

## INDUKSI MUTASI IRADIASI SINAR GAMMA PADA TANAMAN ROSELLA (*hibiscus sabdariffa* L)

**Yukarie Ayu Wulandari\***, Helfi Gustia, Rosdiana, dan Sudirman  
Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. Kh.Achmad Dahlan, Cireundeu, Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan  
\*E-mail: [yukarie91@gmail.com](mailto:yukarie91@gmail.com)

Diterima: 15/12/2022

Direvisi: 24/12/2022

Disetujui: 24/12/2022

### ABSTRAK

Rosella ungu (*H. sabdariffa* L) merupakan salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai obat karena mengandung antosianin yang tinggi. Pengembangan tanaman rosella ungu dapat dilakukan dengan program pemuliaan tanaman melalui induksi mutasi. Induksi mutasi iradiasi sinar gamma diharapkan dapat memunculkan genotipe baru rosella ungu yang dapat dimanfaatkan untuk perakitan varietas unggul baru. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jakarta pada Bulan Februari sampai Juli 2020 dengan menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak. Penelitian dilaksanakan dengan iradiasi benih rosella ungu pada dosis 0, 400, 500, 600, 700 dan 800 Gy di PAIR BATAN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai LD50 tanaman rosella ungu adalah 785.27 Gy. Induksi mutasi iradiasi sinar gamma pada dosis 500 Gy menghasilkan perubahan warna batang, bentuk bunga dan warna bunga rosella ungu. Induksi mutasi iradiasi sinar gamma dapat meningkatkan keragaman tinggi tanaman, lebar tajuk, jumlah cabang, panjang daun, umur berbunga, umur panen, berat bunga basah dan berat bunga kering rosella ungu. Analisis kekerabatan menunjukkan bahwa pada tingkat ketidakmiripan 0.5 tanaman rosella ungu hasil iradiasi berkelompok terpisah dengan tanaman yang tidak diradiasi.

**Kata kunci:** Kekerabatan, keragaman, LD50, rosella ungu

### ABSTRACT

Purple roselle (*H. sabdariffa* L) is a plant that can be used as medicine because it contains high anthocyanins. The development of purple roselle plants can be done with plant breeding programs through mutation induction. It is hoped that the induction of the gamma ray irradiation mutation will produce a new genotype of purple roselle which can be utilized for the assembly of new high yielding varieties. The research was conducted at the Experimental Garden at the Faculty of Agriculture, University of Muhammadiyah Jakarta from February to July 2020 using a Randomized Complete Group Design. The research was carried out by irradiating purple roselle seeds at a dose of 0; 400, 500, 600, 700 and 800 Gy at PAIR BATAN. The characters observed included qualitative and quantitative characters. The results showed that the LD50 value of purple roselle plants was 785.27 Gy. Induction of mutations by gamma irradiation at a dose of 500 Gy resulted in changes in stem color, flower shape and purple rosella flower color. and weight of purple rosella dried flowers. The kinship analysis showed that at the cophenetic distance level of 0.5, irradiated purple rosella plants were in separate groups from non-irradiated plants.

**Keywords:** diversity, kinship, LD50, purple rosella

## PENDAHULUAN

Rosella merupakan salah satu jenis tanaman obat. Pemanfaatan rosella pada bidang kesehatan memang belum begitu populer di Indonesia, namun saat ini minuman berbahan dasar rosella mulai banyak dikenal sebagai minuman kesehatan (Astuti, 2012). Mahkota bunga rosella diolah dan dikonsumsi dalam bentuk teh, sirup, maupun sebagai campuran untuk membuat kue ataupun roti (Olaleye, 2007).

