

**Aksi Ethyl Methane Sulphonate terhadap Munculnya Bibit dan
Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*)
(Ethyl Methane Sulphonate Action on Seed Emergence and Growth of
(*Capsicum frutescens L.*))**

Ni Kadek Dewi Rustini¹⁾, Made Pharmawati^{1,2)*}

¹⁾Program Studi Magister Ilmu Biologi, Program Pascasarjana Universitas Udayana, Jl.
PB Sudirman, Denpasar, Bali.

²⁾Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali.

Email korespondensi: pharmawati@hotmail.com

Diterima 29 September 2013, diterima untuk dipublikasikan 4 Januari 2014

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengamati pengaruh lama perendaman biji dengan 1% EMS terhadap persentase munculnya bibit dan karakter pertumbuhan tanaman cabai rawit pada umur 4 minggu setelah tanam (MST). Benih cabai rawit direndam dalam air selama 6 jam, selanjutnya direndam 1% EMS dalam buffer fosfat pH 7, selama 6 jam, 9 jam dan 12 jam. Tiap biji disemai dalam bungkusan kertas. Munculnya bibit diamati setiap hari. Setelah berumur 3 minggu, bibit dipindahkan ke bedengan. Hasil menunjukkan perlakuan 1% EMS memperlambat munculnya bibit. Pada 10 hari setelah semai (HSS) munculnya bibit pada perlakuan dapat mencapai 100%. Perlakuan 1% EMS berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun, sedangkan panjang, dan lebar daun dengan perendaman 6 jam tidak berbeda dengan kontrol, namun berbeda dengan perendaman 9 jam dan 12 jam.

Kata kunci : EMS, bibit, pertumbuhan, Capsicum frutescens L.

Abstract

*This research aimed to evaluate the influence of different exposure durations of 1% EMS on seedling emergence and growth characters of *C. frutescens* at 4 week after planting (WAT). Seeds were soaked in water for 6 hours, then soaked in 1% EMS in phosphate buffer pH 7, for 6 hours, 9 hours and 12 hours. Each seed was then sowed in a single paper tube. Seedling emergence was observed every day. At 3 weeks after sowing, seedlings were transferred to field. Results showed that soaking seeds in 1% EMS inhibited seedling emergence. At 10 days after sowing, the percentages of seedling emergence at control and treated seed were 100%. Treatments of 1% EMS have a significant effect on plant height, and the number of leaf, while length, and width of leaf with 6 hour exposure were not different with control, but differ from exposure of 9 hours and 12 hours.*

Keywords: EMS, seed emergence, growth, Capsicum frutescens L.

PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) merupakan salah satu tanaman hortikultura dari famili Solanaceae yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi

(Cahyono 2003). Cabai rawit digunakan sebagai bumbu masakan maupun sebagai bahan obat (Heyne 1987). Menurut Rukmana (2002) secara umum buah cabai rawit mengandung zat-zat gizi antara lain

lemak, protein, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, B1, B2, C dan senyawa alkaloid seperti *capsaicin*, *oleoresin*, flavanoid dan minyak esensial. Kandungan tersebut banyak dimanfaatkan sebagai bahan bumbu masak, ramuan obat tradisional, baku industri pangan, pakan unggas dan farmasi.

Produktivitas cabai rawit di Indonesia rata-rata masih rendah, walaupun terdapat banyak kultivar cabai rawit (Cahyono 2003). Pada tahun 2009 produksi cabai rawit 5,07 ton/ha, pada tahun 2010 turun menjadi 4,56 ton/ha, dan pada tahun 2011 produksi menjadi 5,01 ton/ha (Biro Pusat Statistik 2011). Pada tahun 2012, produktivitas cabai rawit meningkat menjadi 5,75 ton/ha yang disebabkan kenaikan luas panen (Berita Resmi Statistik 2013). Kendala yang menyebabkan rendahnya produktivitas cabai di Indonesia adalah gangguan hama dan penyakit (Semangun 2000). Beberapa jenis penyakit yang dominan menyerang cabai adalah antraknosa, layu bakteri, layu *Fusarium* dan virus (Syukur *et al.* 2009). Penyakit kuning, penyakit bulai dan penyakit kerdil yang disebabkan oleh virus gemini merupakan penyakit utama yang menyebabkan rendahnya produktivitas cabai di Indonesia (Sudiono *et al.* 2005). Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membentuk kultivar baru yang unggul yang tahan terhadap hama dan penyakit maupun tahan terhadap perubahan lingkungan. Kultivar-kultivar baru tanaman cabai rawit dapat diperoleh melalui induksi mutasi. Pada saat ini induksi mutasi merupakan salah satu cara yang sering digunakan para peneliti sebagai usaha untuk memperoleh tanaman yang lebih tahan terhadap suatu penyakit (Hidayat 1994).

