



RESPON PERKECAMBAHAN BENIH PADI (*Oryza sativa* L.) VARIETAS LOKAL KABUPATEN PADANG PARIAMAN HASIL IRADIASI SINAR GAMMA

Henny Puspita Sari^{1*}, Fatardho Zudri², Winda Purnama Sari³

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

²Pengelolaan Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Sumatera Barat, Indonesia

³Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Sumatera Barat, Indonesia

Corresponding Author: hennypuspitasari@unespadang.ac.id

Abstract: *Gamma ray irradiation is a mutagenesis method used to obtain new genetic variations in plants, including rice. Local varieties were chosen because they have good adaptability to the local environment and can play an important role in increasing agricultural productivity. The local varieties of rice seeds from Padang Pariaman Regency used in the research were "Madang Pulau", "Putiah Papanai" and "Banang Kuniang". The irradiation doses used were 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy, 500 Gy and 600 Gy. Seeds without irradiation were also used as controls. The results showed that the germination response of local varieties of rice seeds to gamma ray irradiation varied depending on the dose given. In terms of germination percentage, the irradiation dose of 100 Gy showed a significant increase compared to the control in the white Papanai variety. However, irradiation doses of 200 Gy and 300 Gy caused a significant reduction in germination percentage compared with the control. Apart from that, observations were also made on other parameters such as seedling height and root length. The results showed that at irradiation doses of 100 Gy, 200 Gy and 300 Gy, there was a significant reduction in these parameters. Based on these findings, it can be concluded that the use of gamma rays as an irradiation method can influence the germination response of local varieties of rice seeds in Padang Pariaman Regency differently depending on the dose and the variety used.*

Keywords: *Mutation Induction, Gamma Irradiation, Local Rice, Padang Pariaman.*

Abstrak: Iradiasi sinar gamma merupakan salah satu metode mutagenesis yang digunakan untuk memperoleh variasi genetik baru pada tanaman, termasuk padi. Varietas lokal dipilih karena memiliki adaptabilitas yang baik terhadap lingkungan setempat dan dapat berperan penting dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Benih padi varietas lokal Kabupaten Padang Pariaman yang digunakan dalam penelitian yaitu "Madang Pulau", "Putiah Papanai" dan "Banang Kuniang". Dosis iradiasi yang digunakan adalah 100 Gy, 200 Gy, 300 Gy, 400 Gy, 500 Gy dan 600 Gy. Benih tanpa iradiasi juga digunakan sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon perkecambahan benih padi varietas lokal terhadap iradiasi sinar gamma bervariasi tergantung pada dosis yang diberikan. Dalam hal persentase perkecambahan, dosis iradiasi 100 Gy menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan dengan kontrol pada varietas putih papanai. Namun, dosis iradiasi 200 Gy dan 300 Gy

menyebabkan penurunan signifikan dalam persentase perkecambahan dibandingkan dengan kontrol. Selain itu, pengamatan juga dilakukan terhadap parameter lain seperti tinggi bibit dan panjang akar. Hasil menunjukkan bahwa dosis iradiasi 100 Gy, 200 Gy dan 300 Gy, terjadi penurunan signifikan dalam parameter tersebut. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sinar gamma sebagai metode iradiasi dapat mempengaruhi respon perkecambahan benih padi varietas lokal Kabupaten Padang Pariaman secara berbeda-beda tergantung pada dosisnya dan varietas yang digunakan.

Kata Kunci: Induksi Mutasi, Iradiasi Gamma, Padi Lokal, Padang Pariaman.

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) adalah salah satu tanaman sereal terpenting yang ditanam di seluruh dunia, yang merupakan makanan pokok di sejumlah wilayah, terutama Asia, dan dianggap sebagai komoditas penting yang paling strategis karena terkait erat dengan masalah ketahanan pangan, ekspansi ekonomi, lapangan kerja, serta norma budaya. Di Asia, China menjadi negara penghasil beras terbesar pada tahun 2022, sedangkan Indonesia tercatat sebagai negara keempat penghasil beras dengan produksi 34,6 juta metrik ton beras di area seluas 11.40 juta ha (USDA, 2023), namun sistem produksi beras di Asia dalam beberapa tahun terakhir mendapat tantangan baru dari pertumbuhan penduduk dan perubahan iklim yang berdampak pada tekanan lingkungan, alih fungsi lahan pertanian, dan perubahan preferensi konsumen terhadap kualitas pangan.

Menurut Abdelnour-Esquivel *et al.*, (2020) konsumsi beras dunia diproyeksikan mencapai 763 juta metrik ton pada tahun 2020 dan akan meningkat menjadi 852 juta ton pada tahun 2035. Agar berkelanjutan, pertumbuhan penduduk dunia harus disertai dengan peningkatan yang sebanding dalam produksi dan pasokan pangan. Sejumlah program penanganan dan evaluasi galur plasma nutfah padi, dan pemuliaan telah dikembangkan untuk memelopori peningkatan produksi padi dan peningkatan kualitasnya.

Indonesia kaya akan keanekaragaman hayati padi, berdasarkan data Pendaftaran Varietas Tanaman Hasil Pemuliaan hingga tahun 2022 di mana lebih dari 1.687 varietas plasma nutfah padi telah tercatat dari 2.210 varietas lokal yang ada di seluruh Indonesia. Landrace/varietas padi lokal di setiap negara merupakan bahan genetik potensial yang perlu ditingkatkan genetiknya dengan pendekatan pemuliaan yang paralel dengan kegiatan konservasi, karena perubahan iklim yang tidak terduga yang sedang berlangsung adalah masalah inti dalam mengurangi hasil produksi. Sementara tingkat mutasi alami pada tanaman jarang terjadi, sehingga penggunaan pemuliaan mutasi sangat diperlukan untuk mengembangkan padi varietas baru berbasis plasma nutfah padi lokal.

