

Keragaan Kartakter Kualitatif Generasi M₁ Kedelai Varietas Dega 1 Hasil Radiasi Sinar Gamma

Qualitative character performances of M₁ generation of Dega 1 Soybean Variety after irradiation by Gamma Ray

Rini Octavia¹, Aslim Rasyad², Isnaini²

¹Mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293

²Dosen Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293

E-mailkorespondensi: RiniOctavia10@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman tanaman M₁ hasil irradiasi sinar gamma pada benih kedelai Varietas Dega 1. Irradiation dengan sinar gamma dilakukan di Laboratorium Badan Tenaga Atom Nasional Jakarta dengan 4 dosis yaitu 50, 100, 150 dan 250 Gy, sedangkan pengamatan terhadap tampilan penotipe tanaman M₁ dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian di Pekanbaru. Percobaan lapangan dilakukan pada tahun 2018 menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Pengamatan karakter kualitatif dilakukan terhadap tipe pertumbuhan, bentuk daun, jumlah helaian anak daun, warna mahkota bunga dan warna polong Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter qualitative tidak mengalami perubahan yang berarti untuk semua karakter yang diamati, kecuali untuk bentuk daun. Setelah dilakukan uji homogenitas, nilai keragaman bentuk daun bervariasi cukup besar dengan nilai koefisien keragaman antara 0,43 sampai 0,64 dengan F hit (HOV) 5,88**. Hal ini menunjukkan ketidakseragaman nilai variance dari populasi M₁ hasil irradiasi dengan sinar gama pada berbagai dosis.

Kata kunci: kedelai, karakter kualitatif, variabilitas, sinar gamma

ABSTRACT

The objective of this research aims to determine phenotypic performance and variability of M₁ generation of Dega 1 soybean variety after irradiated seed by gamma ray radiation and get suitable rate of the mutagen to obtain genetic variability. Irradiation by gamma ray to the seed of Dega 1 was established in the Laboratory of Badan Tenaga Atom Nasional, Jakarta while phenotypic observation was conducted in the Experimental Garden, Faculty of Agriculture, University of Riau beginning on January until April 2018 by using a completely randomized design. The treatments were G₁ (50 Gy), G₂ (100 Gy), G₃ (150 Gy) and G₄ (200 Gy) gamma ray radiation and parental line as a control. The characters observed were growth habits, leaflet number, leaf shape, flower crown color and pod color. Result of the research showed that gamma ray irradiation to the seed caused some levels of mutation on qualitative characters including, the change in leaflets number, and leaf shape but not for flower color and pod color. Irradiation seed by gamma ray caused wide variability on leaf

-
1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
 2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

shape for all rates of irradiation with the coefficient of variation (CV) of ranging from 0.43 to 0.64. This inferred that the values of population variability of M1 resulted from seed irradiation was not similar in magnitude.

Keywords: Soybean, qualitative characters, variability, gamma ray

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) sebagai tanaman palawija memiliki kandungan protein yang tinggi dan menjadi alternative protein hayati dalam suber gizi masyarakat. Oleh sebab itu tanaman ini sangat popular dimasyarakat Indonesia yang dikonsumsi dalam bentuk tahu, tempe, kecap dan sebagainya.

Kebutuhan kedelai Nasional belum mampu dicukupi oleh produksi dalam negeri sehingga untuk memnuhi kebutuhan tersebut dilakukan impor dari berbagai negara. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2016) menyatakan bahwa produksi kedelai pada tahun 2018 sebanyak 935.191,57 ton sedangkan kebutuhan nasional pada tahun yang sama adalah 2.770.496,45 ton. Besarnya kebutuhan dalam negeri disebabkan pertambahan penduduk yang semakin banyak, peningkatan usaha-usaha peternakan serta memnuhi kebutuhan industry seperti kecap dan minyak kedelai. Itulah sebabnya pemerintah berupaya meningkatkan pasokan kedelai dengan mengimpor dari beberapa negara penghasil kedelai.

