

Pengaruh Iradiasi Gamma pada Karakter Kuantitatif dan Kualitatif Kantong Semar (*Nepenthes ampullaria* Jack.)

Effect of Gamma Irradiation in Pitcher Plant (Nepenthes ampullaria Jack.) Quantitative and Qualitative Traits

Y. Isnaini^{1*}, Y. Novitasari¹, I. Martiansyah¹, S. Widiarsih²

¹Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan
Indonesia, Jl. Ir. H. Juanda No.13, Kota Bogor 16122, Indonesia

²Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Jl. Lebak Bulus Raya No.
49, Jakarta Selatan 12440, Indonesia

*E-mail: yupinurfauzi@gmail.com

ABSTRAK

Kantong semar (*Nepenthes*) merupakan tanaman yang potensial dikembangkan sebagai tanaman hias. Peningkatan keragaman genetik diperlukan dalam pengembangan tanaman ini, salah satunya dengan menggunakan iradiasi gamma. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis iradiasi gamma terhadap pertumbuhan kantong semar (*Nepenthes ampullaria*). Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu dosis iradiasi (0 (kontrol), 15, 30, 45, 60, 75, dan 90 Gy) dan diulang sebanyak tiga ulangan. Bahan tanaman yang digunakan adalah planlet *N. ampullaria* yang berumur 10 bulan lalu diaklimatisasi pada botol kultur dengan media sphagnum moss dan disimpan pada ruang kultur. Planlet *N. ampullaria* yang telah diiradiasi kemudian dipindahkan pada botol kultur baru yang telah diisi sphagnum moss kemudian disimpan di ruang kultur dan diamati pertumbuhannya. Berdasarkan hasil pengamatan selama 12 minggu setelah perlakuan, belum didapatkan LD50 pada penelitian ini. Karakter kuantitatif yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah kantong mengalami penurunan akibat peningkatan dosis iradiasi dibandingkan dengan kontrol. Semakin tinggi dosis iradiasi, pertumbuhan *N. ampullaria* semakin terhambat. Selain itu, pada dosis 30 Gy sebagian besar pucuk mengalami nekrosis (menguning) dan lama-kelamaan menjadi coklat. Variasi tanaman paling banyak ditemukan pada dosis 15 Gy yaitu variasi pada bentuk daun dan kantong. Daun yang terbentuk hanya dari tulang daun tanpa helaian daun dan terbentuk kantong pada ujung tulang daun. Selain itu, didapatkan helaian daun yang bergelombang dan terbentuknya bagian penutup kantong (*lid*) pada ujung daun.

Kata kunci : Kantong semar, karakter kualitatif, mutasi induksi, variasi genetik

ABSTRACT

Pitcher plant (*Nepenthes*) is one of the potential plants that can be developed as ornamental plants. Thus, increasing genetic diversity is needed to improve the plant, one of them uses gamma irradiation. This research aims to study the effect of gamma irradiation dose on the growth of pitcher plant (*Nepenthes ampullaria*). The experiment used a completely randomized design (CRD) of one factor with the irradiation doses, namely 0 (control), 15, 30, 45, 60, 75, and 90 Gy and were repeated three times. The ten month old plantlets of *N. ampullaria* was used as plant material, then acclimatized in a culture bottle with sphagnum moss media and stored in the culture room. The irradiated *N. ampullaria* plantlet was then transferred to a new culture bottle, which has been filled with sphagnum moss and then stored in the culture room and observed for the growth. Based on observation for 12 weeks after treatment, LD50 has not been obtained in this research. Quantitative characters observed such as plant height, number of leaves, and the number of pitchers decreased due to the increase of irradiation dose compared to controls. The higher the irradiation dose, the growth of *N. ampullaria* becomes more inhibited. Besides, at a 30 Gy dose, most shoots experience necrosis (yellowing) and eventually become browning. Morphological variations are most often found at a dose of 15 Gy, namely variations in the shape of leaves and pitchers. Leaves are formed only from midrib without leaf blades, and the pitchers are formed at the apex of the leaf. Moreover, in this research, wavy leaves and the lid's formation at the apex are found.