Pemuliaan mutasi merupakan metode yang banyak digunakan

sebagai upaya untuk mendapatkan keragaman genetik tanaman saat ini. Bahan mutagen yang sering digunakan dalam penelitian pemuliaan tanaman yaitu mutagen kimia, misalnya *Ethyl Methane Sulphonate* (EMS), *Diethyl Sulphate* (DES), *Methyl Methane Sulphonate* (MMS), *nitrous acids* dan sebagainya (IAEA 1977). Dari beberapa mutagen kimia tersebut EMS paling banyak digunakan karena sering menghasilkan mutan yang bermanfaat dan tidak bersifat mutagenik setelah terhidrolisis (Van Harten 1998). Senyawa EMS merupakan senyawa alkil yang mengubah guanin menjadi 7-etilguanin yang berpasangan dengan timin (Chopra 2005).

Senyawa ini banyak digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman dan perbaikan kualitas tanaman. Beberapa penelitian melaporkan EMS menghasilkan peningkatan keragaman dan menghasilkan mutan, misalnya dihasilkan mutan pisang yang resisten terhadap virus (Imelda *et al.* 2000).

Peningkatan keragaman varian abaka dan dihasilkan mutan yang tahan terhadap *Fusarium* (Purwati *et al.* 2008, Purwati *et al.* 2007). Keberhasilan mutasi pada tiap tanaman tergantung pada konsentrasi dan lama perendaman yang digunakan (Yanti 2007). Menurut Alcantara *et al.* (1996) mutagen EMS yang digunakan pada rentang konsentrasi 0,5% sampai 1,5% dan lama perendaman 3 jam sampai 9 jam dapat menghasilkan mutan pada cabai besar.

Jabeen dan Mirza (2004) yang melakukan induksi mutasi pada cabai besar dengan EMS, menghasilkan mutan-mutan dengan tanaman kerdil dengan tingkat dewasa bervariasi dari lambat kecepat yaitu pada konsentrasi 0,5% dengan lama perendaman 6 jam. Konsentrasi 1% dengan lama

perendaman 6 jam pada cabai besar menghasilkan 11,2% bibit cabai yang memiliki daun yang menyatu (Pharmawati *et al.* 2013).

Fase bibit merupakan fase penting dalam pertumbuhan tanaman. Pada fase ini benih melakukan imbibisi air melalui kulit sampai terjadi pembentukan dan perkembangan sel-sel embrio sehingga akan mempengaruhi proses pertumbuhan selanjutnya (Cahyono 2003). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengamati pengaruh pemberian mutagen 1% EMS melalui perbedaan lama perendaman biji terhadap persentase munculnya bibit dan karakter pertumbuhan meliputi: tinggi tanaman, jumlah, panjang dan lebar daun tanaman cabai rawit pada umur tanaman 4 minggu setelah tanam (MST).

METODE

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah benih cabai rawit *Capsicum frutescens* L. 'Bhaskara' yang diproduksi PT. BISI Internasional Tbk yang diperoleh dari toko pertanian di Denpasar. Perlakuan pemberian EMS dilakukan terhadap benih cabai rawit berdasarkan metode dari Alcantara *et al.* (2004). Benih cabai rawit direndam dalam air selama 6 jam, selanjutnya direndam EMS 1% yang dilarutkan dalam buffer fosfat pH 7, selama 6 jam, 9 jam dan 12 jam. Sebagai kontrol biji direndam dalam buffer fosfat pH 7. Perendaman dilakukan pada suhu ruang. Biji-biji yang telah diperlakukan dicuci dengan air mengalir selama 30 menit untuk menghilangkan sisa-sisa mutagen yang menempel pada biji. Selanjutnya biji-biji tersebut disemaikan dalam bungkusan yang terbuat dari kertas. Munculnya bibit cabai rawit diamati setiap hari setelah semai sampai 10 hari.

