

Variabilitas Genotipe-Genotipe Mutan Krisan (*Dendranthema grandiflora* Tzvelv.) Generasi MV₅ Hasil Irradiasi Sinar Gamma

Dedeh Kurniasih¹, Dedi Ruswandi², Murdaningsih Haeruman Karmana² dan Warid Ali Qosim²

¹Balai Penelitian Tanaman Hias Jl. Raya Ciherang Segunung BO BOX 8 SDL Pacet Cianjur 43253

²Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21 Jatinangor 45363

*Alamat korespondensi : dekurniasih@yahoo.com

ABSTRACT

Variability of mutant genotypes chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelv.) fifth generations through gamma irradiation

Dendranthema grandiflorum Tzvelv. is a major floriculture in Indonesia, and it is one of the five most popular flowers in Indonesia. Chrysanthemum varieties in Indonesia is largely the introduced varieties. Chrysanthemum hybridization especially for decorative flower type in order to obtain superior varieties is relatively difficult, so the mutation breeding is one approach that can be taken to get the chrysanthemum varieties with different phenotypic performances with the that parent. The purpose of this study was to obtain information genetic and phenotypic variability characters observed on chrysanthemum irradiated with gamma ray. The experiment was conducted by an experimental method using a randomized block design (RBD). The treatments consisted of 37 mutants genotypes and 11 genotypes chrysanthemums parent as controls with two replications. The results of this study indicated that the genotypes tested had broad genetic and phenotypic variation for the plant height, flower diameter, number of flower and neck lengths.

Key words: Chrysanthemum mutants, Variability, Gamma ray irradiation.

ABSTRAK

Krisan merupakan komoditas tanaman hias utama di Indonesia dan paling banyak diminati masyarakat. Varietas-varietas krisan yang beredar di Indonesia sebagian besar merupakan varietas introduksi. Persilangan krisan khususnya untuk tipe bunga dekoratif dalam rangka memperoleh varietas unggul relatif sulit dilakukan, sehingga pemuliaan mutasi merupakan salah satu pendekatan yang dapat ditempuh untuk mendapatkan varietas krisan dengan penampilan fenotipik yang berbeda dengan induknya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi variabilitas genetik dan fenotipik karakter-karakter yang diamati pada tanaman krisan yang iradiasi dengan sinar gamma. Percobaan dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan terdiri atas 37 genotipe mutan krisan dan 11 genotipe tetua krisan sebagai kontrol dengan dua ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genotipe-genotipe yang diuji memiliki variabilitas yang luas untuk karakter tinggi tanaman, diameter bunga, jumlah kuntum dan panjang tangkai bunga.

Kata kunci: Mutan krisan, Variabilitas, Sinar gamma

PENDAHULUAN

Krisan merupakan salah satu komoditas tanaman hias yang banyak diminati masyarakat.

Produksi bunga potong krisan pada tahun 2015 menempati urutan pertama, yaitu sebanyak 480,418,350 tangkai dengan luas panen 11,114,707 m² (BPS, 2016), produksi dan luas panen

ini merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan jenis tanaman hias lainnya.

Varietas-varietas krisan yang beredar di Indonesia sebagian besar merupakan introduksi dari luar negeri, dan usaha perakitan varietas unggul di dalam negeri terus dilakukan. Varietas-varietas baru krisan diperoleh melalui pemuliaan tanaman, baik secara konvensional seperti melalui persilangan, maupun secara inkonvensional seperti mutasi irradiasi.