Besarnya volume impor menimbulkan beban devisa yang semakin berat. Oleh sebab itu, peningkatan produksi kedelai dalam negeri perlu dilakukan untuk

mengurangi beban tersebut. Upaya yang dapat dilakukan yaitu meningkatkan produksi kedelai dengan program pemuliaan tanaman. Upaya pemuliaan tanaman dapat dilakukan dengan mengembangkan varietas-varietas baru melalui perakitan varietas yang dapat dimulai dengan hibridisasi dan mutasi. Hibridisasi dan mutasi ini bertujuan untuk meningkatkan keragaman populasi yang memungkinkan pemulia untuk melakukan seleksi dengan lebih efektif dan efisien. Menurut Syukur *et al.* (2015) pemilihan tetua dalam teknik pemuliaan mutasi perlu memperhatikan varietas asal yang digunakan harus sudah beradaptasi dengan baik di lingkungan tropis. Mutan yang dihasilkan dari tetua yang mengalami mutasi akan berpengaruh kepada penampakan pada generasi-generasi berikutnya yang ditunjukkan dengan terjadinya perubahan sifat-sifat genotipe serta karakter agronomi lainnya.

Keragaman genetik yang besar merupakan modal dasar untuk melakukan perakitan varietas unggul baru. Salah satu cara untuk meningkatkan keragaman genetik adalah melalui mutasi. Mutasi dapat menggunakan mutagen berupa radiasi, suhu dan bahan kimia. Sumber radiasi yang biasa digunakan adalah ionisasi sinar radioaktif seperti sinar gamma,

-
1. Mahasiswa FakultasPertanian
 2. Dosen Fakultas PertanianUniversitas Riau

sinar X dan sinar ultraviolet (Jusuf, 2001). Penggunaan radiasi sinar gamma telah lama diketahui dan banyak dilakukan untuk tanaman menyerbuk sendiri. Mutasi dengan sinar gamma ini memiliki kelebihan antara lain waktu yang digunakan relatif lebih cepat, keragaman yang dihasilkan cukup besar untuk memudahkan proses seleksi pada tahap berikutnya. Radiasi sinar gamma merupakan radiasi yang dipancarkan dari isotop radioaktif, panjang gelombang lebih pendek dari sinar X, lebih kuat daya tembusnya, dikenal sebagai sinar yang kuat, mempunyai kemampuan penetrasi yang tinggi sehingga dapat menimbulkan perubahan pada tingkat gen maupun kromosom (Crowder, 2010). Salah satu bagian tanaman yang umum diradiasi dengan sinar gamma adalah benih karena mempunyai jaringan meristem pada titik tumbuh (embrio).

Benih tanaman diradiasi menyebabkan terjadinya ionisasi jaringan sehingga terjadi perubahan pada tingkat sel, genom, kromosom dan DNA yang nantinya akan meningkatkan variabilitas genetik untuk menghasilkan mutan baru (Wattimena, 1992).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman tanaman kedelai akibat radiasi sinar gamma pada benih kedelai Varietas Dega 1 dan mendapatkan dosis yang cocok untuk memperoleh keragaman genetik sifat-sifat kualitatif kedelai sebagai sumber keragaman.

METODOLOGI

Pengaplikasian radiasi sinar gamma terhadap benih kedelai Varietas Dega 1 dilakukan di Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Jakarta Selatan. Evaluasi terhadap benih yang telah diradiasi berupa populasi M_1 ditanam di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Riau Pekanbaru. Penelitian ini dilakukan selama empat bulan dari bulan Januari 2018 sampai April 2018.

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain *gamma cell*, timbangan digital, mistar, *knapsack sprayer*, kertas label, gunting stek, *nozle* dan kamera digital.

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai Varietas Dega 1 yang diperoleh dari BALITKABI (Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi), kantung benih, insektisida *Decis 25 EC* (berbahan aktif *Deltamethrin*), Lannate (berbahan aktif *Metonil*) dan furadan 3G (berbahan aktif *Karbofuran*), fungisida *Dithane M 45*, pupuk Urea, TSP, KCl dan kapur pertanian. Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahapan dimulai dari radiasi benih tanaman menggunakan *gamma cell*, dengan berbagai taraf radiasi. Selanjutnya dilakukan penanaman benih M_1 di lapangan dengan rancangan acak lengkap sesuai taraf radiasi.

Perlakuan yang diuji adalah dosis irradiasi sinar gamma yang terdiri dari 5 taraf :

$G_0 = M_0$ Varietas Dega 1

$G_1 =$ Radiasi sinar gamma 50 Gray

$G_2 =$ Radiasi sinar gamma 100 Gray

-
1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
 2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

G₃ = Radiasi sinar gamma 150 Gray

G₄ = Radiasi sinar gamma 200 Gray

Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga didapatkan 20 plot percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 50 tanaman yang semuanya diamati, sehingga terdapat 1000 tanaman pengamatan.