Rosella sangat potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku makanan dan minuman karena nilai nutrisi yang terkandung dalam bunga rosella. Bunga rosella kaya akan kandungan pigmen antosianin yang dapat berperan sebagai antioksidan. Selain itu, bunga rosella juga kaya akan betakaroten, vitamin C, riboflavin, flavonoid dan niasin (Hayati *et al.*, 2012). Kandungan zat besi pada kelopak segar rosella dapat mencapai 8.89 mg g-100, sedangkan pada daun rosella sebesar 5.4 mg g-100. Kelopak bunga rosella juga mengandung 1.12% protein, 12% serat kasar, 21.89 mg g-100 sodium, vitamin C dan vitamin A (Mardiah *et al.*, 2005).

Rosella di Indonesia terdapat beberapa jenis yaitu rosella merah, rosella hijau dan rosella ungu, namun dari ketiga jenis tersebut hanya rosella merah yang banyak dibudidayakan. Rosella ungu merupakan sumber antosianin yang baik, juga merupakan bahan yang kaya akan antioksidan yang potensial untuk dikembangkan. Produksi dan pertumbuhan kelopak bunga rosella dipengaruhi oleh genetik dan lingkungan. Sumber daya genetik tanaman rosella ungu merupakan bahan baku dasar penting pada program perbaikan tanaman. Sumber daya genetik perlu memiliki keragaman yang luas dan

ekonomis untuk mendukung program pemuliaan tanaman.

Peningkatan keragaman rosella ungu dapat dilakukan dengan induksi mutasi iradiasi sinar gamma. Induksi mutasi dapat merubah susunan genetik secara tiba-tiba dan acak (Aisyah, 2006). Dosis iradiasi yang digunakan untuk menginduksi keragaman sangat menentukan keberhasilan terbentuknya tanaman mutan (Ahloowalia *et al.* 2004). Efek radiasi yang ditimbulkan dari induksi mutasi berbeda pada berbagai tingkat organisme, tidak hanya dari segi kuantitatif namun juga kualitatif (Ivanishvili *et al.* 2016). Induksi mutasi dengan iradiasi sinar gamma telah dilaporkan dapat meningkatkan keragaman morfologi bunga matahari (Monikasari, 2018), jengger ayam (Muhallilin *et al.*, 2019) dan rosella merah (Gustia dan Wulandari, 2021). Induksi mutasi iradiasi sinar gamma pada tanaman rosella ungu diharapkan dapat meningkatkan keragaman, memunculkan gen-gen baru yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya genetik guna menghasilkan varietas unggul baru.

## METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jakarta yang berada pada ketinggian 25 m diatas permukaan laut (m dpl). Induksi mutasi rosella dilaksanakan di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) Badan Tenaga Nuklir Naional (BATAN) Pasar Jumat Jakarta Selatan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari - Juli 2020.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih rosella ungu yang berasal dari petani lokal di Surabaya dengan tipe tanaman perdu dengan bunga berwarna ungu, pupuk NPK, pupuk

kandang sapi, Furadan 3G, pestisida, media tanam dan tray semai. Alat yang digunakan meliputi cangkul, koret, gamma chamber, timbangan digital, alat ukur, alat tulis, perangkat lunak Curve Expert Basic versi 1.6, perangkat lunak PBSTAT CI.

Penelitian dilaksanakan dengan meradiasi benih rosella ungu menggunakan iradiator Gamma Chamber 4000A dengan dosis 0, 400, 500, 600, 700 dan 800 Gy di PAIR BATAN. Masing-masing dosis terdiri dari 25 benih sehingga total terdapat 150 benih. Benih yang sudah diradiasi kemudian ditanam pada tray semai. Penentuan dosis LD50 dilakukan menggunakan metode *Best Curve Fit Analyze* dengan menghitung jumlah rasio tanaman yang hidup terhadap total tanaman pada saat tanaman berumur 2 minggu setelah semai (mss) kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak *Curve Expert Basic* versi 1.6.