Persilangan krisan khususnya untuk tipe bunga dekoratif dalam rangka memperoleh varietas unggul relatif sulit dilakukan, karena umumnya tipe bunga dekoratif hanya memiliki sedikit bunga tabung dengan benangsari yang rudimenter, bahkan kadang-kadang tidak terbentuk benangsari. Disamping itu, sebagian besar krisan memiliki level ploidi dan heterozigositas yang tinggi serta terdapat *self* inkompatibilitas (Zalewska *et al.*, 2011). Menurut Wang *et al.* (2014) krisan secara alami sangat kompleks, yaitu spesies allohexaploid dengan jumlah kromosom rata-rata 54 dan memiliki latar belakang genetik yang sangat kompleks. Menurut Kumar *et al.* (2006) serta Palai & Rout (2011), sistem sporofitik *self* inkompatibilitas yang kuat memang diperlihatkan oleh semua anggota famili Asteraceae. Hal ini secara langsung dapat memperlambat proses perakitan kultivar baru.

Berkaitan dengan masalah di atas, metode pemuliaan mutasi merupakan salah satu pendekatan yang dapat ditempuh untuk mendapatkan genotipe baru dengan penampilan fenotipik yang berbeda dengan induknya. Menurut Miller (2005), teknik mutasi dapat dilakukan untuk meningkatkan variabilitas genetik dan memperoleh kultivar baru dalam waktu yang lebih singkat. Oleh karena itu, pada populasi yang diuji perlu diketahui variabilitas genetik maupun fenotipik karakter-karakter yang diamati agar proses seleksi lebih efektif dan efisien.

Irradiasi sinar gamma pada krisan sudah banyak dilakukan dan menghasilkan banyak varietas baru (Zalewska & Jerzy, 1996; Jerzy & Zalewska, 1997; Datta, 2001; Zalewska *et al.*, 2011). Menurut Rout *et al.* (2006) mutasi dapat digunakan untuk meningkatkan nilai tanaman, termasuk warna, ukuran dan bentuk bunga, serta kualitas produk. Datta (2001) menyebutkan bahwa 300 mutan krisan telah dilepas dengan berbagai warna dan bentuk. Varietas Suvarna dan Batik merupakan dua mutan krisan hasil irradiasi sinar gamma yang dilepas sebagai varietas unggul baru (Datta, 1988 *dalam* Datta *et al.*, 2005). Empat mutan dari varietas Sureha yang diberi perlakuan sinar gamma, langsung

diperdagangkan dalam industri florikultura (Banelji & Datta, 2006). Ahloowalia *et al.* (2004) mengemukakan bahwa mutasi telah digunakan sebagai alat utama dalam pemuliaan tanaman hias seperti alstromeria, begonia, krisan, anyelir, dahlia dan sreptocarpus.

Individu mutan yang dihasilkan dari mutasi buatan merupakan salah satu sumber keanekaragaman genetik. Hal ini ditegaskan oleh Dwimahyani & Widiarsih (2010) bahwa mutasi merupakan metode alternatif untuk meningkatkan keanekaragaman genetik. Genotipe-genotipe mutan tersebut dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan variabilitas genetik, sehingga akan mempermudah proses seleksi terhadap karakter-karakter yang diinginkan serta akan mendukung keberhasilan program pemuliaan.

Selain itu, hasil penelitian Maharani (2011) menunjukkan bahwa pada dosis 20 Gy dapat meningkatkan variabilitas untuk karakter bentuk, ukuran dan warna daun krisan. Maka, mutasi induksi berpeluang besar untuk meningkatkan variabilitas pada populasi mutan krisan yang diuji, sehingga karakter-karakter yang diamati memiliki variabilitas yang luas dan seleksi untuk memperoleh genotipe-genotipe yang berpenampilan baik akan lebih mudah dilakukan.

Karakter tinggi tanaman, jumlah bunga per tanaman, jumlah cabang dan perubahan warna bunga krisan terjadi melalui perlakuan radiasi sinar gamma pada dosis 2 krad (Qosim dkk., 2005). Irradiasi menggunakan sinar gamma dengan dosis 0,5 Gy pada *Chrysanthemum morifolium* Ramat cv. Lalima, menghasilkan mutan dengan perubahan bentuk pada petal, yang semula berbentuk *spoon* datar menjadi bentuk tabung (Misra *et al.*, 2003). Dengan demikian, mutasi telah menghasilkan perbedaan genotipe yang lebih baik, sehingga dari kajian ini diharapkan akan memperoleh genotipe krisan mutan yang berkualitas baik yaitu memiliki warna dan bentuk bunga yang menarik serta memiliki karakter-karakter lain yang baik sesuai dengan standar kualitas yang ditentukan dalam SNI-01-4478-1998.

