



RESPON PERTUMBUHAN PLANLET ANGGREK *Phalaenopsis amabilis* L. var. Jawa Candiochid AKIBAT RADIASI SINAR GAMMA

Agung Suwarno[✉], Noor Aini Habibah, Lina Herlina

Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Agustus 2013

Disetujui September 2013

Dipublikasikan

November 2013

Keywords:

gamma-ray irradiation

MS media

orchid

planlet

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan planlet anggrek *Phalaenopsis amabilis* L. var. Jawa Candiochid. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data dianalisis menggunakan anava satu jalan. Jika hasil uji Anava signifikan, maka akan dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis radiasi maka kecepatan munculnya daun dan akar semakin cepat tetapi pada jumlah daun dan akar semakin tinggi dosis radiasi maka semakin sedikit jumlah daun dan akar yang tumbuh. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian iradiasi sinar gamma menyebabkan respon pertumbuhan yang bervariasi pada planlet anggrek *Phalaenopsis amabilis* L. var. Jawa Candiochid.

Abstract

The research aimed to identify the influence of gamma-ray irradiation on the growth of *Phalaenopsis amabilis* L. var. Jawa Candiochid planlets. This was experimental research with completely randomized design. Data were analyzed by one way anova. If the result of anova is significant, it would be tested by Least Significant Difference (LSD). The result shows that addition gamma-ray irradiation with higher dosage ensued on rapidity of leaf appearance rate and roots appearance more rapidly but on leaves number and roots number less. The result shows that addition gamma-ray irradiation cause the different growth responses of *Phalaenopsis amabilis* L. var. Jawa Candiochid planlets.

© 2013 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lt.1, Jl. Raya Sekaran

Gunungpati, Semarang, Indonesia 50229

E-mail: agungsuwarno23@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Phalaenopsis amabilis L. merupakan jenis anggrek asli Indonesia yang mempunyai empat warna, bentuk dan aroma yang khas, serta memiliki bunga yang dapat bertahan kurang lebih dua minggu. *Phalaenopsis amabilis* L. adalah salah satu spesies anggrek dengan jumlah terbesar yang terdapat di dunia (Bey et al. 2006). Produksi *Phalaenopsis* di dunia semakin meningkat dan menjadi komoditi unggulan yang tetap prospektif di tengah kelesuan bisnis tanaman hias. Produksi Anggrek di Indonesia diharapkan dapat meningkat dari 16.166.628 pot pada tahun 2005 menjadi 19.284.219 pot tahun 2010 (Rianawati 2003), sesuai standar mutu yang dipersyaratkan pasar domestik dan internasional. Pada umumnya, *Phalaenopsis amabilis* L. tidak dikembangkan menggunakan biji secara alamiah tetapi harus menggunakan mikoriza karena biji anggrek tidak mempunyai cadangan makanan. Perbanyakan anggrek secara alami menghasilkan persentase perkecambahan yang kurang memenuhi permintaan petani anggrek, hal tersebut dapat ditingkatkan dengan menggunakan metode kultur jaringan (Khasanah 2011).

Kultur jaringan adalah suatu teknik isolasi bagian-bagian tanaman seperti jaringan, organ, embrio yang dipelihara dan ditumbuhkan pada medium buatan yang steril, agar mampu beregenerasi dan berdiferensiasi menjadi tanaman lengkap (Zulkarnaen 2009). Perbanyakan dengan menggunakan kultur jaringan dapat dilakukan setiap saat tanpa tergantung musim karena dilakukan di ruang tertutup, menghasilkan daya multiplikasi tinggi dari bahan tanaman yang kecil, tanaman yang dihasilkan seragam, dan sehat (Yusnita 2003).

Pada perbanyakan anggrek, dapat dilakukan dengan cara iradiasi untuk memperoleh mutan yang berbeda. Iradiasi adalah penyinaran dengan sinar radioaktif yang dapat menimbulkan mutasi. Pada pemuliaan tanaman, mutasi induksi dengan sinar gamma merupakan cara efektif untuk memperkaya plasma nutfah dan memperbaiki varietas atau

beberapa sifat yang diinginkan misalnya warna bunga dan warna daun anggrek (Maluszinski 2000). Pada penelitian Suskandari et al. (1999) Iradiasi sinar gamma mengakibatkan penurunan daya hidup tanaman, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun dan peningkatan/ penurunan jumlah bunga pita dan bunga tabung serta abnormalitas bunga. Perubahan bentuk dan warna bunga terdeteksi pada tanaman yang diiradiasi dengan sinar gamma di atas 15 Gray. Natawijaya et al. (2009) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa iradiasi tunggal pada dosis 10-50 Gray dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan Anggrek.