Penelitian menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK). Setiap perlakuan diulang empat kali. Menurut Mattjik dan Sumertajaya (2013) model rancangan RKLK faktor tunggal yang digunakan adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

dimana ;  $Y_{ij}$  : respon tanaman terhadap dosis iradiasi ke- $i$  dan ulangan ke- $j$ ,  $\mu$  : nilai tengah populasi,  $\tau_i$  : pengaruh iradiasi ke- $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ),  $\beta_j$  : pengaruh ulangan ke- $j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ ),  $\varepsilon_{ij}$ : pengaruh galat percobaan genotipe ke- $i$  dan ulangan ke- $j$ .

Tanaman yang hidup, setelah berumur 2 minggu setelah semai (mss) dipindahkan ke lapang dengan jarak tanam 20 cm x 50 cm. Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan, penyiraman dan pengendalian organisme pengganggu tanaman. Pemupukan dilakukan dengan pemberian pupuk kandang sapi dengan dosis 20 ton/Ha dan NPK dengan dosis 40 g/tanaman. Pupuk

kandang sapi diberikan satu minggu sebelum tanam dan pupuk NPK diberikan pada saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam (mst), 6 mst, 10 mst dan 14 mst. Penyiraman dan pengendalian organisme pengganggu tanaman dilakukan sesuai dengan keadaan di lapang.

Pengamatan dilakukan terhadap karakter kualitatif dan kuantitatif. Karakter kualitatif diamati pada semua tanaman hasil iradiasi dan kontrol (0 Gy). Hasil pengamatan karakter kualitatif tanaman hasil iradiasi dibandingkan dengan tanaman kontrol. Karakter kualitatif yang diamati meliputi karakter bentuk dan warna pada batang, daun, dan bunga. Hanya karakter yang berbeda dengan tanaman kontrol yang dilaporkan. Karakter kuantitatif yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah cabang, lebar tajuk, panjang daun dan lebar daun diamati saat tanaman berbunga. Umur berbunga dihitung pada saat pertama muncul bunga dan umur panen dihitung pada saat panen pertama. Berat bunga basah ditimbang setelah dipanen, dan berat bunga kering ditimbang setelah bunga dikeringkan. Data yang diperoleh dianalisis ragam dan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% dan analisis kekerabatan menggunakan perangkat lunak PBSTAT CI.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persentase Hidup Tanaman

Induksi mutasi iradiasi sinar gamma secara umum dapat menurunkan persentase tumbuh tanaman rosella ungu. Tabel 1 menunjukkan bahwa iradiasi pada dosis 400 Gy dan 700 Gy menghasilkan persentasi hidup tanaman 60%, sedangkan pada dosis 500 Gy dan 600 Gy menghasilkan persentase hidup 68% dan pada dosis 800 Gy menghasilkan persentase hidup 56%. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Harsanti dan Yulidar (2015) pada mutan kedelai yang menunjukkan jumlah

tanaman berkecambah yang naik turun pada berbagai dosis iradiasi.

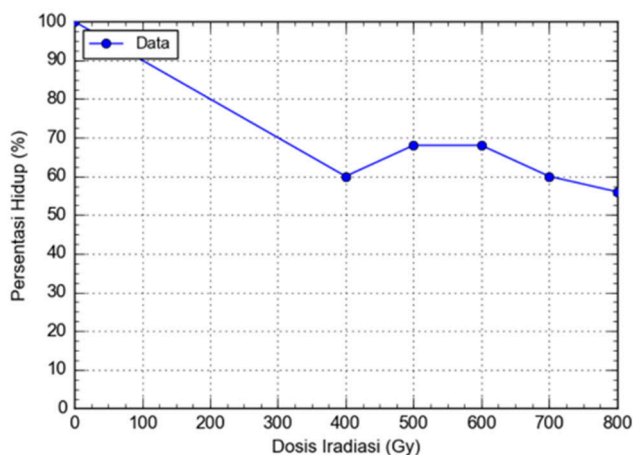
Menurunnya daya hidup tanaman disebutkan karena adanya efek deterministik akibat iradiasi sinar Gamma. Efek deterministik adalah efek yang disebabkan karena kematian sel akibat paparan radiasi (Mubarok *et al.*, 2011). Faktor iradiasi memiliki peran penting karena iradiasi bersifat acak sehingga pada saat tertentu dapat menyebabkan tingkat kematian yang berbeda pada setiap jenis tanaman, namun terdapat pola suatu kisaran dosis yang dapat digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik suatu tanaman.