Keywords : Pitcher plant, qualitative character, induced mutation and genetic variety

PENDAHULUAN

Kantong semar (*Nepenthes*) merupakan satu-satunya marga dari suku Nepenthaceae yang memiliki jumlah spesies paling banyak untuk tumbuhan karnivora [1], [2]. Selain itu, corak, bentuk, dan warna kantongnya yang beragam membuat tanaman ini potensial dikembangkan sebagai tanaman hias. Dari 8 jenis kantong semar yang telah diperbanyak secara *in vitro* di Laboratorium Kultur Jaringan Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - LIPI, *N. ampullaria* merupakan jenis yang paling diminati oleh masyarakat dengan jumlah botol terjual tertinggi dibandingkan jenis kantong semar lainnya [3].

Maraknya perambahan kantong semar di alam dan kerusakan hutan akibat kebakaran membuat pengembangan teknik budidaya dan peningkatan keragaman genetik kantong semar menjadi penting dilakukan untuk melindungi jenis-jenis kantong semar yang endemik maupun terancam punah di habitat alaminya [4],[5].

Mutasi induksi merupakan salah satu teknik yang umum digunakan dalam kegiatan pemuliaan tanaman untuk meningkatkan keragaman genetik, terutama untuk mendapatkan karakter baru yang belum ditemui di alam sebelumnya. Mutasi induksi dapat dilakukan baik secara fisik maupun kimia [6], [7]. Beberapa penelitian sudah menggunakan mutasi induksi baik secara fisik menggunakan iradiasi gamma maupun secara kimia menggunakan EMS dan kolkisin untuk meningkatkan keragaman genetik pada tanaman hias dan tanaman pangan, di antaranya pada angrek [8], [9], [10], celosia [11], krisan [12], gerbera [13], kacang tunggak [14], dan *Gymnostachyum* [15].

Usaha peningkatan keragaman genetik pada beberapa jenis kantong semar sudah dilakukan baik menggunakan iradiasi gamma maupun kolkisin [16], [17], [18], [19]. Namun, penelitian mutasi induksi pada kantong semar masih sangat terbatas jumlahnya sehingga diperlukan penelitian-penelitian mutasi induksi untuk mengetahui dosis iradiasi gamma optimal dalam peningkatan keragaman genetik pada beberapa jenis kantong semar. Penelitian pendahuluan untuk menaksir kisaran dosis iradiasi gamma optimal telah dilakukan pada dua varian *N. ampullaria* secara *in vitro* [20]. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui kisaran dosis iradiasi optimal pada kantong semar

secara *in vivo*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dosis iradiasi gamma terhadap pertumbuhan kantong semar (*N. ampullaria*).

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni hingga Oktober 2019. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan dan *Green House* Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional.

Bahan tanaman

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Nepenthes ampullaria* (nam riau) hasil kultur jaringan (planlet) pada media tanam *sphagnum moss* di dalam botol kultur. Satu botol kultur berisi tiga planlet *N. ampullaria*.

Perlakuan iradiasi gamma

Planlet *N. ampullaria* dalam botol kultur diradiasi menggunakan Gamma Cell 220. Aplikasi dilakukan dengan tujuh taraf dosis yaitu 0 (kontrol), 15, 30, 45, 60, 75 dan 90 Gy dengan 3 ulangan, sehingga jumlah total botol kultur yang diiradiasi sebanyak 21 botol.

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu dosis iradiasi. Dosis iradiasi diberikan dalam 7 taraf. Setiap dosis terdiri dari 3 ulangan dengan 3 planlet pada setiap ulangannya, sehingga terdapat 9 planlet per perlakuan.

Penanaman dan Pemeliharaan

Planlet *N. ampullaria* yang telah diradiasi dipindahkan ke botol kultur baru dengan media tanam yang sama. Botol-botol kultur yang telah berisi planlet kemudian disimpan pada rak di ruang kultur yang bersuhu $\pm 25^{\circ}\text{C}$ dengan penyinaran lampu terus-menerus. Pemeliharaan dilakukan selama 12 minggu pengamatan dengan memperhatikan pertumbuhan planlet dan keadaan media.

Parameter pengamatan

Pengamatan kuantitatif dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan selama 12 minggu. Peubah yang diamati meliputi persentase planlet hidup (%), pertambahan tinggi planlet (cm), pertambahan jumlah daun dan pertambahan

jumlah kantong. Pengamatan kualitatif dilakukan dengan mengamati keragaan morfologi pada planlet secara visual untuk setiap taraf dosis. Karakter yang diamati terdiri dari perubahan warna daun, bentuk daun, warna kantong dan bentuk kantong.

