

Vigor and Viability Testing of Rice (*Oryza sativa* L.) Local Mutant Germplasm of Padang Pariaman through Gamma Irradiation

Henny Puspita Sari¹, Irfan Suliansyah², Indra Dwipa², Dini Hervani², Winda Purnama Sari², Fatardho Zudri³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Ekasakti, Sumatera Barat, Indonesia;

²Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Sumatera Barat, Indonesia;

³Pengelolaan Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Sumatera Barat, Indonesia;

Article History

Received : October 02th, 2023

Revised : October 24th, 2023

Accepted : November 24th, 2023

*Corresponding Author: **Henny Puspita Sari**, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Ekasakti, Sumatera Barat, Indonesia;
Email: hennypuspitasari@unespadang.ac.id

Abstract: As a genetic resource, local rice can provide insight into the inheritance of favorable traits. Local rice varieties have naturally been tested for resistance to pests and diseases, high yields, good rice quality (including class 1 quality), and a taste that people like, but also have some disadvantages, such as long life and high plant height that easily collapses. For this reason, the characteristics of local rice varieties that have these advantages are improved using the gamma-ray induced mutation technique. Before planting in the field, it is necessary to test the vigor and viability of local rice genotypes (*Oryza sativa* L.) Padang Pariaman seeds first. In this study, researchers used three different rice varieties, namely: "Madang Pulau", "Putiah Papanai", and "Banang Kuniang" and gamma irradiation, with radiation doses of 0, 100, 200, 300, 400, 500, and 600 Gy. Based on the results of the study, the local rice seed varieties of Padang Pariaman Regency and the dose of gamma irradiation had a significant effect on maximum germination, while germination speed, germination capacity, vigor index, and growth uniformity were significantly affected by the dose of gamma irradiation. Gamma irradiation with doses of 400-600 Gy resulted in a more significant decrease in seed vigor and viability compared to irradiation with doses of 100-300 Gy.

Keywords: Gamma irradiation, local rice, Padang Pariaman, vigor, viability.

Pendahuluan

Pemuliaan mutasi merupakan metode yang sangat efektif untuk meningkatkan keragaman genetik pada tanaman, sehingga dapat mengembangkan galur mutan dengan ciri-ciri yang diinginkan (Bhat dan Hakeem, 2023), (Datta, 2023), (Sivasankar *et al.* 2021), (Zhang *et al.* 2020). Sinar gamma merupakan bentuk radiasi elektromagnetik yang paling energik, yang berguna untuk perubahan karakter fisiologis tanaman (FAO/IAEA, 2018). Menurut Bhat dan Hakeem, (2023), perbaikan varietas padi lokal dengan teknik mutasi menggunakan

iradiasi sinar gamma dapat menciptakan sumber genetik baru.

Beberapa peneliti berpendapat bahwa iradiasi gamma berpengaruh positif terhadap potensi perkecambahan dan indeks perkecambahan, sedangkan iradiasi dosis tinggi berpengaruh nyata terhadap panjang tunas dan indeks vigor (Du *et al.* 2022), (Okasa *et al.* 2021), (Pratiwi *et al.* 2020), (Qamar *et al.* 2019). Hal ini disebabkan foton sinar gamma dengan panjang gelombang pendek lebih kuat dari foton cahaya tampak sehingga efeknya lebih kuat pada permukaan sel tumbuhan. Rusaknya lapisan kulit biji memungkinkan

perkecambah lebih cepat (Ayneband dan Afsharinafar 2012).

Menurut Marcos-Filho (2015), pertumbuhan bibit yang kuat dari kultivar yang diinginkan merupakan faktor penting dalam memastikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang optimal, yang pada gilirannya mempengaruhi keseragaman, hasil, dan kualitas produk yang dipanen. Evaluasi perkecambahan dan identifikasi lot benih merupakan inisiatif penting menuju keberhasilan produksi tanaman, dan oleh karena itu informasi pengujian benih harus secara akurat mendeteksi perbedaan potensi fisiologis di antara lot benih yang diuji. Pertumbuhan dan perkembangan benih setelah disemai atau selama penyimpanan menunjukkan apakah potensi yang diidentifikasi melalui pengujian vigor dan viabilitas yang tepat telah tercapai dan seberapa memadai prosedur yang digunakan untuk evaluasi ini.