Keberhasilan iradiasi dalam meningkatkan keragaman ditentukan oleh tingkat sensitivitas tanaman yang diiradiasi. Uji radiosensitivitas dilakukan untuk menghasilkan nilai LD50. Selain sebagai penentu tingkat sensitivitas

terhadap mutagen, dosis LD50 juga digunakan untuk memperkirakan dosis atau konsentrasi yang sesuai untuk menginduksi mutasi (Abdullah *et al.*, 2009). Hasil analisis *curve fit* pada tanaman rosella merah menunjukkan bahwa model terbaik untuk mewakili presentase hidup adalah *Polynomial Regression* dengan persamaan  $Y = 1.001 - 8.4991x + 3.6142x^2$ . nilai LD50 rosella ungu adalah 785.27 Gy (Gambar 1).

**Tabel 1.** Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap persentase hidup tanaman rosella ungu

Dosis Iradiasi (Gy)	Persentase Hidup (%)
0	100
400	60
500	68
600	68
700	60
800	56



**Gambar 1.** Hasil analisis LD50 rosella ungu

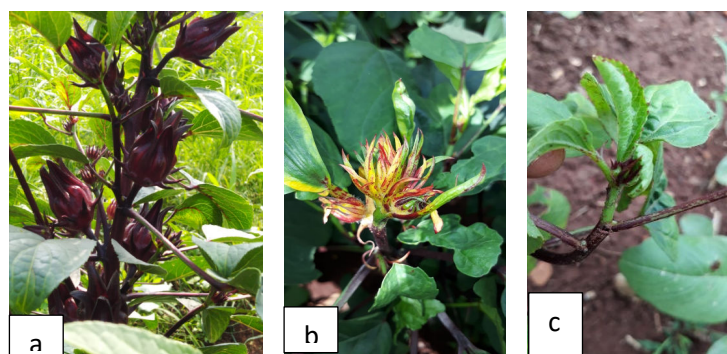
### Karakter Kualitatif

Induksi mutasi iradiasi sinar gamma pada tanaman rosella ungu dapat dilihat pada karakter kualitatif tanaman. Rosella ungu merupakan tanaman tegak perdu, berdaun hijau, batang dan bunga berwarna ungu, peletakan bunga berada di setiap ketiak daun dan tipe pertumbuhan indeterminate (Gambar 2a). Induksi mutasi iradisai sinar gamma pada

dosis 500 Gy menghasilkan perubahan pada warna batang menjadi ungu dengan hijau di bagian dekat tangkai daun dan titik tumbuh, warna daun menjadi hijau dengan tepi hijau muda kekuningan, bentuk bunga berubah menjadi tidak beraturan dan tidak menghasilkan biji dan warna bunga menjadi merah keunguan kombinasi hijau (Gambar 2b). Iradiasi pada dosis 700 Gy dan 800 Gy menghasilkan tanaman dengan

perubahan warna batang menjadi ungu semburat hijau di bagian batang dekat titik tumbuh dan menghasilkan bakal

bunga yang hanya muncul pada titik tumbuh tetapi tidak berkembang menjadi bunga sempurna (Gambar 2c).



**Gambar 2.** Keragaan fenotipik tanaman kontrol (a) dan tanaman mutan putatif generasi M1 (b) (c) rosella ungu

Menurut Human (2003), abnormalitas pada populasi yang diradiasi menunjukkan terjadinya perubahan besar pada tingkat genom, kromosom dan DNA, sehingga proses fisiologi di dalam sel yang dikendalikan secara genetik menjadi tidak normal. Menurut Thilagavathi dan Mullainathan (2011) terjadinya perubahan komponen penting tanaman dapat menyebabkan perubahan morfologi, anatomi, biokimia dan fisiologi dari tanaman tergantung pada tingkat iradiasi yang diberikan.