Setelah bibit berumur 3 minggu bibit dipindahkan ke bedengan. Rancangan percobaan dalam penelitian disusun berdasarkan rancangan acak kelompok (RAK) satu faktor yang terdiri dari kontrol, dan perlakuan EMS 1% dengan lama perendaman 6 jam, 9 jam dan 12 jam. Areal percobaan dibagi ke dalam 6 kelompok (ulangan), masing-masing kelompok terdiri dari 4 petak percobaan sesuai dengan jumlah perlakuan. Masing-masing perlakuan dan kontrol ditanam 40 bibit dan pada masing-masing perlakuan diamati 6 tanaman (6 unit percobaan) yang ditentukan secara acak. Pemeliharaan tanaman dilakukan sesuai dengan anjuran budidaya tanaman cabai rawit. Tanaman disiram setiap hari, dan pemupukan dengan pupuk NPK (1:1:1) dilakukan seminggu sekali. Tinggi tanaman ditentukan dengan mengukur mulai dari leher akar sampai titik tumbuh tanaman. Perhitungan jumlah helaian daun dilakukan pada daun yang telah terbuka sempurna. Panjang dan lebar daun diukur dengan menggunakan penggaris.

Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata persentase munculnya bibit. Data tinggi tanaman, jumlah daun, panjang dan lebar daun dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*). Jika berbeda nyata diuji lanjut dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan perendaman biji dengan 1% EMS memperlambat munculnya bibit. Pada kontrol dan semua perlakuan perendaman, bibit muncul pada umur 8 hari setelah semai (HSS), tetapi persentase munculnya bibit pada perendaman 6 jam, 9 jam, dan 12 jam lebih kecil dibandingkan tanaman kontrol. Pada 10 HSS

munculnya bibit pada kontrol dan pada perlakuan 1% EMS mencapai 100%.

Pengaruh lama perendaman biji dengan EMS 1% terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit diamati pada beberapa karakter seperti tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun yang diamati pada 4 MST. Perlakuan EMS 1% dengan perendaman berbeda memberikan pengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pada 4 MST (Tabel 2). Terjadi penurunan tinggi tanaman dan jumlah daun pada perlakuan 1% EMS. Semakin lama perendaman biji dengan 1% EMS, menghasilkan tinggi tanaman yang semakin rendah dan secara

signifikan berbeda dengan kontrol maupun antar perlakuan. Tanaman terendah dengan jumlah daun paling sedikit dihasilkan oleh perlakuan 1% EMS selama 12 jam.

Jumlah daun akibat perendaman biji dengan EMS 1% menunjukkan kecenderungan yang sama dengan tinggi tanaman. Tanaman dengan jumlah daun terbanyak adalah kontrol, dan jumlah daun lebih rendah secara signifikan dengan semakin lamanya perendaman biji.

Pada umur 4 MST perlakuan 1% EMS dengan lama perendaman biji yang berbeda berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap panjang dan lebar daun tanaman.

Tabel 1. Persentase Munculnya Bibit Cabai Rawit Setelah Pelakuan 1% EMS dengan Lama Perendaman Berbeda

Hari	Persentase Munculnya Bibit			
	Kontrol	P. 6 jam	P. 9 jam	P. 12 jam
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	73.3	31.7	50.0	31.7
9	85.0	50.0	70.0	53.3
10	100	100	100	100

Keterangan: P. 6 jam, P. 9 jam dan P. 12 jam = perendaman biji selama 6 jam, 9 jam dan 12 jam dalam 1% EMS

Tabel 2. Rata-rata Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun Cabai Rawit Setelah Pelakuan 1% EMS dengan Lama Perendaman Berbeda pada Umur 4 MST

Perlakuan	Tinggi tanaman	Jumlah Daun
Kontrol	7,92± 0,188 ^(d)	5,833 ± 0,180 ^(d)
P.6 jam	6,46± 0,096 ^(c)	4,611 ± 0,082 ^(c)
P.9 jam	5,53± 0,107 ^(b)	4,167 ± 0,063 ^(b)
P.12 jam	4,86± 0,127 ^(a)	3,667 ± 0,079 ^(a)

Keterangan: Angka adalah nilai rata-rata ± standar error. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata ($P \geq 0,05$)

Perlakuan 1% EMS selama 6 jam tidak berbeda dengan kontrol dan 9 jam tidak berbeda dengan 12 jam, namun kontrol dan 6 jam berbeda dengan 9 jam dan 12 jam (Tabel 3).

Hasil korelasi menunjukkan ada korelasi positif antara tinggi tanaman dengan jumlah daun serta panjang daun dengan lebar daun pada kontrol dan perlakuan EMS 1% dengan perendaman 6 jam, 9 jam dan 12 jam. Tabel (4), menampilkan nilai korelasi pearson antara tinggi tanaman dengan jumlah cabang serta jumlah cabang dengan jumlah daun pada kontrol dan perlakuan.

Ethyl Methane Sulphonate (EMS) merupakan mutagen kimia yang dapat menyebabkan proses alkilasi yang efektif dalam menginduksi mutasi berbagai jenis organisme (Purwati *et al.* 2007). Mutasi dengan menggunakan mutagen kimia EMS telah banyak dilakukan pada berbagai spesies tanaman. EMS merupakan kelompok alkil yang dapat mengubah basa-basa DNA (guanin dan timin) menjadi basa lain dan akan berpasangan dengan basa yang berbeda sehingga terjadi transisi (Purwati *et al.* 2008). Dari hasil penelitian perlakuan 1% EMS dengan perendaman berbeda menyebabkan terhambatnya munculnya bibit jika dibandingkan dengan kontrol, walaupun bibit dapat muncul 100% setelah 10 HSS. Namun pada 10 hari setelah semai (HSS), perlakuan 1% EMS dapat munculnya bibit 100%. Menurut Al-Qurainy dan Khan (2009) faktor

yang mendorong proses perkecambahan biji hasil perlakuan mutagenik adalah benih mengembangkan toleransi terhadap efek penghambatan mutagen dan telah meningkatkan kondisi fisiologis pada saat berlangsungnya proses perkecambahan, sehingga biji yang diberi perlakuan mutagen bisa mengalami perkecambahan walaupun dalam waktu yang lambat. Efek EMS dalam menurunkan perkecambahan bisa dikaitkan dengan beda potensial air. Konsentrasi EMS yang lebih tinggi dapat menurunkan potensial air diluar benih dan oleh karena itu benih tidak dapat melakukan imbibisi air yang cukup untuk perkecambahan (Singh dan Kole 2005). Jayakumar dan Selvaraj (2003) menyatakan bahwa tingginya dosis EMS dapat menghancurkan promotor pertumbuhan, meningkatkan penghambat pertumbuhan dan keadaan metabolisme benih dan menyebabkan berbagai penyimpangan kromosom. Ethylmethane sulphonate merupakan senyawa yang beracun, sehingga menghambat pertumbuhan, tetapi akhirnya biji dapat beradaptasi dan mampu muncul ke permukaan tanah. Hasil yang sama diperoleh dari penelitian Pharmawati *et al.* (2013) pada cabai besar dimana EMS 1% dengan lama perendaman 6 jam menghambat perkecambahan dan hanya mencapai tingkat perkecambahan $96\pm 4.4\%$ pada 10 HSS.