Analisis data

Data diolah dan dianalisis menggunakan program XL-STAT dari Microsoft Excel. Analisis statistika yang digunakan adalah uji ANOVA pada taraf kepercayaan 99% ($\alpha = 0,01$) dan uji lanjut Student Newman-Keuls.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter kuantitatif

Berdasarkan pengamatan selama 12 minggu setelah perlakuan iradiasi, semua planlet yang diberikan perlakuan dosis iradiasi tidak mengalami kematian sehingga LD₅₀ pada planlet *N. ampullaria* tidak dapat ditaksir. Penelitian ini menunjukkan bahwa LD₅₀ pada jenis yang sama yaitu *N. ampullaria* pada umur tanaman yang berbeda akan menghasilkan LD₅₀ dan tingkat sensitivitas terhadap dosis iradiasi yang berbeda. Penelitian pendahuluan mutasi induksi yang dilakukan oleh Isnaini & Novitasari menggunakan kultur *in vitro* pada dua varian *N. ampullaria* menunjukkan bahwa LD₅₀ pada varian nam berkisar pada 31,013 Gy dan pada varian nam riau LD₅₀ ditaksir pada 41,570 Gy [20]. Selain LD₅₀, ada juga pemakaian parameter lain seperti GR₅₀ (Growth Reduction), atau berkurangnya laju pertumbuhan sebanyak 50 % dibandingkan kontrol. Pada beberapa penelitian disarankan untuk memperhitungkan keduanya dalam penentuan dosis optimal iradiasi [6].

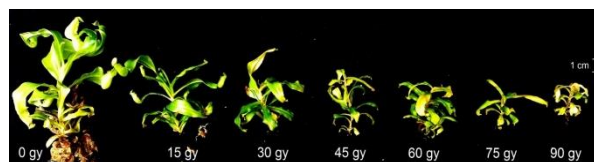
Hasil penelitian iradiasi gamma pada planlet *N. ampullaria* memperlihatkan pertumbuhan dan perkembangan yang berbeda untuk setiap dosis iradiasi yang diberikan. Secara umum, semakin tinggi dosis iradiasi yang diberikan maka pertumbuhan tinggi tanaman, penambahan jumlah daun, dan penambahan jumlah kantong semakin menurun (Tabel 1). Terhambatnya pertumbuhan kantong semar terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 yang memperlihatkan pengaruh peningkatan dosis iradiasi terhadap peubah tinggi tanaman dan jumlah daun.

Tabel 1. Pengaruh dosis iradiasi gamma terhadap pertumbuhan *N. ampullaria* pada 12 MSP

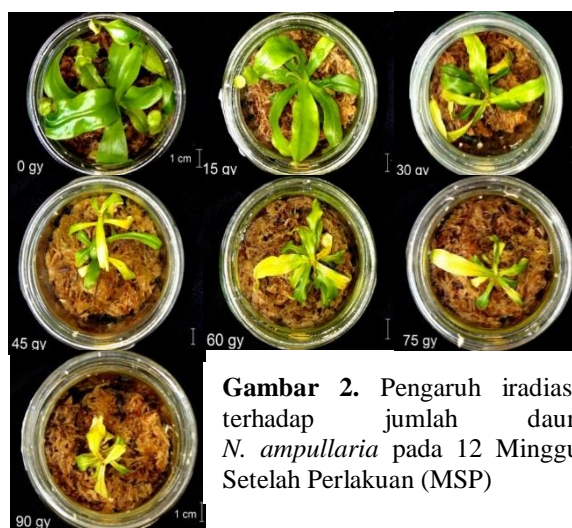
Dosis Iradiasi (Gy)	Rerata Pertumbuhan <i>Nepenthes</i>		
	Tinggi (cm)	Jumlah Daun	Jumlah Kantong
0	2.12 ^c	14.67 ^b	8.44 ^b
15	1.33 ^b	10.56 ^{ab}	7.22 ^b
30	0.56 ^a	7.00 ^{ab}	1.22 ^a
45	0.31 ^a	5.56^a	1.11 ^a
60	0.46 ^a	5.89 ^{ab}	1.44 ^a
75	0.56 ^a	6.00 ^{ab}	0.44 ^a
90	0.28^a	7.33 ^{ab}	0.11^a