Vigor berkaitan dengan kesehatan dan ketahanan tanaman secara menyeluruh, yang mencakup laju pertumbuhan, ukuran, dan kapabilitas untuk bertahan terhadap hama dan penyakit. Konteks ilmu benih, viabilitas berkaitan dengan kapasitas benih untuk memulai proses perkecambahan dan kemudian berkembang menjadi tanaman yang kuat dan tumbuh subur (Priyadarshan, 2019). Kedua parameter ini berfungsi sebagai indikator utama untuk menilai kesesuaian galur mutan untuk dibudidayakan secara ekstensif. Namun demikian, penerapan iradiasi gamma dalam konteks pemuliaan mutasi menimbulkan tantangan tersendiri. Tidak semua mutasi yang diinduksi memperlihatkan sifat fenotipik yang menguntungkan, mutasi tertentu dapat memberikan pengaruh yang merugikan terhadap pertumbuhan dan hasil panen secara keseluruhan. Sehingga, sangat penting untuk memilih dan mengevaluasi galur mutan dengan tepat untuk mendapatkan galur mutan yang memiliki karakteristik yang diinginkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji vigor dan viabilitas benih padi dengan mengamati efek mutasi yang diinduksi melalui sinar gamma, sedangkan tujuan khusus yang diinginkan adalah untuk menghasilkan benih berkualitas tinggi dengan karakteristik yang lebih baik.

Bahan dan Metode

Alat dan bahan

Bahan yang digunakan adalah padi varietas lokal Kabupaten Padang Pariaman yaitu : Madang Pulau, Putih Papanai, dan Banang Kuniang, tanah top soil, sekam padi, pupuk kandang sapi. Alat yang digunakan yaitu penggaris/meteran, kamera, gunting, spidol permanent, pena, *seedbed* dan label.

Pelaksanaan penelitian

Benih padi lokal Kabupaten Padang Pariaman terlebih dahulu dikeringkan hingga kadar air 13%, kemudian ditimbang seberat 500 g dan dimasukkan kedalam kantong kain untuk diiradiasi dengan sinar gamma. Iradiasi benih dilakukan di Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), pada bulan Januari 2023. Benih padi lokal dari masing-masing perlakuan disemai berbaris sebanyak 100 benih/baki, dengan ukuran baki 100 cm x 60 cm yang berisi media tanam dengan volume 1:1:1 (top soil:kompos: sekam padi) dan diberi label penanda. Percobaan ini dilakukan selama 21 hari bertempat di rumah kaca Laboratorium Diseminasi, BSIP Kota Padang.

Penyiraman dilakukan dua kali seminggu, dan pengamatan viabilitas dimulai pada hari ke-5, 7, 9, 11, dan 13 hari setelah semai (hss), dengan menghitung Laju perkecambahan benih. Potensi tumbuh maksimum (%) diukur dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah normal maupun abnormal pada umur 9 hss, sedangkan daya kecambah (%) pada umur 14 hss. Pengamatan vigoritas, yaitu: dengan menghitung indeks vigor (IV) (%) pada hari ke-5, dan keserempakan tumbuh (%) dihitung berdasarkan persentase kecambah normal pada 7 hss.

Rancangan percobaan

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Faktor pertama terdiri dari tiga varietas padi lokal Kabupaten Padang Pariaman, yaitu Madang Pulau, Putih Papanai, dan Banang Kuniang. Faktor kedua terdiri dari tujuh dosis iradiasi sinar gamma, yaitu: 0 (tanpa radiasi), 100, 200, 300, 400, 500, dan 600 Gy. Percobaan ini diulang 3 kali, masing-masing ulangan ditanam

100 butir benih. Data yang diperoleh dianalisis dengan program STAR (*Statistical Tool for Agricultural Research*). Perlakuan yang berpengaruh nyata diuji lanjut dengan DMRT taraf α 5%.

Hasil dan Pembahasan

Viabilitas benih

Viabilitas benih mengacu pada kemampuan benih untuk tetap hidup dan berkecambah, ini mencerminkan tingkat kelangsungan hidup dan potensi pertumbuhan benih. Viabilitas benih ditentukan oleh faktor-faktor seperti umur, kualitas, kondisi penyimpanan, serta faktor lingkungan yang mempengaruhi kemampuan berkecambah benih, dengan mengetahui tingkat viabilitas benih, keberhasilan tanaman yang dihasilkan dapat diprediksi dengan lebih baik. Parameter viabilitas yang diukur dalam penelitian ini meliputi laju perkecambahan (hari), potensi pertumbuhan maksimum (%), dan daya perkecambahan (%), seperti yang dirinci pada Tabel 1, 2, dan 3. Hasil analisis laju perkecambahan yang terdapat pada Tabel 1, terlihat bahwa peningkatan dosis iradiasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju perkecambahan varietas padi lokal asal Kabupaten Padang Pariaman pada umur 5, 7, 9, 11, dan 13 hari setelah semai (hss).

