

Original Research Paper

Potential of Black Rice Mutants (M4) Through Genetic Parameters to Develop Superior Drought-Resistant Varieties

Irmayani¹, Taufik Fauzi¹, A. A. Ketut Sudharmawan¹, Mulyati¹, Suwardji¹

¹Program Studi Pertanian Lahan Kering, Program Pascasarjana Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : July 17th, 2024

Revised : July 30th, 2024

Accepted : August 14th, 2024

*Corresponding Author:

Irmayani, Magister Pertanian Lahan Kering, Pascasarjana Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Email:

iirmayani473@gmail.com

Abstract: Rice plays an important role in meeting carbohydrate requirement and calorie needs to ensure food security. However, in recent years, rice productivity has decreased due to land conversion and climate change such as El Niño. The productivity of drought-resistant rice can be increased through breeding. Genetic diversity and heritability are important genetic parameters in the plant breeding process. Information about genetic diversity and heritability helps determine genetic progress through selection. This research aims to examine the potential genetic diversity and heritability of several mutant lines (M4) of black rice (G10) in order to develop superior rice varieties that are adaptive to dry land. In this research, we used experimental methods using a Randomized Block Design (RBD), calculating the value of the Genetic Diversity Coefficient (GDC) and heritability between quantitative characters. The results of narrow genetic research were found in the characteristics of the number of productive tillers and weight of 100 grains, while high heritability was found in the characters of plant height, moderate heritability was found in the total number of tillers, panicle length, number of empty grains per panicle, and weight of 100 grains. Overall, this research succeeded in identifying mutant lines (M4) of black rice (G10) which have the potential to be developed into superior varieties, especially for cultivation in dry land.

Keywords: Diversity, dry, genetics, heritability, rice.

Pendahuluan

Ketahanan pangan merupakan isu global yang kian kritis, di mana akses terhadap pangan yang berkelanjutan dan bergizi menjadi tantangan utama. Di tengah perubahan iklim dan populasi yang terus meningkat, diversifikasi tanaman pangan menjadi strategi penting untuk meningkatkan ketahanan pangan. Ketahanan pangan tercapai ketika seluruh masyarakat memiliki akses terhadap pangan yang cukup, aman, bergizi, dan berkelanjutan. Padi berperan penting dalam memenuhi kebutuhan karbohidrat dan kalori untuk mencapai ketahanan pangan. Pada tahun 2023, produksi padi hanya sekitar 30,89 juta ton dibandingkan tahun 2022 yang tercatat mencapai 31,54 juta ton (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2023). Kekeringan ekstrem akibat dari El Nino memicu penurunan produksi

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

beras secara nasional (Kementerian Pertanian, 2023). Hal ini sejalan dengan siklus tanaman padi memiliki sifat sensitifitas terhadap kondisi cekaman kekeringan.

Kekeringan mempengaruhi pertumbuhan bahkan produksi padi. Cekaman kekeringan ditandai dengan penurunan kadar air, penurunan potensial air daun, tekanan turgor, aktivitas stomata, dan penurunan ekspansi dan proliferasi sel. Selain itu, cekaman kekeringan juga menghambat fotosintesis, respirasi, translokasi, penyerapan ion, karbohidrat, metabolisme nutrisi, perkembangan yang terhambat, dan lain sebagainya, yang semuanya berkontribusi pada penurunan pertumbuhan tanaman (Bhandari, *et al.* 2022). Program seleksi padi toleran kekeringan sangat direkomendasikan untuk menghasilkan varietas unggul (Rohaeni dan Susanto, 2020).

© 2024 The Author(s). This article is open access

Beras hitam mengandung lebih banyak nutrisi seperti asam amino, kalium, magnesium, kalsium, dan pigmen antosianin dibandingkan beras merah (Mudhor *et al.*, 2022). Galur G10 merupakan beras hitam yang diperoleh dari varietas Situ Patenggang tahan kekeringan dengan varietas lokal Baas Salem melalaui teknik persilangan. Hasil panen galur G10 sangat tinggi (3,63 t/ha), dari pada tetuanya Situ Patenggang (3,60 t/ha) dan Baas Salem (2,63 t/ha). Galur G10 dimutasi dengan iradiasi gamma untuk mengurangi jumlah gabah hampa dan diobservasi mulai dari mutan generasi pertama. (Suliantini *et al.*, 2020) hingga memiliki potensi yang besar apabila dikembangkan menjadi varietas yang toleran kekeringan. Seleksi mutan pada galur G10 telah diteliti sampai generasi keempat di lahan sawah, hasil pada beberapa karakternya juga menunjukkan perbedaan seperti hasil produksi.

Produksi padi tahan kekeringan dapat ditingkatkan melalui pemuliaan. Keragaman genetik dan heritabilitas membantu menentukan kemajuan genetik melalui seleksi sehingga dapat meningkatkan produktivitas padi gogo (Bakhtiar *et al.*, 2011; Mustakim *et al.*, 2019). Oleh karena itu, dengan menggabungkan analisis keragaman genetik dan heritabilitas, pemulia tanaman dapat merancang program pemuliaan yang lebih efektif dan efisien sehingga dilakukannya penelitian yang berjudul “Potensi Mutan (M4) Padi Beras Hitam melalui Parameter Genetik untuk Mengembangkan Varietas Unggul Tahan Kekeringan.”

Bahan dan Metode

Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam eksperimen yakni gunting, kain bekas, kantong plastik, karung, kertas label, meteran pita, patok, penggaris, plastik klip, sabit, spidol, tali nilon, tali rafia, genotipe Mutan G10 (M3), Kontrol Situ Patenggang, Inpari-32, larutan atonik, larutan cruiser, pupuk urea, Phonska, SP-36, fungisida score 250 EC, insektisida virtako 300 SC, dan insektisida plenum 50 WG.

Tahapan penelitian

Percobaan diulang sebanyak 3 kali ulangan dengan 12 perlakuan meliputi 10 mutan galur G10 dan 2 tanaman pembanding (Situ

Patenggang dan Inpari-32) menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Koefisien Keragaman genetik dihitung berdasarkan rumus Singh And Chaudhary (1985) pada persamaan 1.

$$KKG = \frac{\sqrt{\sigma^2 g}}{x} \times 100\% \quad (1)$$

Menentukan nilai heritabilitas arti luas dapat menggunakan rumus berdasarkan (Syukur *et al.*, 2010) pada persamaan 2.

$$H2 = \frac{\sigma^2 g}{\sigma^2 f} \times 100\% \text{ atau } H2 = \frac{\sigma^2 g}{\sigma^2 g + \sigma^2 e} \quad (2)$$

Hasil dan Pembahasan

Potensi lahan kering dalam pengembangan Padi

Lahan Kering merupakan hamparan lahan yang hanya mengandalkan sumber air dari hujan. Kementerian Pertanian (2022) melaporkan bahwa sekitar 144,47 juta/ha total luas lahan kering di Indonesia. Lahan kering masam sekitar 107,36 juta/ha dengan potensi pengembangan pertanian sekitar 62,64 juta/ha, sedangkan sekitar 10.75 juta/ha lahan kering beriklim kering. Berdasarkan data tersebut, luas lahan iklim kering jauh lebih kecil dibandingkan lahan kering masam, tetapi secara umum tingkat kesuburan alami tanah di lahan kering beriklim kering lebih baik dibandingkan lahan kering masam, yang ditandai dengan pH tanah lebih dari 5,5 dan kapasitas tukar kation cukup tinggi (Dariah dan Heriyani, 2014). Hal inilah yang menyebabkan lahan kering beriklim kering berpotensi besar dalam mendukung pengembangan pangan terutama padi.

Tabel 1. Perkembangan Luasan (ha), Luas Panen (ha), Produksi (Ton) dan Produktivitas Lahan Kering di Indonesia 2013 – 2018 pada Tanaman Padi

Tahun	Luas Lahan (ha)	Luas Panen (ha)	Produksi (Ton)
2013	5.123.625	1.163.000	3.888.000
2014	5.036.409	1.131.000	3.744.000
2015	5.190.378	1.087.000	3.631.000
2016	5.074.223	1.171.000	3.872.000
2017	5.222.066	1.156.000	3.783.000
2018	5.222.066	1.274.000	4.179.000

Sumber: (Kementerian Pertanian, 2022)

Data pada tabel 1 menunjukkan bahwa dari tahun 2013 hingga tahun 2018 mengalami peningkatan produksi yang signifikan pada tahun

2018 sebesar 4.179.000 ton, meskipun pada tahun 2013-2017 terjadi fluktuasi dengan diikuti luas lahan yang semakin bertambah. Hal ini membuktikan potensi lahan kering untuk berkontribusi dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional, khususnya beras, akan sangat besar. Pemanfaatan lahan tersebut juga harus diikuti dengan sarana budidaya, mengingat ketersediaan air menjadi faktor pembatas pada lahan kering.

