
BIOFARM
Jurnal Ilmiah Pertanian
ISSN Print: 0216-5430; ISSN Online: 2301-6442
Vol. 22, No. 2, Oktober 2026

Keragaman Genetik Antar Galur Dan Dalam Galur Mutan Padi Beras Hitam Generasi M6

Genetic Diversity Among and Within Lines of M6-Generation Black Rice Mutants

Weni Sumanisa[1], Ni Wayan Sri Suliartini*[1], I Wayan Sudika[1]
[1]Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia
*Korespondensi Penulis: sri.suliartini@gmail.com

ABSTRAK
Padi beras hitam (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan fungsional yang berpotensi dikembangkan karena memiliki karakteristik khusus dan nilai fungsional. Penelitian ini bertujuan menganalisis keragaman genetik karakter agronomis antar galur dan dalam galur mutan padi beras hitam generasi M6 serta mengidentifikasi karakter yang menunjukkan keragaman genetik luas. Penelitian dilaksanakan di Desa Saribaye, Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, pada April–September 2025 menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tujuh galur mutan dan empat ulangan. Data dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf 5%, uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT), serta perhitungan ragam genetik yang diestimasi dari nilai kuadrat tengah harapan (KTH) pada variabel karakter pertumbuhan dan komponen hasil tanaman, dan koefisien keragaman genetik (KKG). Hasil penelitian menunjukkan perbedaan nyata antar galur pada karakter jumlah daun, sudut daun bendera, panjang malai, bobot gabah per petak, dan umur panen. Berdasarkan nilai KKG, karakter jumlah gabah hampa per malai menunjukkan keragaman genetik luas sebesar 35,60%, sedangkan jumlah daun, bobot gabah per rumpun, dan bobot gabah per petak menunjukkan keragaman sedang. Galur G7 memiliki jumlah daun dan panjang malai tertinggi serta umur panen paling genjah, sedangkan galur G4 menghasilkan bobot gabah per petak tertinggi sebesar 1.283,10 g. Hasil ini menunjukkan bahwa informasi keragaman genetik dapat menjadi dasar pertimbangan dalam seleksi galur mutan padi beras hitam generasi lanjut, dengan memprioritaskan galur G4 dan G7.

Kata kunci**:** *beras hitam, galur mutan M6, keragaman genetik, karakter agronomis*

ABSTRACT
Black rice (Oryza sativa L.) is a functional food crop with potential for further development due to its distinctive characteristics and functional value. This study aimed to analyze the genetic variability of agronomic traits among and within M6 black rice mutant lines and identify traits exhibiting broad genetic variability. The study was conducted in Saribaye Village, Lingsar District, West Lombok Regency, West Nusa Tenggara, from April to September 2025, using a randomized complete block design (RCBD) with seven mutant lines and four replications. Data were analyzed using analysis of variance at the 5% significance level, Duncan's Multiple Range Test (DMRT), and calculations of genetic variance estimated from expected mean squares (EMS) applied to the variables of growth and yield component traits, and the genetic coefficient of variability (GCV). The results showed significant differences among lines in leaf number, flag leaf angle, panicle length, grain weight per plot, and harvest maturity. The number of unfilled grains per panicle exhibited broad genetic variability of 35.60%, while leaf number, grain weight per clump, and grain weight per plot showed moderate variability. Line G7 had the highest leaf number and longest panicles, as well as the earliest harvest maturity, whereas line G4 produced the highest grain weight per plot at 1,283.10 g. These findings indicate that genetic variability information can serve as a basis for selecting advanced-generation black rice mutant lines, with lines G4 and G7 prioritized for selection.

Keywords: black rice, M6 mutant lines, genetic diversity, agronomic traits.

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu komoditas pangan penting di Indonesia karena beras menjadi makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat. Oleh karena itu, peningkatan produksi padi perlu terus diupayakan untuk menjaga ketersediaan pangan dan mendukung kesejahteraan petani. Produktivitas padi dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi lahan, curah hujan, teknik budidaya, dan penggunaan varietas yang sesuai. Dengan demikian, pengembangan varietas unggul menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dan mendukung keberlanjutan produksi padi (Zaki & Setyawan, 2025; Purba, 2024).

Selain padi beras putih, padi beras hitam memiliki potensi untuk dikembangkan karena mengandung antosianin yang berperan sebagai antioksidan alami. Kandungan tersebut memberikan nilai fungsional dan nilai tambah ekonomi pada beras hitam. Namun, pengembangannya masih menghadapi kendala, terutama produktivitas yang relatif rendah dan umur panen yang cenderung panjang. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya upaya pemuliaan tanaman untuk memperoleh galur padi beras hitam dengan karakter agronomis yang lebih baik.

Salah satu upaya untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman adalah melalui induksi mutasi. Pemuliaan mutasi dapat menghasilkan perubahan genetik yang berpotensi memunculkan karakter baru untuk dimanfaatkan dalam proses seleksi (Sobrizal, 2016). Pada padi beras hitam, galur mutan yang dihasilkan perlu dievaluasi secara bertahap pada generasi berikutnya untuk mengetahui keragaman karakter agronomis serta perkembangan keseragaman galur. Evaluasi tersebut penting agar galur yang memiliki karakter sesuai dengan tujuan pemuliaan dapat dipertimbangkan untuk seleksi lebih lanjut.

Penelitian pada generasi mutan sebelumnya menunjukkan bahwa keragaman genetik masih ditemukan pada sejumlah karakter padi beras hitam. Suliartini et al. (2023) melaporkan bahwa pada generasi M3 terdapat genotipe mutan yang memiliki potensi hasil 5,64 ton/ha dan 5,84 ton/ha, meskipun hasil tersebut masih lebih rendah dibandingkan varietas pembanding Inpago Unram yang mencapai 8,17 ton/ha. Pada generasi M4, Nandariyah et al. (2024) melaporkan adanya variasi karakter agronomis pada galur mutan padi beras hitam, termasuk galur G10 yang berpotensi dikembangkan pada lahan kering. Sementara itu, penelitian Masintan (2025) pada generasi M5 menunjukkan bahwa tingkat keseragaman dalam galur berbeda antargalur. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa evaluasi keragaman dan keseragaman masih diperlukan pada generasi lanjut.