Tabel 1. Laju perkecambahan (hari) benih padi lokal Padang Pariaman melalui mutasi induksi iradiasi sinar gamma

Dosis Iradiasi	Varietas			Rata-rata
	Madang Pulau	Putiah Papanai	Banang Kuning	
0 Gy	3.69	4.52	3.70	3.97 c
100 Gy	2.38	2.82	3.34	2.85 d
200 Gy	3.30	2.86	3.74	3.30 cd
300 Gy	3.32	3.43	3.58	3.45 cd
400 Gy	4.52	5.21	4.15	4.63 bc
500 Gy	5.35	5.64	4.81	5.27 ab
600 Gy	6.53	5.47	5.09	5.70 a
Rata-rata	4.16	4.28	4.06	
KK = 16.86%				

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Laju perkecambahan (LP) menurun seiring dengan meningkatnya dosis iradiasi gamma pada ketiga varietas padi lokal Padang Pariaman (Tabel 1). Hal ini dibuktikan dengan lamanya waktu perkecambahan. Pada dosis 100 Gy (2,85 hari) menunjukkan laju perkecambahan yang relatif lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Namun, perbedaan laju perkecambahan ini tidak signifikan secara statistik jika dibandingkan dengan dosis 200 Gy (3,30 hari) dan 300 Gy (3,45 hari), sedangkan dosis 0 Gy (kontrol) membutuhkan waktu 3,97 hari dan dosis 400 Gy memerlukan waktu 4,63 hari untuk berkecambah. Laju perkecambahan yang diamati menunjukkan nilai tertinggi pada dosis 500 dan 600 Gy, dengan demikian menunjukkan panjangnya fase munculnya radikula pada benih. Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi positif antara peningkatan dosis iradiasi dan laju perkecambahan benih pada dosis yang lebih rendah, sedangkan dosis iradiasi yang lebih tinggi menunjukkan adanya efek penghambatan pada laju perkecambahan, hal ini sejalan dengan penelitian Efendi *et al.*, (2017), Herwibawa dan Kusmiyati (2017), Hong *et al.* (2022), Ishak (2023), Zou *et al.*, (2023) dan Sari *et al.*, (2023); Barus *et al.*, (2023).

Jia dan Li (2008) mengemukakan bahwa penurunan laju perkecambahan yang terlihat pada kedelai dikaitkan dengan penerapan iradiasi sinar gamma. Penyinaran ini diyakini dapat menyebabkan penurunan pembelahan sel, menghambat produksi hormon, mengganggu transportasi unsur hara ke seluruh tanaman, dan menyebabkan kelainan metabolisme pada meristem apikal. Lebih lanjut Macovei *et al.*, (2014), Choi *et al.*, (2021) dan Zou *et al.*, (2023) menjelaskan bahwa efek yang diamati dapat dikaitkan dengan aktivasi RNA, yang mengarah pada peningkatan sintesis protein. Proses aktivasi terjadi selama fase awal perkecambahan setelah iradiasi pada benih.

Berdasarkan hal ini, adanya dugaan bahwa iradiasi sinar gamma berpotensi meningkatkan kerentanan tanaman padi. Berdasarkan penelitian Nepal *et al.*, (2014), diketahui bahwa iradiasi sinar gamma menyebabkan kerentanan yang lebih tinggi pada tanaman dengan cara menghambat biosintesis zat pengatur tumbuh alami, terutama sitokinin. Proses tersebut melibatkan organel sel

mitokondria yang kompleks, yang memiliki peran penting dalam produksi *adenosin trifosfat* (ATP) dan ion kalsium. Hal ini mengaktifkan fungsi *messenger* RNA (mRNA) sebagai templat untuk sintesis biomolekul esensial. Penting untuk diketahui bahwa proses ini tidak secara langsung mengurangi akumulasi sitokinin. Namun demikian, proses ini memberikan pengaruh pada biosintesis sitokinin dan menimbulkan kerusakan sel (Nepal *et al.*, 2014; Shukla *et al.*, 2016).

Tabel 2. Potensi Tumbuh Maksimum (PTM) (%) benih padi lokal Padang Pariaman Melalui Mutasi Induksi Iradiasi Sinar Gamma

Dosis Iradiasi (Gy)	Varietas		
	Madang Pulau	Putiah Papanai	Banang Kuning
0 Gy	72.00 a	62.33 a	69.00 a
100 Gy	68.33 a	74.67 a	67.67 a
200 Gy	67.00 a	59.33 a	54.33 ab
300 Gy	56.33 a	55.00 a	43.67 bc
400 Gy	5.00 b	6.00 b	27.33 cd
500 Gy	6.33 b	4.33 b	13.33 de
600 Gy	6.67 b	1.33 c	6.67 e

KK = 20,50%

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Potensi Tumbuh Maksimum (PTM) merupakan indikator penting dalam penilaian kualitas benih. Benih dengan PTM yang tinggi menunjukkan bahwa benih tersebut memiliki kemampuan tumbuh dan berkembang secara maksimal di bawah kondisi yang optimal. Potensi tumbuh maksimum diperoleh dengan menghitung jumlah kecambah yang tumbuh normal maupun abnormal pada 9 HSS. Berdasarkan hasil analisis penelitian, menunjukkan adanya interaksi substansial antara dosis iradiasi gamma dan genotipe padi terhadap persentase PTM (Tabel 2). Potensi tumbuh maksimum terdapat pada 0 Gy pada genotipe Madang Pulau dan Banang Kuning (72% dan 69%), sedangkan genotipe Putih Papanai potensi tumbuh maksimum pada dosis 100 Gy (74,67%).