Tabel 3. Rata-rata Panjang dan Lebar Daun Tanaman Cabai Rawit Setelah Pelakuan 1% EMS dengan Lama Perendaman Berbeda pada Umur 4 MST

Perlakuan	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun
Kontrol	2,607 ± 0,225 ^(b)	1,305 ± 0,094 ^(b)
P.6 jam	2,591 ± 0,197 ^(b)	1,294 ± 0,100 ^(b)
P.9 jam	2,218 ± 0,241 ^(a)	1,120 ± 0,117 ^(a)
P.12 jam	2,228 ± 0,188 ^(a)	1,132 ± 0,084 ^(a)

Keterangan: Angka adalah nilai rata-rata ± standar error. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata ($P \geq 0,05$)

Tabel 4. Nilai Korelasi Karakter Tanaman Cabai Rawit pada 4 MST

Perlakuan	Nilai Korelasi Antar Karakter	
	Tinggi dengan Jumlah Daun	Panjang Daun dengan Lebar Daun
Kontrol	0,770	0,933
P.6 Jam	0,642	0,967
P.9 Jam	0,509	0,938
P.12 Jam	0,418	0,833

Hasil dari penelitian perlakuan EMS 1% dengan perendaman berbeda berpengaruh terhadap karakter pertumbuhan tanaman meliputi: tinggi tanaman, jumlah, panjang dan lebar daun tanaman cabai rawit. Semakin lama perlakuan perendaman semakin signifikan terjadinya penurunan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman cabai rawit dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut juga terlihat dari hasil korelasi antara tinggi tanaman dengan jumlah daun dimana terjadi korelasi paling kuat pada tanaman kontrol. Menurut Gaul (1977) menurunnya tinggi tanaman merupakan salah satu fenomena yang biasa terjadi pada tanaman yang tumbuh dari biji yang diperlakukan mutagen. Selain mempengaruhi tinggi tanaman dan jumlah daun, perlakuan EMS 1% cenderung menyebabkan

terhambatnya panjang dan lebar daun. Perlakuan perendaman 9 jam dan 12 jam menyebabkan terjadinya penurunan panjang dan lebar daun pada tanaman sedangkan perendaman 6 jam memberikan pengaruh yang sama dengan kontrol. Hal tersebut sejalan dengan hasil uji korelasi antara panjang dan lebar daun dimana nilai korelasi paling tinggi terjadi pada perlakuan 6 jam.

Gaul (1977) menyatakan terhambatnya proses perkecambahan biji merupakan kerusakan fisiologi akibat aksi mutagen, semakin tinggi dosis dan lama perendaman dengan mutagen yang digunakan akan menyebabkan semakin terhambatnya pertumbuhan tanaman yang mengakibatkan penurunan tinggi tanaman, jumlah daun, dan ukuran daun. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya

penurunan tinggi tanaman, jumlah daun, panjang, lebar daun, tanaman adalah karena adanya kerusakan seluler pada meristem tanaman (Widiastuti *et al.* 2010). Girija dan Dhanavel (2009) menyebutkan penurunan karakter vegetatif tanaman dapat dikaitkan dengan penurunan tingkat auksin, penghambatan sintesis auksin dan penyimpangan kromosom. Hasil ini sama dengan hasil Jabeen dan Mirza (2002) yang melakukan percobaan pada *Capsicum annum* yang menunjukkan luas daun menurun dengan peningkatan dosis mutagen kimia Ethyl Methane Sulfonat (EMS), tinggi tanaman sangat menurun pada perlakuan 5 mM pada umur 30 dan 45 hari tanam.