Penggunaan sinar gamma untuk menginduksi keragaman pada tanaman hias telah digunakan oleh banyak peneliti antara lain pada tanaman Anggrek (Arunyanart & Soontronyatara 2002), dan *Chrysanthemum* (Mandal et al. 2000). Pengujian berbagai dosis iradiasi pada suatu jaringan perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar sensitivitas jaringan tanaman yang diuji terhadap dosis iradiasi yang diberikan. Penentuan dosis iradiasi yang tepat perlu dilakukan untuk mendapatkan varian yang lebih banyak. Iradiasi sinar gamma pada tanaman hias misalnya anggrek dengan dosis 0 – 100 Gray menunjukkan pada dosis iradiasi yang lebih dari 50 Gray menyebabkan pertumbuhan terhambat dan akhirnya mati Suskandari et al. (1999). Iradiasi dari material tanaman sebagai prosedur karantina sudah diteliti pada tanaman hidup dalam pot pada dosis 300 – 650 Gray. Efek kerusakan tanaman akibat iradiasi diantaranya adalah absisi daun, nekrosis, hilangnya pertumbuhan dan kematian tanaman. Iradiasi pada tanaman hidup (setelah 16 minggu) menyebabkan tanaman berada dalam kondisi buruk dan atau sudah berhenti tumbuh (Anonim 2010).

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian untuk melihat respon pertumbuhan planlet anggrek yang sebelumnya telah di iradiasi sinar gamma.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Fakultas Biologi UNNES dan PATIR-BATAN Jakarta. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Rancangan yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dalam penelitian ini terdapat 5 kelompok perlakuan dengan 7 ulangan pada setiap perlakuan. Adapun unit penelitian yaitu satu botol kultur dengan 3 planlet setiap botol. Adapun Variabel bebas yaitu perlakuan dosis radiasi sinar gamma, variabel terikatnya adalah pertumbuhan planlet pasca radiasi, kecepatan munculnya daun, kecepatan munculnya akar, jumlah daun dan jumlah akar. Dosis radiasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kontrol, 10, 20, 30, dan 40 (Gray).

Planlet anggrek *Phalaenopsis amabilis* L. var. *Jawa Candiochid* umur 3 bulan ditanam pada media MS kemudian diradiasi dengan sinar gamma yang berasal dari Gamma Chamber 4000A dengan sumber Cobalt 60 pada berbagai dosis yang sudah ditentukan yaitu kontrol, 10, 20, 30 dan 40 (Gray). Kultur planlet anggrek tersebut dipelihara secara *in vitro* dengan cahaya lampu TL secara kontinyu pada temperatur 25-27°C.

Pengamatan yang dilakukan yaitu persentase tumbuh planlet pasca radiasi,

kecepatan muncul daun, kecepatan muncul akar, jumlah daun dan jumlah akar. Data yang sudah diperoleh dianalisis menggunakan uji ANAVA satu jalan untuk menguji pengaruh perlakuan. Kemudian bila hasil uji signifikan, dilanjutkan dengan uji beda nyata terkacil (BNT) dengan tingkat kepercayaan 95 % untuk menentukan taraf-taraf perlakuan yang menyebabkan perbedaan signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan planlet anggrek pada media MS setelah pemberian iradiasi sinar gamma dengan berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 1. Iradiasi sinar gamma dengan dosis 20 Gray merupakan dosis paling optimal memacu munculnya daun dengan kecepatan rerata 2,85 hari dengan rerata jumlah daun 7 helai. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis iradiasi sinar gamma jumlah daun yang muncul semakin sedikit, hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh wardhani (2007) bahwa jumlah daun yang paling banyak terdapat pada dosis 10 gray, yaitu sebanyak 1,16 helai, namun tidak berbeda nyata dengan kontrol (1,47 helai).