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada perlakuan dan peubah yang sama tidak berbedanya pada uji student Newman-Keuls taraf 1%.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian mutasi induksi. Pada kecambah kedelai bahwa semakin tinggi dosis iradiasi maka bobot kering kecambah semakin rendah. Hal ini dikarenakan iradiasi sinar gamma menyebabkan proses metabolisme terhambat sehingga tinggi kecambah dan bobot kering kecambah menurun yang menyebabkan rendahnya viabilitas benih [21].



Gambar 1. Penampilan tinggi planlet *Nepenthes ampullaria* pada 12 Minggu setelah perlakuan (MSP) radiasi dengan berbagai dosis



Gambar 2. Pengaruh iradiasi terhadap jumlah daun *N. ampullaria* pada 12 Minggu Setelah Perlakuan (MSP)

Selain itu, peningkatan dosis iradiasi gamma juga dapat menghambat pembelahan sel sehingga menyebabkan penurunan berat kalus pada penelitian mutasi induksi menggunakan iradiasi gamma pada jeruk keprok garut [22]. Penelitian pendahuluan mutasi induksi secara *in vitro* pada dua varian *N. ampullaria* juga menyebutkan bahwa semakin tinggi dosis iradiasi dapat menurunkan tinggi tanaman dan jumlah akar [20].

Karakter kualitatif

Berdasarkan pengamatan untuk karakter kualitatif, dosis iradiasi di atas 30 Gy menyebabkan sebagian besar ujung pucuk tanaman mengalami nekrosis (menguning) hingga sel-selnya mati (mencokelat). Hal ini diduga disebabkan pucuk merupakan bagian tanaman yang paling muda sehingga sel-selnya belum terdiferensiasi sempurna dengan dinding sel yang tipis sehingga tidak mampu menahan proses iradiasi (Gambar 3).

Perubahan warna akibat perlakuan dosis iradiasi juga terjadi pada penelitian mutasi induksi. Pada jeruk keprok garut yang menggunakan eksplan kalus. Hasil penelitian tersebut menyebutkan peningkatan dosis iradiasi menyebabkan kerusakan fisiologis pada kalus seperti terjadinya perubahan warna kalus dari putih menjadi kecoklatan dan terhambatnya pembelahan sel dan proliferasi sel. Perubahan warna dan terhambatnya proliferasi sel menunjukkan tingkat sensitivitas tanaman terhadap dosis iradiasi gamma yang diberikan [22].



Gambar 3. Bagian pucuk yang mati, menguning atau mencoklat pada dosis a. 30 Gy b. 45 Gy c. 60 Gy d. 90 Gy pada minggu ke-12 setelah perlakuan

Pada dosis 15 Gy terbentuk beberapa variasi dari pertumbuhan planlet *N. ampullaria*. Variasi yang terlihat antara lain terbentuknya tulang daun tanpa helaian daun dan di ujungnya langsung muncul kantong atau pada ujung daun hanya terbentuk bagian penutup/*lid* (Gambar 4).

Iradiasi gamma dapat menyebabkan

perubahan fenotip yang dapat dilihat dengan adanya perubahan pada morfologi tanaman. Perubahan fenotip tersebut bisa mengarah pada perubahan positif seperti bentuk bunga, daun, dan warna bunga maupun perubahan - sehingga menghasilkan keragaman tanaman yang unik. Dosis iradiasi gamma yang tinggi menyebabkan proses fisiologis tanaman terganggu sehingga terjadi rusaknya sel meristem. Hal ini menyebabkan tanaman yang diiradiasi menghasilkan keragaman yang unik karena mutasi bersifat acak [23]. Perlakuan iradiasi gamma menyebabkan perubahan warna, corak, dan bentuk tepi petal bunga pada anyelir [24]. Selain itu, iradiasi gamma menghasilkan keragaman fenotipik pada dua varietas krisan *in vitro*. Dosis iradiasi gamma 20 Gy meningkatkan keragaman bentuk, ukuran dan warna daun krisan. Mutan yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu daun kecil dan tidak bergerigi, perubahan warna batang menjadi kemerahan, kerdil, membentuk roset, dan menghasilkan daun variegata [12].