Pengamatan perbedaan karakter kualitatif dilakukan berdasarkan skala dari IBPGR tahun 1984 dan UPOV tahun 1998. Data kualitatif yang diperoleh dari setiap populasi dihitung keragamannya pada menggunakan program MS. Excel. Untuk melihat perbedaan keragaman antar populasi dilakukan uji kehomogenan dengan prosedur Levente (Zhang, 1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tipe Pertumbuhan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa irradiasi sinar gamma pada benih tidak menyebabkan perubahan pada tipe pertumbuhan tanaman kedelai varietas Dega 1. Uji homogenitas terhadap tipe pertumbuhan menunjukkan keragaman homogen antar populasi M1 yang berasal dari irradiasi benih kedelai Varietas Dega 1. Irradiasi sinar gamma pada benih dengan dosis tinggi menyebabkan bentuk batang tanaman kedelai varietas Dega 1 sedikit mengalami perubahan seperti penebalan pangkal batang, terjadinya pengerdilan pada beberapa tanaman. Perubahan yang terjadi pada beberapa parameter pengamatan ini kemungkinan disebabkan adanya perubahan dari struktur kromosom dan gen didalam tanaman. Asadi (2013) menyatakan bahwa radiasi sinar

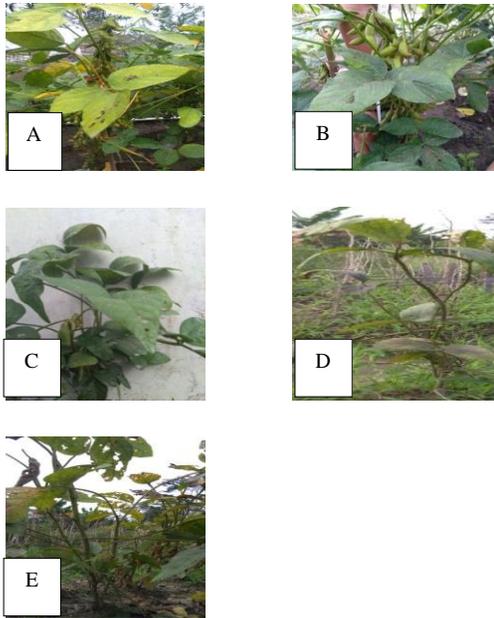
gamma dapat menyebabkan perubahan struktur gen dan kromosom yang berakibat pada perubahan keturunan selanjutnya.

Hasil pengamatan secara deskriptif menunjukkan bahwa tipe pertumbuhan pada tanaman tidak mengalami perubahan artinya 100% tipe pertumbuhan determinat. Irradiasi sinar gamma pada tanaman kedelai Varietas Dega 1 memberikan dampak pada tanaman berupa abnormalitas (Gambar8). Abnormalitas ini merupakan perubahan-perubahan yang terjadi pada tanaman khususnya pada batang kedelai dimana batang memiliki bentuk yang berbeda dari deskripsi. Beberapa bentuk abnormalitas yang terjadi pada tanaman antara lain tanaman mengalami kekerdilan dan ada beberapa tanaman yang tidak memiliki cabang, lingkaran batang kecil dari yang normal, cabang yang terbentuk tidak dapat menghasilkan polong atau pun tidak dapat menghasilkan rasim bunga. Bentuk batang yang seperti ini sering dijumpai pada dosis-dosis yang tinggi seperti pada dosis 150 Gy dan dosis 200 Gy. Abnormalitas terjadi disebabkan adanya perubahan yang terjadi pada tingkat gen, kromosom dan DNA atau efek negative terhadap fisiologis tanaman sehingga tidak dapat mengendalikan pertumbuhan tanaman secara normal yang dampaknya menimbulkan beberapa variasi-variasi genetik yang baru.

Kumari dan Sing (1996) melaporkan bahwa abnormalitas pada kedelai lokal (*Glycine max* L.) pasca irradiasi sinar gamma adalah batang tumbuh tidak lurus ke atas dan pertumbuhan terhenti atau mengalami kekerdilan. Jumlah abnormalitas pada

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

setiap dosis sinar gamma berbeda-beda, perbedaan respon munculnya abnormalitas setiap dosis dipengaruhi oleh intensitas dosis yang memberikan hasil berbeda. Pada Gambar 1 terlihat beberapa bentuk batang tanaman yang berasal dari benih hasil radiasi sinar gamma.