Persentase potensi tumbuh minimum diperoleh pada dosis yang lebih tinggi, yaitu 400-600 Gy. Dampak negatif ini diduga disebabkan oleh kerusakan atau perubahan susunan gen dan

terganggunya proses fisiologis benih akibat penyinaran sinar gamma, dimana penggunaan tingkat iradiasi yang lebih tinggi mengakibatkan penurunan PTM yang signifikan terutama pada genotipe Madang Pulau dan Putih Papanai. Senada dengan itu, hasil penelitian Hameed *et al.* (2008) mengamati penurunan substansial dalam persentase PTM setelah paparan dosis iradiasi yang lebih tinggi dalam kisaran 350-500Gy. Jan *et al.* (2013) melaporkan temuan serupa, yang mencatat bahwa paparan sinar gamma dengan dosis lebih rendah menghasilkan peningkatan karakteristik vegetatif yang cukup besar, namun dosis yang lebih besar mempunyai efek merugikan pada parameter yang sama.

Tabel 3. Daya Kecambah (DB) (%) benih padi lokal Padang Pariaman melalui mutasi induksi iradiasi sinar gamma

Dosis Iradiasi	Varietas			Rata- rata
	Madang Pulau	Putiah Papanai	Banang Kuning	
0 Gy	85.00	80.67	88.67	84.78 a
100 Gy	81.33	81.33	87.67	83.44 a
200 Gy	82.33	76.00	75.33	77.89 a
300 Gy	75.33	70.67	59.67	68.56 b
400 Gy	0	2.67	0	0.89 c
500 Gy	0	1.67	0	0.56 c
600 Gy	0.33	0	1.67	0.67 c

Rata-rata **46.33** **44.71** **44.71**

KK = 11,86%

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Penelitian Islam *et al.*, (2014) menyatakan bahwa penurunan PTM dan kelangsungan hidup sebesar 50% terjadi pada dosis sinar gamma 350-450 Gy. Iradiasi sinar gamma pada benih menyebabkan berbagai perubahan yang ditandai dengan menurunnya viabilitas fisiologis benih, sehingga menyebabkan perubahan menyeluruh pada sifat fisik, fisiologis, dan biokimia benih, selain itu perkembangan benih juga dipengaruhi oleh variabel internal seperti kematangan benih, ukuran benih, dormansi, dan penghambat perkecambahan (Efendi *et al.*, 2017). Menurut Datta (2023), radiasi dengan sifat pengion memiliki tiga efek, yaitu: ionisasi, disosiasi, dan eksitasi. Interaksi kuat dihasilkan dari ionisasi dan disosiasi, sedangkan interaksi lemah

dihasilkan dari eksitasi. Atom atau molekul dalam sel biologis berinteraksi dengan radiasi pengion penetrasi, terutama air, untuk menghasilkan radikal bebas yang menyebarkan dan merusak banyak senyawa penting sel, dan pelepasan elektron dari atom menyebabkan perubahan kimia dan fisik pada unsur penyusun sel.

Daya kecambah didokumentasikan pada saat munculnya akar utama atau radikula dari kotiledon, yang diamati pada umur 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya kecambah benih padi lokal Padang Pariaman sangat dipengaruhi oleh iradiasi sinar gamma, seperti terlihat pada Tabel 3. Rata-rata nilai daya kecambah dosis 0-200 Gy berbeda tidak nyata dengan nilai sebesar 84,78%, 83,44% dan 77,89%. Namun pada dosis 300 Gy daya kecambah menurun menjadi 68,56%. Dosis 400-600 Gy menunjukkan penurunan daya kecambah yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu: 0,89%, 0,56%, dan 0,67%.

Selama pengamatan, didapatkan bahwa semakin tinggi dosis iradiasi gamma, persentase daya berkecambah varietas padi yang diuji semakin menurun, yang menunjukkan bahwa dengan iradiasi dosis tinggi, benih kehilangan kemampuan berkecambah, karena semakin banyak kerusakan fisik yang akan menghasilkan mutasi yang tidak diinginkan dalam jumlah yang banyak, hal ini sesuai dengan pernyataan Sari *et al.* (2023). Hasil yang serupa didapatkan dalam penelitian Islam, Azad, dan Nath (2014), di mana dosis sinar gamma 350-450 Gy menurunkan tingkat perkecambahan dan kelangsungan hidup sebesar 50%. Menurut Prabhandaru dan Saputro (2017), perlakuan 0 Gy dan 100 Gy memberikan hasil yang sama yaitu 80%, sedangkan perlakuan 200 Gy dan 300 Gy memberikan hasil penurunan masing-masing 70% dan 60%, dan Pujiyanti *et al.*, (2021) menemukan bahwa benih yang diradiasi dengan dosis 400 dan 800 Gy memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan tunas kecambah Barak Cenana, dan hal serupa juga ditemukan dalam penelitian Megasari dan Asmulliani (2023).