Gambar 4. Variasi pada *N. ampullaria* pada dosis 15 Gy setelah perlakuan iradiasi pada minggu ke-12: a-b. terbentuknya kantong di ujung bagian tulang daun, c-e. daun dan kantong menjadi keriting, f-g. pada ujung daun hanya terbentuk bagian tutup /*lid* kantong

KESIMPULAN

Iradiasi gamma dengan variasi dosis yang diberikan pada planlet *Nepenthes ampullaria* memperlihatkan adanya perbedaan yang signifikan baik pengamatan kuantitatif maupun kualitatif. Secara umum, dosis iradiasi yang digunakan dalam percobaan ini belum menimbulkan kematian planlet sampai 12 minggu setelah radiasi, sehingga LD₅₀ belum dicapai. Pertambahan tinggi planlet dan pertambahan jumlah kantong semakin menurun dengan semakin tingginya dosis yang diberikan.

Sedangkan pertambahan jumlah daun terendah diperoleh pada perlakuan dosis 45 Gy. Pada dosis iradiasi lebih dari 30 Gy, sebagian besar planlet pucuk daunnya berubah warna menjadi kuning hingga mencokelat. Variasi bentuk daun dan bentuk kantong ditunjukkan pada dosis iradiasi 15 Gy. Daun yang tumbuh hanya terbentuk dari tulang daun tanpa helaian daun dan pada ujung tulang daun terbentuk kantong. Selain itu, terdapat beberapa daun dengan helaian daun bergelombang berbeda dengan daun yang lain. Adapun variasi lain terlihat dari hanya terbentuknya bagian penutup kantong pada ujung daun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Program Sinergi Pusat Unggulan IPTEK (PUI) antara Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2KTKR – LIPI) dan Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi – Badan Tenaga Nuklir Nasional (PAIR - Batan). Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf Laboratorium Kultur Jaringan P2KTKR – LIPI dan staf teknis PAIR – Batan yang telah membantu jalannya penelitian ini sehingga berjalan lancar. Semua penulis dalam artikel ini berperan sebagai kontributor utama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Cheek and M. Jebb, *Flora Malesiana Series I - Seed Plants Vol.15: Nepenthaceae*. Leiden, The Netherlands: the Nationaal Herbarium Nederland, 2001.
- [2] J. A. Moran and C. M. Clarke, “The carnivorous syndrome in *Nepenthes* pitcher plants: Current state of knowledge and potential future directions”, *Plant Signal. Behav.*, vol. 5, no. 6, pp. 644-648, 2010.
- [3] Y. Isnaini, “Diseminasi hasil penelitian dan pengembangan tanaman anggrek dan kantong semar di Kebun Raya Bogor Dissemination of orchids and pitcher plant research and development in Bogor Botanic Gardens”, *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, vol. 1, no. 8, pp. 1884-1889, 2015.
- [4] M. Mansur, “Keanekaragaman jenis *Nepenthes* kantong semar dataran rendah di Kalimantan Tengah”, *Ber. Biol.*, vol. 8, no. 5, pp. 335-341, 2007.
- [5] M. Mansur, “Tinjauan tentang *Nepenthes* (Nepenthaceae) di Indonesia”, *Ber. Biol.*, vol. 12, no. 1, pp. 1-7, 2013.
- [6] C. Broertjes and A. M. van Harten, “*Development in Crops Science 12: Applied Mutation Breeding for Vegetatively Propagated Crops*”, vol. 12, Amsterdam: Elsevier B.V., 1988.
- [7] S. Soedjono, “Aplikasi mutasi induksi dan variasi somaklonal dalam pemuliaan tanaman”, *J. Litbang Pertan.*, vol. 22, no. 2, pp. 70-78, 2003.
- [8] S. Hartati, A. Yunus, and F. Nugroho, “Keragaan anggrek persilangan *Vanda celebica* x *Vanda dearei* hasil iradiasi sinar gamma”, *Agrotechnology Res. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 7-12, 2017.
- [9] N. Kerdsuwan and S. Te-chato, “Effects of colchicine on survival rate, morphological, physiological and cytological characters of chang daeng orchid (*Rhynchostylis gigantea* var. *rubrum* Sagarik) in vitro”, vol. 8, no. 4, pp. 1451-1460, 2012.
- [10] S. Sarathum, M. Hegele, S. Tantivivat, and M. Nanakorn, “Effect of concentration and duration of colchicine treatment on polyploidy induction in *Dendrobium scabrilingue* L.”, *Eur. J. Hort. Sci.*, vol. 75, no. 3, pp. 123-127, 2010.
- [11] D. Hayati, S. I. Aisyah, and Krisantini, “Radiosensitivity levels of in vitro cultured *Celosia cristata* planlets by γ - Ray Irradiation”, *J. Trop. Crop Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 61-65, 2016.
- [12] S. Maharani and N. Khumaida, “Induksi keragaman dan karakterisasi dua varietas krisan (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) dengan iradiasi sinar gamma secara in vitro”, *J. Hortik. Indoensia*, vol. 4, no. 1, pp. 34-43, 2013.
- [13] N. A. Hasbullah, R. M. Taha, A. Saleh, and N. Mahmud, “Irradiation effect on in vitro organogenesis, callus growth and plantlet development of *Gerbera jamesonii*”, *Hortic. Bras.*, vol. 30, no. 2, pp. 252-257, 2012.