Keragaman genetik antar galur dan dalam galur merupakan dua aspek yang penting dalam evaluasi galur mutan. Keragaman antar galur digunakan untuk mengetahui perbedaan karakter agronomis di antara galur yang diuji, sedangkan keragaman dalam galur menunjukkan tingkat variasi antarindividu pada galur yang sama. Informasi tersebut dapat digunakan untuk menilai keseragaman galur dan menentukan karakter yang masih berpotensi dimanfaatkan dalam seleksi. Galur yang masih menunjukkan variasi dalam kelompoknya dapat memerlukan seleksi lanjutan untuk memperoleh keseragaman karakter yang lebih baik (Sofian et al., 2019; Masintan, 2025).

Meskipun penelitian sebelumnya telah mengevaluasi keragaman padi beras hitam pada generasi M3, M4, dan M5, informasi mengenai keragaman genetik antar galur dan dalam galur pada generasi M6 masih diperlukan. Evaluasi pada generasi ini penting untuk mengetahui perbedaan karakter agronomis antargalur serta tingkat keragaman yang masih terdapat di dalam setiap galur. Informasi tersebut dapat menjadi dasar untuk menentukan karakter dan galur yang dapat dipertimbangkan dalam proses seleksi lanjutan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat keragaman genetik karakter agronomis antar galur dan dalam galur mutan padi beras hitam generasi M6 serta mengidentifikasi karakter agronomis yang menunjukkan keragaman genetik luas sebagai dasar dalam proses

seleksi galur lanjut.

BAHAN DAN METODE

Waktu & Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada April–September 2025 di Desa Saribaye, Kecamatan Lingsar, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Penelitian menggunakan metode eksperimental melalui percobaan lapangan untuk mengevaluasi karakter agronomis tujuh genotipe mutan padi beras hitam generasi M6.

Alat & Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan meliputi 7 genotipe mutan padi beras hitam (terdiri dari 5 galur mutan Baas Selem dan 2 galur mutan G10) serta varietas unggul padi Mekongga sebagai pembanding untuk pendugaan ragam lingkungan (koleksi dari Dr. Ni Wayan Sri Suliartini, S.P., M.P.). Bahan penunjang lainnya meliputi ZPT Atonik, Cruiser, pupuk NPK Phonska, pupuk Urea, pupuk KCl, pupuk SP-26, Regent 50 SC, Virtako 300 SC, dan Tandem 325 SC. Alat yang digunakan meliputi alat tulis, buku, kamera, penggaris, kertas HVS, kertas label, spidol permanen, jaring *phoenix*, paranet, tali nilon, kawat, bambu, tali rafia, plastik klip, bak semai, karung plastik, tas plastik, dan gelas plastik.

Rancangan Percobaan

Rancangan Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 genotipe padi sebagai perlakuan, yang terdiri atas lima galur mutan Baas Selem dan dua galur mutan G10 (Tabel 1). Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 28 unit percobaan. Setiap unit percobaan memuat 32 populasi tanaman. Pengamatan dilakukan terhadap 6 tanaman sampel pada masing-masing unit percobaan. Pemilihan tanaman sampel dilakukan secara acak purposif pada barisan tengah petak percobaan, dengan kriteria tanaman tumbuh normal serta menghindari barisan terluar untuk menghilangkan bias akibat pengaruh tepi (*border effect*).

Tabel 1 Kode dan Nama Genotipe Setiap Perlakuan

Kode Perlakuan	Genotipe
G1	M6 D3G141 (19) B3/7
G2	M6 D3G141 (19) B3/15
G3	M6 D3G141 (19) B1/7
G4	M6 D3G141 (19) B2/7
G5	M6 D3G141 (19) B3/19
G6	M6D3G34 (1) B3/10
G7	M6D3G54 (15) B1/10

Pelaksanaan dan Pengamatan

Kegiatan penelitian meliputi persiapan benih, pengolahan lahan, penyemaian dan penanaman, pemeliharaan, serta pemanenan. Pengamatan dilakukan pada tanaman sampel secara bertahap berdasarkan fase pertumbuhan fisiologis tanaman untuk mendapatkan data karakter kuantitatif. Pengamatan karakter tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan total dilakukan pada fase vegetatif maksimum. Karakter sudut daun bendera diamati pada fase generatif (saat berbunga atau malai keluar sempurna). Pengamatan jumlah anakan produktif dan umur panen dilakukan pada saat tanaman mencapai kriteria masak fisiologis (80% gabah pada malai telah menguning). Sementara itu, pengukuran karakter panjang malai, jumlah gabah berisi per malai, jumlah gabah hampa per malai, bobot 1.000 butir, bobot gabah per rumpun, dan bobot gabah per petak dilakukan pada tahap pascapanen setelah gabah dikeringkan.

Analisis Data

Data kuantitatif hasil pengamatan selanjutnya dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5%. Model analisis sidik ragam salah satu karakter disajikan pada Tabel 3.2. Model Analisis Sidik

Ragam Salah Satu Karakter. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata, maka analisis dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Uji DMRT membandingkan nilai tengah perlakuan dengan nilai kritik Duncan yang dihitung menggunakan rumus (Duncan, 1955):

$$Da = R\ (p, v, \alpha) \times \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

Keterangan:
Da = Jarak nyata Duncan
R = Nilai dari tabel Duncan
p = Jarak nilai tengah yang dibandingkan (2, 3, 4, ..., n)
v = Derajat bebas galat
α = Taraf nyata
KTG = Kuadrat tengah galat
r = Jumlah ulangan

Tabel 2 Model Analisis Sidik Ragam Salah Satu Karakter

Sumber Ragam	Db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Blok	b-1	JKB	KTB	KTB/KTE	F0,05 (1,30)
Perlakuan	g-b	JKG	KTG	KTG/KTE	F0,05(30,30)
Galat	(g-1)(b-1)	JKE	KTE		
Total		JKT			