Sinar gamma merupakan radiasi pengion dengan daya tembus yang kuat dan membentuk radikal bebas ketika berinteraksi dengan air dan oksigen temuan (Rifnas *et al.* 2020; Kiani *et al.*

2022; Bhat dan Hakeem, 2023). Radikal bebas yang dihasilkan cukup reaktif dan mampu bereaksi dengan molekul organik (protein, lipid, dan asam nukleat), yang menyebabkan kerusakan pada membran sel germinal (Kumar *et al.* 2013; Navabi *et al.* 2016 dan Datta, 2023). Menurut Navabi *et al.* (2016), penurunan kelangsungan hidup mungkin disebabkan oleh kerusakan sel dan komponen seluler, sedangkan faktor kematian lainnya adalah pecahnya organel seluler.

Vigoritas Benih

Nayar (2014), mengartikan vigor sebagai kumpulan ciri-ciri benih yang menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan bibit yang normal, cepat, dan homogen pada berbagai kondisi lapangan optimal dan suboptimal. Dalam penelitian ini variabel vigor yang diamati adalah indeks vigor (IV) dan keserempakan tumbuh yang disajikan pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Indek Vigor (IV) (%) benih padi lokal Padang Pariaman melalui mutasi induksi iradiasi sinar gamma

Dosis Iradiasi	Genotipe			Rata-rata
	Madang Pulau	Putiah Papanai	Banang Kuning	
0 Gy	60.67	45.67	57.00	54.4 a
100 Gy	58.33	53.67	56.00	56.00 a
200 Gy	52.67	51.33	51.33	51.78 a
300 Gy	42.00	45.33	37.33	41.56 b
400 Gy	34.00	39.33	35.00	36.11 b
500 Gy	22.67	25.00	26.67	24.78 c
600 Gy	14.67	17.33	24.67	18.89 c
Rata-rata	40.71	39.67	41.14	

KK =16.77%

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMR pada taraf 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa dosis iradiasi yang diberikan berpengaruh nyata terhadap indek vigor benih pada umur 5 hss, jika dibandingkan dengan kontrol. Iradiasi sinar gamma mempunyai pengaruh positif terhadap vigor benih padi pada dosis 100 dan 200 Gy dan memberikan efek negatif pada dosis lain, yaitu 300-600 Gy. Sejalan dengan penelitian Efendi *et al.*, (2017) pada padi lokal Aceh memiliki nilai

vigor pada dosis 0 Gy sebesar 52,80 %, 200 Gy sebesar 51.20% dan 250 Gy sebesar 43.46%. Semakin tinggi dosis iradiasi gamma maka indek vigor benih padi menurun.

Diduga iradiasi sinar gamma berpotensi mempengaruhi elektron di dalam inti atom. Dampak sinar gamma mengakibatkan proses ionisasi dalam air sehingga menghasilkan pembentukan radikal klorida yang menunjukkan tingkat reaktivitas yang tinggi. Menurut *Song et al.*, (2015), reaksi radikal memiliki kemampuan untuk menginduksi transformasi kimia dan segera berinteraksi dengan molekul organik, sehingga memberikan pengaruh pada atribut struktural dan fungsionalnya. Selain itu, juga berakibat pada penurunan metabolisme dan laju perkecambahan, sehingga peningkatan dosis radiasi mungkin berdampak buruk pada integritas struktural benih.

Tabel 5. Keserempakan Tumbuh (%) benih padi lokal Padang Pariaman melalui mutasi induksi iradiasi sinar gamma

Dosis Iradiasi (Gy)	Genotipe			Rata- rata
	Madang Pulau	Putiah Papanai	Banang Kuning	
0 Gy	62.67	48.00	59.67	56.78 a
100 Gy	61.67	57.00	59.00	59.22 a
200 Gy	55.33	52.33	52.67	53.44 ab
300 Gy	44.00	48.33	40.00	44.11 bc
400 Gy	37.00	41.33	37.00	38.44 c
500 Gy	17.00	25.00	30.67	24.22 d
600 Gy	24.33	17.33	30.00	23.89 d
Rata- rata	43.14	41.33	44.14	

KK = 15.80%

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%.

Menurut Marcu *et al.*, (2013), hal ini dapat dikaitkan dengan proses ionisasi yang disebabkan oleh iradiasi sinar gamma. Proses yang dijelaskan menunjukkan variasi di antara spesies tanaman yang berbeda, bergantung pada karakteristik morfologi dan fisiologisnya yang unik. Baldwin dan Grantham (2015) menjelaskan bahwa peristiwa yang dimaksud ini sering disebut dengan hormesis, suatu fenomena yang memberikan pengaruh menguntungkan bagi tumbuhan. Telah diketahui bahwa

keberadaan vigor benih yang kuat berkontribusi terhadap pengembangan benih yang toleran, khususnya pada kondisi lahan sub-optimal yang ditandai dengan lingkungan yang tidak sesuai untuk pertumbuhan dan perkecambahan benih secara optimal.