Karakter yang *novelty* sangat bernilai tinggi pada tanaman hias, maka pemuliaan mutasi digunakan sebagai kunci pada pengembangan tanaman hias khususnya pada krisan (Kumar *et al.*, 2006). Oleh karena itu, populasi mutan krisan yang diuji, memiliki peluang yang besar untuk memperoleh kandidat varietas unggul baru yang memiliki karakter unik dan menarik serta berkualitas baik.

Tujuan penelitian adalah memperoleh informasi keragaman genetik dan fenotipik karakter yang diamati pada tanaman krisan yang diradiasi dengan sinar gamma. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah karakter-karakter yang diamati pada populasi yang diuji memiliki keragaman genetik dan fenotipik yang luas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di rumah plastik rumah sere kebun percobaan Balai Penelitian Tanaman Hias Cipanas mulai bulan Februari hingga Juli 2015. Bahan tanaman yang digunakan adalah 37 genotipe krisan potong generasi MV₅ hasil irradiasi sinar gamma dan 11 varietas komersial sebagai kontrol. Genotipe-genotipe yang digunakan disajikan pada Tabel 1. Setiap perlakuan terdiri dari delapan tanaman. Maka terdapat 96 satuan percobaan dan 784 tanaman.

Pupuk dasar diberikan sebelum tanam berupa NPK mutiara (15:15:15) dan pupuk urea dengan dosis 125 kg/ha. Pupuk daun diberikan satu kali seminggu dengan konsentrasi 2 g/l. Pengendalian hama dilakukan satu minggu sekali atau disesuaikan dengan tingkat serangan hama di lapangan dengan menggunakan pestisida.

Percobaan dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 48 perlakuan dengan dua ulangan. Analisis ragam disusun berdasarkan model linier menurut Gaspersz (1991). Keragaman genetik (σ^2_g) dan fenotipik (σ^2_f) serta kriteria keragaman ditentukan menurut Hallauer & Miranda (1995). Analisis data menggunakan *software Excel*. Pengamatan meliputi umur panen, tinggi tanaman, diameter batang, diameter bunga, jumlah kuntum bunga, panjang tangkai bunga, diameter piringan bunga, tebal daun dan vasselife.

Tabel 1. Genotipe-genotipe yang digunakan dalam penelitian.

No.	Genotipe	No.	Genotipe	No.	Genotipe	No.	Genotipe
1.	16.25.105	13.	9.25.322	25.	9.10.132	37.	18.20.112
2.	20.20.043	14.	10.0	26.	20.35.056	38.	18.25.079
3.	15.25.067	15.	7.0	27.	9.25.051	39.	9.35.162
4.	10.10.010	16.	20.10.025	28.	21.10.046	40.	9.25.075
5.	18.15.033	17.	18.15.021	29.	5.15.045	41.	1.15.017
6.	9.0	18.	13.0	30.	13.15.002	42.	15.0
7.	20.0	19.	1.25.087	31.	18.0	43.	7.10.096
8.	13.25.004	20.	20.25.067	32.	5.0	44.	1.0
9.	18.30.068	21.	15.15.172	33.	20.35.022	45.	18.20.089
10.	1.30.038	22.	21.0	34.	20.30.061	46.	20.15.113
11.	1.25.163	23.	15.20.176	35.	16.0	47.	1.25.072
12.	1.35.084	24.	18.10.082	36.	21.20.061	48.	16.35.086