Nilai Koefisien Keragaman Genetik (KKG) dan Kriteria Keragaman Genetik Padi Beras Hitam

Tabel 2. Nilai Koefisien Keragaman Genetik (KKG) Dan Kriteria Keragaman Genetik Padi Beras Hitam

Karakter	Nilai KKG (%)	Kriteria Keragaman Genetik
Tinggi Tanaman	13,64	Sedang
Jumlah Anakan Produktif	4,17	Sempit
Jumlah Anakan Total	6,46	Sedang
Panjang Malai	5,81	Sedang
Jumlah Gabah Berisi Per Malai	5,50	Sedang
Jumlah Gabah Hampa Per Malai	22,69	Luas
Bobot 100 Butir	2,79	Sempit
Bobot Gabah Berisi Per Rumpun	11,51	Sedang

Berdasarkan hasil penelitian, keragaman genetik dengan kriteria luas ditunjukkan pada karakter jumlah gabah hampa per malai yakni 22,69%. Karakter tinggi tanaman, jumlah anakan total, panjang malai, jumlah gabah berisi per malai, dan bobot gabah berisi per rumpun memiliki nilai Koefisien Keragaman Genetik (KKG) sedang dengan nilai berurutan 13,64%; 6,46%; 5,81%; 5,50%, dan 11,51%. Nilai Koefisien Keragaman Genetik (KKG) yang sempit terdapat pada karakter jumlah anakan produktif dan bobot 100 butir dengan masing-masing nilai 4,17% dan 2,79%. Keragaman genetik yang luas disebabkan karena keadaan tanaman memiliki tingkat perubahan yang tinggi (Kristamtini *et al.*, 2016).

Keragaman genetik yang luas menunjukkan antar tanaman memiliki genotipe yang berlainan. Hal ini memberikan kesempatan luas dalam menentukan genotipe yang lebih

baik (Suliartini *et al.*, 2023). Menurut Apriliyanti dan Seotopo (2016) menyatakan bahwa seleksi pada populasi dibutuhkan jika keragaman genetik tinggi Sementara itu, keragaman genetik kriteria sedang memiliki persentase kisaran yang sama antara genetik dan lingkungannya sehingga memberikan pengaruh yang sama dalam suatu populasi. Nilai keragaman genetik sempit menunjukkan peluang dalam melakukan perbaikan sifat suatu karakter tertentu dengan seleksi tidak akan memberikan hasil yang diharapkan (Wati *et al.*, 2022). Hal ini terjadi karena keragaman yang dimiliki dalam populasi tersebut merupakan penampilan yang terindikasi seragam (Syuriani *et al.*, 2022).

Heritabilitas dan Kriteria Karakter Padi Beras Hitam

Heritabilitas adalah parameter genetik yang digunakan untuk menggambarkan sifat-sifat yang dikendalikan oleh genetika atau lingkungan, dan memberi tahu kita bagaimana sifat tersebut diturunkan ke generasi berikutnya. Sifat-sifat tanaman yang mempunyai heritabilitas tinggi cenderung lebih dipengaruhi oleh genetika dibandingkan pengaruh lingkungan, dan sebaliknya, jika suatu sifat tanaman memiliki heritabilitas rendah, maka lingkungan lebih mempengaruhinya daripada gennya. (Widyayanti *et al.*, 2017).

Hasil penelitian seluruh karakter, nilai heritabilitas yang ditentukan berkisar antara 1,95% hingga 56,04%. Artinya nilai heritabilitas yang diamati termasuk rendah atau tinggi. Seleksi berguna ketika memilih sifat-sifat yang mempunyai pengaruh signifikan, seperti tinggi tanaman. Apabila pengaruh faktor genetiknya lebih besar, maka mempunyai nilai waris yang tinggi. Hal ini ditekankan kembali oleh Murdaningsih *et al.* (2018) Faktor genetik mempunyai pengaruh yang dominan terhadap pengendalian heritabilitas dibandingkan dengan faktor ekologi jika nilainya mendekati 1. Seleksi terhadap sifat-sifat yang sangat diwariskan dapat terjadi pada generasi awal dan sebaliknya (Samudin *et al.*, 2022). Sifat yang memiliki nilai heritabilitas sedang terlihat pada karakter jumlah anakan total (23,30%), panjang malai (31,84%), jumlah gabah hampa per malai

(24,35%), dan bobot gabah berisi per rumpun (26,96%) (Tabel 2). Sifat yang memiliki nilai heritabilitas sedang masih bisa diwariskan kepada generasi berikutnya (Widyayanti *et al.*, 2017).

Tabel 3. Nilai Heritabilitas dan Kriteria Karakter Padi Beras Hitam

Karakter	Nilai Heritabilitas (%)	Kriteria Heritabilitas
Tinggi Tanaman	56,04	Tinggi
Jumlah Anakan Produktif	3,10	Rendah
Jumlah Anakan Total	23,30	Sedang
Panjang Malai	37,84	Sedang
Jumlah Gabah Berisi Per Malai	6,45	Rendah
Jumlah Gabah Hampa Per Malai	24,35	Sedang
Bobot 100 Butir	1,95	Rendah
Bobot Gabah Berisi Per Rumpun	26,96	Sedang

Nilai heritabilitas kriteria rendah ditunjukkan oleh karakter jumlah anakan produktif (3,10%), jumlah gabah berisi per malai (6,45%), dan bobot 100 butir (1,95%) (Tabel 2). Nilai heritabilitas ini kecil kemungkinan sifat tersebut diwariskan ke generasi berikutnya karena lebih banyak dipengaruhi faktor lingkungan (Mirantika *et al.*, 2023). Samudin *et al.* (2021) menambahkan bahwa heritabilitas yang semakin rendah menandakan bahwa karakter atau sifat tersebut akan semakin lama untuk diturunkan kepada generasi selanjutnya.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa keragaman genetik sempit pada jumlah anakan produktif dan bobot per 100 butir, heritabilitas tinggi pada tinggi tanaman, serta heritabilitas sedang pada jumlah anakan total, panjang malai, jumlah gabah hampa per malai, dan bobot 100 butir. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mengidentifikasi galur mutan (M3) beras hitam (G10) yang dapat dikembangkan menjadi varietas unggul khususnya pada budidaya lahan kering.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada Program Studi Pertanian Lahan Kering Pasca Sarjana Universitas Mataram yang telah memwadahi penyusunan artikel ini.

Referensi

- Apriliyanti, N.F., & L. Seotopo. (2016). Keragaman Genetik Pada Generasi F3 Cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(3): 209–217.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). Luas Panen dan Produktivitas Padi Nasional Tahun 2022.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023). Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Padi. Jakarta. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20240108114912-4-503717/ramalan-bps-terbukti-produksi-beras-ri-tahun-2023-anjlok-segini>
- Bakhtiar, E., T. Kesumawati, Hidayat, M., Rahmawati, (2011). Karakterisasi Plasma Nutfah Padi Gokal Aceh Untuk Perakitan Varietas Adaptif Pada Tanah Masam. *Jurnal Agrista*, 15(3): 79–86
- Bhandari, U., Gajurel, A., Khadka, B., Thapa, I., Chand I., Bhatta, D., Poudel, A., Pandey, M., Shrestha, S., dan Shrestha, J. (2023). Morpho-physiological and Biochemical Response of Rice (*Oryza sativa* L.) to Drought Stress: A Review *Heliyon*, 9 (3): 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13744>
- Dariah A. dan Heryani N. (2014). Makalah Review: Pemberdayaan Lahan Kering Suboptimal untuk Mendukung Kebijakan Diversifikasi dan Ketahanan Pangan. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*, 1-16.
- Kementerian Pertanian. (2022). Potensi Lahan Kering dalam Peningkatan Produksi Padi Nasional. Diakses Pada Tanggal 23 Mei 2024. <https://tanamanpangan.pertanian.go.id/detail-konten/iptek/56>
- Kristamini, Sutarno, Endang W.W., Setyorini W. (2016). Kemajuan Genetik Dan Heritabilitas Karakter Agronomi Padi

- Beras Hitam Pada Populasi F2. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 35(2): 119-124. DOI: <https://doi.org/10.21082/jpntp.v35n2.2016.p119-124>
- Mirantika, D., Nurhidayah, S. Nasrudin, Rahayu, S. (2023). Estimation of Genetic Diversity and Heritability of Black Rice Mutans (*Oryza sativa* L.) in M2 Generation Irradiated by Gamma Rays. *Jurnal Agroteknologi*, 13(2):91-100. DOI:<https://doi.org/10.24014/ja.v13i2.21439>
- Mudhor, M., A., Dewanti, P., Handoyo, T., dan Ratnasari T. (2022). Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi Hitam Varietas Jeliteng. *Jurnal Agrikultura*, 33 (3): 247-256
<https://doi.org/10.24198/agrikultura.v33i3.40361>
- Murdaningsih, H. K., A. Baihaki., G. Satari., T. Danakusuma., dan A.H. Permadi. (2018). Sifat-sifat Penting dalam Seleksi Tanaman Bawang Putih (*Allium sativum* L.). *Jurnal Zuriat*. 2(1) : 23-28.
- Mustakim, Maemunah Dan Adrianton, (2017). Drought Tolerance Test Of Three Gogo Rice Cultivars Using PEG Atgrmination Phase. *Agroland: The Agriculture Science Journal*, 4(2): 98-103. DOI: <https://doi.org/10.22487/j24077593.2017.v4.i2.9675>
- Rohaeni, W., R, dan U Susanto. (2020). Seleksi dan Indeks Sensitivitas Cekaman Kekeringan Galur-Galur Padi Sawah Tadah Hujan. *Jurnal Agro*, 7: 71–81. DOI: <https://doi.org/10.15575/3654>
- Samudin, S., Maemunah, U. Made, A. Ete, Mustakim, Yusran And Effendy, (2021). Determination Of Selection Criteria To Increase Local Upland Rice Yields. *Plant Cell Biotechnology And Molecular Biology*, 22(11-12):165-176
- Samudin, S., Made, U., Mustakim, Samsudiar, dan Ferianti, V. (2022). Analisis Keragaman Genetik dan Heritabilitas Beberapa Kultivar Padi Gogo Lokal. *Jurnal Agrotech*, 12 (2) 53-56. DOI: <https://doi.org/10.31970/agrotech.v12i2.92>
- Singh R.K., B, D., Chaudary. (1985). Biometrical Methods In Quantitative Genetiks Analysis. Kalyani Publishers. Indiana New Delhi. 304p.
- Suliartini N.W.S., Wangiyana W., Muliarta I.G.P., dan Sudharmawan A.A.K. (2020). Radiosensitivity and Seedling Growth of Several Genotypes of Paddy Rice Mutants Irradiated with Gamma Rays at Different Doses. *International Journal of horticulture, agriculture, and food science*, 4(6): 243-245. <https://doi.org/10.22161/ijhaf.4.5.5>
- Suliartini N.W.S., Rahayu D. P., Aryana I.G.P.M. (2023). Parameter Genetik Beberapa Genotipe Mutan Padi (*Oryza sativa* L.) Galur G10 Generasi Kedua Hasil Iradiasi Sinar Gamma 300 Gray. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 9(2):260–267. <https://doi.org/10.29303/jstl.v9i2.374>
- Syuriani E.E., Kartahadimaja J., Sari M.F., dan Hakim N., A. (2022). Heritabilitas Karakter Fenotipik dan Potensi Hasil Galur Padi Generasi F5. *Pertanian Agros*. 24(1): 106-114.
- Syukur M., Sujiprihati S., Asril, Siregar dan Agronomi dan Hortikultura, D., Pertanian, F., Pertanian Bogor Jl Meranti, I., IPB Darmaga, K., & Telp, B. (2010). Pendugaan Parameter Genetik Beberapa Karakter Agronomi Cabai F4 Dan Evaluasi Daya Hasilnya Menggunakan Rancangan Perbesaran (*Augmented Design*). *Jurnal Agrotropika*, 15(1), 9–16.
- Wati H.D., Ekawati I., Ratna P. (2022). Keragaman Genetik Dan Heritabilitas Karakter Komponen Hasil Jagung Varietas Lokal Sumenep. *Jurnal Pertanian Cemara*. 19(1):85–94. <https://doi.org/10.24929/fp.v19i1.1985>
- Widyayanti, S, Basunanda, P, Mitrowihardjo, S., dan Kristantini, K. (2017). 'Keragaman genetik dan heritabilitas karakter agronomi galur F4', *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, vol. 1, no. 3, hlm. 191-200. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v1n3.2017.p191-199>