Provinsi Sumatera Barat memiliki variasi genetik padi lokal yang cukup tinggi. Beberapa keunggulan beras lokal antara lain pemeliharaan yang rendah, persyaratan masukan yang rendah, daya adaptasi yang sangat baik, cita rasa yang disukai masyarakat, toleransi cekaman yang tinggi, dan potensi hasil tinggi. Varietas lokal, bagaimanapun, memiliki kekurangan tertentu, seperti umur yang lebih panjang dan tinggi tanaman yang lebih tinggi, yang membuatnya lebih rentan untuk rebah. Oleh karena itu, salah satu pilihan untuk mempercepat upaya pemuliaan adalah dengan memanfaatkan teknik mutasi untuk pemuliaan padi lokal. Pemuliaan tanaman padi bertujuan untuk menghasilkan varietas baru yang memiliki sifat unggul sesuai dengan tipe daerahnya (Ali & Wani, 2021).

Mutasi adalah proses perubahan struktur gen atau kromosom yang mengakibatkan perubahan fenotipe yang diwariskan dari satu generasi ke generasi lainnya (Ahloowalia, Maluszynski, & Nichterlein, 2004). Mutasi dapat diinduksi menggunakan mutagen fisik atau kimia. Mutagenesis fisik meliputi penyinaran dengan sinar gamma non-pengion, sinar alfa dan beta, neutron cepat dan lambat (Kodym & Afza, 2003). Sinar gamma adalah mutagen fisik yang digunakan dalam mutagenesis tanaman (Sathesh-Prabu & Lee, 2016) dan aman bagi kesehatan manusia karena varian yang diinduksi tidak menimbulkan kerusakan lingkungan (Kodym & Afza, 2003). Penting untuk mengembangkan varietas tanaman mutan dan meningkatkan genetika, sinar gamma lebih efektif dan hemat biaya daripada radiasi pengion lainnya karena kemudahan akses dan daya tembus yang lebih besar (Riviello-Flores et al., 2022). Mutasi yang diharapkan dapat menyebabkan keanekaragaman pada sifat-sifat yang akan diseleksi sehingga sifat yang unggul dapat diseleksi secara selektif sedangkan sifat yang baik pada varietas asli tetap dipertahankan.

Salah satu strategi yang digunakan dalam perbanyakan mutasi adalah pemanfaatan partikel gamma (Gowthami, Vanniarajan, Souframanien, & Arumugam Pillai, 2017). Menurut Efendi *et al.*, (2017), sinar gamma merupakan jenis radiasi elektromagnetik yang memiliki tingkat energi tertinggi, yang dapat mengubah karakteristik fisiologis dan memberikan strategi alternatif untuk produksi sumber genetik baru. Beberapa peneliti berpendapat bahwa iradiasi sinar gamma menyebabkan perkecambahan biji lebih cepat. Hal ini disebabkan foton sinar gamma dengan panjang gelombang pendek lebih kuat dari foton cahaya tampak sehingga efeknya lebih kuat pada permukaan sel tumbuhan. Hal ini menyebabkan rusaknya lapisan kulit biji yang memungkinkan perkecambahan lebih cepat (Ayneband & Afsharinafar, 2012).

Menurut Ayneband & Afsharinafar (2012), radiasi sinar gamma dengan dosis 250 Gy dapat meningkatkan daya kecambah, keseragaman kemunculan benih, tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah anakan tanaman padi. Selain itu, dosis efektif iradiasi sinar gamma dengan dosis 200 Gy mampu meningkatkan laju pertumbuhan potensial, daya kecambah, indeks vigor, laju pertumbuhan relatif dan keseragaman kemunculan benih (Untari, Efendi, & Sabaruddin, 2021). Namun dosis iradiasi sinar gamma yang dibutuhkan bervariasi tergantung genotipe padi. Sinar gamma dosis rendah tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap perkecambahan biji. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa dosis 300 Gy menyebabkan penurunan persentase perkecambahan (Haris et al., 2013). Harding *et al.*, (2012), mengemukakan bahwa peningkatan dosis iradiasi sinar gamma di atas 300 Gy menyebabkan kerusakan fisiologis yang parah pada tinggi bibit, persentase kelangsungan hidup di lapangan dan produksi. Iradiasi yang dilakukan pada tanaman pangan khususnya padi, dimaksudkan untuk mengurangi sifat negatif dan meningkatkan sifat positif dari fenotipenya. Induksi mutasi dengan radiasi merupakan metode yang paling sering digunakan untuk mengembangkan varietas mutan langsung. Tujuan penelitian teknik iradiasi sinar gamma pada varietas padi lokal Kabupaten Padang Pariaman digunakan dalam penelitian ini untuk menghasilkan mutan dengan sifat-sifat yang diinginkan, dengan melihat tingkat viabilitas dan vigor benih padi melalui mutasi induksi iradiasi sinar gamma, sehingga didapatkan dosis yang optimum untuk digunakan dalam penelitian lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

