutasi dapat tidak terekspresikan dan teramati secara langsung pada fenotipe generasi M1, karena mutasi mengakibatkan perubahan pada alel yang mengarah pada sifat resesif dalam struktur genotipe heterozygot. Penyebab lainnya adalah terjadinya mutasi basa pada DNA yang tidak menimbulkan perubahan pada asam amino, sehingga tidak menghasilkan perubahan sifat protein. Hal tersebut dapat terjadi karena asam amino dapat disandi oleh lebih dari satu triplet kodon. Peristiwa ini sering disebut sebagai mutasi tenang (*silent mutation*) (Susanto, 2011).

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan iradiasi sinar gamma dengan dosis 400 Gy merupakan dosis terbaik yang berpotensi menghasilkan produksi tertinggi. Hal tersebut dapat ditinjau dari jumlah bunga per tanaman, jumlah buah per tanaman, bobot buah per tanaman, dan panjang buah sampel yang menghasilkan nilai tertinggi daripada dosis 0 Gy, 100 Gy, 200 Gy, dan 300 Gy. Penampilan buah hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 0 Gy - 400 Gy disajikan pada Gambar 10.



 Gambar 10. Buah hasil iradiasi 0 Gy, 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, dan 400 Gy

Sutapa dan Kasmawan (2016), menyatakan bahwa pada umumnya dosis optimum yang efektif menghasilkan tanaman mutan yang bersifat positif terjadi pada atau sedikit di bawah nilai LD50 (*Lethal Dose 50)*. LD50 merupakan dosis yang menyebabkan terjadinya kematian 50 % dari populasi yang diiradiasi. Nilai LD50 merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat radiosensitivitas suatu tanaman terhadap iradiasi (Herison dkk., 2008).

Nilai LD50 pada cabai merah varietas Lembang-1 M1 dan Tanjung-2 M1 dengan dosis iradiasi sinar gamma 0 Gy, 200 Gy, 400 Gy, 600 Gy, dan 800 Gy adalah sebesar 448.84 Gy pada varietas Lembang-1 dan 422.64 Gy pada varietas Tanjung-2 (Gaswanto dkk., 2016). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian ini bahwa dosis 400 Gy merupakan dosis di bawah nilai LD50 tersebut yang mampu menghasilkan tanaman dengan pertumbuhan lebih baik daripada kontrol.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab Kesimpulan dan saran dapat ditulis dalam bentuk paragraf ataupun dalam bentuk sub bab yang terpisah. Aturan penulisan sama dengan penulisan bab-bab sebelumnya.

**4.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dapat ditulis dalam bentuk point dengan menggunakan angka arab atau ditulis dalam bentuk paragraf. Judul sub bab ditulis dengan huruf cetak tebal.

1. Kesimpulan satu ditulis seperti halnya penulisan naskah diatas.
2. Kesimpulan dua ditulis dengan aturan penulisan yang sama dengan aturan penulisan yang lainnya

**4.2 Saran**

Saran dapat ditulis dalam bentuk point dengan menggunakan angka arab atau ditulis dalam bentuk paragraf.

**DAFTAR PUSTAKA**

Tuliskan satu atau kedua penulis di naskah, jika tiga atau lebih gunakan *et al*. Pada Daftar pustaka semua penulis dituliskan. Referensi makalah yang belum dipublikasi, meskipun sudah dikirimkan untuk dipublikasi, harus disitasi sebagai *unpublished*, sedangkan makalah yang telah diterima untuk dipublikasi harus disitasi *in press*.

Arsyad AR, Y Farni, dan Ermadani. 2011. Aplikasi pupuk hijau (Colopogonium mucunoides dan Pueraria Javanica) terhadap Air Tersedia dan Hasil Kedelai. *Jurnal Hidrolitan* 2 (1) : 31-39. (Contoh untuk Artikel Berkala/Jurnal Ilmiah)

Bashour IB, Sayegh AH. 2007. *Methods of Analysisi for Soils of Arid and Semi-Arid Regions*. 1 st Edn., FAO, USA., pp:119. (Contoh untuk Buku)

Domang H. 2016. Pengelolaan air untuk pencegahan kebakaran pada lahan kebun kelapa sawit di lahan gambut [Disertasi]. Bandung: Universitas Pajajaran.

Effendi R dan Suwardi. 2015. Mempertahankan dan meningkatkan produksi lahan kering dan produksi jagung dengan sistem penyiapan lahan konservasi. Di dalam: Junedi H *et al*. (eds.), *Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Berbasis Sumberdaya Lokal*. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Tanah 2015*. p189-199. (Contoh untuk Artikel dalam Prosiding)

Mahbub S. 2012. Know your friends: the entomopathogens *Beauveria bassiana*. http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf411html. [Diakses 21 Januari 2017]. (Contoh untuk Artikel dari Internet)

Rieley J0, Wust RAJ, Jauhiainen J, Page, SE. 2014. Tropical peatlands: Carbon storage, carbon gas emission and contribution of climate change process. *In*: Strack M (eds.), *Peatlands and Climate Change*. Finland: International Peat Society. p.148-182. **(Contoh untuk** Bab dalam Buku)

Sariningsih M, Ali S, Purwanto, penemu. Judul patent. Universitas Jambi, 28 Januari 2016. ID P 0028457. (Contoh untuk Artikel Dokumen Paten) **KESIMPULAN DAN SARAN**

**4.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian iradiasi sinar gamma pada tanaman cabai kultivar ‘Laris’ dapat disimpulkan bahwa Iradiasi sinar gamma dengan dosis 0 Gy,100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, dan 400 Gy tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman cabai kultivar ‘Laris’ pada generasi M1. Dosis iradiasi sinar gamma 400 Gy merupakan dosis yang berpotensi menghasilkan tanaman mutan terbaik yang ditunjukkan oleh julmlah buah terbanyak (107, 07 buah), bobot buah total terberat (278,14 g), dan rata-rata panjang buah sampel terpanjang (12,53 cm).

**4.2 Saran**

 Perlu dikalukan penelitian lebih lanjut pada generasi M2.

**DAFTAR PUSTAKA**

Gaswanto, R., Syukur, M., Purwoko, B.S., dan Hidayat, H. 2016. Induced mutation by gamma rays irradiation to increase chilli resistance to begomovirus. *Agrivita*. 38(1): 24-32.

Hanafiah, D.S., S, Trikoesoemaningtyas,Yahya, dan D,Wirnas. 2009. Penggunaan mikro irradiasi sinar gamma untuk meningkatkan keragaman genetik pada varietas kedelai argomulyo *[Glycine max (L) Merr]. Jurnal Natur Indonsia*. 14(1):80-85.

Herison, C., Rustikawati, H.S. Sujono, dan I.A. Syarifah. 2008. Induksi mutasi melalui sinar gamma terhadap benih untuk meningkatkan keragaman populasi dasar jagung (*Zea mays* L.). *Akta Agrosia*. 11(1):57-62.

Lopez-Mendoza, H., J.C. Carrillo-Rodriguez, dan J.L. Chavez-Servia. 2012. Effects of gamma irradiated seeds on germination and grown in a greenhouse. *Acta Hort*. 947: 77-81.

Meliala, J.H.S, N. Basuki, dan A. Soegianto. 2016. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap perubahan fenotipik tanaman padi gogo (*Oryza sativa* l.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(7):585-594.

Nurwanti. 2013. Pertumbuhan dan produksi tanaman cabai *(Capsicum annum L.)* hasil iradiasi sinar gamma generasi M1*.  Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Makasar. 67 hlm.

Nuryati, L dan Noviati. 2015. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura Cabai. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekertariat Jendral Kementrian Pertanian. Jakarta. 79 hlm.

Omar, S.R., O.H. Ahmed, S. Saamin, dan N. M.Ab. Majid. 2008. Gamma radiosensitivity study on chili (*Capsicum annuum*). *Am. J. Applied Sci*. 5(2):67-70.

Utomo, S.D. 2012. *Pemuliaan Tanaman Menggunakan Rekayasa Genetik*. Penerbit Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Lampung. 70 hlm.

Sari, L., A. Purwito, D. Soepandi, R.Purnamaningsih, dan E. Sudarmanowati. 2015.

 Pengaruh irradiasi sinar gamma pada pertumbuhan kalus dan tunas tanaman gandum (*Triticum aestivum L.*). *Ilmu Pertanian*. 18(01):44-50.

Soedjono, S. 2003. Aplikasi mutasi induksi dan variasi somaklonal dalam pemuliaan tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*. 22(2): 70-78.

Susanto, A.H. 2011. *Genetika*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 382 hlm.

Sutapa, G.N. dan I.G.A. Kasmawan. 2016. Efek induksi mutasi radiasi gamma 60Co pada pertumbuhan fisiologis tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* L.). *J. Kes. Rad & Ling*. 1: 5-11.