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa peningkatan dosis iradiasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap persentase keserempakan tumbuh benih padi varietas lokal pada umur 7 hss. Keserempakan tumbuh benih padi lokal pada dosis 100 Gy (59,22%) dan 200 Gy (53,44%) tidak berbeda nyata dibandingkan dengan 0 Gy (59,67%). Namun, terjadi penurunan pada dosis 300-600 Gy. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurrachmamilia dan Saputro (2017), kisaran simultanitas benih padi varietas Bahbutong biasanya antara 40% dan 70%. Namun jika nilai simultanitasnya melebihi 90%, maka dapat disimpulkan bahwa benih varietas tersebut mempunyai tingkat vigor yang tinggi.

Dosis 100 Gy, sel yang menunjukkan kelangsungan hidup yang kuat setelah terpapar radiasi akan mengalami berbagai perubahan fisiologis atau genetik. Perubahan ini berpotensi menghasilkan tanaman yang menunjukkan kualitas yang lebih baik dibandingkan tanaman sebelumnya. Berdasarkan hasil penelitian terlihat adanya korelasi potensial antara perkembangan benih secara bersamaan dan dampak radiasi secara keseluruhan, yang biasanya diwujudkan dalam bentuk kerusakan fisiologis seperti penekanan pertumbuhan, kematian, dan infertilitas tanaman. Selain menyebabkan kerusakan fisiologis, iradiasi sinar gamma juga dikaitkan dengan efek deterministik. Sesuai penelitian Utami (2013), dampak deterministik mengacu pada konsekuensi yang diakibatkan oleh kematian sel yang disebabkan oleh paparan radiasi. Efek deterministik muncul ketika dosis yang diserap oleh tanaman melampaui dosis ambang batas, biasanya menyebabkan dampak yang dapat diamati dan muncul pada periode tertentu setelah iradiasi. Besarnya efek deterministik akan meningkat ketika dosis yang diterima melebihi ambang batas dosis.

Ciri-ciri genetik yang tidak setara dapat menimbulkan ketidakseragaman pertumbuhan. Perkembangan benih yang ditanam secara bersamaan baik dalam kondisi uji laboratorium

atau lingkungan alami dikaitkan dengan kapasitas kolektif benih untuk memanfaatkan cadangan energinya secara efisien, sehingga menghasilkan perkecambahan yang tersinkronisasi dan pertumbuhan yang kuat (Song *et al.*, 2015). Benih yang memiliki nilai vigor rendah umumnya menunjukkan penurunan kapasitas penggunaan energi dibandingkan benih dengan nilai vigor tinggi (Nugraheni *et al.*, 2023). Kinerja bibit dianggap mencerminkan efisiensi benih dalam hidrolisis dan mobilisasi cadangannya.

Proses pembentukan bibit, bahan kering diangkat dari endosperma, dihidrolisis, dan diarahkan ke sumbu embrio. Oleh karena itu, benih dengan vigor tinggi, yang menunjukkan efisiensi lebih besar dalam proses ini, akan menghasilkan bibit yang kuat (Garcia *et al.*, 2022). Benih dengan vigor tinggi mempunyai tingkat dan kecepatan kemunculan yang lebih tinggi, terutama pada kondisi lingkungan yang buruk (Marcos-Filho, 2015). Oleh karena itu, benih-benih ini mempunyai keunggulan kompetitif, seperti penggunaan air, cahaya, dan unsur hara yang lebih baik, sehingga menghasilkan tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi dan akumulasi bahan kering yang lebih besar, yang pada akhirnya menghasilkan jumlah bibit yang muncul lebih banyak.

Kesimpulan

Benih padi varietas lokal Kabupaten Padang Pariaman dan dosis iradiasi gamma mempunyai pengaruh yang nyata terhadap potensi tumbuh maksimum, sedangkan laju perkecambahan, daya kecambah, indeks vigor, keserempakan tumbuh dipengaruhi nyata oleh dosis iradiasi sinar gamma. Iradiasi sinar gamma dengan dosis 400-600 Gy mengakibatkan penurunan vigoritas dan viabilitas benih lebih nyata dibandingkan dengan iradiasi dosis 100-300 Gy.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas bantuan dana yang telah

diberikan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian ini sesuai dengan SP DIPA-023.17.1.690523/202 Revisi ke-4 tanggal 31 Maret 2023.