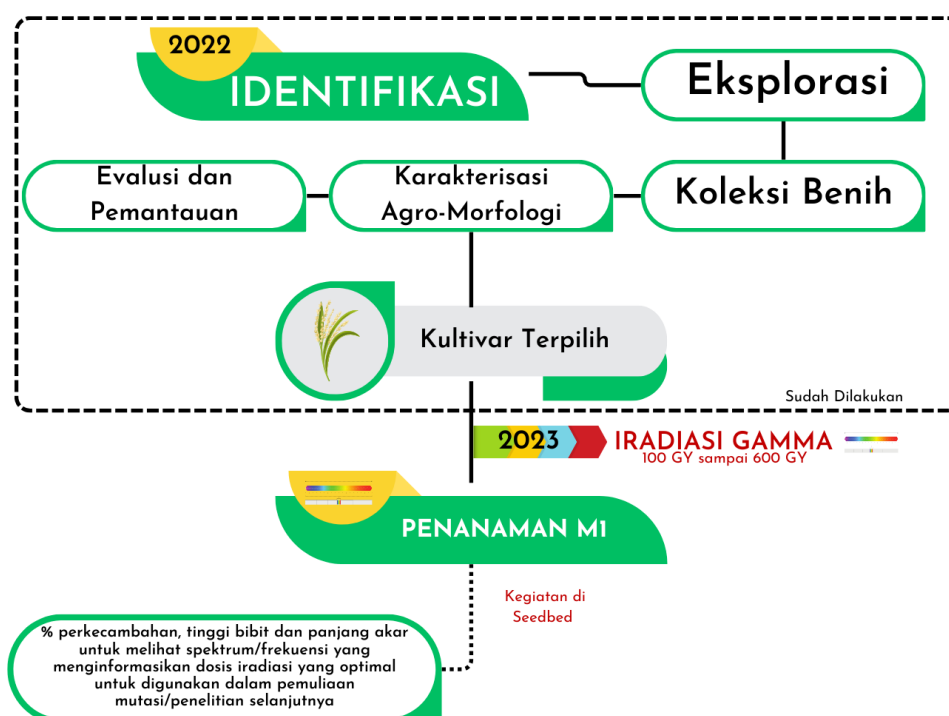
Iradiasi sinar gamma dilakukan pada bulan Januari 2023 di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Pasar Jumat, Jakarta, sedangkan penanaman M_1 dilakukan di di Laboratorium Diseminasi, Badan Standardisasi Instrumen Pertanian Kota Padang pada bulan September-Oktober 2023.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah genotipe padi lokal Padang Pariaman yang telah terpilih yaitu : Madang Pulau (V_1), Putih Papanai (V_2), dan Banang Kuniang (V_3), tanah top soil, sekam padi, pupuk kandang sapi. Alat yang digunakan yaitu penggaris/meteran, kamera, gunting, spidol permanent, pena, *seedbed* dan label.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama yaitu genotipe padi lokal Padang Pariaman yang telah terpilih yaitu : Madang Pulau (V_1), Putih Papanai (V_2), dan Banang Kuniang (V_3). Faktor kedua yaitu iradiasi sinar gamma pada dosis sebagai berikut: R_0 : 0 Gy (kontrol/tanpa dosis radiasi); R_1 : 100 Gy; R_2 : 200 Gy; R_3 : 300 Gy; R_4 : 400 Gy; R_5 : 500 Gy; dan R_6 : 600 Gy. Perlakuan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Bagan alir penelitian respon perkecambahan benih padi (*Oryza sativa* L.) varietas lokal kabupaten Padang Pariaman hasil iradiasi sinar gamma

Pelaksanaan Penelitian

1. Benih dimasukkan kedalam 18 kantong kain masing-masing seberat 500 g untuk diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis sebagai berikut: R_0 : 0 Gy (kontrol/tanpa

dosis radiasi); R₁: 100 Gy; R₂: 200 Gy; R₃: 300 Gy; R₄: 400 Gy; R₅: 500 Gy; dan R₆: 600 Gy. Paparan iradiasi diukur dalam Gray (Gy), dimana 1 Gy sama dengan 0,01 krad, atau Jenegri/kg massa yang diiradiasi.

2. Dosis dari masing-masing perlakuan iradiasi disemai berbaris sebanyak 100 benih pada masing-masing varietas.
3. Benih disemai dalam *seedbed* yang berisi media tanam top soil, kompos dan sekam padi dengan perbandingan 1:1:1.

Parametar Pengamatan

Parameter yang diamati pada percobaan ini adalah:

1. Persentase Kecambah (%)

Persentase perkecambahan (%) merupakan parameter yang sering digunakan untuk pengukuran vigor benih. Persentase perkecambahan adalah jumlah bibit normal pada hari terakhir uji perkecambahan, dan dikaitkan dengan potensi bibit normal pada kondisi lapangan. Persentase daya kecambah diamati pada 11 dan 21 hari setelah semai (HSS). Menurut ISTA (2007), daya berkecambah dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{Kecambah} = \frac{\text{jumlah benih yang berkecambah}}{\text{jumlah benih yang dikecambahkan}} \times 100 \quad (1)$$

2. Tinggi Bibit (cm)

Tinggi bibit biasanya digunakan sebagai indikator respons genotipe terhadap mutagen. Pengaruh iradiasi terhadap tinggi bibit dalam penelitian ini diamati pada umur 21 HST.

3. Panjang Akar (cm)

Pengamatan panjang akar dilakukan dengan cara mengukur pangkal hingga ujung akar pada umur 21 HST.

Data hasil pengamatan terakhir dianalisis secara sidik ragam dengan uji F. Jika F Hitung perlakuan lebih besar dari F tabel 5% maka dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan software STAR (*Statistical Tool for Agricultural Research*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Persentase Kecambah (%)

Kemampuan bibit padi genotipe Madang Pulau, Putih Papanai, dan Banang Kuniang generasi M₁ untuk berkecambah diamati pada umur 21 HST. Genotipe Madang Pulau, nilai persentase perkecambahan tertinggi terdapat pada kontrol dengan nilai sebesar 85%. Genotipe Putih Papanai, nilai persentase perkecambahan tertinggi terdapat pada dosis 100 Gy dengan nilai sebesar 81.33%, sedangkan genotipe Banang Kuniang nilai persentase perkecambahan tertinggi terdapat pada kontrol dengan nilai sebesar 88.67% (Tabel 1). Perlakuan iradiasi dosis 0-300 Gy berbeda nyata dengan perlakuan iradiasi dosis tinggi (400-600 Gy). Hal ini dikarenakan pada dosis tinggi terjadi kerusakan sel yang lebih besar yang ditandai dengan penurunan nilai persentase perkecambahan pada dosis yang lebih tinggi (Gambar 1).

Tabel 1. Persentase Kecambah (%) benih padi lokal Padang Pariaman Melalui Mutasi Induksi Iradiasi Sinar Gamma

Dosis Iradiasi	Varietas			Rata-rata
	Madang Pulau	Putiah Papanai	Batang 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	-	2.67	-	0.89 c
500 Gy	-	1.67	-	0.56 c
600 Gy	0.33	-	1.67	0.67 c
Rata-rata	46.33	44.71	44.71	

KK = 11,86%

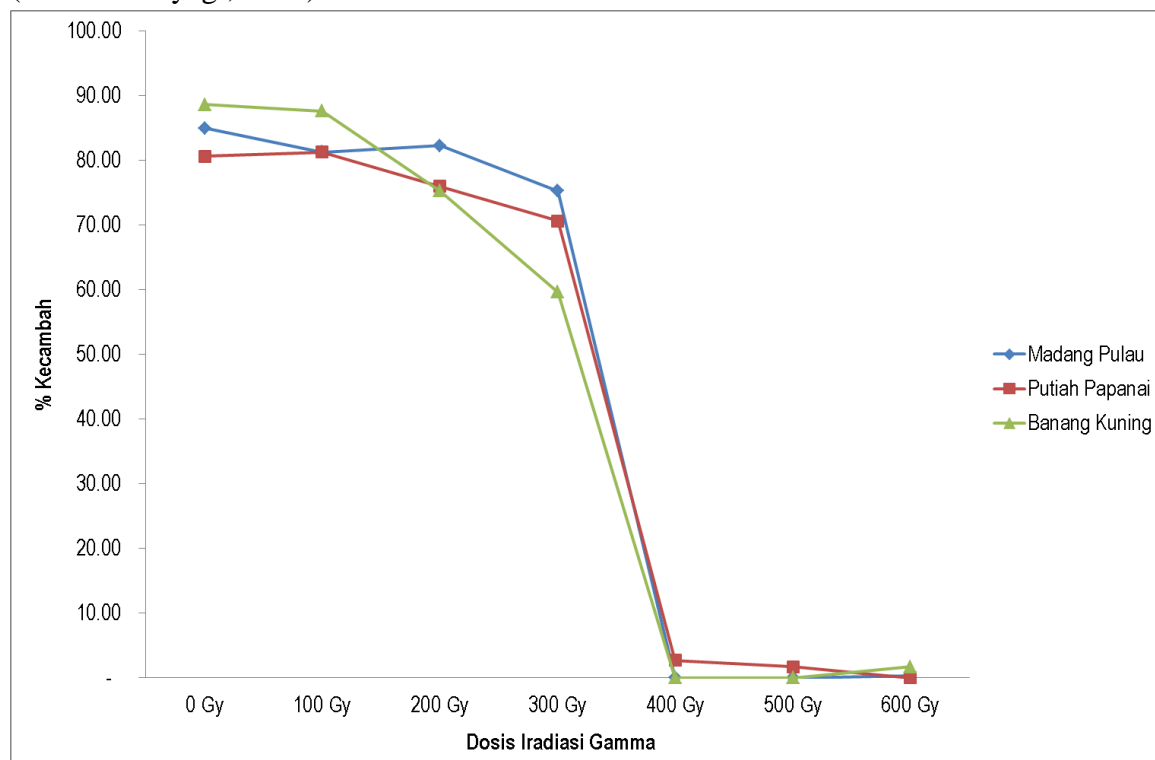
Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5% menurut uji DNMRT.

Menurut Jaipo *et al.*, (2019), ada banyak efek yang ditimbulkan oleh radiasi gamma mulai dari dosis rendah hingga dosis tinggi. Dosis tinggi dapat menghambat pertumbuhan secara dominan, sehingga cocok untuk sterilisasi. Sejalan dengan penelitian Tatar *et al.*, (2020), radiasi gamma pada dosis 350 Gy memberikan mutasi pada sel benih yang diradiasikan yang berkontribusi pada kondisi optimal, yang mengarah ke perkecambahan dan perkembangan maksimum menjadi bibit lebih awal dari dosis lainnya. Lagoda (2012) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa kerusakan genetik dan fisiologis sel embrio oleh mutagenesis bertanggungjawab atas rendahnya perkecambahan biji, menyebabkan mutasi, kematian sel, pembelahan sel yang tidak normal, kerusakan jaringan dan organ, serta pengurangan pertumbuhan tanaman. Sejalan dengan penelitian Kadhimi *et al.*, (2016), Gowthami *et al.*, (2017), Al-Mamari & Ghanim (2018), penurunan persentase perkecambahan benih padi dengan peningkatan dosis radiasi gamma.

Menurut Jaipo *et al.*, (2019), radiasi gamma dosis rendah dapat merangsang aktivasi enzim, pertumbuhan embrio muda, dan meningkatkan pembelahan sel serta dapat menguntungkan pertumbuhan vegetatif. Kerusakan biologis yang disebabkan oleh mutagen pada generasi M₁ dapat diperkirakan berdasarkan perkecambahan biji dan kelangsungan hidup tanaman. Gaul (1970), melaporkan bahwa kerusakan bahan biologis akan tercermin dalam parameter di atas dan dapat dianggap sebagai indikasi efek mutagenik. Persentase perkecambahan biji berkurang secara progresif dengan peningkatan dosis mutagen dan penurunan yang lebih besar terlihat pada dosis yang lebih tinggi pada ketiga varietas. Penurunan perkecambahan tergantung dosis seperti itu dilaporkan sebelumnya oleh Chaudhuri (2002), Tabasum *et al.*, (2011), Talebi *et al.*, (2012), dan Vasline (2013).

Efek peningkatan radiasi gamma pada perkecambahan dapat dikaitkan dengan asam ribonukleat (RNA) atau aktivasi sintesis protein, yang terjadi selama tahap awal perkecambahan (Kuzin *et al.*, 1976; Abdel-Hady *et al.*, 2008). Radikal bebas yang dihasilkan karena iradiasi gamma dapat bertindak sebagai sinyal stres dan memicu respon stres pada tanaman, sehingga sintesis asam polifenol meningkat yang memiliki sifat antioksidan (Pradhan *et al.*, 2020). Penurunan perkecambahan pada dosis yang lebih tinggi dari mutagen

juga dapat dikaitkan dengan gangguan pada tingkat sel (disebabkan baik pada tingkat fisiologis atau fisik) termasuk kerusakan kromosom atau karena efek gabungan dari keduanya (Khan dan Tyagi, 2010)



Gambar 2. Pengaruh iradiasi terhadap persentase perkecambahan pada varietas lokal Padang Pariaman generasi M₁

Gowthami *et al.*, (2017) menyatakan bahwa meningkatnya frekuensi kerusakan kromosom dengan meningkatnya dosis iradiasi disebabkan oleh ionisasi molekul atau atom yang menyebabkan perubahan DNA pada materi yang diradiasi. Kadar air dalam gabah yang diradiasi akan bereaksi dengan energi radiasi untuk membentuk radikal bebas. Radikal bebas yang terbentuk akan berinteraksi dengan basa nitrogen DNA atau merusak kode genetik enzim amilase. Jika jumlah basa ionisasi melimpah, hal tersebut dapat menyebabkan penghapusan basa (*base deletion*) yang dapat menghambat perkecambahan. Jan *et al.*, (2012), menambahkan bahwa radikal bebas yang terbentuk selama proses radiasi dapat merusak komponen sel tumbuhan yang berakibat pada kerusakan morfologi, biokimia, dan fisiologi tanaman.

2. Tinggi Bibit (cm)

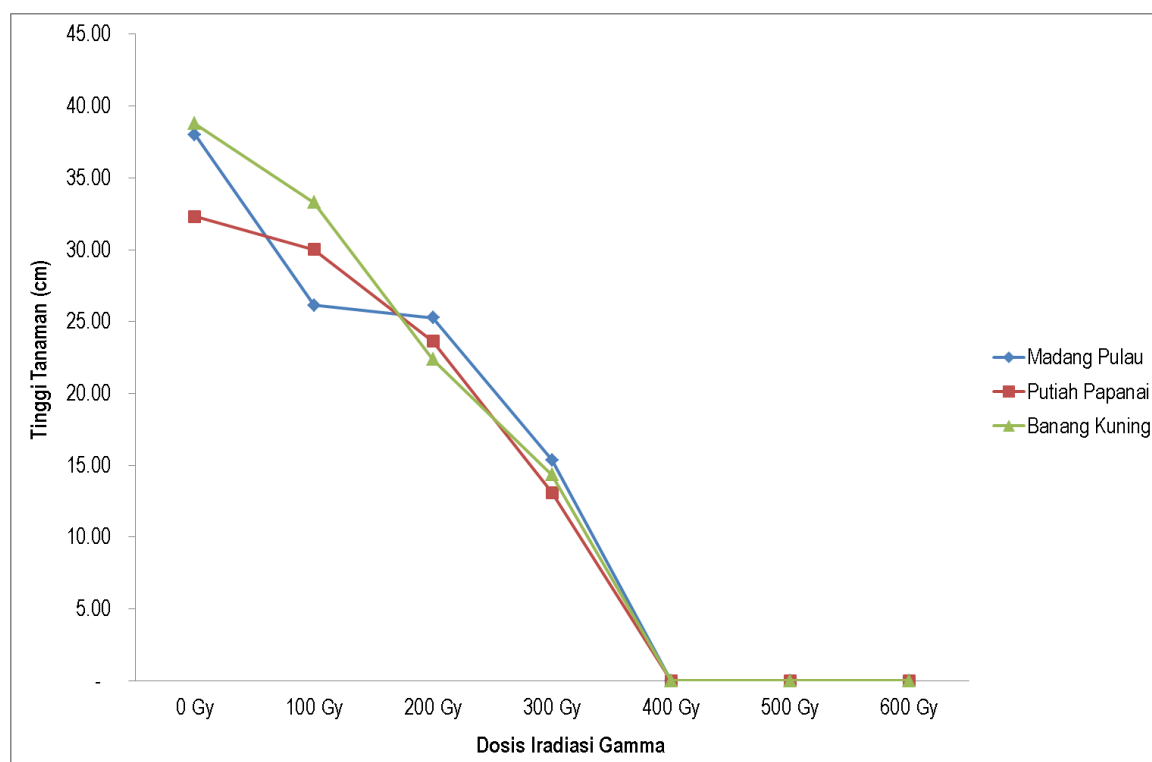
Tinggi bibit biasanya digunakan sebagai indikator respons genotipe terhadap mutagen. Pengaruh iradiasi terhadap tinggi bibit dalam penelitian ini diamati pada umur 21 HST. Bibit tertinggi pada ketiga genotipe terdapat pada dosis 0 Gy dengan nilai sebesar 38.02 cm pada genotipe Madang Pulau, 32.30 cm genotipe Putih Papanai, dan 38.79 cm pada genotipe Banang Kuning (Tabel 2). Gambar 2 menunjukkan penurunan pertumbuhan bibit dengan peningkatan dosis iradiasi gamma pada tiga genotipe padi lokal Kabupaten Padang Pariaman dengan tingkat toleransi radiasi yang bervariasi. Tinggi bibit pada genotipe Madang Pulau, Putih Papanai, dan Banang Kuning generasi M₁ mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya dosis iradiasi. Genotipe Madang Pulau, Putih Papanai dan Banang

Kuniang pada dosis 300 Gy memiliki pembentukan bibit yang relatif lebih sedikit dan pada dosis 400-600 Gy terjadi kerusakan pada benih sehingga tidak ada benih yang tumbuh atau mengalami kematian.

Tabel 2. Tinggi Tanaman (cm) padi lokal Padang Pariaman Melalui Mutasi Induksi Iradiasi Sinar Gamma

Dosis Iradiasi (Gy)	Varietas			Rata-rata
	Madang Pulau	Putiah Papanai	Banang Kuning	
	----- cm -----			
0 Gy	38.02	32.30	38.79	36.37 a
100 Gy	26.13	30.02	33.30	29.81 b
200 Gy	25.26	23.64	22.37	23.75 c
300 Gy	15.36	13.09	14.34	14.27 d
400 Gy	0	0	0	0 e
500 Gy	0	0	0	0 e
600 Gy	0	0	0	0 e
Rata-rata	14.97	14.15	15.54	
KK =	18.96 %			

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



Gambar 2. Pengaruh iradiasi terhadap tinggi tanaman padi varietas lokal Padang Pariaman generasi M₁

Terjadi penurunan tinggi tanaman dengan peningkatan dosis sinar gamma (Tabasum *et al.*, 2011; Ramchander *et al.*, 2015). Studi ini menunjukkan pengurangan tinggi tanaman secara bertahap di semua perlakuan sinar gamma dibandingkan dengan kontrol dan ini tidak menunjukkan mode linier dan ketergantungan dosis dan ditemukan perbedaan tinggi tanaman

yang tidak nyata antara kontrol dan semua perlakuan kecuali dosis tertinggi; 500 Gy (El-Degwy, 2013). Tinggi bibit secara luas digunakan sebagai indeks untuk menentukan efek biologis dari berbagai mutagen fisik pada generasi M₁, yang mungkin disebabkan oleh proses metabolisme, terpengaruh pada tingkat embrionik (Shu, Forster, & Nakagawa., 2012).

Sparrow (1961), saat meneliti efek sitologis radiasi, menyimpulkan bahwa penurunan pertumbuhan vegetatif akibat dari perubahan sitologis yang diinduksi radiasi seperti kerusakan kromosom, penghambatan pembelahan mitosis degenerasi nukleus, dan pembesaran sel. Gowthami *et al.*, (2017) menyatakan bahwa penurunan tinggi bibit efek radiasi gamma dapat dikaitkan dengan kerusakan pada saat proses pembelahan sel. Iradiasi benih dengan sinar gamma dapat mengganggu sintesis DNA, sintesis protein, dan keseimbangan hormon tanaman. Menurut Jan *et al.*, (2012), perawatan radiasi gamma dapat menghambat sintesis hormon auxin yang memainkan peran dalam pertumbuhan tanaman.

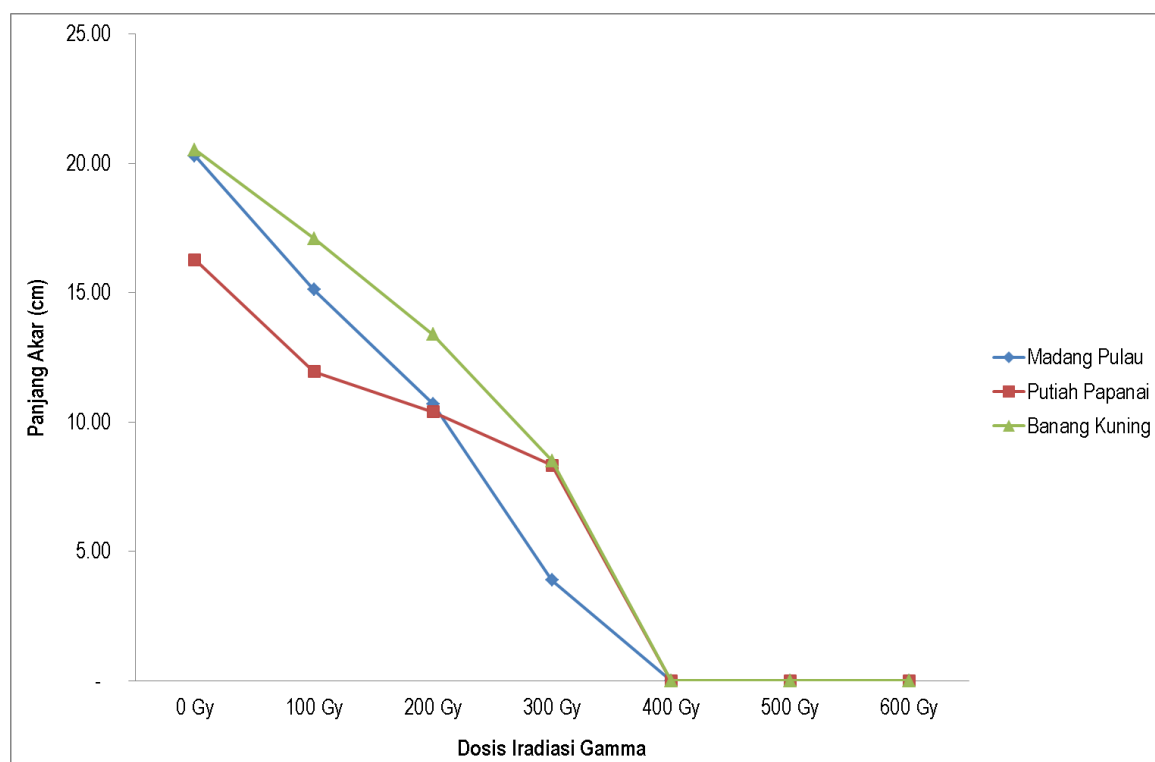
3. Panjang Akar (cm)

Berdasarkan hasil penelitian, ketika dosis radiasi gamma meningkat, panjang akar secara bertahap menurun. Radiasi gamma ini telah mempengaruhi perkembangan akar, yang tidak mampu tumbuh maksimal dibandingkan dengan kontrol. Pengaruh iradiasi terhadap panjang akar diamati pada 21 HST. Panjang akar tertinggi pada genotipe Madang Pulau terdapat pada dosis 0 Gy sebesar 20.29 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan dosis iradiasi lainnya. Pada genotipe Putih Papanai, panjang akar tertinggi terdapat pada dosis 0 Gy sebesar 16.28 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan dosis iradiasi 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 Gy. Pada genotipe Banang Kuning, panjang akar tertinggi terdapat pada dosis 0 Gy sebesar 20.53 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Panjang akar dengan nilai terendah terdapat pada dosis 400-500 Gy pada ketiga genotipe (Gambar 3). Hal yang sama dilaporkan dalam penelitian Gowthami *et al.*, (2017), pemanjangan akar bibit padi menurun seiring peningkatan dosis radiasi gamma.

Tabel 3. Panjang (cm) padi lokal Padang Pariaman Melalui Mutasi Induksi Iradiasi Sinar Gamma

Dosis Iradiasi (Gy)	Varietas		
	Madang Pulau	Putiah Papanai	Banang Kuning
	----- cm -----		
0 Gy	20.29 a	16.28 a	20.53 a
100 Gy	15.13 b	11.95 b	17.10 b
200 Gy	10.71 c	10.39 bc	13.39 c
300 Gy	3.88 d	8.33 c	8.51 d
400 Gy	0 e	0 d	0 e
500 Gy	0 e	0 d	0 e
600 Gy	0 e	0 d	0 e
KK =	15.01 %		

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



Gambar 3. Pengaruh iradiasi terhadap panjang akar tanaman padi varietas lokal Padang Pariaman generasi M₁

Menurut teori hormesis radiasi, iradiasi gamma dengan dosis rendah berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman (Baldwin & Grantham, 2015; Volkova *et al.*, 2022). Namun, paparan iradiasi gamma dosis tinggi di atas ambang batas tertentu memiliki efek negatif pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Jan *et al.*, 2012). Alasan, mengapa iradiasi gamma menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, diperumit oleh efek radiasi langsung dan tidak langsung, di antaranya pengurangan kapasitas fotosintesis dianggap sebagai salah satu faktor yang paling penting (De Micco *et al.*, 2011; Marcu *et al.*, 2013; Hong *et al.*, 2018; Sari, Suliansyah, Dwipa, & Hervani, 2023)

Gowthami *et al.*, (2017) menyatakan bahwa penghambatan pertumbuhan panjang akar pada perlakuan dosis tinggi disebabkan oleh terhambatnya aktivitas mitosis sel pada jaringan meristematik yang diakibatkan oleh perlakuan mutagenik. Selanjutnya dalam penelitian Crouthamel (1975) dan Jankowicz-Cieslak *et al.*, (2017) menjelaskan bahwa, penghambatan perkembangan akar juga dikaitkan dengan adanya oksigen reaktif yang merusak regulasi transkripsi gen encoding enzim amilase. Amilase merupakan enzim yang berfungsi sebagai katalis dalam hidrolisis natrium menjadi maltosa dan glukosa. Maltosa dan glukosa digunakan sebagai sumber energi selama fase germinasi benih dan pembentukan akar.

KESIMPULAN

Respon perkecambahan benih padi varietas lokal terhadap iradiasi sinar gamma bervariasi tergantung pada dosis yang diberikan. Dalam hal persentase perkecambahan, dosis iradiasi 100 Gy menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan dengan kontrol pada varietas putih papanai. Namun, dosis iradiasi 200 Gy dan 300 Gy menyebabkan penurunan signifikan dalam persentase perkecambahan dibandingkan dengan kontrol. Selain itu,

pengamatan juga dilakukan terhadap parameter lain seperti tinggi bibit dan panjang akar. Hasil menunjukkan bahwa dosis iradiasi 100 Gy, 200 Gy dan 300 Gy, terjadi penurunan signifikan dalam parameter tersebut. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sinar gamma sebagai metode iradiasi dapat mempengaruhi respon perkecambahan benih padi varietas lokal Kabupaten Padang Pariaman secara berbeda-beda tergantung pada dosisnya dan varietas yang digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih Kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah memberikan dana penelitian dan Rektor Universitas Ekasakti yang memberikan kesempatan dan dorongan dalam pelaksanaan penelitian ini. Dengan nomor kontrak penelitian Dosen Pemula (PDP) Nomor SP DIPA-023.17.1.690523/202 Revisi ke-4 tanggal 31 Maret 2023.

REFERENSI

- [ISTA] International Seed Testing Association. (2007). *International Rules for Seed Testing* (Basserdorf). Switzerland.
- Abdel-Hady, M. S., Okasha, E. M., Soliman, S. S. A., & Talaat, M. (2008). Effect of Gamma Radiation and Gibberellic Acid on Germination and Alkaloid Production in *Atropa belladonna*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(3), 401–405.
- Abdelnour-Esquivel, A., Perez, J., Rojas, M., Vargas, W., & Gatica-Arias, A. (2020). Use of gamma radiation to induce mutations in rice (*Oryza sativa* L.) and the selection of lines with tolerance to salinity and drought. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 56(1), 88–97.
- Ahloowalia, B. S., Maluszynski, M., & Nichterlein, K. (2004). Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica*, 135(2), 187–204. <https://doi.org/10.1023/B:EUPH.0000014914.85465.4f>
- Al-Mamari, A.-G. H. K., & Ghanim, A. M. A. (2018). Mutation Induction For Sorghum And Rice Using Gamma and X-Ray Radiations. In *Plant Mutation Breeding and Biotechnology* (p. 139). IAEA-CN-263-256.
- Ali, J., & Wani, S. H. (2021). *Physiological, Molecular Breeding and Genetic Perspectives. Rice Improvement*. Switzerland: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66530-2_7
- 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. <https://doi.org/10.2967/jnmt.115.166074>
- Chaudhuri, S. K. (2002). A simple and reliable method to detect gamma irradiated lentil (*Lens culinaris Medik.*) seeds by germination efficiency and seedling growth test. *Radiation Physics and Chemistry*, 64(2), 131–136. [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(01\)00467-4](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(01)00467-4)
- CrouthameL, C. E. (1970). *Applied Gamma-Ray Spectrometry* (Second). Oxford: Pergamon Pres. <https://doi.org/10.13182/nse61-a25919>
- De Micco, V., Arena, C., Pignalosa, D., & Durante, M. (2011). Effects of sparsely and densely ionizing radiation on plants. *Radiation and Environmental Biophysics*, 50(1),

- 1–19. <https://doi.org/10.1007/s00411-010-0343-8>
- 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.
- El-Degwy, I. S. (2013). Mutation Induced Genetic Variability in Rice (*Oryza sativa* L.). *Egyptian Journal of Agronomy*, 35(2), 199–209. <https://doi.org/10.21608/agro.2013.87>
- Gaul, H. (1970). *Mutagen effects observable in the first generation* (Manual on). Vienna: International Atomic Energy Agency.
- Gowthami, R., Vanniarajan, C., Souframanien, J., & Arumugam Pillai, M. (2017). Comparison of radiosensitivity of two rice (*Oryza sativa* L.) varieties to gamma rays and electron beam in M1 generation. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 8(3), 732–741. <https://doi.org/10.5958/0975-928X.2017.00111.9>
- Harding, S. S., Johnson, S. D., Taylor, D. R., Dixon, C. A., & Turay, M. Y. (2012). Effect of Gamma Rays on Seed Germination, Seedling Height, Survival Percentage and Tiller Production in Some Rice Varieties Cultivated in Sierra Leone. *American Journal of Experimental Agriculture*, 2(2), 247–255. <https://doi.org/10.9734/ajea/2012/820>
- Haris, A., Abdullah, Bakhtiar, Subaedah, Aminah, & Jusoff, K. (2013). Gamma ray radiation mutant rice on local aged dwarf. *Middle East Journal of Scientific Research*, 15(8), 1160–1164. <https://doi.org/10.5829/idosi.mejsr.2013.15.8.11541>
- Hong, M. J., Kim, D. Y., Ahn, J. W., Kang, S. Y., Seo, Y. W., & Kim, J. B. (2018). Comparison of radiosensitivity response to acute and chronic gamma irradiation in colored wheat. *Genetics and Molecular Biology*, 41(3), 611–623. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-gmb-2017-0189>
- Jaipo, N., Kosiwikul, M., Panpuang, N., & Prakrajang, K. (2019). Low dose gamma radiation effects on seed germination and seedling growth of cucumber and okra. *Journal of Physics: Conference Series*, 1380, 1–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1380/1/012106>
- Jan, S., Parween, T., Siddiqi, T. O., & Mahmooduzzafar, X. (2012). Effect of gamma radiation on morphological, biochemical, and physiological aspects of plants and plant products. *Environmental Reviews*, 20(1), 17–39. <https://doi.org/10.1139/a11-021>
- Jankowicz-Cieslak, J., Tai, T. H., Kumlehn, J., & Till, B. J. (2017). *Biotechnologies for plant mutation breeding*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Kadhimi, A. A., Zain, C. R. C. M., Alhasnawi, A. N., Isahak, A., Ashraf, M. F., Mohamad, A., ... Yusoff, W. M. W. (2016). Effect of irradiation and polyethylene glycol on drought tolerance of MR269 genotype rice (*Oryza sativa* L.). *Asian Journal of Crop Science*, 8(2), 52–59. <https://doi.org/10.3923/ajcs.2016.52.59>
- Kodym, A., & Afza, R. (2003). *Plant Functional Genomics Methods and Protocols: Physical and chemical mutagenesis*. (E. Grotewold, Ed.). USA: Springer International Publishing.
- Kuzin, A. M., Vagabova, M. E., & Revin, A. F. (1976). Molecular mechanisms of ionizing radiation stimulating effect on seeds. Activation of RNA synthesis. *Radiobiologia*, 16(2), 259–261. <https://doi.org/https://doi.org/>
- Lagoda, P. (2012). *Effects of radiation on living cells and plants*. (B. P. and In Shu, Q.Y., Forster & H. Nakagawa, Eds.) (Plant Muta). UK: CABI.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10867-013-9322-z>
- Pradhan, B., Baral, S., Patra, S., Behera, C., Nayak, R., MubarakAli, D., & Jena, M. (2020). Delineation of gamma irradiation (60Co) induced oxidative stress by decrypting

- antioxidants and biochemical responses of microalga, *Chlorella* sp. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 25(April), 101595. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101595>
- Ramchander, S., Ushakumari, R., & Pillai, M. R. (2015). Lethal dose fixation and sensitivity of rice varieties to gamma radiation. *Indian Journal of Agricultural Research* 2015, 49(1), 24–31.
- Riviello-Flores, M. de la L., Cadena-Iñiguez, J., Ruiz-Posadas, L. del M., Arévalo-Galarza, M. de L., Castillo-Juárez, I., Hernández, M. S., & Castillo-Martínez, C. R. (2022). Use of Gamma Radiation for the Genetic Improvement of Underutilized Plant Varieties. *Plants*, 11(1161), 1–19.
- 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. <https://doi.org/10.21776/ub.protan.2023.011.06.08>
- Sathesh-Prabu, C., & Lee, Y.-K. (2016). Genetic Variability and Proteome Profiling of a Radiation Induced Cellulase Mutant Mushroom *Pleurotus florida*. *Polish Journal of Microbiology*, 65(3), 271–277.
- Shu, Q. Y., Forster, B. P., & Nakagawa, H. (2012). *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*. London: CABI.
- Sparrow, A. H. (1961). *Types of ionizing radiations and their cytogenetic effects* (Mutation). NAS-NRC.
- Tabasum, A., Cheema, A. A., Hameed, A., Rashid, M., & Ashraf, M. (2011). Radio sensitivity of rice genotypes to gamma radiations based on seedling traits and physiological indices. *Pakistan Journal of Botany*, 43(2), 1211–1222.
- Tatar, I., Shamsiah, A., & Rahim, H. A. (2020). In vitro screening of gamma irradiated rice variety MR263 for drought tolerance using polyethylene glycol. *Food Research*, 4(5), 11–20. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(S5\).008](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(S5).008)
- Untari, Y., Efendi, & Sabaruddin. (2021). Effect Of Gamma Ray Irradiation And Harvesting Age On Viability And Vigor Of M2 Mutant Rice (*Oryza sativa* L) Seeds. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 14(3), 49–53. <https://doi.org/10.9790/2380-1403024953>
- USDA. (2023). *World agricultural production. Global Market Analysis*. WAP 3-23. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201907059>
- Volkova, P. Y., Bondarenko, E. V., & Kazakova, E. A. (2022). Radiation hormesis in plants. *Current Opinion in Toxicology*, 30.