- [14] V. L. Walp, M. Giriya, D. Dhanavel, and S. Gnanamurthy, "gamma rays and ems induced flower color and seed mutants in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) ", *Adv. Appl. Sci. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 134-139, 2013.
- [15] T. T. Khaing, A. L. T. Perera, V. A. Sumanasinghe, and D. S. A. Wijesundara", "Improvement of *Gymnostachyum* species by induced mutation," *Trop. Agric. Res.*, vol. 19, pp. 265-272, 2007.
- [16] S. W. Fong, "In vitro induction of polyploidy in *Nepenthes gracilis*", University of Malaya, 2008.
- [17] F. Damayanti, N. Sitanggang, and I. Roostika, "Plant genetic improvement of eroded indigenous species of Indonesian *Nepenthes* spp. through in vitro culture Technique", 2011.
- [18] F. Damayanti, I. Roostika, and Samsurianto, "Induksi keragaman somaklonal tanaman kantong semar (*Nepenthes mirabilis*) dengan mutagen kimia kolkisin secara *in vitro*", in *Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS*, pp. 583-588, 2012.
- [19] F. Damayanti and I. Roostika, "Variasi Somaklonal tanaman kantong semar (*Nepenthes mirabilis* dan *N. gracilis*) secara *in vitro* dengan mutagen kimia kolkisin", *Fakt. Exacta*, vol. 8, no. 3, pp. 242-249, 2015.
- [20] Y. Isnaini and Y. Novitasari, "Penentuan Kisaran dosis iradiasi gamma optimal dalam pemuliaan mutasi *Nepenthes ampullaria* Jack. secara *In Vitro*", *J. Apl. Isot. dan Radiasi*, vol. 16, no. 1, pp. 15-22, 2020.
- [21] F. C. Indriani, H. Kuswanto, R. T. Hapsari, and A. Supeno", "Radiosensitivitas beberapa varietas kedelai terhadap iradiasi sinar gamma", *Pros. Semin. Has. Penelit. Tanam. Aneka Kacang dan Umbi*, pp. 97-104, 2012.
- [22] Karyanti, A. Purwito, and A. Husni, "Radiosensitivitas dan seleksi mutan putatif jeruk keprok Garut (*Citrus reticulata* L.) berdasarkan penanda morfologi", *J. Agron. Indones.*, vol. 43, no. 2, pp. 126-132, 2015.
- [23] I. N. S. Monikasari, S. Anwar, and B. A. Kristantanto", "Keragaman M1 tanaman hias bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) akibat iradiasi sinar gamma", *J. Agro Complex*, vol. 2, no. 1, pp. 1-11, 2018.
- [24] S. I. Aisyah, H. Aswidinnoor, A. Saefuddin, and B. Marwoto", "Induksi mutasi pada stek pucuk anyelir (*Dianthus caryophyllus* Linn.) melalui iradiasi sinar gamma", *J. Agron. Indones. (Indonesian J. Agron.)*, vol. 37, no. 1, pp. 62-70, 2009.