Tabel 1. Pertumbuhan planlet Anggrek *Phalaenopsis amabilis* pada berbagai perlakuan iradiasi sinar gamma pada media MS

Perlakuan	Parameter				
	Rerata muncul daun (hari)	Rerata muncul akar (hari)	Rerata jumlah daun (helai)	Rerata jumlah akar (helai)	Persentase tumbuh planlet pasca radiasi (%)
I ₀	2,85 ^{ab}	2,42 ^a	5,14 ^{ab}	4,28 ^a	100,00 ^a
I ₁	3,00 ^a	1,71 ^{ab}	5,42 ^{ab}	2,14 ^b	76,19 ^b
I ₂	2,85 ^{ab}	1,71 ^{ab}	7,00 ^a	2,14 ^b	80,95 ^{ab}
I ₃	2,14 ^b	1,00 ^b	3,00 ^b	1,41 ^b	71,42 ^b
I ₄	1,57 ^b	1,00 ^b	3,42 ^b	1,00 ^b	57,14 ^b

Keterangan :

- I₀ = Irradiasi dengan dosis 0 Gray (kontrol)
- I₁ = Irradiasi dengan dosis 10 Gray
- I₂ = Irradiasi dengan dosis 20 Gray
- I₃ = Irradiasi dengan dosis 30 Gray
- I₄ = Irradiasi dengan dosis 40 Gray

Faktor utama yang berperan dalam pertumbuhan daun adalah nitrogen, karena unsur N pada tanaman berfungsi dalam pembentukan daun dan akar. Nitrogen merupakan unsur penting bagi pertumbuhan planlet terutama pada fase vegetatif. Pada fase tersebut terjadi tiga proses penting, yaitu pembelahan sel, perpanjangan sel, dan tahap pertama diferensial sel yang berhubungan dengan perkembangan akar, daun, dan batang. Dalam penelitian ini perlakuan iradiasi sinar gamma, dapat menghambat pertumbuhan daun. Selain itu juga dapat menyebabkan mutasi, sehingga daun mengalami perkembangan yang tidak normal (Bakri 2002).

Kerusakan fisiologis dapat berupa kematian sel, terhambatnya pembelahan sel, peningkatan frekuensi pembentukan jaringan dan perubahan pada kapasitas bereproduksi. Selain itu juga dapat menyebabkan mutasi, sehingga daun berukuran lebih kecil dari yang tidak diberi perlakuan (Bakri 2002). Iradiasi sinar Gamma dosis tinggi dapat mengganggu sintesa protein, keseimbangan hormon, pertukaran gas pada daun, pertukaran air dan aktifitas enzim (Hammed *et al.*, 2008) dalam (Borzouei *et al.*, 2010).

Berdasarkan uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan kontrol dapat memacu rerata jumlah akar paling optimal yakni sebesar 4,28 helai, hal ini berarti pemberian iradiasi sinar gamma menyebabkan jumlah akar planlet semakin sedikit. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahmawati (2003) menunjukkan bahwa penghambatan pertumbuhan akar *Phalaenopsis amabilis* terjadi pada semua perlakuan iradiasi.

Iradiasi sinar gamma yang diberikan perlakuan pada jaringan generatif tanaman akan menyebabkan terjadinya perubahan yang menyeluruh, walaupun kemungkinan perubahan itu akan dapat kembali lagi karena setelah peristiwa mutasi induksi akan terjadi chimera, Namun Krisnaningtyas (2003) menunjukkan bahwa dosis 10 gray merupakan dosis yang paling optimal untuk merangsang inisiasi akar, jumlah akar, dan panjang akar pada tanaman *Dianthus caryophyllus* L. Iradiasi sinar gamma

yang diberikan perlakuan pada jaringan generatif tanaman akan menyebabkan terjadinya perubahan yang menyeluruh, walaupun kemungkinan perubahan itu akan dapat kembali lagi karena setelah peristiwa mutasi induksi akan terjadi chimera.

Penampilan mutan yang terjadi menyerupai tanaman normal dapat disebabkan karena sel mampu bertahan hidup sehingga karakter tanaman normal akan kembali muncul. Sebaliknya bila sel mutan dapat bertahan maka sel normal akan hilang dan penampilan tanaman akan mengikuti sifat yang dibawa oleh sel mutan tersebut (Wulan 2007).