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serangan penyakit karat putih yang ditemukna selama proses penelitian berlangsung dikendalikan secara intensif, agar penampilan fenotipik dari genotipe-genotipe mutan yang diuji benar-benar mencerminkan potensi genetiknya. Semua karakter morfologi yang diamati sangat berbeda nyata antar perlakuan, kecuali karakter tebal daun tidak berbeda nyata antar perlakuan. Disamping itu, karakter umur panen, diameter batang, diameter piringan bunga, tebal daun dan vasselife memiliki variabilitas yang sempit, sedangkan karakter tinggi tanaman, diameter bunga,

jumlah kuntum dan panjang tangkai bunga memiliki variabilitas yang luas. Data selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Karakter umur panen, diameter batang, diameter piringan bunga dan vasselife, sangat berbeda nyata antar perlakuan, tetapi memiliki variabilitas genetik dan variabilitas fenotipik yang sempit. Varians genetik (σ^2_g) terdiri atas tiga komponen yaitu varians aditif (σ^2_A), varians dominan (σ^2_D) dan varians epistasis (σ^2_N), sedangkan varians fenotipik (σ^2_f) terdiri atas empat komponen yaitu varians aditif (σ^2_A), varians dominan (σ^2_D), varians epistasis (σ^2_N) dan varians lingkungan (σ^2_E) (Mangoendidjojo, 2003).

Tabel 2. Hasil analisis ANOVA terhadap karakter morfologi yang diamati, nilai varians, standar deviasi varians dan kriteria variabilitas.

No.	Peubah	F _{hitung}	CV	σ_g^2	$\sigma\sigma_g$	K ₁	σ_f^2	$\sigma\sigma_f$	K ₂
1.	Umur panen	42,889**	0,271	1,5963	2,528	S	1,673	2,587	S
2.	Tinggi tanaman	46,979**	2,404	172,988	26,305	L	180,512	26,871	L
3.	Diameter batang	3,222**	8,678	0,3494	1,183	S	0,664	1,630	S
4.	Diameter bunga	23,326**	9,887	8,6660	5,888	L	9,442	6,146	L
5.	Jumlah kuntum	283,503**	5,478	40,7474	12,767	L	41,036	12,812	L
6.	Panjang tangkai bunga	32,599**	5,899	5,7589	4,799	L	6,123	4,949	L
7.	Diameter piringan bunga	97,131**	11,677	0,5175	1,439	S	0,719	1,454	S
8.	Tebal daun	0,931 ^{ns}	13,472	0,0002	0,030	S	0,007	0,162	S
9.	Vaselife	8,610**	6,952	2,8511	3,377	S	3,600	3,795	S

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata berdasarkan uji F.

ns Tidak berbeda nyata berdasarkan uji F.

F_(0.05/0.01;48) : 1,616 :1,972.

σ_g^2 = Varians genetik

σ_f^2 = Varians fenotipik

L = Luas

S = Sempit

$\sigma\sigma_g$ = Standar deviasi varians genetik

$\sigma\sigma_f$ = Standar deviasi varians fenotipik

K₁ = Kriteria variabilitas genetik

K₂ = Kriteria variabilitas fenotipik

CV = Koefisien variasi

Kriteria variabilitas genetik luas, apabila nilai keragaman genetik lebih besar dari 2 kali standar deviasi genetik ($\sigma\sigma_g$).

Kriteria variabilitas fenotipik luas, apabila nilai keragaman fenotipik lebih besar dari 2 kali standar deviasi fenotipik ($\sigma\sigma_f$).

Varians aditif (σ^2_A) merupakan varians yang diturunkan dari tetua ke filialnya, sementara varians dominan (σ^2_D), dan varians epistasis (σ^2_N) tidak bisa ditentukan besarnya karena tidak diketahui sejauh mana nilai pergeseran alel-alel karakter yang diamati pada genotipe-genotipe yang diuji. Dengan demikian, varians genetik (σ^2_g) pada Tabel 2 belum terpartisi ke dalam varians aditif (σ^2_A), varians dominan (σ^2_D), varians epistasis (σ^2_N), sehingga nilainya relatif kecil dibandingkan dengan dua kali standar deviasinya. Variabilitas yang sempit menunjukkan bahwa genotipe-genotipe yang diuji memiliki kondisi genetik yang hampir sama (Allard, 1960), sehingga memiliki penampilan fenotipik yang relatif seragam. Dengan demikian variasi genetik pada karakter-karakter yang diamati juga rendah.