Referensi

- Aynehband, A., & Afsharinafar, K. (2012). Effect of gamma irradiation on germination characters of amaranth seeds. *European Journal of Experimental Biology*, 2(4), 995–999.
- Baldwin, J., & Grantham, V. (2015). Radiation hormesis: Historical and current perspectives. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 43(4), 242–246.
- Barus, W. A., Tampubolon, K., Alridiwersah, Zulkifli, T. B. H., Tarigan, D. M., Ardilla, D., & Rangkuti, K. (2023). Seedlings and Vegetative Stage of Red Rice As Affected By Induction Gamma-Rays Under Saline Stress. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 71(2), 75–88.
- Bhat, T. A., & Hakeem, K. R. (2023). Volume 1 Mutagenesis and Crop Improvement. In *Biotechnologies and Genetics in Plant Mutation Breeding* (hal. 1–14). USA: CRC Press.
- Choi, H.-I., Han, S. M., Jo, Y. D., & Kim, J.-B. (2021). Effects of Acute and Chronic Gamma Irradiation on the Cell Biology and Physiology of Rice Plants. *Plants*, 10(439), 1–14.
- Datta, S. K. (2023). *Induced Mutation Breeding*. Singapore: Springer Nature Singapore.
- Du, Y., Feng, Z., Wang, J., Jin, W., Wang, Z., Guo, T., ... Zhou, L. (2022). Frequency and Spectrum of Mutations Induced by Gamma Rays Revealed by Phenotype Screening and Whole-Genome Re-Sequencing in *Arabidopsis thaliana*. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(654), 1–22.
- Efendi, Bakhtiar, Zuyasna, Alamsyah, W., Syamsuddin, Zakaria, S., ... Sobrizal. (2017). The Effect of Gamma Ray Irradiation on Seed Viability and Plant Growth of Aceh's Local Rice (*Oryza sativa* L.). *Advances in Natural and Applied Sciences*, 11(3), 91–96.
- FAO/IAEA. (2018). *Manual on Mutation*

- Breeding*. (M. M. Spencer-Lopes, B. P. Forster, & L. Jankuloski, Ed.) (Third, Vol. 26). Italy, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Garcia, J., Coelho, C. M. M., Carlesso, C., Sommer, Â. S., & de Oliveira Neto, A. M. (2022). Sowing density adjustment by rice seed vigor. *Ciencia e Agrotecnologia*, 46(e008822), 1–8.
- Hameed, A., Shah, T. M., Atta, B. M., Haq, M. A., & Sayed, H. (2008). Gamma irradiation effects on seed germination and growth, protein content, peroxidase and protease activity, lipid peroxidation in desi and kabuli chickpea. *Pakistan Journal of Botany*, 40(3), 1033–1041.
- Herwibawa, B., & Kusmiyati, F. (2017). mutagenic effects of sodium azide on the germination in rice (*Oryza sativa* L. cv. Inpago Unsoed 1). *Jurnal Agroteknologi*, 7(2), 9–14.
- Hong, M. J., Kim, D. Y., Jo, Y. D., Choi, H. Il, Ahn, J. W., Kwon, S. J., Kim, J. B. (2022). Biological Effect of Gamma Rays According to Exposure Time on Germination and Plant Growth in Wheat. *Applied Sciences*, 12(6).
- Ishak, I. (2023). Genetic variability of mutant rice (*Oryza sativa*) genotype induced by gamma rays. *Biodiversitas*, 24(6), 3300–3306.
- Islam, F., Azad, M. A. K., & Nath, U. K. (2014). Effect of Gamma Ray on Nerica-1 Rice And Selection of Desirable Mutants. *Bangladesh J. Nuclear Agric.*, 30(March 2018), 13–20.
- Jan, S., Parween, T., Hameed, R., Siddiqi, T. O., & Mahmooduzzafar. (2013). Effects of presowing gamma irradiation on the photosynthetic pigments, sugar content and carbon gain of Cullen corylifolium (L.) Medik. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73(4), 345–350.
- Jia, C. F., & Li, A. L. (2008). Effect of gamma radiation on mutant induction of *Fagopyrum dibotrys* Hara. *Photosynthetica*, 46(3), 363–369.
- Kiani, D., Borzouei, A., Ramezanzpour, S., Soltanloo, H., & Saadati, S. (2022). Application of gamma irradiation on morphological, biochemical, and molecular aspects of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different seed moisture contents. *Scientific Reports*, 12(1), 1–10.
- Kumar, D. P., Chaturvedi, A., Sreedhar, M., Aparna, M., Venu-Babu, P., & Singhal, R. K. (2013). Available online at www.pelagiaresearchlibrary.com Gamma radiosensitivity study on rice (*Oryza sativa* L.). *Pelagia Research Library*, 3(1), 54–68.
- Macovei, A., Garg, B., Raikwar, S., Balestrazzi, A., Carbonera, D., Buttafava, A., Tuteja, N. (2014). Synergistic Exposure of Rice Seeds to Different Doses of ??-Ray and Salinity Stress Resulted in Increased Antioxidant Enzyme Activities and Gene-Specific Modulation of TC-NER Pathway. *BioMed Research International*, 1–15.
- Marcos-Filho, J. (2015). Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, 72(4), 363–374.
- Marcu, D., Damian, G., Cosma, C., & Cristea, V. (2013). Gamma radiation effects on seed germination, growth and pigment content, and ESR study of induced free radicals in maize (*Zea mays*). *Journal of Biological Physics*, 39(4), 625–634.
- Megasari, R., & Asmuliani. (2023). Respon perkecambahan benih padi lokal siam kuning hasil iradiasi sinar gamma. *Jurnal Agercolere*, 5(1), 26–30.
- Navabi, Y., Norouzi, M., Arab, M., & Daylami, S. D. (2016). Mutagenesis via Exposure to Gamma-Rays in Tuberose (*Polygonum tuberosum*). *Electronic Journal of Biology*, 12(2), 168–172.
- Nayar, N. M. (2014). *Origins and Phylogeny of Rices*. USA: Elsevier.
- Nepal, S., Ojha, B., Meador, A. S., & Gaire, S. (2014). Effect of Gamma Rays on Germination and Photosynthetic Pigments of Maize (*Zea Mays* L.) Inbred. *International Journal of Research*, 1(5), 511–525.
- Nugraheni, N., Pujiasmanto, B., Samanhudi, S., & Sakya, A. T. (2023). Comparison between the electrical conductivity method and radicle emergence test as a rapid test of sorghum seed vigor. *Kultivasi*, 22(2), 200–209.
- Nurrachmamilia, P. L., & Saputro, T. B. (2017).

- Analisis Daya Perkecambahan Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Bahbutong Hasil Iradiasi. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(2), 2337–3520. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-48986-4_312848
- Okasa, A. M., Sjahril, R., Riadi, M., Mahendradatta, M., Sato, T., Toriyama, K., Abe, T. (2021). Evaluation of toraja (Indonesia) local aromatic rice mutant developed using heavy-ion beam irradiation. *Biodiversitas*, 22(8), 3474–3481.
- Prabhandaru, I., & Saputro, B. (2017). Respon perkecambahan benih padi varietas lokal sigadis hasil iradiasi sinar gamma. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(2), 2337–3520.
- Pratiwi, T. A., Lestari, R. P., Parjanto, & Yunus, A. (2020). Mutant selection short-stem of m2 generation mentik wangi rice resulted from irradiation with gamma-ray. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 23(10), 1253–1259.
- Priyadarshan, P. M. (2019). *Plant Breeding: Classical to Modern*. Singapore: Springer Nature Singapore.
- Pujiyanti, A. S., Wijaya, B. K., Artadana, I. B. M., Hardjo, P. H., & Purwanto, M. G. M. (2021). Character Improvement of Red Rice (*Oryza Sativa* L.) Cv. Barak Cenana by Mutagenesis using Gamma Irradiation. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 305–314.
- Qamar, Z. U., Hameed, A., Ashraf, M., Rizwan, M., & Akhtar, M. (2019). Development and Molecular Characterization of Low Phytate Basmati Rice Through Induced Mutagenesis, Hybridization, Backcross, and Marker Assisted Breeding. *Frontiers in Plant Science*, 10(1525), 1–13.
- Rifnas, L., Vidanapathirana, N., Silva, T., Dahanayake, N., Subasinghe, S., Weerasinghe, S., Madushani, W. (2020). Effects of gamma radiation on morphology, survival and growth of *Allamanda cathartica* plants at different maturity. In *Proceedings of National Symposium on Floriculture Research (NaSFloR)* (hal. 59–63).
- Sari, H. P., Suliansyah, I., Dwipa, I., & Hervani, D. (2023). Orientasi Dosis Iradiasi Efektif Pada Perbaikan Genetik Padi (*Oryza sativa* L.) Lokal Padang Pariaman Melalui Mutasi Induksi. *Jurnal Produksi Tanaman*, 11(6), 408–421.
- Shukla, R. V., Shah, A. P., Shah, P. V., & Gupte, S. C. (2016). Effect of gamma irradiation on cytokines released by platelets during storage. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 9(1), 15–19.
- Sivasankar, S., Ellis, N., Jankuloski, L., & Ingelbrecht, I. (2021). *Mutation Breeding, Genetic Diversity and Crop Adaptation to Climate Change*. USA: CABI.
- Song, L., Wang, Q., Wang, C., Lin, Y., Yu, D., Xu, Z., ... Wu, Y. (2015). Effect of γ -irradiation on rice seed vigor assessed by near-infrared spectroscopy. *Journal of Stored Products Research*, 62(May), 46–51.
- Utami, S. (2013). Uji Viabilitas dan Vigoritas Benih Padi Lokal Ramos Adaptif Deli Serdang dengan Berbagai Tingkat Dosis Iradiasi Sinar Gamma di Persemaian. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 18(2), 158–161.
- Zhang, M., He, L., Li, C., Yang, F., Zhao, S., Liang, Y., & Jin, G. (2020). Effects of gamma ray irradiation-induced protein hydrolysis and oxidation on tenderness change of fresh pork during storage. *Meat Science*, 163(August 2019), 108058.
- Zou, M., Tong, S., Zou, T., Wang, X., Wu, L., Wang, J., Huang, M. (2023). A new method for mutation inducing in rice by using DC electrophoresis bath and its mutagenic effects. *Nature Scientific Reports*, 13(6707), 1–12.