KESIMPULAN

Perlakuan perendaman biji dengan 1% EMS memperlambat munculnya bibit. Pada kontrol dan semua perlakuan perendaman, bibit muncul pada umur 8 HST, tetapi persentase munculnya bibit pada perendaman 6 jam, 9 jam, dan 12 jam lebih kecil dibandingkan tanaman kontrol. Pada 10 HST munculnya bibit dengan perlakuan 1% EMS dapat mencapai 100%. Perlakuan 1% EMS berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman umur tanaman 4 MST, sedangkan panjang, dan lebar daun dengan perendaman 6 jam tidak berbeda dengan kontrol, namun berbeda dengan perendaman 9 jam dan 12 jam. Tinggi tanaman terendah dengan jumlah daun paling sedikit dihasilkan oleh perlakuan 1% EMS selama 12 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada DIKTI atas bantuan dana penelitian yang diberikan kepada Made Pharmawati.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcantara TP, Bosland PW, Smith DW (1996) Ethyl methane sulfonate induced mutagenesis of *Capsicum annum*. *Journal Heredity* 87:239–41
- Al-Qurainy F, Khan S (2009) Mutagenic effects of sodium azide and its application in crop improvement. *World Applied Sciences Journal* 6:1589-1601
- Berita Resmi Statistik (2013) Produksi cabai besar, cabai rawit, dan bawang merah tahun 2012. *Berita Resmi Statistik No. 54/08/ Th. XVI*
- Biro Pusat Statistik (2011) Production of fruits in Indonesia. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Cahyono B (2003) Cabai rawit, Yogyakarta, Kanisius.
- Chopra VL (2005) Mutagenesis: Investigating the process and processing the outcome for crop improvement. *Current Science* 89:353-359
- Gaul H (1977) Mutagen effects in the first generation after seed treatment cytological effects in manual on mutation breeding. IAEA:91-95
- Girija M, Dhanavel D (2009) Mutagenic effectiveness and efficiency of gamma rays ethyl methane sulphonate and their combined treatments in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Global Journal of Molecular Sciences* 4:68-75
- Heyne K (1987) Tumbuhan berguna indonesia Jilid III. Yayasan Sarana Wana Jaya, Jakarta
- Hidayat EB, Sonchus L (1994) Dalam: Siernonsma JS, PiluekK (eds) Plant Resources of South East Asia No 8, Vegetables. PROSEA, Bogor Indonesia 13:260-262
- IAEA (1997) Manual on mutation breeding. Technical report series, No.119.

- ViennaInternasional Atomic Energy Agency.
- Imelda MP, DeswinaS, Hartati A, Estiati S, Atmowijoyo (2000) Chemical mutation by ethyl methane sulfonate (ems) for bunchy top virus resistance in banana. *Annales Bogorienses* 7:19-25
- Jabeen N, Mirza B (2002) Ethyl methane sulfonate enhances genetic variability in *Capsicum annum*. *Asian Journal of Plant Sciences* 1:425-428
- Jayakumar S, Selvaraj R (2003) Mutagenic effectiveness and efficiency of gamma rays and ethyl methane sulphonate in sunflower (*Helianthus annus L.*). *Madras Jurnal Agric* 90:574-576
- Pharmawati M, Defiani MR, Suada IK (2013) Ethyl methanesulfonate delayed germination and altered seedling morphology of *Capsicum annum L.* *Proceedings 4th International Conference on Biosciences and Biotechnology*
- Purwati RD, Budi US, Sudarsono (2007) Penggunaan asam fusarat dalam seleksi in vitro untuk resistensi terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense. *Jurnal Litri* 13:64-72
- Purwati RD, SudjindroKE, Sudarsono (2008) Keragaman genetika varian abaka yang diinduksi dengan ethyl methane sulphonate (EMS). *Jurnal Litri* 14:16-24
- Rukmana RH (2002) Usaha tani cabai rawit. Kanisius.Yogyakarta
- Semangun H (2000) Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Singh R, Kole CR (2005) Effect of mutagenic treatments with EMS on germination and some seedling parameters in mungbean. *Crop Res* 30:236-240
- Sudiono, Yasin N, Hendrastuti S, Hidayat P (2005) Penyebaran dan deteksi molekuler virus gemini penyebab penyakit kuning pada tanaman cabai di Sumatera. *Jurnal HPT Tropika* 5:113-721
- Syukur M, Sujiprihati S, Koswara J, Widodo (2009) Ketahanan terhadap antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum* pada beberapa genotipe cabai (*Capsicum annum L.*) dan korelasinya dengan kandungan kapsaicin dan peroksidase. *Jurnal Agron Indonesia* 37:233-239
- Van Harten AM (1998) Mutation breeding: theory and practical application. Cambridge University Press. New York
- Widiastuti A, Sobir, Suhartanto MR (2010) Analisis keragaman manggis (*Garcinia Mangostana*) diiradiasi dengan sinar gamma berdasarkan karakteristik morfologi dan anatomi. *Bioteknologi* 7:85-98
- Yanti Y (2007) Morphological variation planlet "Raja Sereh" banana treatments of ethyl methane sulphonate muthagen through *in vitro*. *The Third Asian Conference on Plant Pathology*. Yogyakarta