Variabilitas genetik yang sempit tidak memberi peluang yang baik untuk melakukan seleksi terhadap karakter tersebut. Sehingga seleksi pada karakter-karakter tersebut sulit dilakukan dan memiliki peluang untuk memperoleh genotipe yang baik untuk karakter-karakter di atas relatif kecil. Variabilitas genetik yang sempit disebabkan oleh latar belakang genetik tetua untuk karakter-karakter yang diamati relatif sama dan perlakuan irradiasi tidak memberi pengaruh yang cukup besar terhadap perubahan karakter tersebut.

Karakter tinggi tanaman, diameter bunga, jumlah kuntum dan panjang tangkai bunga memiliki variabilitas genetik dan variabilitas fenotipik yang luas. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe-genotipe yang diuji memiliki keadaan genetik yang beragam untuk karakter-karakter yang diamati. Sehingga variasi penampilan fenotipik untuk karakter-karakter di atas, mencerminkan variasi genetiknya. Hasil penelitian di atas sejalan dengan hasil penelitian Qosim dkk. (2005) yang menunjukkan bahwa, variabilitas genetik yang luas diperoleh dari mutan krisan pot pada beberapa karakter, sehingga seleksi akan lebih efektif dan berpeluang besar memperoleh genotipe berpenampilan fenotipik yang menarik.

Karakter-karakter yang memiliki keragaman yang luas menunjukkan latar belakang genetik genotipe-genotipe yang diuji cukup beragam, sehingga akan memberi peluang yang lebih besar untuk melakukan seleksi dalam rangka memperoleh varietas unggul (Darliah *et al.*, 2001), maka seleksi akan lebih efektif dan berpeluang besar memperoleh genotipe berpenampilan fenotipik yang menarik (Qosim dkk., 2005).

Dengan demikian seleksi pada karakter-karakter yang memiliki variabilitas luas akan lebih mudah dilakukan dan memberikan peluang yang besar untuk memperoleh genotipe-genotipe unggul.

Hal ini sejalan dengan pendapat Fehr (1987) bahwa variabilitas genetik yang luas memungkinkan diperolehnya karakter-karakter unggul atau karakter-karakter yang dikehendaki, sehingga variabilitas merupakan faktor penting dalam pengembangan genotipe baru.

Tinggi tanaman genotipe-genotipe yang diuji berkisar antara 89,4169-139,4002 cm, kisaran ini cukup besar dan memiliki variabilitas yang luas, sehingga seleksi terhadap karakter tinggi tanaman dapat dilakukan dengan lebih mudah. Populasi tanaman yang diuji berasal dari 11 varietas komersial yang berbeda, sehingga memiliki latar belakang genetik yang relatif berbeda. Maka latar belakang genetik yang berbeda ini menyebabkan variabilitas yang luas pada karakter yang diamati.

Genotipe-genotipe yang diuji terdiri dari tanaman krisan tipe spray dan krisan tipe standar. Krisan tipe spray memiliki diameter bunga yang relatif lebih kecil dibandingkan krisan tipe standar, sehingga diperoleh bunga dengan diameter yang cukup beragam yaitu antara 5,915-14,034 cm. Oleh karena itu, keragaman yang luas pada karakter diameter bunga disebabkan oleh latar belakang genetik yang berbeda pada populasi yang diamati. Keragaman yang luas dapat memudahkan seleksi terhadap karakter diameter bunga. Namun pada kasus populasi yang diuji, sebaiknya seleksi dilakukan pada populasi tanaman dengan bentuk bunga yang sama.