Gambar 1. Beberapa keragaman yang timbul pada populasi M_1 kedelai Varietas Dega 1 yang telah diberi perlakuan radiasi sinar gamma (A) Bentuk batang normal, (B) 50 Gy, (C) 100 Gy, (D) 150 Gy (E) 200 Gy

2. Bentuk Daun

Bentuk daun dari tanaman kedelai Varietas Dega 1, sebagai tetua adalah berbentuk oval atau dalam deskripsi rounded ovate, dengan jumlah anak daun pada setiap tangkai daun berjumlah 3 buah sering disebut trifoliat, jika diraba permukaan daun

akan terasa halus dan ada sedikit bulu pada daunnya serta jika dilihat permukaan daun rata.

Uji homogenitas terhadap bentuk daun menunjukkan nilai keragaman yang tidak homogen (Tabel 1).

Tabel 1. Keragaman dan nilai bentuk daun tanaman yang berasal dari benih kedelai generasi generasi M_1 Varietas Dega 1 yang diradiasi dengan lima taraf sinar gamma

Dosis radiasi sinar gamma (Gy)	Kisaran	Keragaman (σ^2)
0	3 – 4	0,17
50	1 – 4	0,55
100	1 – 4	0,64
150	1 – 4	0,52
200	1 - 4	0,43

Nilai F_{hit} untuk $HOV = 5,88^{**}$

Keterangan: ** nilai F hitung menyatakan keragaman antar taraf radiasi tidak homogen

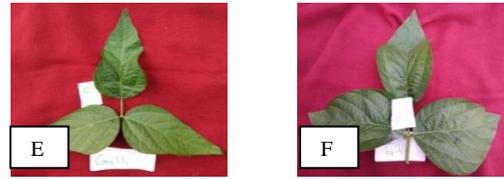
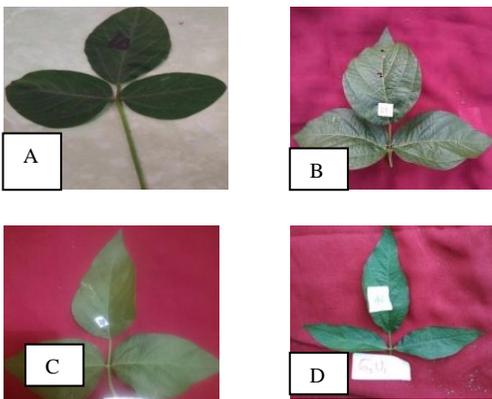
Tabel 1 menunjukkan bahwa bentuk daun tanaman yang berasal dari benih yang diirradiasi dengan sinar gamma mengalami perubahan menjadi lebih beragam. Keragaman yang dihasilkan tidak homogen. Keragaman tertinggi didapatkan pada benih tanaman kedelai yang diradiasi dengan dosis 100 Gy. Hal ini di tegaskan dengan nilai yang berkisar antara 1 - 4, sehingga pada dosis inilah seleksi akan mudah dilakukan karena memiliki keragaman yang tinggi.

Beberapa variasi akibat radiasi sinar gamma, misalnya muncul bentuk daun yang berbeda dari bentuk

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

normalnya, jumlah anak daun yang lebih sedikit atau lebih banyak dari jumlah yang permukaan daun yang tebal dan kasar serta permukaan daun yang tidak rata. Abnormalitas yang muncul pada parameter daun ini banyak terjadi pada perlakuan dosis-dosis tinggi seperti pada perlakuan dosis 150 Gy dan 200 Gy.