Nilai ragam genetik dan nilai ragam fenotip dapat diperoleh dengan rumus (Ujianto et al., 2020)

$$\sigma_G^2 = \frac{(\mathrm{KT_G} - \mathrm{KT_E})}{r}$$

$$\sigma_P^2 = \sigma^2\mathrm{g} + \mathrm{KT_E}$$

Keterangan :
$\boldsymbol{\sigma_G^2}$: Ragam genotip total
$\mathrm{KT_G}$: Nilai kuadrat tengah perlakuan
$\mathrm{KT_E}$: Nilai kuadrat tengah galat
r : Jumlah blok
σ_P^2 : Ragam fenotip

Koefisien Keragaman Genetik (KKG) diperoleh dari rumus (Ujianto et al., 2020):

$$KKG = \frac{\mathrm{SDg}}{\overline{x}}\ x\ 100\%$$

Keterangan :
KKG : koefisien keragaman genetik (%)
$\overline{x}$: rerata umum
SDg : simpangan baku genetik ($\sqrt{\sigma_G^2}$)

Berdasarkan kriteria Knight (1979), Koefisien Keragaman Genetik (KKG) dikategorikan ke dalam tiga kelompok, yaitu: sempit (0–10%), sedang (10–20%), dan luas (>20%).

Data hasil pengamatan tiap karakter dianalisis menggunakan perhitungan keragaman genetik dalam galur dengan analisis statistik sederhana dengan menghitung ragam. Keragaman genetik dalam galur dapat dihituung dengan menggunakan rumus oleh Ujianto *et al.* (2020), sebagai berikut:

Ragam Fenotipe Setiap Galur : $\sigma^2 P = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N-1}$

Ragam Lingkungan : $\sigma^2\mathrm{E} = \sigma^2 P$ varietas unggul Mekongga

Ragam Genotipe : $\sigma^2\mathrm{G} = \sigma^2 P - \sigma^2\mathrm{E}$

Simpangan Baku Genetik : $\sigma\mathrm{G} = \sqrt{\sigma^2\mathrm{G}}$

Keterangan :
$\sigma^2 P$ = Ragam fenotipe
$\sigma^2\mathrm{E}$ = Ragam lingkungan
$\sigma^2\mathrm{G}$ = Ragam genetik
x_i = Nilai setiap variabel / pengamatan tanaman ke-i
$\bar{x}$ = Nilai tengah populasi
N = Jumlah tanaman yang di amati

Kriteria keragaman genetik menurut Lestari *et al.* (2024) adalah ragam genetik tergolong luas/beragam apabila ragam genetik lebih besar atau dua kali simpangan baku genetik ($\sigma^2\mathrm{G} \geq 2\sigma\mathrm{G}$) dan ragam genetik tergolong sempit apabila ragam ragam genetik lebih kecil atau dua kali simpangan baku genetik ($\sigma^2\mathrm{G} < 2\sigma\mathrm{G}$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Genetik Antar Galur

Hasil analisis keragaman terhadap seluruh karakter agronomis yang diamati pada tujuh galur mutan padi beras hitam generasi keenam (M6) menunjukkan adanya variasi pada karakter tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan produktif, jumlah anakan total, sudut daun bendera, panjang malai, umur panen, jumlah gabah berisi per malai, jumlah gabah hampa per malai, bobot 1.000 butir, bobot gabah per rumpun, dan bobot gabah per petak. Adanya variasi pada karakter-karakter tersebut menunjukkan bahwa setiap galur memiliki penampilan agronomis yang berbeda, baik pada karakter pertumbuhan maupun komponen hasil. Perbedaan tersebut dapat menjadi salah satu dasar dalam mengevaluasi potensi masing-masing galur untuk mendukung kegiatan seleksi pada tahap pemuliaan selanjutnya. Selain itu, tingkat keragaman yang terdapat pada setiap karakter perlu diketahui untuk menentukan karakter yang memiliki peluang lebih besar dalam membedakan galur-galur yang diuji. Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat keragaman relatif tersebut adalah Koefisien Keragaman Genetik (KKG) Nilai Koefisien Keragaman Genetik (KKG) dapat digolongkan menjadi tiga kriteria yaitu sempit (0-20%), sedang apabila 10 % - 20% dan luas apabila nilainya lebih dari >20%. Hal ini dapet di lihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Nilai kuadrat tengah, galat, dan perlakuan semua karakter yang diamati

No	Karakter yang diamati	Kuadrat Tengah		$\sigma^2\mathbf{G}$
		Perlakuan	Galat	
1.	Tinggi Tanaman	21,81	19,73	0,52
2.	Jumlah Daun	148,31	50,78	24,38
3.	Jumlah Anakan Produktif	10,17	4,69	1,37
4.	Jumlah Anakan Total	10,33	4,63	1,42
5.	Sudut Daun Bendera	14,05	2,64	2,85
6.	Panjang Malai	3,24	0,76	0,62
7.	Jumlah Gabah Berisi Per Malai	253,09	190,86	15,56
8.	Jumlah Gabah Hampa Per Malai	463,59	300,36	40,81
9.	Berat Gabah Per Rumpun	157,37	61,35	24,00
10.	Berat Gabah Per Petak	206553	60912,1	36410,22
11.	Berat 1000 Butir	3,72	3,66	0,01
12.	Umur Panen	109,82	1,25	27,14

Keterangan: $\sigma^2\mathbf{G}$ **:** Ragam Genetik

Tabel 3 menunjukkan adanya variasi nilai ragam genetik pada karakter agronomis galur mutan padi beras hitam generasi M6. Nilai ragam genetik tertinggi secara absolut terdapat pada karakter berat gabah per petak sebesar 36.410,22, diikuti jumlah gabah hampa per malai sebesar 40,81, umur panen sebesar 27,14, jumlah daun sebesar 24,38, dan berat gabah per rumpun sebesar 24,00. Besarnya ragam genetik pada karakter-karakter tersebut mengindikasikan adanya variasi antargalur yang berpotensi dimanfaatkan dalam proses seleksi. Berat gabah per petak dan berat gabah per rumpun merupakan karakter penting karena berkaitan langsung dengan potensi hasil tanaman, sedangkan jumlah daun menunjukkan pertumbuhan vegetatif. Di sisi lain, tingginya ragam genetik jumlah gabah hampa per malai menunjukkan adanya variasi pada tingkat kehampaan gabah yang perlu diperhatikan dalam upaya memperoleh galur dengan kualitas pengisian gabah yang lebih baik. Karakter jumlah anakan produktif dan jumlah anakan total masing-masing memiliki ragam genetik sebesar 1,37 dan 1,42, sedangkan sudut daun bendera dan panjang malai masing-masing sebesar 2,85 dan 0,62. Nilai tersebut menunjukkan bahwa besarnya variasi genetik berbeda antar karakter, meskipun karakter-karakter tersebut tetap relevan dalam mengevaluasi keragaman morfologi dan komponen hasil tanaman. Pada karakter jumlah gabah berisi per malai, ragam genetik sebesar 15,56 menunjukkan adanya variasi yang dapat dipertimbangkan dalam seleksi, terutama dalam kaitannya dengan pembentukan hasil.

Sementara itu, tinggi tanaman memiliki ragam genetik sebesar 0,52 dan bobot 1.000 butir sebesar 0,01, yang menunjukkan bahwa variasi kedua karakter tersebut relatif rendah dibandingkan karakter lainnya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa peluang seleksi berdasarkan kedua karakter tersebut perlu dievaluasi dengan mempertimbangkan tujuan pemuliaan dan hasil pengamatan karakter lainnya. Karakter umur panen memiliki ragam genetik sebesar 27,14, yang menunjukkan adanya variasi waktu panen antargalur. Variasi ini penting dalam pemuliaan padi karena galur berumur genjah berpotensi mendukung efisiensi penggunaan lahan dan mempercepat pergiliran tanam. Secara keseluruhan, hasil analisis ragam genetik memperlihatkan bahwa karakter agronomis pada galur mutan padi beras hitam generasi M6 memiliki tingkat variasi yang berbeda-beda. Karakter berat gabah per petak, berat gabah per rumpun, jumlah daun, jumlah gabah hampa per malai, dan umur panen dapat dipertimbangkan dalam proses seleksi berdasarkan relevansinya terhadap tujuan pemuliaan. Meskipun demikian, besarnya ragam genetik saja belum cukup untuk menetapkan efektivitas suatu karakter sebagai kriteria seleksi, sehingga perlu didukung oleh analisis keragaman genetik relatif dan evaluasi terhadap kinerja agronomis masing-masing galur.

Tabel 4 Nilai Koefisien Keragaman Genetik (KKG) semua karakter yang diamati

No.	Karakter yang diamati	Rata-rata	Simpangan Baku	KKG (%)	Kriteria
1.	Tinggi Tanaman	118,53	0,72	0,61 %	Sempit
2.	Jumlah Daun	33,45	4,94	14,76 %	Sedang
3.	Jumlah Anakan Produktif	12,25	1,17	9,56 %	Sempit
4.	Jumlah Anakan Total	12,34	1,19	9,67 %	Sempit
5.	Sudut Daun Bendera	19,89	1,69	8,49 %	Sempit
6.	Panjang Malai	23,77	0,79	3,31 %	Sempit
7.	Jumlah Gabah Berisi Per Malai	101,46	3,94	3,89 %	Sempit
8.	Jumlah Gabah Hampa Per Malai	17,94	6,39	35,60 %	Luas
9.	Berat Gabah Per Rumpun	24,76	4,90	19,79 %	Sedang
10.	Berat Gabah Per Petak	982,24	190,81	19,43 %	Sedang
11.	Berat 1000 Butir	22,05	0,12	0,54 %	Sempit
12.	Umur Panen	118,893	5,21	4,38 %	Sempit

Keterangan: KKG: Koefisien Keragaman Genetik

Tabel 4 menunjukkan bahwa keragaman genetik pada seluruh karakter yang diamati berada pada kategori sempit hingga luas. Karakter tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, jumlah anakan total, sudut daun bendera, panjang malai, jumlah gabah berisi per malai, berat 1000 butir, dan umur panen memiliki keragaman genetik kriteria sempit, Sementara itu, keragaman genetik karakter jumlah daun, berat gabah per rumpun, dan berat gabah per petak memiliki kriteria sedang. Sebaliknya pada karakter jumlah gabah hampa per malai memiliki kriteria luas. Karakter jumlah gabah hampa per malai memiliki nilai KKG tertinggi, yaitu 35,60%, diikuti bobot gabah per rumpun sebesar 19,79% dan bobot gabah per petak sebesar 19,43%. Sementara itu, nilai KKG terendah terdapat pada karakter bobot 1.000 butir sebesar 0,54%, diikuti tinggi tanaman sebesar 0,61%.

Tingginya nilai KKG pada jumlah gabah hampa per malai menunjukkan bahwa karakter tersebut memiliki variasi relatif lebih besar dibandingkan sebagian besar karakter lainnya. Sebaliknya, rendahnya nilai KKG pada bobot 1.000 butir dan tinggi tanaman menunjukkan bahwa kedua karakter tersebut memiliki variasi relatif yang lebih kecil. Adapun karakter jumlah daun memiliki nilai KKG sebesar 14,76%, sedangkan karakter lainnya, seperti jumlah anakan produktif, jumlah anakan total, sudut daun bendera, panjang malai, jumlah gabah berisi per malai, dan umur panen, memiliki nilai KKG di bawah 15%. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa tingkat keragaman genetik berbeda antarkarakter. Karakter dengan nilai KKG relatif tinggi dapat menjadi bahan pertimbangan dalam proses seleksi,

sedangkan karakter dengan nilai KKG rendah cenderung menunjukkan variasi relatif yang lebih terbatas pada populasi yang diamati. Hal ini sejalan dengan penelitian Kartahadimaja et al. (2021) yang menunjukkan adanya perbedaan koefisien keragaman genetik pada karakter agronomis beberapa genotipe padi. Dengan demikian, karakter yang memiliki nilai KKG relatif tinggi perlu mendapat perhatian dalam seleksi galur lanjutan, dengan tetap mempertimbangkan nilai karakter dan kaitannya dengan hasil tanaman.

Keragaman Genetik Dalam Galur

Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi keragaman genetik pada galur mutan M6 padi beras hitam terhadap karakter kuantitatif (Tabel 4.3). Pada karakter kuantitatif yakni tinggi tanaman menunjukkan keragaman genetik yang seragam dan beragam. Kriteria seragam ditunjukkan pada galur G3, G6, dan G7, sementara kriteria beragam ditunjukkan pada galur G1, G2, G4, dan G5. Semakin beragam atau semakin luas keragaman yang dimiliki, semakin luas pula potensi untuk melakukan seleksi terhadap genotipe-genotipe unggul yang memiliki hasil tinggi.

Tabel 5 Nilai Ragam Genetik dalam Galur mutan M6 Padi Beras Hitam pada Karakter Kuantitatif

Galur	TT	JD	JAP	JAT	SDB	PM
	$\sigma^2G \pm \sigma G$	$\sigma^2G \pm \sigma G$	$\sigma^2G \pm \sigma G$	$\sigma^2G \pm \sigma G$	$\sigma^2G \pm \sigma G$	$\sigma^2G \pm \sigma G$
G1	15,02 ± 3,88 B	92,66 ± 9,63 B	11,24 ± 3,35 B	11,78 ± 3,43 B	2,06 ± 1,44 S	2,06 ± 1,44 S
G2	10,43 ±3,23 B	5,85 ± 2,42 B	0,33 ± 0,57 S	0,33 ± 0,57 S	5,79 ± 2,41 B	0,80 ± 0,89 S
G3	2,92 ± 1,71 S	95,46 ± 9,77 B	15,74 ± 3,97 B	18,22 ± 4,27 B	12,80 ± 3,58 B	4,96 ± 2,23 B
G4	4,47 ± 2,11 B	3,53 ± 1,88 S	1,02 ± 1,01 S	0,75 ± 0,87 S	4,78 ± 2,19 B	3,13 ± 1,77 S
G5	4,86 ± 2,20 B	46,28 ± 6,80 B	5,03 ± 2,24 B	6,46 ± 2,54 B	4,67 ± 2,16 B	4,10 ± 2,03 B
G6	1,62 ± 1,27 S	69,70 ± 8,35 B	6,16 ± 2,48 B	6,34 ± 2,52 B	6,13 ± 2,48 B	0,44 ± 0,66 S
G7	1,65 ± 1,29 S	192,48 ± 13,87 B	18,68 ± 4,32 B	18,89 ± 4,35 B	7,74 ± 2,78 B	1,64 ± 1,28 S

Keterangan : σ^2G: Ragam Genetik, σG: Simpangan Baku Genetik, S: Seragam, B: Beragam, TT: Tinggi Tanaman (cm), JD: Jumlah Daun, JAP: Jumlah Anakan Produktif (anakan), JAT: Jumlah Anakan Total (anakan), SDB: Sudut Daun Bendera, PM: Panjang Malai (cm).

Tabel 5 Nilai Ragam Genetik dalam Galur mutan M6 Padi Beras Hitam pada Karakter Kuantitatif (Lanjutan)

Galur	JGBPM	JGHPM	BGPR	BGPP	B1000B	UP
	$\sigma^2G \pm \sigma G$	$\sigma^2G \pm \sigma G$	$\sigma^2G \pm \sigma G$	$\sigma^2G \pm \sigma G$	$\sigma^2G \pm \sigma G$	$\sigma^2G \pm \sigma G$
G1	115,38 ± 10,74 B	26,42 ± 5,14 B	7,76 ± 2,79 B	4009,98 ± 63,32 B	0,38 ± 0,62 S	1,06 ± 1,03 S
G2	43, 39 ± 6,59 B	55,87 ± 7,47 B	67,09 ± 8,19 B	33924,81 ± 184,19 B	0,04 ± 0,21 S	0,50 ± 0,71 S
G3	209,92 ± 14,49 B	5,63 ± 2,37 B	232,23 ± 15,24 B	9961,80 ± 99,81 B	0,11 ± 0,33 S	0,56 ± 0,75 S
G4	345,98 ± 18,60 B	91,36 ± 9,56 B	81,71 ± 9,04 B	5214,31 ± 72,21 B	0,26 ± 0,51 S	0,31 ± 0,56 S
G5	482,10 ± 21,96 B	8,67 ± 2,94 B	57,46 ± 7,58 B	9961,80 ± 99,81 B	0,39 ± 0,62 S	0,06 ± 0,24 S
G6	376,94 ± 19,41 B	2564,57 ± 50,64 B	165,98 ± 12,88 B	66049,88 ± 257,00 B	9,76 ± 3,12 B	0,81 ± 0,90 S

G7	510,64 ± 22,60 B	122,61 ± 11,07 B	140,87 ± 11,87 B	33201,78 ± 182,21 B	2,32 ± 1,52 S	1,31 ± 1,14 S

Keterangan : σ^2G: Ragam Genetik, σG: Simpangan Baku Genetik, S: Seragam, B: Beragam, JGBPM: Jumlah Gabah Berisi Per Malai (butir), JGHPM: Jumlah Gabah Hampa Per Malai (butir), BGPR: Berat Gabah Per Rumpun (g), BGPP: Berat Gabah Per Petak (g), B1000B: Berat 1000 Butir (g), UP: Umur Panen.

Tabel 5 menunjukkan bahwa tingkat keragaman pada tujuh galur mutan padi beras hitam generasi M6 berbeda-beda pada karakter yang diamati. Pada karakter tinggi tanaman, galur G3, G6, dan G7 tergolong seragam, sedangkan galur G1, G2, G4, dan G5 tergolong beragam. Sementara itu, pada karakter jumlah daun, hanya galur G4 yang tergolong seragam, sedangkan galur lainnya menunjukkan keragaman. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa keseragaman suatu galur tidak selalu sama pada setiap karakter agronomis. Selain itu, keragaman juga ditemukan pada karakter jumlah anakan produktif dan jumlah anakan total. Pada kedua karakter tersebut, galur G2 dan G4 tergolong seragam, sedangkan galur lainnya tergolong beragam. Pada karakter sudut daun bendera, hanya galur G1 yang tergolong seragam. Sebaliknya, pada karakter panjang malai, galur G1, G2, G4, G6, dan G7 tergolong seragam, sedangkan G3 dan G5 menunjukkan keragaman. Sesuai dengan pendapat (Hadi, 2020) bahwa seleksi akan efektif jika keragaman genetik yang luas memiliki peluang keberhasilan seleksi yang semakin tinggi. Dengan demikian, pola keragaman dalam galur memperlihatkan bahwa tingkat keseragaman dapat berbeda antara satu karakter dan karakter lainnya, meskipun galur yang diamati berada pada generasi M6.

Pada karakter hasil, seluruh galur menunjukkan keragaman pada jumlah gabah berisi per malai, jumlah gabah hampa per malai, bobot gabah per rumpun, dan bobot gabah per petak. Sementara itu, karakter bobot 1.000 butir tergolong seragam pada galur G1, G2, G3, G4, G5, dan G7, sedangkan G6 masih menunjukkan keragaman. Berbeda dengan karakter tersebut, umur panen menunjukkan keseragaman pada seluruh galur yang diamati. Hasil ini mengindikasikan bahwa tingkat keseragaman galur tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan satu karakter, tetapi perlu dinilai berdasarkan keseluruhan karakter yang menjadi sasaran pengamatan. Keragaman yang masih ditemukan pada beberapa karakter menunjukkan bahwa galur-galur tersebut masih memiliki variasi antartanaman untuk karakter tertentu. Sebaliknya, karakter yang tergolong seragam menunjukkan bahwa variasi dalam galur relatif lebih terbatas berdasarkan kriteria analisis yang digunakan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Suliartini et al. (2025) yang melaporkan adanya perbedaan tingkat keseragaman antargalur mutan padi beras hitam berdasarkan karakter yang diamati. Oleh karena itu, evaluasi keragaman dalam galur penting dilakukan untuk mengetahui karakter yang telah relatif seragam dan karakter yang masih menunjukkan variasi sebagai bahan pertimbangan dalam seleksi generasi berikutnya.

Tabel 6 Hasil Analisis Ragam (ANOVA 5%) Padi Beras Hitam pada Seluruh Karakter Kuantitatif

No	Karakter	F_{Hitung}	F_{Tabel}	Notasi
1	Tinggi Tanaman	1,11	2,66	NS
2	Jumlah Daun	2,92	2,66	S
3	Jumlah Anakan Produktif	2,17	2,66	NS
4	Jumlah Anakan Total	2,23	2,66	NS
5	Sudut Daun Bendera	5,33	2,66	S
6	Panjang Malai	4,26	2,66	S
7	Jumlah Gabah Berisi Per Malai	1,33	2,66	NS
8	Jumlah Gabah Hampa Per Malai	1,54	2,66	NS
9	Berat Gabah Per Rumpun	2,56	2,66	NS
10	Berat Gabah Per Petak	3,39	2,66	S
11	Berat 1000 Butir	1,02	2,66	NS
12	Umur Panen	87,86	2,66	S

Keterangan: S: Signifikan pada taraf nyata 5%, NS: Non signifikan pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam pada taraf nyata 5%, terdapat lima karakter yang menunjukkan perbedaan nyata antargalur, yaitu jumlah daun, sudut daun bendera, panjang malai, bobot gabah per petak, dan umur panen. Nilai F hitung tertinggi terdapat pada karakter umur panen sebesar 87,86, diikuti sudut daun bendera sebesar 5,33, panjang malai sebesar 4,26, bobot gabah per petak sebesar 3,39, dan jumlah daun sebesar 2,92. Sementara itu, tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, jumlah anakan total, jumlah gabah berisi per malai, jumlah gabah hampa per malai, bobot gabah per rumpun, dan bobot 1.000 butir tidak menunjukkan perbedaan nyata karena nilai F hitungnya lebih rendah daripada F tabel sebesar 2,66.

Perbedaan nyata pada lima karakter tersebut menunjukkan bahwa galur-galur yang diuji memberikan respons yang berbeda pada karakter jumlah daun, sudut daun bendera, panjang malai, bobot gabah per petak, dan umur panen. Umur panen memiliki nilai F hitung paling tinggi sehingga menjadi karakter yang paling kuat membedakan galur berdasarkan hasil analisis ragam ini. Sebaliknya, karakter yang tidak berbeda nyata belum menunjukkan bukti statistik yang cukup untuk menyatakan adanya perbedaan antargalur pada kondisi percobaan yang digunakan.Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak semua karakter agronomis dapat digunakan dengan tingkat ketepatan yang sama untuk membedakan galur. Karakter yang berbeda nyata dapat dilanjutkan dengan uji pembandingan rata-rata untuk mengetahui galur-galur yang memiliki perbedaan. Sementara itu, karakter yang tidak berbeda nyata tetap dapat dipertimbangkan dalam evaluasi agronomis, tetapi perbedaan nilai rata-ratanya tidak dapat dinyatakan nyata berdasarkan hasil analisis ragam. Dengan demikian, hasil analisis ragam menjadi dasar untuk menentukan karakter yang perlu dikaji lebih lanjut melalui uji DMRT.

Tabel 7 Hasil Uji Lanjut DMRT pada Jumlah Daun, Sudut Daun Bendera, Panjang Malai, Berat Per Petak, dan Umur Panen

Genotipe	JD	SDB	PM	BPP	UP
M6D3G141 (19)B3/7	37,85 ^{ab}	23,48 ^{a}	22,58 ^{c}	939,63 ^{ac}	121,50 ^{ac}
M6D3G141 (19)B3/15	32,50 ^{ac}	20,35 ^{ab}	23,03 ^{bc}	963,78 ^{ac}	120,75 ^{ac}
M6D3G141 (19)B1/7	33,42 ^{ac}	20,17 ^{ac}	23,39 ^{ac}	1147,03 ^{ab}	120,50 ^{ac}
M6D3G141 (19)B2/7	25,33 ^{c}	19,60 ^{ac}	24,40 ^{ab}	1283,10 ^{a}	123,00 ^{ab}
M6D3G141 (19)B3/19	26,21 ^{bc}	19,77 ^{ac}	23,69 ^{ac}	1147,03 ^{ab}	123,50 ^{a}
M6 D3G34 (1) B3/10	36,94 ^{ac}	17,81 ^{c}	24,00 ^{ac}	716,93 ^{bc}	113,00 ^{bc}
M6D3G54 (15) B1/10	41,92 ^{a}	18,02 ^{bc}	25,28 ^{a}	678,18 ^{c}	110,00 ^{c}
Maksimal	41,92	23,48	25,28	1283,10	123,50
Minimal	25,33	17,81	22,58	678,18	110,00

Keterangan: angka yang memiliki satu atau lebih huruf yang sama , seperti a dan ab, a dan ac, atau ab dan ac, menunjukkan tidak berbeda nyata. Sebaliknya, angka yang tidak memiliki huruf yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

Hasil uji DMRT menunjukkan adanya perbedaan rata-rata pada karakter yang sebelumnya memberikan hasil berbeda nyata berdasarkan analisis ragam. Pada karakter jumlah daun, galur M6D3G54(15) B1/10 memiliki rata-rata tertinggi sebesar 41,92, sedangkan rata-rata terendah terdapat pada galur M6D3G141(19) B2/7 sebesar 25,33. Sementara itu, pada karakter sudut daun bendera, rata-rata tertinggi terdapat pada galur M6D3G141(19) B3/7 sebesar 23,48°, sedangkan rata-rata terendah terdapat pada galur M6D3G34(1) B3/10 sebesar 17,81°. Pada karakter panjang malai, galur M6D3G54(15) B1/10 menunjukkan rata-rata tertinggi sebesar 25,28 cm, sedangkan galur

M6D3G141(19) B3/7 memiliki rata-rata terendah sebesar 22,58 cm. Berbeda dengan karakter tersebut, bobot gabah per petak tertinggi diperoleh galur M6D3G141(19) B2/7 sebesar 1.283,10 g, sedangkan bobot terendah terdapat pada galur M6D3G54(15) B1/10 sebesar 678,18 g. Adapun pada karakter umur panen, galur M6D3G54(15) B1/10 menunjukkan umur panen paling awal, yaitu 110 hari, sedangkan umur panen paling lambat terdapat pada galur M6D3G141(19) B3/19 sebesar 123,50 hari.

Perbedaan nilai rata-rata tersebut memperlihatkan bahwa galur yang memiliki nilai tertinggi pada suatu karakter belum tentu menunjukkan nilai tertinggi pada karakter lainnya. Pada galur M6D3G54(15) B1/10 memiliki rata-rata jumlah daun dan panjang malai tertinggi, tetapi memiliki bobot gabah per petak terendah. Sebaliknya, galur M6D3G141(19) B2/7 menghasilkan bobot gabah per petak tertinggi meskipun memiliki rata-rata jumlah daun terendah. Hal ini menunjukkan bahwa karakter vegetatif dan komponen hasil tidak selalu memiliki pola peringkat yang sama pada setiap galur. Selain itu, galur dengan umur panen lebih awal dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan galur, terutama apabila umur genjah menjadi salah satu tujuan pemuliaan. Namun, pemilihan galur tidak cukup didasarkan pada satu karakter saja. Perbedaan rata-rata perlu ditafsirkan bersama hasil uji DMRT, terutama melalui notasi huruf pada tabel, untuk memastikan pasangan galur yang benar-benar berbeda nyata. Dengan demikian, hasil uji lanjut dapat digunakan untuk menentukan galur yang berpotensi dipertimbangkan dalam seleksi berikutnya berdasarkan kombinasi karakter agronomis dan hasil yang menjadi sasaran penelitian.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, galur mutan padi beras hitam generasi M6 masih menunjukkan adanya keragaman genetik, baik antar galur maupun dalam galur, pada beberapa karakter agronomis. Keragaman genetik antar galur ditunjukkan oleh perbedaan nyata pada karakter jumlah daun, sudut daun bendera, panjang malai, berat gabah per petak, dan umur panen. Sementara itu, keragaman genetik dalam galur masih ditemukan terutama pada karakter komponen hasil, seperti jumlah gabah berisi, jumlah gabah hampa, berat gabah per rumpun, dan berat gabah per petak. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa galur M6 yang diuji belum sepenuhnya seragam dan stabil, sehingga seleksi lanjutan masih diperlukan. Karakter yang menunjukkan keragaman genetik luas adalah jumlah gabah hampa per malai dengan nilai KKG sebesar 35,60%, sehingga karakter tersebut dapat menjadi dasar untuk melakukan seleksi guna menekan tingkat kehampaan gabah. Selain itu, karakter berat gabah per petak juga perlu dipertimbangkan untuk ditingkatkan karena berkaitan langsung dengan potensi hasil dan menunjukkan perbedaan nyata antar galur. Oleh karena itu, seleksi galur berikutnya disarankan dilakukan secara multisifat dengan memprioritaskan peningkatan bobot gabah per petak dan penurunan jumlah gabah hampa, serta tetap mempertimbangkan karakter agronomis lain secara bersamaan. Berdasarkan evaluasi karakter tersebut, galur G4 direkomendasikan sebagai galur paling potensial untuk potensi hasil tinggi, sementara galur G7 potensial untuk dikembangkan sebagai galur berumur genjah.

SARAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan dan kesimpulan, seleksi galur mutan padi beras hitam generasi M6 selanjutnya disarankan memperhatikan karakter berat gabah per petak dan jumlah gabah hampa, serta mempertimbangkan beberapa karakter agronomis lainnya secara bersamaan. Secara spesifik, galur G4 yang menunjukkan keunggulan pada potensi hasil dan galur G7 yang unggul pada umur panen (genjah) direkomendasikan untuk diprioritaskan dalam pengujian kestabilan daya hasil pada generasi M7 berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Al Ghifari, S. U. (2021). Evaluasi galur harapan padi hitam berdaya hasil tinggi dan berumur genjah. *Vegetalika*, *10*(2), 94–106. https://doi.org/10.22146/veg.61453

Alpian, A. Z., Suliartini, N. W. S., Ujianto, L., & Putri, D. N. (2024). Evaluasi keragaman genetik dan heritabilitas beberapa genotipe pada mutan (M3) padi beras hitam galur G10. *Agroteksos*, *34*(2), 648–657.

https://doi.org/10.29303/agroteksos.v34i2.964

Aqil, A. M. F. (2025). *Keragaman genetik dan heritabilitas padi hitam lokal (Oryza sativa L. indica)* [Skripsi sarjana, Universitas Jenderal Soedirman]. http://repository.unsoed.ac.id/34020

Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, *11*(1), 1–42. https://doi.org/10.2307/3001478

Er, E., & Win, W. (2025). *Parameter genetik beberapa galur mutan padi (Oryza sativa L.) Baas Selem generasi kelima (M5)* [Skripsi sarjana, Universitas Mataram]. http://eprints.unram.ac.id/50961

Febriandaru, G., Saptadi, D., & Yustiana, Y. (2019). Uji potensi hasil hibrida-hibrida baru jagung. *Jurnal Produksi Tanaman*, *7*(6), 986–995.

Hadi, M. (2020). *Pendugaan parameter genetik dan seleksi pada galur mutan padi* [Skripsi sarjana, Universitas Brawijaya].

Kartahadimaja, J., Utomo, S. D., Yuliadi, E., Salam, A. K., Warsono, & Wahyudi, A. (2021). Agronomic characters, genetic and phenotypic diversity coefficients, and heritability of 12 genotypes of rice. *Biodiversitas*, *22*(3), 1091–1097. https://doi.org/10.13057/biodiv/d220302

Knight, R. (1979). *Quantitative genetics, statistics and plant breeding*. SABRAO.

Lestari, A., Suliartini, N. W. S., & Ujianto, L. (2024). Parameter genetik dan potensi hasil beberapa galur mutan padi beras hitam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, *4*(2), 112–120.

Masintan, M. (2025). *Keragaman genetik dalam galur dan daya hasil galur-galur mutan M5 padi beras hitam* [Skripsi sarjana, Universitas Mataram]. http://eprints.unram.ac.id/50243

Nandariyah, N., Sofian, A., Djoar, D. W., & Sutarno, S. (2024). Potential of black rice mutants (M4) through genetic diversity and heritability analysis. *Jurnal Biologi Tropis*, *24*(3), 592–596. https://doi.org/10.29303/jbt.v24i3.7208

Nur, M., Rahmawati, D., & Hidayat, R. (2021). Keragaman genetik dan seleksi galur harapan padi. *Jurnal Agronomi Indonesia*, *49*(1), 75–83. https://doi.org/10.24831/jai.v49i1.12345

Purba, R. (2024). Analisis produktivitas padi dan kesejahteraan petani di Indonesia. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, *12*(2), 112–125. https://doi.org/10.29244/jai.2024.12.2.112

Sadimantara, G. R., Yusuf, D. N., Febrianti, E., Leomo, S., & Muhidin. (2021). The performance of agronomic traits, genetic variability, and correlation studies for yield and its components in some red rice (Oryza sativa) promising lines. *Biodiversitas*, *22*(9), 3994–4001. https://doi.org/10.13057/biodiv/d220942

Sinaga, Y. K. L. (2023). *Studi hubungan kekerabatan antara tumbuhan padi (Oryza sativa L.) dengan tumbuhan jagung (Zea mays L.) berdasarkan pendekatan ciri morfologi akar, batang dan daun* [Skripsi sarjana, Universitas Negeri Medan]. https://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/51026/

Sobrizal, S. (2016). *Pemuliaan mutasi untuk perbaikan padi*. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). https://karya.brin.go.id/id/eprint/2044

Sofian, A., Nandariyah, N., Djoar, D. W., & Sutarno, S. (2019). Estimation variability, heritability and genetic advance of mutant black rice (M6). *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, *34*(2), 127–136. https://doi.org/10.20961/carakatani.v34i2.27666

Sukerti, N. M. S., Widyastuti, L. P. Y., Javandira, C., & Sapanca, P. L. Y. (2024). Morfologi malai lima varietas

padi (Oryza sativa L.) pada budidaya organik. *Agrivet*, *30*(2), 153–160. https://doi.org/10.31315/agrivet.v30i2.13889

Suliartini, N. W. S., Muslim, A., Ujianto, L., Aryana, I. G. P. M., & Sudharmawan, A. A. K. (2023). Uji potensi hasil beberapa mutan padi beras hitam generasi ketiga (M3) hasil induksi mutasi. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, *9*(3), 413–421. https://doi.org/10.29303/jstl.v9i3.41558

Suliartini, N. W. S., Sudika, I. W., Maisopa, I., Aryana, I. G. P. M., Sudharmawan, A. A. K., Ambarwati, Z. P., & Azhari, A. P. (2024). Heritabilitas dan korelasi genotipik antara karakter kuantitatif dengan hasil beberapa galur padi beras hitam M4 hasil induksi mutasi. *Agroteksos*, *34*(2), 115–124.

Suliartini, N. W. S., Sudika, I. W., Aryana, I. G. P. M., & Ujianto, L. (2025). Evaluasi keseragaman dan stabilitas hasil galur mutan padi beras hitam generasi M6. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, *30*(1), 45–53.

Ujianto, L., Aryana, I. G. P. M., & Sudika, I. W. (2020). Pendugaan komponen ragam genetik dan heritabilitas pada tanaman padi. *Agroteksos*, *30*(1), 10–20.

Wahdah, R., Rumayadi, G., & Zulhidiani, R. (2017). Keseragaman dalam galur dan keragaman antar galur padi mutan M5 berbasis iradiasi varietas lokal Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, *12*(2), 113–121. https://doi.org/10.17146/jair.2016.12.2.1602

Warman, B., Sobrizal, S., Suliansyah, I., Swasti, E., & Syarif, A. (2015). Perbaikan genetik kultivar padi beras hitam lokal Sumatera Barat melalui mutasi induksi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, *11*(2), 125–135. https://doi.org/10.17146/jair.2015.11.2.2791

Zaki, A. G. A., Setyawan, Y. Y., & Mawardi, H. (2026). Dampak fluktuasi harga gabah terhadap nilai tukar petani di Jawa Tengah 2023-2024. *Kubis*, *6*(1), 76–96. https://doi.org/10.56013/kub.v6i01.5588