Genotipe-genotipe yang diuji memiliki diameter bunga yang cukup besar, yaitu berkisar antara 5,9915-8,0015 cm untuk bunga tipe spray dan antara 10,4785-14,0335 cm untuk bunga tipe standar, kisaran ini juga sudah memenuhi standar mutu yang ditentukan. Bunga krisan tipe standar dengan diameter bunga yang besar lebih disukai konsumen, karena akan memberikan penampilan yang lebih bagus dan terkesan penuh dalam suatu rangkaian bunga.

Genotipe 9.35.162, 1.35.084, 1.25.087, 9.25.075, 1.30.038, 1.25.163, 13.15.002, 13.25.004, 13.0, 9.25.322, 9.25.051, 1.25.072, 9.10.132, 1.15.017, 1.0 dan genotipe 9.0, merupakan krisan tipe standar yang memiliki diameter bunga besar. Genotipe-genotipe lainnya merupakan krisan tipe spray dengan diameter bunga yang relatif kecil.

Krisan terbagi dalam dua tipe bunga berdasarkan jumlah kuntum bunga dalam satu tangkai yaitu tipe standar dan tipe spray. Genotipe-genotipe yang diuji memiliki jumlah kuntum berkisar antara 10,763-16,711 kuntum untuk krisan

tipe spray. Jumlah tersebut telah sesuai dengan standar kualitas SNI yaitu lebih dari enam kuntum.

Karakter panjang tangkai bunga tidak termasuk dalam standar kualitas yang ditentukan, namun karakter ini sangat menunjang penampilan bunga secara keseluruhan. Bunga yang memiliki tangkai panjang penampilannya lebih baik daripada bunga bertangkai pendek, sehingga krisan dengan tangkai bunga yang lebih panjang akan lebih disukai. Variabilitas genetik dan fenotipik yang luas pada karakter panjang tangkai bunga, memberi peluang yang besar untuk melakukan seleksi untuk karakter tersebut dalam rangka mendapatkan varietas unggul baru yang lebih baik dari induknya.

KESIMPULAN

Genotipe-genotipe yang diuji memiliki keragaman yang luas baik secara genetik maupun fenotipik untuk karakter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Badan Litbang Pertanian, Puslitbang Hortikultura, dan Balai Penelitian Tanaman Hias yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk mengikuti tugas belajar. Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Dr. Lia Sajaya, Yiyin Nasihin, SP., Teh Siti, Teh Rinrin, Kang Gunawan dan Kang Herli, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya, serta kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian dan pelaporan ini.

PUSTAKA

- Ahloowalia, BS, M Maluszynski and K Nichterlein. 2004. Global impact of mutation-derived varieties. *Euphyca* 135(2):187-204.
- Allard RW. 1960. *Principle of Plant Breeding*. John Wiley and Sons, New York.
- Banelji, BK, and SK Datta. 2006. Induction and analysis of induced somatic mutation in chrysanthemum cultivar 'Surekha'. *Bharatiya Vaigyanikevam Audyogik Anusandhan Patrika (BVAAP) Vol.14, NISCAIR-CSIR, India.*
- Boyd, LA, and PN Minchin. 2001. Wheat mutants showing altered adult plant disease resistance. *Euphytica* 122:361-368.

- Biro Pusat Statistik. 2016. Luas panen, produksi dan produktivitas tanaman krisan, 2014-2015. www.bps.go.id.
- Broertjes, C and Van Harten. 1988. Applied Mutation Breeding For Vegetatively Propagated Crops. Elsevier. p. 345.
- Darlah, I Suprihatin, DP de Vries, W Handayani, T Herawati dan T Sutater. Variabilitas genetik, heritabilitas dan penampilan fenotipik 18 klon mawar di Cipanas. J. Hort 11 (3) : 148-154.
- Datta, SK. 2001. Mutation studies on garden chrysanthemum. Sci. Hort. 7 :159-199.
- Datta, SK, P Misra and AKA Mandal. 2005. In vitro mutagenesis-a quick method for establishment of solid mutant in chrysanthemum. Current Science 88(1): 155-158.
- Faizah R, S Sujiprihati, M Syukur, dan SH Hidayat. 2011. Mekanisme ketahanan struktural terhadap *Begomovirus* penyebab penyakit keriting kuning (*Pepper yellow leaf curl virus*). dalam: Prosiding Seminar Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia; 2011 Des 9-10; Padang (ID): Peripi Komda Sumatera dan Fakultas Pertanian Universitas Andalas. hlm 223-230.
- Fehr RK. 1987. Principle of Cultivar Development. MacMillan Publ., New York.
- Gaspersz, V. 1991. Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan. Tarsito. Bandung.
- Hallauer, AR, and JB Miranda. 1988. Quantitative Genetic in Maize Breeding. Ed ke-4. Iowa State Univ. Press/Ames.
- Jerzy, M, and M Zalewska. 1997. Polish cultivar of *Dendranthema grandiflora* Tzvelev and *Gerbera jamesonii* Bolus bred in vitro by induced mutations. Mutat Breed Newsl. 42:19.
- Kumar, SKV Prasad and ML Choudhary. 2006. Detection of genetic variability among chrysanthemum radiomutants using RAPD markers. Current science, vol. 90, no. 8.
- Maharani S. 2011. Induksi variabilitas dua varietas krisan (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) dengan iradiasi sinar gamma secara *in vitro*. Departemen Agronomi Dan Hortikultura Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. *Skripsi*.
- Maluszynski, M, BS Ahloowalia and B. Sigurbjornsson, 2004. Application of in vivo and in vitro mutation techniques for crop improvement. Euphytica 85(1-3):303-315.
- Hallauer, AR and JB Miranda. 1988. Quantitative Genetic in Maize Breeding. Ed ke-4. Iowa State Univ. Press/Ames.
- Mangoendidjojo W. 2003. Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman. Kanisius. Yogyakarta. 194 hal.
- Miler, N. 2005. Why is mutation breeding still attractive for breeding of chrysanthemum? Biotechnologia. 69, 196-205.
- Misra, P, SK Datta and D Chakraborty. 2003. Mutation in flower colour and shape of *Chrysanthemum morifolium* induced by γ -radiation. Biologica Plantarum 47(1):153-156.
- Palai, SK, and GR Rout. 2011. Characterization of new variety of *chrysanthemum* by using ISSR markers. Horticulture Bras. vol.29 no.4 Brasilia.
- Qosim, WA, M Rachmadi, Hersanti dan A Suwanti. 2005. Korelasi antara karakter kerapatan trikoma dan stoma dengan ketahanan penyakit karat pada beberapa kultivar krisan. Zuriat, Vol. 16, No. 1, 52.
- Rout, GR, A Mohapatra and SM Jain. 2006. Tissue culture of ornamental pot plant: A critical review on present scenario and future prospects. Research review paper. Biotechnology Advances 24 (2006) 531-560.
- Schum, A, and W Preil. 1998. Induced Mutations in Ornamental Plants. Somaclonal and Induced Mutations in Crop improvement. Kluwer. Ac. Pub., Dordrecht. 333-366.
- Singh, RK and BD Chaudhary. 1979. Biometrical Methods In Quantitative Genetic Analysis. Kalyanai Publ. New Delhi.
- Wang, F, FJ Zhang, FD Chen, WM Fang and NJ Teng. 2014. Identification of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) self-incompatibility. Hindawi Publishing Corporation. Scientific World Journal. Article ID 625658, 9 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/625658>
- Zalewska, M, and M Jerzy. 1996. Mutation spectrum in *Dendranthema grandiflora* Tzvelev after in vivo and in vitro regeneration on plants from irradiated leaves. ISHS Acta Horticulturae 447: III International Symposium In Vitro Culture and Horticultural Breeding. Abstract.
- Zalewska, M, A Tymoszuk and N Miler. 2011. New chrysanthemum cultivars as a result of *in vitro* mutagenesis with the application of different explant types. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 10(2):109-123.