Pada perlakuan radiasi sinar gamma dengan dosis 40 Gray menunjukkan berbeda nyata terhadap kecepatan munculnya daun, sehingga pemberian iradiasi sinar gamma yang semakin tinggi menyebabkan kecepatan munculnya daun semakin cepat. Hal ini berarti semakin tinggi dosis yang diberikan maka semakin lambat kecepatan waktu munculnya daun. Sulistianingsih (2009) melaporkan bahwa keragaman morfologi bentuk, jumlah daun, jumlah akar dan kecepatan waktu munculnya daun semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya dosis iradiasi.

Kecepatan munculnya daun juga dapat dipengaruhi oleh pencahayaan yang kurang maksimal, kelembaban, dan suhu lingkungan, hal tersebut dapat menyebabkan proses waktu munculnya daun menjadi kurang maksimal. Iradiasi sinar gamma memiliki efek yang dapat mengakibatkan tanaman yang diberi perlakuan iradiasi sinar gamma menjadi spesies baru atau berbeda dengan induknya. Menurut (Soeranto 2003) Akibat dari mutasi sinar gamma dengan dosis yang digunakan didapatkan tanaman anggrek mutan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu dari dominan ke resesif atau sebaliknya.

Kerusakan fisiologi pada waktu bertambahnya daun yaitu bentuk ujung terbagi menjadi bentuk membulat, stomata yang terdapat pada permukaan daun merupakan peubah pada morfologi. Stomata adalah celah dalam epidermis yang dibatasi oleh dua sel penutup berbentuk ginjal yang disebut sel

penjaga yang berfungsi tempat masuknya CO₂ dan air melalui daun, sedangkan sel yang berbeda bentuknya disebut sel tetangga. Sel epidermis yang mengelilingi sel penutup dapat digunakan sebagai identifikasi dari tipe stomata (Lage dan Esquibel, 1997). Menurut Boertjes dan Van Harten (1988), perlakuan setelah iradiasi terjadi kerusakan fisiologis dan kerusakan genetik. Kerusakan fisiologis tersebut dapat berupa kematian sel, terhambatnya pembelahan sel, pengaruh pertumbuhan rata-rata, peningkatan frekuensi pembentukan jaringan dan perubahan pada kapasitas bereproduksi. Boertjes dan Van Harten (1988) menyatakan bahwa kerusakan fisiologis biasanya tidak diturunkan dan biasanya hanya terjadi pada generasi pertama dari populasi tanaman yang diiradiasi (M1). Pengaruh buruk iradiasi adalah terjadinya penghambatan pada pembelahan dan pertambahan jumlah sel (Charbaji dan Nabulsi 1999).

Hasil analisis uji BNT menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma dengan dosis 30 dan 40 (Gray) dapat rerata kecepatan munculnya akar yakni rata-rata 1,00 hari, berbeda signifikan dengan rerata kecepatan munculnya akar pada dosis perlakuan yang tidak diiradiasi sinar gamma yakni 2,42 hari, sedangkan pada dosis 10 dan 20 (Gray) tidak berbeda signifikan dengan dosis yang tidak diiradiasi, 30 Gray dan 40 Gray. Hal ini berarti iradiasi sinar gamma tidak menghambat kecepatan waktu munculnya akar tetapi memacu tumbuhnya akar semakin cepat. Sulistianingsih (2009) melaporkan bahwa keragaman morfologi buntut, jumlah daun, jumlah akar dan kecepatan waktu munculnya daun semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya dosis iradiasi. Perkembangan pengetahuan tentang fisiologi pengakaran dan hasil penelitian menunjukkan bahwa auksin berpengaruh terhadap pembentukan akar adventif (de Klerk 2002).

Saat munculnya akar lebih cepat pada perlakuan ini ada hubungannya dengan saat munculnya daun yang cepat. Setelah daun terbentuk maka bagian radikula berdiferensiasi membentuk akar dengan menyerap kandungan unsur makro dan mikro yang ada di dalam

media MS. Unsur makro dan unsur mikro dengan konsentrasi tinggi dalam media mampu menginduksi akar dengan baik, akan tetapi jika konsentrasinya terlalu tinggi justru akan menghambat munculnya akar (Bakri 2002).