### Karakter Kuantitatif

Induksi mutasi iradiasi sinar gamma pada tanaman rosella ungu dapat dilihat pada karakter kuantitatif fase pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman, lebar tajuk, jumlah cabang, Panjang daun, dan lebar daun. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa

induksi mutasi iradiasi sinar gamma berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, berpengaruh nyata terhadap lebar tajuk, jumlah cabang dan Panjang daun, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap lebar daun. Hasil nduksi mutasi iradiasi sinar gamma pada fase vegetative tanaman rosella ungu dapat dilihat secara rinci pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan tinggi tanaman tertinggi dihasilkan pada dosis 0 Gy yaitu 72.00 cm dan berbeda nyata dengan dosis lainnya. Tinggi tanaman terpendek dihasilkan pada dosis 800 Gy yaitu 10.00 cm tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 500, 600 dan 700 Gy. Hasil ini sejalan dengan Harsanti dan Yulidar (2015) pada tanaman kedelai yang menunjukkan tanaman lebih pendek dibandingkan kontrol pada semua dosis perlakuan.

**Tabel 2.** Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap fase vegetatif tanaman rosella ungu

Dosis Iradiasi (Gy)	Tinggi Tanaman (cm)	Lebar Tajuk (cm)	Jumlah Cabang	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)
0	72.00 a	83.50 a	15.50 a	14.80 a	7.20 a
400	53.67 b	64.00 a	6.25 b	13.83 a	6.93 a
500	13.75 c	37.00 b	4.25 b	10.50 b	7.45 a
600	21.00 c	22.38 b	4.00 b	9.33 b	7.20 a
700	15.17 c	25.33 b	5.00 b	8.55 b	6.35 a
800	10.00 c	14.50 b	3.50 b	14.75 a	7.90 a

Keterangan: nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom setiap karakter tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%.

Lebar tajuk terlebar dihasilkan pada dosis 0 Gy yaitu 83.50 cm tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 400 Gy dan berbeda nyata dengan dosis lainnya. Lebar tajuk tersempit dihasilkan pada dosis 800 Gy yaitu 14.50 Gy tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 500, 600 dan 700 Gy. Jumlah cabang terbanyak dihasilkan pada dosis 0 Gy yaitu 15.50 cabang dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Jumlah cabang paling sedikit dihasilkan pada dosis 800 Gy yaitu 3.50 Gy dan tidak berbeda nyata dengan dosis 400, 500, 600 dan 700 Gy. Panjang daun terpanjang dihasilkan pada dosis 0 Gy yaitu 14.80 cm tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 400 dan 800 Gy dan berbeda nyata dengan dosis lainnya. Panjang daun terpendek dihasilkan pada dosis 700 Gy yaitu 8.55 cm dan tidak berbeda nyata dengan dosis 500 dan 600 Gy. lebar daun terlebar dihasilkan pada dosis 800 Gy yaitu 7.90 cm tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 2). Devy dan

Sastra (2006) menyatakan bahwa iradiasi sinar gamma pada umumnya menyebabkan kerusakan pada struktur dan komposisi materi genetik (genom, kromosom, gen dan DNA) yang merubah sintesis protein dan pada akhirnya merubah sistem metabolisme tanaman dan dapat teramati pada karakter-karakter pertumbuhan tanaman.

Induksi mutasi iradiasi sinar gamma pada tanaman rosella ungu juga dapat dilihat pada karakter kuantitatif pada fase generatif tanaman meliputi karakter umur berbunga, umur panen, berat bunga basah dan berat bunga kering. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa induksi mutasi iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap umur berbunga, umur panen, berat bunga basah dan berat bunga kering rosella ungu. Hasil iradiasi sinar gamma pada fase generatif tanaman rosella ungu secara rinci dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap fase generatif tanaman rosella ungu

Dosis Iradiasi (Gy)	Umur Berbunga (hst)	Umur Panen (hst)	Berat Bunga Basah (g)	Berat Bunga Kering (g)
0	38.00 b	97.00 b	4020.75 a	624.60 a
400	38.25 b	104.00 b	706.34 b	113.17 b
500	38.50 b	118.00 ab	1.37 b	0.50 b
600	39.00 b	121.50 a	1.42 b	0.50 b
700	39.75 a	118.00 ab	1.32 b	0.50 b
800	38.00 b	97.00 b	1830.09 b	333.56 b

Keterangan: nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom setiap karakter tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%

Tabel 3 menunjukkan umur berbunga tercepat dihasilkan pada dosis 0 dan 800 Gy yaitu 38.00 hst tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis lainnya kecuali pada dosis 700 Gy. umur berbunga terlama dihasilkan pada dosis 700 Gy yaitu 39.00 hst dan berbeda nyata dengan dosis lainnya. Umur panen tercepat dihasilkan pada dosis 0 dan 800 Gy yaitu 97.00 hst tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis lainnya kecuali pada dosis 600 Gy. umur panen terlama dihasilkan pada dosis 600 Gy yaitu 121.50 hst dan berbeda nyata dengan dosis lainnya. Berat bunga basah

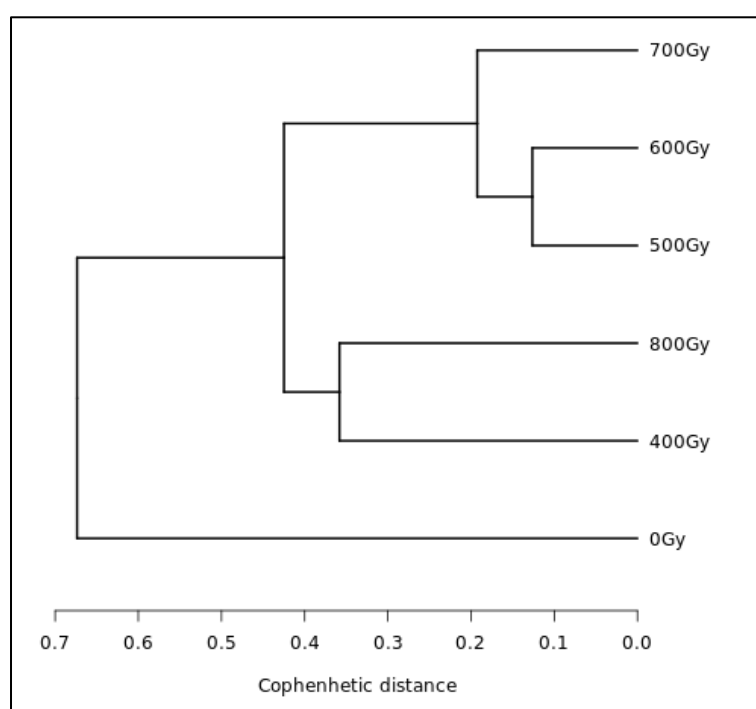
terberat dihasilkan pada dosis 0 Gy yaitu 4020.75 g dan berbeda nyata dengan dosis lainnya. Berat bunga basah teringan dihasilkan pada dosis 700 Gy yaitu 1.32 g meskipun tidak berbeda nyata dengan dosis 400, 500, 600 dan 800 Gy. Berat bunga kering terberat dihasilkan pada dosis 0 Gy yaitu 624.60 g dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Jan *et al.* (2012) menyatakan bahwa paparan iradiasi ionisasi pada dosis yang tinggi dapat merusak atau memodifikasi komponen selular tanaman sehingga

mempengaruhi morfologi, anatomi, biokimia dan perubahan fisiologi

### Analisis Kekerabatan

Keragaman genetik dari suatu tanaman dapat diperoleh dengan induksi sinar gamma yang mengakibatkan perubahan susunan DNA sehingga berdampak pada keragaan setiap individu tanaman berbeda. Analisis kekerabatan digunakan untuk mengelompokkan galur sehingga dapat membantu pemulia tanaman untuk pemilihan tetua dalam

perakitan varietas unggul (Wahyuni *et al.* 2014). Hubungan kekerabatan enam dosis iradiasi yang dihasilkan dengan metode Gower complete linkage ditampilkan dalam bentuk dendogram (Gambar 3). Pada cophenetic distance 0.4 atau ketidakmiripan 40% enam dosis iradiasi sinar gamma pada tanaman rosella ungu terbagi menjadi tiga gerombol. Gerombol I yaitu tanaman pada dosis iradiasi 0 Gy. Gerombol II yaitu tanaman pada dosis 400 Gy dan 800 Gy, dan gerombol III yaitu tanaman pada dosis 500 Gy, 600 Gy dan 700 Gy.



**Gambar 3.** Analisis kekerabatan tanaman rosella ungu generasi M1

Tanaman hasil induksi mutasi iradiasi sinar gamma menunjukkan keragaman, akan tetapi keragaman yang ditunjukkan merupakan cakupan dari karakter tanaman induknya. Iradiasi sinar gamma yang menembus inti sel dapat menyebabkan terjadinya mutasi, tetapi tidak bisa diarahkan pada target tertentu (bersifat acak). Pengaruh mutasi yang bersifat acak terlihat dari populasi mutan yang tidak memberikan pola perubahan yang teratur. Hal ini dapat dilihat pada dendogram bahwa pola pengelompokan yang terbentuk tidak berurutan sesuai dosis iradiasi melainkan acak. Austi *et*

*al.*, (2014) menyatakan selain untuk menduga hubungan kekerabatan, nilai kemiripan melalui dendogram dapat digunakan untuk melihat seberapa sempit atau luas nilai keragaman. Gambar 3. Menunjukkan bahwa pada tingkat kemiripan 0.5 tanaman yang tidak diradiasi satu gerombol dengan tanaman hasil iradiasi. Hasil ini menunjukkan bahwa keragaman yang dihasilkan dari iradiasi sinar gamma pada tanaman rosella ungu sedang tidak sempit juga tidak luas. Hartati (2007) menjelaskan bahwa nilai kemiripan genetik berbanding terbalik dengan jarak genetik,

semakin besar nilai kemiripan genetik antar galur, maka semakin kecil jarak genetiknya.

### SIMPULAN

Nilai LD50 tanaman rosella ungu adalah 785.27 Gy. Induksi mutasi iradisai sinar gamma pada dosis 500 Gy menghasilkan perubahan pada warna batang, bentuk bunga dan warna bunga rosella ungu. Induksi mutasi iradiasi sinar gamma dapat meningkatkan keragaman tinggi tanaman, lebar tajuk, jumlah cabang, panjang daun, umur berbunga, umur panen, berat bunga basah dan berat bunga kering rosella ungu. Analisis kekerabatan menunjukkan bahwa tanaman rosella ungu hasil iradisasi berkelompok terpisah dengan tanaman yang tidak diradiasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, T.L., J. Endan, B.M. Nazir. 2009. Changes in flower development, chlorophyll mutation and alteration in plant morphology of *Curcuma alismatifolia* by gamma irradiation. *American Journal of Applied Sciences* 6 (7): 1436-1439.
- Ahloowalia, B.S., Maluzynski, Nichterlein. 2004. Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica* 135:187-204.
- Aisyah, S.I. 2006. Induksi mutagen fisik pada anyelir (*Dianthus caryophyllus* L) dan pengujian stabilitas mutannya yang diperbanyak secara vegetatif. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Astuti, R.D. 2012. Evaluasi suhu penyeduhan terhadap aktivitas antioksidan teh rosella (*Hibiscus sabdariffa*). *Jurnal Teknologi Pangan* 6(2):1-12.
- Austi, I.R., Damanhuri, dan Kuswanto. 2014. Keragaman dan kekerabatan pada proses pengaluran kacang bogor (*Vigna subterranea* L. Verdcourt) jenis lokal. *Jurnal Produksi Tanaman* 2(1):73-79.
- Devy, L., D.R. Sastra. 2006. Pengaruh sinar gamma terhadap kultivar in vitro tanaman jahe. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 8(1):7-14.
- Gustia, H., Y.A. Wulandari. 2021. Radiosensitivitas dan Pengaruh Dosis Radiasi Gamma terhadap Pertumbuhan Rosella Merah (*Hibiscus sabdariffa*). *Jurnal Aplikasi Isotop dan Radiasi* 7 (2) ; 61-67.
- Harsanti, L., Yulidar. 2015. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan awal tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Varietas Denna 1. hal. 49-63. Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah - Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir 2015. Pusat Sains dan Teknologi Akselerator - BATAN. Yogyakarta, 9-10 Juni 2015.
- Hartati, D., A. Rimbawarto, Taryono, E. Sulistyarningsih, A. Widyatmoko. 2007. Pendugaan keragaman genetik di dalam dan antar provenan pulai (*Alstonia scholaris* L.) menggunakan penanda RAPD. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* I (2):1-9.
- Hayati, E.K., U.S. Budi, R. Hermawan. 2012. Konsentrasi total senyawa antosianin ekstrak kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.): pengaruh temperatur dan pH. *Jurnal Kimia* 6 (2):138-147.
- Human, S.. 2003. Peran iptek nuklir dalam pemuliaan tanaman untuk mendukung industri pertanian. *Jurnal Aplikasi Isotop dan Radiasi* 2(2):308-316.
- Ivanishvili, N.I., M.E. Gogebashvili, N.Z. Gvritishvili. 2016. Gamma radiation effect on the parameters of the population recovery of plants. *Annals of Agrarian Science* 14:319-322.
- Jan, S., T. Parween, T.O. Siddiqi, X. Mahmooduzzafar. 2012. Effect of gamma radiation on morphological, biochemical, and physiological aspects of plants and plant products. *Environmental Reviews* 20: 17-39.
- Mardiah, R. Arifah, W.A. Reki, Sawarni. 2005. Budidaya dan pengolahan



- rosella si merah segudang manfaat. PT AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Mattjik, A.A., Sumertajaya. 2013. Perancangan percobaan. dengan aplikasi SAS dan Minitab. IPB Press, Bogor.
- Monikasari, I. N. S. 2018. Keragaman M1 tanaman hias bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) akibat iradiasi sinar gamma. Skripsi. Fakultas Peternakan dan Pertanian. Universitas Diponegoro. Semarang
- Mubarok, S., E. Suminar, Murgayanti. 2011. Uji efektivitas sinar gama terhadap karakter pertumbuhan sedap malam. *Jurnal Agrivigor* 11(1):25-33.
- Muhallilin, I., S.I. Aisyah, D. Sukma. 2019. The diversity of morphological characteristics and chemical content of celosia cristata plantlets due to gamma ray irradiation. *BIODIVERSITAS* 20(3) ; 862-866.
- Olaleye, M.T. 2007. Cytotoxicity and antibacterial activity of methanolic extract of *Hibiscus sabdariffa*. *Journal of Medicinal Plants Research* 1(1);9-13.
- Thilagavathi, C, L. Mullainathan. 2011. Influence of physical and chemical mutagens on quantitative characters of *Vigna mungo* (L. Hepper). *International Multidisciplinary Research Journal* 1(1):6-8.
- Wahyuni, S., M. Syukur, J.R. Witono, S.I. Aisyah. 2014. Analisis genetik karakter kuantitatif dan pecah buah pada tanaman tomat. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor