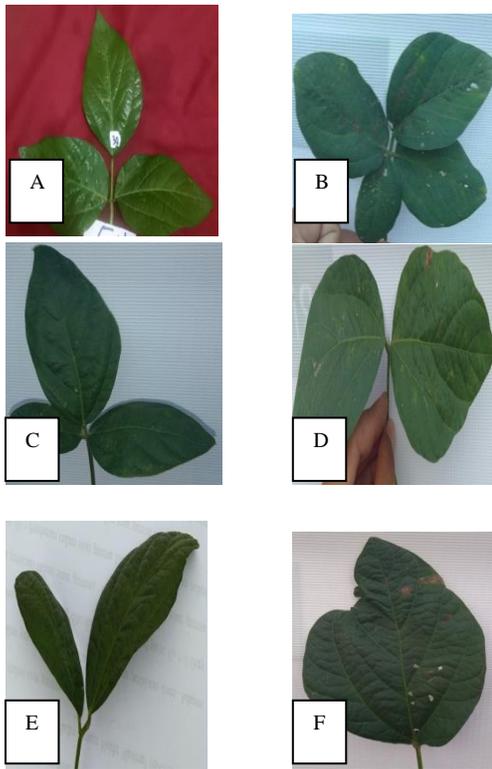
Efek radiasi sinar gamma pada daun menyebabkan bentuk daun *rounded* ovat (normal) menjadi beberapa macam seperti *lanceolate*, *triangular* dan *pointed ovat* (Gambar 2). Hartini (2008) dalam penelitiannya menyatakan bahwa frekuensi mutan bentuk daun tertinggi terdapat pada kedelai kultivar Lumut dosis iradiasi 500 Gy. Pada kultivar ini, mutasi bentuk daun hanya terjadi pada dosis 300 dan 500 Gy. Mutasi bentuk daun pada kultivar Slamet dihasilkan oleh dosis 100 sampai 300 Gy, sedangkan pada dosis 400 dan 500 Gy tidak menghasilkan mutan bentuk daun. Gambar 2 menunjukkan beberapa bentuk daun kedelai Varietas Dega 1 setelah diberi radiasi sinar gamma pada empat taraf



Gambar 2. Beberapa perubahan bentuk daun kedelai populasi M1 Varietas Dega 1 akibat radiasi sinar gamma (A-B) Bentuk daun normal, (C) 50 Gy, (D) 100 Gy, (E) 150 Gy, (F) 200 Gy

Jumlah anak daun tanaman kedelai juga mengalami perubahan dari trifoliat menjadi unifoliat, bifoliat dan tetrafoliat (Gambar 2). Pada tanaman kedelai yang benihnya diradiasi dengan sinar gamma menunjukkan bahwa adanya jumlah anak daun kedelai yang normal dan tidak normal. Hartini (2008) menyatakan bahwa radiasi sinar gamma menghasilkan 9 mutan jumlah anak daun yang berasal dari kultivar Lumut dosis 100 Gy – 300 Gy dan Slamet 200 Gy dimana pada satu tanaman terdapat beberapa jenis jumlah anak daun yang berbeda-beda antara lain: kombinasi antara jumlah anak daun 2 dan 3, kombinasi 3 dan 4, kombinasi 3 dan 5, kombinasi 1, 2 dan 3, kombinasi 2, 3 dan 4, kombinasi 2, 3 dan 5, kombinasi 3, 4 dan 5 serta kombinasi 2, 3, 4 dan 5 pada satu tanaman. Gambar 3 menunjukkan perubahan jumlah anak daun atau malformasi jumlah anak daun yang benihnya diradiasi dengan sinar gamma.

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau



Gambar 3. Beberapa bentuk malformasi jumlah anak daun kedelai Dega 1 populasi M₁ hasil radiasi sinar gamma (A) Jumlah anak daun normal, (B) Tetrafoliat, (C) trifoliat hasil radiasi sinar gamma (D-E) difoliat (F) Anak daun tunggal

3. Warna Mahkota Bunga

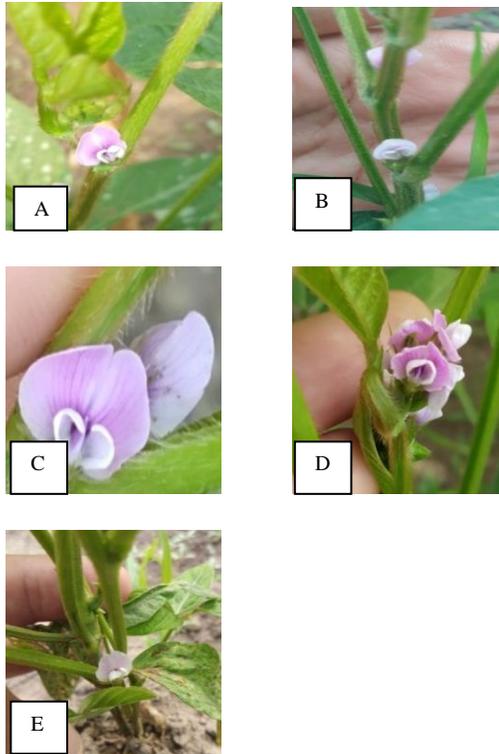
Hasil pengamatan setelah dilakukan uji homogenitas varian terhadap warna mahkota bunga menunjukkan nilai keragaman yang homogen. Warna mahkota bunga yang telah diradiasi sinar gamma memiliki sedikit perbedaan dari warna bunga normalnya. Pada perlakuan dosis 150 Gy dan 200 Gy menunjukkan adanya

variasi warna mahkota bunga. Warna mahkota bunga tanaman kedelai Varietas Dega 1 umumnya berwarna ungu (Gambar 4). Semua tanaman yang diradiasi sinar gamma menghasilkan bunga namun ada beberapa tanaman yang memberikan warna bunga yang berbeda dari warna bunga tanaman M₀. Radiasi sinar gamma dapat merubah warna bunga kedelai dari ungu menjadi ungu muda bahkan menjadi warna putih. Menurut Wilcox (1987), sifat warna bunga dikendalikan oleh satu pasang gen yaitu W₁ dan w₁ dengan sifat ungu yang dominan. Selanjutnya, Hartwig dan Hinson (1962) dalam Wilcox (1987) melaporkan bahwa warna bunga juga dapat dikendalikan oleh gen W₃ dan W₄. Warna bunga ungu umumnya bergenotip W₁W₃W₄, sedangkan putih bergenotip W₁w₃w₄. Munculnya warna bunga ungu muda pada M₁ diduga karena adanya mutasi pada gen pengendali warna bunga. Menurut Jusuf (2001) perubahan warna dapat terjadi karena mutasi gen telah menyebabkan terjadinya perubahan proses metabolisme produksi pigmen warna tersebut.

Sibarani (2015) dalam penelitiannya menyatakan bahwa seluruh tanaman yang tumbuh menghasilkan bunga dan ada beberapa tanaman yang diradiasi sinar gamma memiliki warna bunga yang unik dan berbeda dari tanaman M₀. Selanjutnya, pada dosis radiasi 300 Gy tanaman ke-14 menghasilkan warna bunga putih keseluruhan dan pada tanaman ke-18 menghasilkan warna bunga ungu dan putih pada satu kuntum bunga. Beberapa warna mahkota bunga

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

kedelai Varietas Dega 1 akibat adanya radiasi sinar gamma dapat dilihat pada Gambar 4.

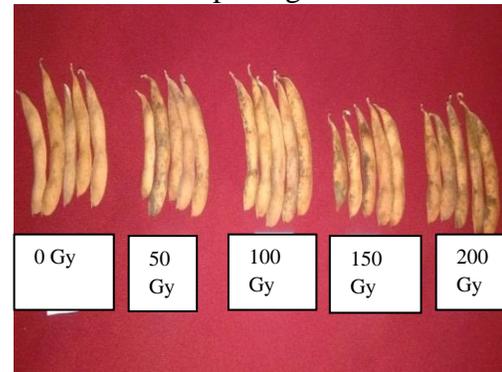


Gambar 4. Beberapa warna mahkota bunga populasi M1 kedelai Varietas Dega 1 hasil radiasi sinar gamma (A) Normal, (B) 50 Gy, (C) 100 Gy, (G) 150 Gy, (D) 200 Gy.

4. Warna Polong

Hasil uji homogenitas terhadap warna polong menunjukkan nilai keragaman yang homogen. Pada Gambar 5 terlihat warna polong pada tanaman kedelai tidak mengalami perubahan. Warna polong tanaman kedelai Varietas Dega 1 memperlihatkan bahwa 100% memiliki warna terang. Hal ini membuktikan bahwa radiasi sinar

gamma pada berbagai dosis belum memperlihatkan pengaruh pada karakter warna polong.