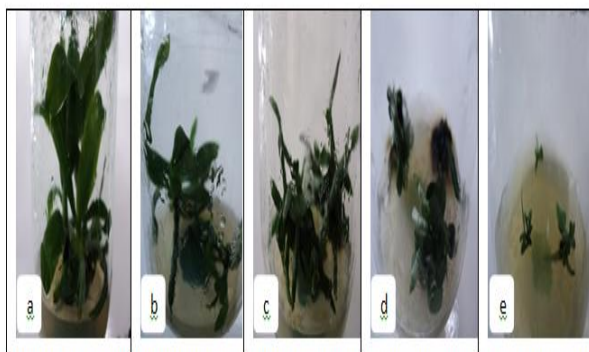
Kecepatan waktu munculnya akar ditentukan oleh respon awal planlet terhadap media MS dengan perlakuan iradiasi sinar gamma yang diberikan. Iradiasi sinar gamma berpengaruh terhadap munculnya akar, Disini anggrek mempunyai akar adventif terdiri dari tiga proses yaitu dedifferensiasi, induksi dan differensiasi. Proses dedifferensiasi terjadi pada 0-24 jam setelah potongan tunas diletakkan media yang mengandung auksin. Fase ini merupakan respon dari pelukaan yang terjadi (Herison *et al.* 2008).

Nikam dan Hilmy (1987) menyatakan bahwa karena jaringan tanaman pada umumnya sebagian besar mengandung air, sehingga apabila diradiasi maka bagian yang paling banyak terkena iradiasi adalah air yang kemudian terurai menjadi H₂O⁺ dan e⁻. Pada reaksi selanjutnya akan membentuk radikal bebas yang kemudian bergabung menghasilkan racun peroksida. Apabila radikal bebas dan peroksida bereaksi dengan molekul lain akan membentuk senyawa yang akan mempengaruhi sistem biologi tanaman. Kematian sel tanaman yang berakibat kepada kematian planlet karena iradiasi bisa secara langsung yaitu rusaknya DNA, maupun tak langsung yaitu adanya pengaruh toksik dari tdradi radikal bebas ion H₂O₂ dan OH⁻ yang dihasilkan dari radiolisis air.

Brock (1979) menyatakan, untuk meningkatkan frekuensi kejadian mutasi alami, dilakukan mutasi buatan atau mutasi induksi (*induced mutation*) dengan menggunakan mutagen. Mutagen adalah wahana yang digunakan untuk menciptakan mutasi buatan. Menurut Alatas (2006) bahwa kerusakan pada DNA sebagai akibat radiasi dapat menyebabkan terjadinya perubahan struktur molekul gula atau basa, putusnya ikatan hidrogen antar basa, hilangnya gula atau basa dan lainnya yang menghasilkan DNA dengan struktur yang berbeda yang dikenal dengan mutasi. Mutasi gen dapat bersifat non letal, sub letal atau letal.

Gen letal dominan adalah gen yang menyebabkan kematian sebelum individu mencapai usia reproduktif.

Menurut Wardhani *et al.* (2007) sinar gamma berpengaruh terhadap pertumbuhan anggrek *Brachypeza indusiata* dan dosis 0 Gray yang paling optimal, hal ini ditandai dengan semakin tinggi dosis yang diberikan semakin tinggi planlet anggrek yang tidak tumbuh. Kematian sel tanaman akibat iradiasi dapat terjadi secara langsung, yaitu kerusakan DNA serta akibat tidak langsung, yaitu adanya pengaruh toksik dari radikal bebas ion H_2O_2 dan OH yang dihasilkan dari radiolysis air (Soeranto 2003).



Gambar 1 Hasil pengamatan pertumbuhan planlet anggrek *Phalaenopsis amabilis* L. dan berbagai dosis iradiasi sinar gamma 0 gray (a), 10 gray (b), 20 gray (c), 30 gray (d), dan 40 gray (e).

SIMPULAN

Iradiasi sinar gamma menyebabkan respon pertumbuhan yang bervariasi pada planlet anggrek *Phalaenopsis amabilis* L. var. Jawa Candiochid.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatas Z. 2006. Efek pewarisan akibat radiasi pengion. PTKMR BATAN. Buletin ALARA Vol. 8. No. 2, 2006.
- Arunyanart S. & Soontronyatara S. 2002. Mutation Induction by γ and X-ray Irradiation in Tissue Cultured Lotus. *Journal Plant Cell Tissue Organ Cult* 70: 119– 122, 2002.
- Bey Y, Syafii W & Sutrisna. 2006. Pengaruh Giberelin(GA3) dan Air Kelapa Terhadap Perkecambahan Biji Bulan (*Phaleopsis amabilis* BL) Secara *In Vitro*. *Journal Biogenesis* 2(2):41-46.
- Borzouei A., Kafi M., Khazaei H., Naseriyan B. & Majdabadi A. 2010. Effect of gamma radiation on germination and physiological aspect of whea (*Triticum aestivum* L.) seedling. *SPak. J. Bot.*, 42(4): 2281-2290, 2010.
- Brock RD. 1979. Mutation of Plant Breeding for Seed Protein Improvement. p. 43 - 45. In. *Seed Protein Improvement in Cereals and Grain Legumes*. Proc. Symp. IAEA/FAO/GSF, Neuherberg, BRD. IAEA, Vienna.
- Charbaji & I. Nabulsi. 1999. Effect of Low Doses of Gamma Irradiation on *In Vitro* Growth of Grapevine. *Journal Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 57:129-132.
- Herawati T & R Setiamiharja. 2000. *Diktat Kuliah Pemuliaan Tanaman Lanjutan*. Bandung: Universitas Padjajaran: 95
- Herison C, Rustikawati, Sutjahjo SH, & Aisyah SI. 2008. Induksi Mutasi melalui Iradiasi Sinar Gamma terhadap Benih untuk Meningkatkan Keragaman Populasi Dasar Anggrek *Phalaenopsis amabilis* L. *J. Akta Angrosia* 11 (1):57-61
- Khasanah U. 2011. Pemanfaatan Pupuk Daun, Air Kelapa, dan Bubur Pisang Sebagai Kombinasi Medium Kultur Jaringan Untuk Mengoptimalkan Planlet Anggrek *Dendrobium kelemense* (Skripsi). 2011. Semarang Universitas Negeri Semarang.
- Mandal AK, Chakrabarty AD, & Datta SK. 2000. Application of *In Vitro* Techniques in Mutation Breeding of Chrysanthemum. *Jurnal Plant Cell Tissue Organ Cult* 60: 33–38.
- Nikam & N. Hilmy. 1987. Efek kombinasi iradiasi dan panas pada bakteri *Escherichia coli* dan *Sarcina lutea* dalam kondisi kering. *Batan* 20 (2) : 30 – 38.
- Lage, LSC & MA. Esquibel. 1997. Grot simulation produced by methylene blue treatment in seet potato. *Plant Cell Tis. Org. Cult.* 48:7781.

- Soeranto, H. 2003. *Peran Iptek Nuklir dalam Pemuliaan Tanaman untuk Mendukung Industry Pertanian.*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sulistianingsih .R, Mangoendidjojo .W, Purwantoro. A & Semiarti. E. 2006. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma Pada Pertumbuhan Planlet Anggrek Bulan *Phalaenopsis amabilis* (L.)Bl. *Jurnal Pertanian*. Fakultas Pertanian UGM Yogyakarta.
- Suskandri K., S. Soertini, & S. Rianawati. 1999. Mutasi Induksi Sinar Gamma pada Anggrek *Vanda Genta* Bandung. Zuriat. *Jurnal Penelitian Indonesia* 10 (1): 27-34.
- Van Harten, A. M. 1998. *Mutation Breeding, Theory and Practical Applications*. Cambridge University Press. Cambridge. 353 p.
- Wardhani MUD, DM Puspitaningtyas, & D Dinarti. 2007. Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Terhadap Variasi Pertumbuhan Anggrek *Brachypeza indusiata* (Reichb.f) Garay Secara *In Vitro*. *Buletin Kebun Raya Indonesia*. Vol 30 (2): 53-59
- Wulan, M. T. 2007. Peningkatan Keragaman Bunga Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis* Linn.) Melalui Induksi Iradiasi Sinar Gamma. *Skripsi*. Departemen Budidaya Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB.Bogor.
- Yusnita. 2003. *Kultur Jaringan cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta: Agromedia .
- Zulkarnaen. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara.