

Analisis Jalur Karakter Kuantitatif terhadap Hasil Beberapa Galur Mutan Padi Beras Merah G16 Generasi M6 di Sumbawa Besar

Path Analysis of Quantitative Characters on the Yield of Several G16 Red Rice Mutant Lines of M6 Generation in Sumbawa Besar

Anita Ramdani¹, Anak Agung Ketut Sudharmawan^{1*}, Ni Wayan Sri Suliartini¹

¹(Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

*corresponding author, email: ramdanianita62@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan korelasi serta pengaruh langsung dan tidak langsung karakter kuantitatif terhadap hasil padi beras merah G16 generasi M6 di Sumbawa Besar. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 13 galur mutan G16 dan dua varietas kontrol, yaitu Inpari 42 dan Gamagora 7, dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 45 unit percobaan. Karakter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan total, jumlah anakan produktif, panjang malai, sudut daun bendera, umur berbunga, umur panen, jumlah gabah bernas per malai, bobot 100 butir, dan bobot gabah kering simpan per rumpun. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), uji BNJ 5%, korelasi fenotipik, uji asumsi analisis, dan analisis jalur. Hasil menunjukkan bahwa jumlah anakan total, jumlah anakan produktif, sudut daun bendera, dan umur berbunga memiliki pengaruh langsung signifikan terhadap hasil. Jumlah anakan produktif memiliki pengaruh langsung positif terbesar (1,184), sehingga menjadi karakter seleksi utama untuk mendukung peningkatan hasil galur mutan padi beras merah G16 generasi M6.

Kata kunci: anakan produktif; analisis jalur; hasil gabah; karakter kuantitatif; galur mutan

ABSTRACT

This study aimed to analyze the correlation relationships and the direct and indirect effects of quantitative characters on the yield of G16 red rice M6-generation lines in Sumbawa Besar. The experiment used a Randomized Complete Block Design consisting of 13 G16 mutant lines and two control varieties, Inpari 42 and Gamagora 7, with three replications, resulting in 45 experimental units. The observed characters included plant height, total tiller number, productive tiller number, panicle length, flag leaf angle, flowering age, harvest age, number of filled grains per panicle, 100-grain weight, and dry stored grain weight per clump. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), the 5% Honestly Significant Difference (HSD) test, phenotypic correlation, assumption tests, and path analysis. The results showed that total tiller number, productive tiller number, flag leaf angle, and flowering age had significant direct effects on yield. Productive tiller number had the largest positive direct effect (1.184), indicating that it is the main selection trait for improving the yield of G16 M6-generation red rice mutant lines.

Keywords: productive tillers; path analysis; grain yield; quantitative traits; mutant lines

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas strategis yang berperan sebagai sumber pangan utama masyarakat Indonesia. Tingginya tingkat konsumsi beras nasional yang mencapai lebih dari 90 kg per kapita per tahun mendorong peningkatan produksi padi sebagai prioritas pembangunan pertanian berkelanjutan. Produksi beras di Indonesia terutama di Nusa Tenggara Barat (NTB) mengalami penurunan beberapa tahun terakhir. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sumbawa Besar sebagai salah satu sentra produksi padi di NTB turut memberikan kontribusi signifikan terhadap penurunan produksi gabah kering giling.

Produksi gabah kering giling pada tahun 2023 tercatat sebesar 321.374,08 ton, namun mengalami penurunan menjadi 285.810,30 ton pada tahun 2024. Dengan demikian, selama periode 2023–2024 terjadi penurunan produksi sebesar 35.563,78 ton (Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumbawa, 2025). Data tersebut menunjukkan bahwa di Kabupaten Sumbawa Besar terjadi penurunan produksi gabah kering pada periode 2023–2024 sebesar 35.563,78 ton. Kondisi ini menandakan adanya kebutuhan mendesak untuk meningkatkan produksi padi melalui inovasi teknologi budidaya maupun pemuliaan tanaman.

Padi beras merah memiliki nilai fungsional karena mengandung serat, vitamin, mineral, protein, dan senyawa bioaktif yang mendukung nilai gizinya (Baptista *et al.*, 2024; Oliveira *et al.*, 2026). Namun, produktivitas padi beras merah masih lebih rendah dibandingkan padi beras putih. Data BPS (2015) menunjukkan produktivitas padi beras merah sebesar 3,94 ton/ha, sedangkan padi beras putih mencapai 5,44 ton/ha. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya peningkatan hasil melalui pemuliaan tanaman dan pemanfaatan sumber daya genetik yang tersedia.

Nusa Tenggara Barat diketahui memiliki kekayaan plasma nutfah kultivar padi lokal yang cukup tinggi. Beberapa kultivar padi lokal ini kemudian disilangkan dan menghasilkan padi beras merah G16. Padi beras merah G16 adalah hasil persilangan tunggal antara kultivar cere (*Indica*) yaitu Kultivar Piong dan Kultivar Sri dan kultivar bulu (*Javanica*) yaitu Kultivar Soba dan Kultivar Du'u menghasilkan F1 kultivar cere dan F1 kultivar bulu. Persilangan antara kedua F1 tersebut menghasilkan F2 yang diseleksi hingga F6 melalui seleksi pedigree, dan menghasilkan galur G16. Galur ini memiliki beberapa keunggulan seperti warna beras merah, jumlah anakan yang banyak dan tekstur nasi yang pulen, namun jumlah gabah per malai masih rendah (Suliartini *et al.*, 2022).

Perbaikan karakter agronomis galur G16 dapat dilakukan melalui induksi mutasi menggunakan iradiasi sinar gamma untuk meningkatkan keragaman genetik tanpa menghilangkan sifat unggul tanaman (Wei *et al.*, 2013). Metode ini umumnya menyebabkan perubahan morfologi, terutama pada karakter kuantitatif tanaman (Sudharmawan *et al.*, 2024). Elsherbiny *et al.* (2024) menjelaskan bahwa iradiasi sinar gamma efektif meningkatkan keragaman karakter agronomi. Penelitian oleh Rozina *et al.* (2024) pada galur mutan padi beras merah G16 generasi M4 juga menunjukkan bahwa mutasi sinar gamma mampu menghasilkan keragaman karakter morfologi dan komponen hasil yang berpotensi untuk seleksi lanjutan. Menurut Sao *et al.* (2022), generasi mutan M6 telah memiliki kestabilan genetik yang tinggi sehingga efektif untuk seleksi karakter agronomis dan pengujian di berbagai lingkungan.

Karakter kuantitatif tertentu dapat berkontribusi langsung terhadap hasil, sedangkan karakter lainnya dapat berhubungan dengan hasil melalui karakter lain. Analisis korelasi dapat menunjukkan keeratan hubungan, tetapi belum menjelaskan besarnya pengaruh langsung dan tidak langsung sehingga analisis jalur diperlukan untuk menentukan karakter yang paling efektif sebagai kriteria seleksi. Penelitian sebelumnya telah menerapkan analisis korelasi dan analisis jalur pada berbagai genotipe padi (Armandoni *et al.*, 2023; Rozina *et al.*, 2024; Aprillia *et al.*, 2025; Mahalakshmi *et al.*, 2024), tetapi informasi mengenai pola pengaruh karakter kuantitatif pada galur mutan padi beras merah G16 generasi M6 hasil induksi sinar gamma masih terbatas. Kebaruan penelitian ini terletak pada identifikasi karakter kuantitatif yang memiliki pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap hasil pada populasi galur mutan G16 generasi M6 yang diuji di Sumbawa Besar. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi hubungan korelasi serta karakter kuantitatif yang memiliki pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap hasil, sehingga dapat ditetapkan karakter seleksi utama untuk mendukung peningkatan hasil galur mutan padi beras merah G16 generasi M6.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni–November 2025 di lahan petani Kecamatan Sumbawa, Kabupaten Sumbawa Besar. Lokasi penelitian berada pada 116°42'–118°22' Bujur Timur dan 8°08'–9°07' Lintang Selatan dengan ketinggian 10–20 m dpl (Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumbawa, 2025). Selama penelitian, suhu udara tercatat berkisar 20–30 °C dengan suhu rata-rata 27–29 °C, kelembapan relatif 50–90%, dan curah hujan sekitar 0–20 mm per bulan. Lahan penelitian berupa sawah pada dataran aluvial dengan tekstur lempung hingga lempung berdebu. Data lingkungan tersebut digunakan sebagai informasi pendukung dalam menafsirkan

ekspresi karakter kuantitatif karena karakter tersebut dipengaruhi oleh interaksi genotipe dan lingkungan. Pengamatan pascapanen dilakukan di Laboratorium Pemuliaan dan Perbenihan Tanaman, SMKPP Negeri Mataram, dan Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ajir, alat tulis, caplak, cup plastik, ember, gelas ukur, gunting, handphone, jaring, kain, kardus, karung, meteran, oven, penggaris, plastic kresek, pipet tetes, sabit, selotip, spidol, sprayer, tali rafia, tangki semprot, thinwall, tiang penanda galur, timbangan analitik, traktor, dan ziplock. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih mutan padi beras merah sebanyak 13 galur, benih padi varietas Gamagora 7, benih padi varietas Inpari 42, ZPT Athonik, insektisida Cruiser, insektisida Virtako 300 SC, pupuk Gandasil B, pupuk Gandasil D, pupuk Urea, pupuk NPK, dan tanah.

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK), terdiri atas 15 perlakuan, yaitu 13 galur mutan G16: G15 (4-20-13), G52 (3-9-13), G27 (1-20-6), G15 (4-20-20), G12 (7-10-6), G27 (1-20-19), G20 (8-3-5), G28 (12-20-6), G13 (11-16-11), G13 (12-2-8), G63 (17-7-3), G63 (11-8-6), dan G63 (5-14-10), serta dua varietas kontrol, yaitu Inpari 42 dan Gamagora 7. Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh 45 unit percobaan.

Pelaksanaan Percobaan

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai dari persiapan benih, persemaian, persiapan lahan, pindah tanam, pemeliharaan (pengairan, pemupukan, penyulaman, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit) dan pemanenan.

Variabel Pengamatan

Tanaman sampel dipilih secara acak dari setiap plot sebanyak empat tanaman atau sekitar 10% dari populasi tanaman dalam plot. Setiap plot terdiri atas sekitar 40 tanaman sehingga empat tanaman mewakili 10% populasi per plot. Proporsi tersebut digunakan untuk memperoleh pengamatan yang mewakili kondisi plot dengan tetap menjaga efisiensi pengamatan, sedangkan analisis perlakuan dilakukan berdasarkan unit percobaan. Pemilihan tanaman secara acak dilakukan untuk mengurangi bias pemilihan sampel. Nilai setiap karakter kemudian diringkaskan pada tingkat plot sebelum dianalisis.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan SPSS Statistics 27. Analisis meliputi analisis ragam (ANOVA) untuk menguji pengaruh perlakuan, uji BNJ taraf 5% untuk membandingkan rata-rata perlakuan ketika ANOVA menunjukkan perbedaan nyata, korelasi fenotipik untuk mengukur keeratan hubungan antar karakter, uji asumsi analisis jalur, dan analisis jalur untuk memisahkan pengaruh langsung serta tidak langsung karakter terhadap bobot gabah kering simpan per rumpun.

a. Analisis Sidik Ragam (ANOVA)

Sumber Ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hit	F tab 5%
blok	b-1	JKb	JKb/dbb	KTb/KTg	
perlakuan	p-1	JKp	JKp/dbp	KTp/KTg	
galat	(b-1)(p-1)	JKg	JKg/dbg		
Total		JKT			

Keterangan: b = blok; p = perlakuan; g = galat

b. Uji Lanjut BNJ

Data yang menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan analisis ragam diuji lanjut menggunakan BNJ taraf 5%. Nilai BNJ dihitung dengan persamaan $BNJ = q(\alpha; k; db_g) \times \sqrt{(KT_g/r)}$, dengan q sebagai nilai kritis studentized range, k sebagai jumlah perlakuan, db_g sebagai derajat bebas galat, KT_g sebagai kuadrat tengah galat, dan r sebagai jumlah ulangan (Susilawati, 2015).

c. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi dilakukan sebelum analisis jalur. Normalitas data diuji menggunakan Kolmogorov–Smirnov pada taraf 5%. Multikolinearitas antar peubah bebas diperiksa berdasarkan nilai Tolerance dan Variance Inflation

Factor (VIF). Data dinyatakan memenuhi asumsi multikolinearitas apabila nilai Tolerance dan VIF berada pada batas yang dapat diterima untuk analisis regresi.

d. Korelasi Fenotipik

Keeratan hubungan antar karakter kuantitatif dianalisis menggunakan koefisien korelasi fenotipik Pearson (r). Koefisien korelasi dihitung dengan persamaan $r = [n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)] / \sqrt{\{[n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2][n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]\}}$. Nilai r berkisar antara -1 dan $+1$; tanda menunjukkan arah hubungan, sedangkan nilai absolut menunjukkan tingkat keeratan hubungan. Signifikansi korelasi diuji pada taraf 5%.

Keterangan:

r = koefisien korelasi

Interpretasi koefisien korelasi mengikuti kriteria: 0 = tidak terdapat korelasi; 0–0,25 = sangat lemah; 0,25–0,50 = cukup; 0,50–0,75 = kuat; 0,75–0,99 = sangat kuat; dan 1 = sempurna (Sunnyoto, 2007).

e. Analisis Jalur (Path Analysis)

Analisis jalur digunakan untuk mengestimasi pengaruh langsung dan tidak langsung karakter kuantitatif terhadap bobot gabah kering simpan per rumpun. Analisis dilakukan secara terpisah untuk kelompok karakter pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah anakan total, dan jumlah anakan produktif) serta kelompok komponen hasil (panjang malai, sudut daun bendera, umur berbunga, umur panen, jumlah gabah bernas per malai, dan bobot 100 butir). Koefisien jalur diperoleh dari koefisien regresi terstandar, sedangkan pengaruh tidak langsung dihitung melalui jalur yang menghubungkan karakter bebas dengan karakter lainnya sebelum menuju variabel hasil. Signifikansi koefisien jalur diuji pada taraf 5%. Uji Sobel digunakan untuk menguji signifikansi pengaruh tidak langsung dengan batas signifikansi $|z| > 1,96$ atau $p < 0,05$ (Ghozali, 2018; Abu-Bader & Jones, 2021). Diagram jalur disajikan untuk memperjelas arah hubungan dan besarnya koefisien pada setiap jalur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Data

Hasil analisis ragam pada 13 galur mutan G16 dan dua varietas kontrol menunjukkan adanya perbedaan nyata pada jumlah anakan total, jumlah anakan produktif, umur berbunga, jumlah gabah bernas per malai, dan bobot 100 butir. Karakter tinggi tanaman, panjang malai, sudut daun bendera, umur panen, dan bobot gabah kering simpan per rumpun tidak menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5%. Hasil ini menunjukkan bahwa karakter yang berbeda nyata masih memiliki variasi antar perlakuan, sedangkan karakter yang tidak berbeda nyata relatif seragam pada lingkungan penelitian.

Tabel 1. Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada Karakter Pertumbuhan

No	Perlakuan	Pertumbuhan			
		Jumlah Anakan Total		Jumlah Anakan Produktif	
1	G15 4-20-13	17,58	bc	14,75	b
2	G52 3-9-13	15,33	bc	13,17	bc
3	G27 1-20-6	17,25	bc	16,67	a
4	G15 4-20-20	16,00	cd	13,08	bc
5	G12 7-10-6	14,50	d	12,25	c
6	G27 1-20-19	14,25	d	12,25	c
7	G20 8-3-5	17,28	bc	14,36	b
8	G28 12-20-6	17,00	bc	14,22	b
9	G13 11-16-11	17,92	bc	12,25	c
10	G13 12-2-8	17,33	bc	15,67	ab
11	G63 17-7-3	17,33	bc	13,75	bc
12	G63 11-8-6	17,17	bc	15,42	ab
13	G63 5-14-10	19,92	ab	18,08	a
14	Inpari-42	20,17	ab	14,67	b
15	Gamagora 7	22,33	a	20,28	a

Keterangan: Huruf yang sama menandakan tidak adanya perbedaan nyata pada perlakuan menurut uji BNJ taraf 5%.

Hasil uji lanjut BNJ karakter pertumbuhan menunjukkan adanya perbedaan pada karakter jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif. Dari 13 galur dan 2 kontrol yang diuji, Gamagora 7 memiliki jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif tertinggi. Setiap galur yang berada pada kelompok yang sama artinya galur-galur tersebut tidak berbeda nyata.

Tabel 2. Hasil Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada Karakter Komponen Hasil

No	Perlakuan	Komponen Hasil					
		Umur Berbunga		Jumlah Gabah Bernas per Malai		Bobot 100 Butir	
1	G15 4-20-13	88,67	a	104,19	bc	2,80	b
2	G52 3-9-13	87,00	ab	114,22	bc	3,06	a
3	G27 1-20-6	88,67	a	164,01	a	2,21	d
4	G15 4-20-20	87,00	ab	106,47	bc	2,76	b
5	G12 7-10-6	89,00	a	118,83	bc	2,75	b
6	G27 1-20-19	84,00	b	128,78	bc	2,38	c
7	G20 8-3-5	90,00	a	123,28	bc	2,68	bc
8	G28 12-20-6	85,00	b	99,35	c	2,80	b
9	G13 11-16-11	88,33	a	112,28	bc	2,74	b
10	G13 12-2-8	91,33	a	113,14	bc	3,07	a
11	G63 17-7-3	89,33	a	112,61	bc	2,71	b
12	G63 11-8-6	89,00	a	95,86	c	2,75	b
13	G63 5-14-10	91,00	a	109,69	bc	2,74	b
14	Inpari-42	84,33	b	143,36	ab	2,12	d
15	Gamagora 7	87,00	ab	91,73	c	2,45	c

Keterangan: Huruf yang sama menandakan tidak adanya perbedaan nyata pada perlakuan menurut uji BNJ taraf 5%.

Hasil uji lanjut BNJ karakter komponen hasil menunjukkan adanya perbedaan pada karakter umur berbunga, jumlah gabah bernas per malai dan bobot 100 butir. Dari 13 galur dan 2 kontrol yang diuji, galur (G13 12-2-8) memiliki umur berbunga terlama. Pada karakter jumlah gabah bernas per malai, galur G27 (1-20-6) memiliki jumlah gabah bernas per malai tertinggi. Pada karakter bobot 100 butir, galur G13 (12-2-8) memiliki bobot 100 butir tertinggi. Setiap galur yang berada pada kelompok yang sama artinya galur-galur tersebut tidak berbeda nyata.

Tabel 3. Nilai Koefisien Korelasi antar Karakter Pertumbuhan

Variabel	Tinggi Tanaman	Jumlah Anakan Total	Jumlah Anakan Produktif
Tinggi Tanaman	0	-0,327	-0,332
Jumlah Anakan Total	-0,327	0	0,809*
Jumlah Anakan Produktif	-0,332	0,809*	0

Keterangan: * : korelasi nyata pada taraf 5%

Tabel 3 menunjukkan bahwa tinggi tanaman berkorelasi negatif lemah dengan jumlah anakan total ($r = -0,327$) dan jumlah anakan produktif ($r = -0,332$). Sebaliknya, jumlah anakan total memiliki korelasi positif sangat kuat dengan jumlah anakan produktif ($r = 0,809$) dan nyata pada taraf 5%. Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah anakan total cenderung diikuti peningkatan jumlah anakan produktif, sedangkan tinggi tanaman tidak menunjukkan hubungan erat dengan kedua karakter tersebut.

Tabel 4. Nilai Koefisien Korelasi antar Karakter Komponen Hasil

Variabel	Panjang Malai	Sudut Daun Bendera	Umur Berbunga	Umur Panen	Jumlah Gabah Bernas per Malai	Bobot 100 butir
Panjang Malai	0	-0,092	0,151	0,153	0,661*	-0,340
Sudut Daun Bendera	-0,092	0	0,259	-0,275	-0,119	0,394
Umur Berbunga	0,151	0,259	0	-0,126	-0,135	0,487
Umur Panen	0,153	-0,275	-0,126	0	0,209	-0,376
Jumlah Gabah Bernas per Malai	0,661*	-0,119	-0,135	0,209	0	-0,623*
Bobot 100 butir	-0,299	0,345	0,487	-0,376	-0,623*	0

Keterangan: * : korelasi nyata pada taraf 5%

Tabel 4 menunjukkan bahwa panjang malai berkorelasi positif kuat dengan jumlah gabah bernas per malai ($r = 0,661$) dan nyata pada taraf 5%. Jumlah gabah bernas per malai berkorelasi negatif kuat dengan bobot 100 butir ($r = -0,623$) dan nyata pada taraf 5%. Hubungan lainnya relatif lemah hingga cukup, seperti sudut daun bendera dengan umur berbunga ($r = 0,259$) dan umur panen ($r = -0,275$), serta umur berbunga dengan bobot 100 butir ($r = 0,487$). Dengan demikian, hubungan antarkomponen hasil tidak seluruhnya searah dan perlu dipertimbangkan bersama ketika menentukan kriteria seleksi.

Tabel 5. Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung Beberapa Karakter Pertumbuhan Padi terhadap Bobot Gabah Kering Simpan per Rumpun

Variabel	Pengaruh Langsung	Pengaruh tidak Langsung			Total Pengaruh
		Tinggi Tanaman	Jumlah Anakan Total	Jumlah Anakan Produktif	
Tinggi Tanaman	0,050	0	-0,219	0,220	0,051
Jumlah Anakan Total	-0,809*	-0,219	0	-1,825	-2,853
Jumlah Anakan Produktif	1,184*	0,220	-1,825	0	-0,421

Keterangan: * : berbeda nyata pada taraf 5%. ** : berbeda nyata pada uji sobel.

Karakter pertumbuhan dengan pengaruh langsung terbesar terhadap hasil adalah jumlah anakan produktif dengan koefisien 1,184 dan signifikan pada taraf 5%. Pengaruh langsung jumlah anakan total bernilai -0,809 dan signifikan, sedangkan tinggi tanaman sebesar 0,050 dan tidak signifikan. Nilai R pada diagram sebesar 0,575 menunjukkan proporsi variasi hasil yang dijelaskan oleh model karakter pertumbuhan, sedangkan sisanya dipengaruhi faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model. Jalur tidak langsung terbesar terdapat pada hubungan jumlah anakan total–jumlah anakan produktif, tetapi uji Sobel menunjukkan pengaruh tidak langsung tersebut tidak signifikan.

Tabel 6. Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung Beberapa Karakter Komponen Hasil Padi terhadap Bobot Gabah Kering Simpan per Rumpun

Variabel	Pengaruh Langsung	Pengaruh tidak langsung						Total Pengaruh
		Panjang Malai	Sudut Daun Bendera	Umur Berbunga	Umur Panen	Jumlah Gabah Bernas per Malai	Bobot 100 Butir	
Panjang Malai	0,292	0	-0,934	0,937	0,201	0,187	-0,067	0,618
Sudut Daun	-0,521*	-0,934	0	-1,673	-0,204	-0,189	0,067	-3,447
Umur Berbunga	0,596*	0,937	-1,673	0	0,204	-0,189	-0,064	-0,189
Umur Panen	0,045	0,201	-0,204	0,204	0	0,139	-0,067	0,318
Jumlah Gabah Bernas per Malai	0,064	0,187	-0,189	-0,189	0,139	0	-0,063	-0,051
Bobot 100 butir	-0,022	-0,067	0,067	-0,064	-0,067	-0,063	0	-0,216

Keterangan: * : berbeda nyata pada taraf 5%. ** : berbeda nyata pada uji sobel.

Pada kelompok komponen hasil, umur berbunga memiliki pengaruh langsung terbesar dan positif (0,596) serta signifikan pada taraf 5%, diikuti sudut daun bendera yang berpengaruh langsung negatif (-0,521) dan signifikan. Panjang malai (0,292), umur panen (0,045), jumlah gabah bernas per malai (0,064), dan bobot 100 butir (-0,022) tidak menunjukkan pengaruh langsung yang signifikan. Nilai R sebesar 0,546 menunjukkan proporsi variasi hasil yang dijelaskan oleh model komponen hasil. Jalur tidak langsung terbesar terdapat pada hubungan sudut daun bendera dengan umur berbunga, tetapi pengaruh tidak langsung tersebut tidak signifikan berdasarkan uji Sobel.

Pembahasan

Perbedaan nyata pada jumlah anakan total, jumlah anakan produktif, umur berbunga, jumlah gabah bernas per malai, dan bobot 100 butir menunjukkan bahwa karakter-karakter tersebut masih memiliki keragaman fenotipik antar galur pada lingkungan penelitian. Sebaliknya, tinggi tanaman, panjang malai, sudut daun bendera, umur panen, dan bobot gabah kering simpan per rumpun tidak berbeda nyata. Keseragaman beberapa karakter dapat berkaitan dengan kondisi lingkungan penelitian yang relatif sama pada seluruh unit percobaan. Selama penelitian, suhu udara tercatat 20–30 °C, kelembapan relatif 50–90%, dan curah hujan sekitar 0–20 mm per bulan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa hasil penelitian perlu difafsirkan dalam konteks satu lokasi dan satu musim, karena karakter kuantitatif merupakan hasil interaksi genotipe dan lingkungan. Oleh karena itu, konsistensi karakter seleksi dan hasil perlu dikonfirmasi melalui pengujian pada lokasi dan musim yang berbeda.

Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa Gamagora 7 memiliki jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif tertinggi, sedangkan galur G63 (5-14-10) berada dalam kelompok yang sama dengan Gamagora 7 untuk kedua karakter tersebut. Temuan ini penting dalam perspektif pemuliaan karena jumlah anakan total yang tinggi belum tentu menghasilkan jumlah anakan produktif yang tinggi. Oleh sebab itu, seleksi sebaiknya diarahkan pada kemampuan tanaman mempertahankan anakan hingga produktif, bukan hanya pada banyaknya anakan yang terbentuk. Galur G63 (5-14-10) menjadi salah satu kandidat yang layak diperhatikan karena memiliki jumlah anakan produktif tinggi tanpa berbeda nyata dari kontrol unggul pada karakter tersebut.

Pada komponen hasil, galur G27 (1-20-19) memiliki umur berbunga tercepat, G27 (1-20-6) memiliki jumlah gabah bernas per malai tertinggi, dan G13 (12-2-8) memiliki bobot 100 butir tertinggi. Perbedaan ini menunjukkan bahwa tidak terdapat satu galur yang secara otomatis unggul pada seluruh komponen hasil. Karena itu, pemilihan galur tidak sebaiknya didasarkan pada satu karakter fenotipik saja, tetapi pada kombinasi karakter yang terbukti memiliki hubungan dan pengaruh terhadap hasil.

Hubungan panjang malai dengan jumlah gabah bernas per malai yang kuat dan positif menunjukkan bahwa struktur malai berkaitan dengan kapasitas pembentukan gabah. Sebaliknya, korelasi negatif antara jumlah gabah bernas per malai dan bobot 100 butir menunjukkan adanya kecenderungan hubungan berlawanan antar-komponen hasil dalam populasi yang diuji. Temuan tersebut menegaskan bahwa peningkatan satu komponen hasil tidak selalu diikuti peningkatan komponen lainnya, sehingga analisis jalur diperlukan untuk menentukan karakter yang lebih dekat dengan pembentukan hasil.

Keeratan hubungan antar karakter dapat diukur dengan koefisien korelasi yang merupakan faktor penting, terutama karakter yang bernilai ekonomi dan bersifat kompleks seperti hasil dan karakter yang berpengaruh terhadap hasil. Tingkat hubungan keeratan antara satu variabel dengan variabel yang lain didasarkan pada hasil analisis korelasi, sehingga dapat diketahui variabel yang berkontribusi nyata terhadap variabel yang lain (Julianto *et al.*, 2021). Menurut Gomez (2002) bila korelasi antar dua karakter semakin mendekati -1 ataupun +1, maka kedua karakter tersebut semakin erat hubungannya.

Korelasi yang sangat kuat antara jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif ($r = 0,809$) menunjukkan keterkaitan erat dalam pembentukan anakan. Namun, korelasi tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan pengaruh langsung. Hasil analisis jalur memperlihatkan bahwa jumlah anakan produktif memiliki pengaruh langsung positif terbesar terhadap hasil (1,184), sedangkan jumlah anakan total memiliki pengaruh langsung negatif ($-0,809$). Perbedaan arah tersebut menunjukkan bahwa banyaknya anakan belum tentu meningkatkan hasil apabila sebagian anakan tidak berkembang menjadi anakan produktif. Secara fisiologis, kompetisi antaranakan terhadap cahaya, air, dan unsur hara dapat mengurangi efisiensi pembentukan malai produktif. Karena itu, dalam seleksi galur G16 M6, jumlah anakan produktif lebih informatif daripada jumlah anakan total sebagai kriteria seleksi utama.

Korelasi positif kuat antara panjang malai dan jumlah gabah bernas per malai ($r = 0,661$) menunjukkan bahwa malai yang lebih panjang cenderung menyediakan lebih banyak ruang bagi pembentukan spikelet dan gabah. Namun, jumlah gabah bernas per malai tidak menunjukkan pengaruh langsung yang signifikan terhadap hasil pada analisis jalur. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan korelasi dengan komponen lain belum tentu berarti kontribusi langsung terhadap hasil. Oleh karena itu, panjang malai dan jumlah gabah bernas tetap dapat digunakan sebagai karakter pendukung, tetapi prioritas seleksi perlu mempertimbangkan karakter yang memiliki pengaruh langsung signifikan.

Pengaruh langsung jumlah anakan produktif sebesar 1,184 merupakan nilai terbesar pada kelompok karakter pertumbuhan dan signifikan pada taraf 5%. Temuan ini memperkuat penggunaannya sebagai kriteria seleksi utama. Sebaliknya, pengaruh langsung jumlah anakan total sebesar $-0,809$ menunjukkan bahwa peningkatan jumlah anakan tanpa peningkatan proporsi anakan produktif dapat berkaitan dengan penurunan hasil. Dengan demikian, strategi pemuliaan sebaiknya menekankan efisiensi pembentukan anakan produktif, bukan sekadar meningkatkan jumlah anakan total.

Pengaruh negatif jumlah anakan total dapat dipahami sebagai konsekuensi kompetisi sumber daya di dalam rumpun, tetapi interpretasi tersebut perlu dilakukan secara hati-hati karena penelitian tidak mengukur secara langsung penggunaan asimilat atau kompetisi antaranakan. Kondisi musim kemarau di lokasi penelitian dengan curah hujan relatif rendah juga dapat memengaruhi ekspresi karakter, sehingga pengaruh negatif tersebut tidak dapat sepenuhnya dipisahkan dari faktor lingkungan. Pengujian pada beberapa lokasi dan musim diperlukan untuk memastikan kestabilan arah pengaruh tersebut.

Tinggi tanaman memiliki pengaruh langsung positif sebesar 0,050 tetapi tidak signifikan. Artinya, variasi tinggi tanaman dalam populasi yang diuji belum memberikan bukti statistik yang cukup sebagai penentu hasil. Kondisi ini menunjukkan bahwa seleksi berdasarkan tinggi tanaman saja kurang tepat untuk meningkatkan hasil pada populasi G16 M6 yang diuji. Nilai R sebesar 0,575 menunjukkan bahwa model karakter pertumbuhan menjelaskan sebagian variasi hasil, sedangkan bagian lainnya berasal dari karakter atau faktor lain di luar model.

Pada kelompok komponen hasil, umur berbunga memiliki pengaruh langsung positif sebesar 0,596 dan signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa waktu transisi menuju fase generatif berperan dalam pembentukan hasil pada kondisi penelitian. Namun, arah hubungan tersebut tidak berarti bahwa semakin lambat berbunga selalu meningkatkan hasil; nilai koefisien merupakan hasil model pada populasi dan lingkungan yang diuji. Karena itu, umur berbunga perlu dipertimbangkan bersama karakter lain dan diuji kestabilannya pada lingkungan berbeda.

Sudut daun bendera memiliki pengaruh langsung negatif sebesar $-0,521$ dan signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai sudut daun bendera pada populasi yang diuji berkaitan dengan penurunan hasil setelah pengaruh karakter lain diperhitungkan. Secara fisiologis, arsitektur daun dapat memengaruhi penetrasi cahaya dan efisiensi kanopi, tetapi mekanisme tersebut tidak diukur secara langsung dalam penelitian ini. Dengan demikian, interpretasi fisiologis perlu dipandang sebagai penjelasan yang mendukung, bukan sebagai bukti kausal langsung.

Panjang malai, umur panen, jumlah gabah bernas per malai, dan bobot 100 butir tidak menunjukkan pengaruh langsung yang signifikan terhadap hasil. Temuan ini tidak berarti karakter tersebut tidak penting secara biologis, tetapi menunjukkan bahwa pada populasi dan lingkungan penelitian, kontribusi langsungnya belum cukup kuat secara statistik. Nilai R sebesar 0,546 menunjukkan bahwa model komponen hasil menjelaskan sebagian variasi hasil, sedangkan sisanya dapat berasal dari karakter lain atau faktor lingkungan yang tidak dimasukkan dalam model.

Uji Sobel menunjukkan bahwa pengaruh tidak langsung pada kedua kelompok karakter tidak signifikan. Oleh karena itu, hasil tidak mendukung peran mediator dalam jalur tidak langsung yang diuji. Pernyataan ini perlu dibedakan dari hubungan biologis antar karakter: tidak signifikkannya uji Sobel berarti bukti statistik untuk efek mediasi belum memadai, bukan berarti seluruh hubungan antarkarakter tidak memiliki dasar biologis. Dalam konteks seleksi, hasil ini memperkuat perlunya memprioritaskan karakter yang memiliki pengaruh langsung signifikan.

Secara keseluruhan, analisis korelasi dan analisis jalur menunjukkan bahwa jumlah anakan produktif merupakan karakter paling konsisten untuk dipertimbangkan sebagai kriteria seleksi karena memiliki korelasi kuat dengan jumlah anakan total sekaligus pengaruh langsung positif terbesar terhadap hasil. Galur G27 (1-20-6), G63 (5-14-10), G13 (12-2-8), dan G63 (11-8-6) memiliki jumlah anakan produktif tinggi berdasarkan uji BNJ sehingga layak dipertimbangkan untuk seleksi lanjutan. Namun, kandidat tersebut belum dapat langsung dinyatakan sebagai calon varietas unggul karena penelitian dilakukan pada satu lokasi dan satu musim. Uji multilokasi dan analisis kestabilan hasil diperlukan sebelum penetapan galur unggul.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa jumlah anakan total dan jumlah anakan produktif memiliki hubungan kuat dan nyata ($r = 0,809$), sedangkan panjang malai dan jumlah gabah bernas per malai juga berkorelasi nyata ($r = 0,661$). Analisis jalur menunjukkan bahwa jumlah anakan produktif memiliki pengaruh langsung positif terbesar terhadap bobot gabah kering simpan per rumpun (1,184), diikuti umur berbunga (0,596), sedangkan jumlah anakan total ($-0,809$) dan sudut daun bendera ($-0,521$) berpengaruh langsung negatif. Pengaruh tidak langsung berdasarkan uji Sobel tidak signifikan. Jumlah anakan produktif ditetapkan sebagai karakter seleksi utama, dengan galur G27 (1-20-6), G63 (5-14-10), G13 (12-2-8), dan G63 (11-8-6) sebagai kandidat seleksi lanjutan. Namun, hasil tersebut masih memerlukan konfirmasi melalui uji multilokasi, musim berbeda, dan analisis kestabilan hasil sebelum digunakan dalam pengembangan varietas unggul.

DAFTAR PUSTAKA

- Wei, F. J., Droc, G., Guiderdoni, E., & Hsing, Y. C. (2013). International Consortium of Rice Mutagenesis: Resources and beyond. *Rice*, 6, 39. <https://doi.org/10.1186/1939-8433-6-39>
- Susilawati, M. (2015). *Bahan ajar perancangan percobaan*. Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana.
- Sunyoto, D. (2007). *Analisis regresi dan korelasi bivariat*. Amara Books.
- Suliartini, N. W. S., Aryana, I. G. P. M., Sudharmawan, A. A. K., & Sudika, I. W. (2022). Kandidat galur unggul mutan padi G16 hasil induksi mutasi dengan sinar gamma. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 8(1), 66–72. <https://doi.org/10.29303/jstl.v8i1.293>

- Sudharmawan, A. A. K., Aryana, I. G. P. M., Farid, H. A., Suliartini, N. W. S., & Siti, H. (2024). Keragaan mutan M3 padi beras merah (G16) hasil iradiasi sinar gamma 200 Gy. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 10(2), 358–371. <https://doi.org/10.29303/jstl.v10i2.653>
- Sao, R., Sahu, P. K., Patel, R. S., Das, B. K., Jankuloski, L., & Sharma, D. (2022). Genetic improvement in plant architecture, maturity duration and agronomic traits of three traditional rice landraces through gamma ray-based induced mutagenesis. *Plants*, 11, 1–37. <https://doi.org/10.3390/plants11243448>
- Rozina, E. (2024). Hubungan beberapa karakter malai dengan hasil pada mutan M4 padi beras merah hasil iradiasi sinar gamma 200 Gy dan 300 Gy [Skripsi]. Fakultas Pertanian, Universitas Mataram.
- Oliveira, A. P., Silva, C., Pereira, E., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2026). Deciphering pigmented rice varieties as sustainable and unexplored valuable sources of bioactive compounds: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 25(1). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70355>
- Mahalakshmi, P. J., Satish, Y., Ramana, J. V., & Raju, M. R. B. (2024). Correlation and path coefficient analysis for yield and its component traits in advanced breeding lines of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(9), 769–777. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i91350>
- Julianto, D. P. S., Lestari, U. S., & Imdawan, E. (2021). Analisis korelasi dan jalur dalam penentuan kriteria seleksi ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) berdaya hasil tinggi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 53–60. <https://doi.org/10.31186/jipi.23.1.53-60>
- Gomez, K. A. (2002). *Prosedur statistik untuk penelitian pertanian*. UI Press.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi analisis multivariate dengan program IBM SPSS*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Elsherbiny, H. A., Gaballah, M. M., Hamad, H. S., Sakr, S. M., Elbadawy, O. A., Alwutayd, K. M., Boudiar, R., Mansour, E., & Bleih, E. M. (2024). Inducing potential mutants in rice using different doses of gamma rays for improving agronomic traits. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 84(3), 380–390. <https://doi.org/10.4067/S0718-5839202400030038>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumbawa. (2025). *Kabupaten Sumbawa dalam angka 2025*. <https://sumbawakab.bps.go.id/id/publication/2025/02/28/301621de918b630c2861bb92/kabupaten-sumbawa-dalam-angka-2025>
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Statistik Indonesia 2015*. BPS Indonesia.
- Baptista, E., Liberal, Â., Cardoso, R. V. C., Fernandes, A., Dias, M. I., Pires, T. C. S. P., Calhelha, R. C., García, P. A., Ferreira, I. C. F. R., & Barreira, J. C. M. (2024). Chemical and bioactive properties of red rice with potential pharmaceutical use. *Molecules*, 29(10), 2265. <https://doi.org/10.3390/molecules29102265>
- Aprillia, R., Prayoga, G. I., & Mustikarini, E. D. (2025). Correlation and path analysis for grain yield and its components of lowland rice grown under coastland agroecosystem. *Akta Agrosia*, 28(1), 15–23. <https://doi.org/10.31186/aa.28.1.15-23>
- Armandoni, E. A., Saptadi, D., Mustikarini, E. D., Prayoga, G. I., Santi, R., & Waluyo, B. (2023). Korelasi dan analisis jalur karakter perkecambahan dan karakter agronomis yang berkontribusi terhadap hasil padi (*Oryza sativa* L.) di bawah cekaman masam. *Gunung Djati Conference Series*, 33, 124–139.
- Abu-Bader, S., & Jones, T. V. (2021). Statistical mediation analysis using the Sobel test and Hayes SPSS Process Macro. *International Journal of Quantitative and Qualitative Research Methods*, 9(1), 42–61.