Gambar 5. Keragaman warna polong tanaman kedelai Varietas Dega 1 populasi M₁ hasil radiasi sinar gamma akibat radiasi sinar gamma

Perlakuan irradiasi sinar gamma hanya menyebabkan mutasi terhadap tanaman secara acak. Tidak semua parameter yang diamati akan mengalami mutasi gen, seperti pada pengamatan warna polong pada tanaman kedelai Varietas Dega 1. Menurut Jusuf (2001), jika terjadi perubahan pada DNA maka akan menyebabkan terjadinya perubahan kodon-kodon mRNA, dan akhirnya menyebabkan terjadinya perubahan asam amino tertentu pada protein yang disandikannya. Perubahan protein atau enzim akan menyebabkan perubahan metabolisme serta fenotip organisme. Besar kecilnya jumlah asam amino yang berubah akan menentukan besar kecilnya perubahan fenotip pada organisme tersebut. Hal ini terjadi pada parameter pengamatan warna polong Varietas Dega 1 yang tidak berubah karena sinar gamma, besar kemungkinan tidak terjadi perubahan

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

DNA yang menyebabkan terjadinya perubahan pada kodon-kodon mRNA, namun untuk parameter pengamatan lainnya seperti bentuk pertumbuhan, dan bentuk daun menunjukkan adanya pengaruh dari radiasi sinar gamma, karena adanya perubahan struktur DNA yang terjadi.

Polong yang terbentuk memiliki ukuran yang berbeda-beda, dapat dilihat pada Gambar 5 dimana iradiasi sinar gamma pada dosis 100 Gy, polong tanaman terlihat memiliki rata-rata 3 biji. Lain halnya dengan perlakuan radiasi pada dosis 150 Gy dan 200 Gy yang lama kelamaan mengalami pengurangan jumlah biji per polongnya. iradiasi sinar gamma pada dosis yang tepat dapat memberikan dampak yang baik seperti yang terlihat pada kedelai Varietas Dega 1. Menurut Syukur et al. (2015) hanya mutasi yang dominan yang akan terkspresi didalam generasi M₁. Hal ini dapat terlihat pada pengamatan warna polong dimana pada peubah warna polong generasi M₁ radiasi sinar gamma tidak merubah warna polong kedelai Varietas Dega 1.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian keragaan generasi M₁ kedelai Varietas Dega 1 hasil radiasi sinar gamma yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa radiasi sinar gamma memunculkan keragaman pada sifat kualitatif yakni pada bentuk daun dan jumlah anak daun. Karakter bentuk daun memiliki keragaman paling luas yaitu 0,64 terutama pada radiasi dosis 100 Gy.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

Asadi. 2013. pemuliaan mutasi untuk perbaikan terhadap umur dan produktivitas padakedelai. *Jurnal AgroBiogen*. 9(3):135-142

Crowder, L. V. 2010. Genetika Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Hartini, S. 2008. Induksi mutasi dengan irradiasi sinar gammapada kedelai (*Glycine max(L.) merril*)Kultivar Slamet dan Lumut. Thesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. (Tidak dipublikasikan)

International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). 1984. Descriptors for soybean. <https://www.biodiversityinternational.org>. Diakses pada tanggal 5 Agustus 2018

Jusuf, M. 2001. Genetika I Struktur dan Ekspresi Gen. Sagung Seto. Jakarta.

Kumari, R, Singh Y. 1996. Effect of gamma rays and EMS on seed germination and plant survival of *Pisum sativum*L. And *Lens culinaris*. Med. Neo

Pusat Data Dan Informasi Pertanian. 2016. Outlook komoditas pertanian sub sektor tanaman pangan. Perpustakaan.bappenas.gov.id. Diakses pada tanggal 20 Mei 2019.

Sibarani, I. B., Ratna R.S., Rosanty L., Diana S.H. 2015. Respon Morfologi Tanaman Kedelai (*Glycine max(L.) Merrill*) Varietas Anjasmoro Terhadap Beberapa Iradiasi Sinar Gamma. *Jurnal Online*

- Agroekoteknologi* .3 (2): 515-526.
- Syukur, M., S. Sriani, R. Yuniarti, S.I. Aisyah, Y. Wahyu, S. sastrosumarjo. 2015. *Sitogenetika Tanaman*. IPB Press. Bogor.
- Union Internationale Pour la Protection des Obtentions Vegetables. 1998. Guidelines for the conduct of test for districtness, uniformity and stability Soya bean (*Glycine max*(L.)Merril).www.upov.int. Diakses pada tanggal 10 Januari 2018.
- Wattimena, G.A. 1992. *Bioteknologi Tanaman*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- Wilcox JR. 1987. *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*. (2nd ed.). Amerika: American Society of Agronomy, Inc.
- Zhang, S. 1998. Fourten Homogeneity of Variance Test: when and how to use them. University of Hawai. California

-
1. Mahasiswa FakultasPertanian
 2. Dosen Fakultas PertanianUniversitas Riau