



Research Articles

Parameter Genetik Beberapa Genotipe Mutan Padi (*Oryza sativa L.*) Galur G10 Generasi Kedua Hasil Iradiasi Sinar Gamma 300 Gray

The Genetics Parameter Of Some Rice Mutant Genotype (*Oryza sativa L.*) Galur G10 As A Second Generation Which Is From 300 Gray Gamma Radiation

Ni Wayan Sri Suliartini, Dea Puspamiya Rahayu*, I Gusti Putu Muliarta Aryana

Fakultas Pertanian Universitas Mataram Jalan Majapahit No. 62 Matarm, INDONESIA

* *corresponding author, email: rahayulintang25@gmail.com*

Manuscript received: 14-11-2022. Accepted: 28-06-2023

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji parameter genetik galur G10 padi beras hitam generasi kedua hasil iradiasi sinar gamma dosis 300 Gray yang meliputi nilai heritabilitas arti luas, koefisien genetik, koefisien fenotip, dan korelasi. Penelitian dilaksanakan dari bulan Mei sampai bulan September 2021 di Desa Nyurlembang, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dalam perluasan (augmented design). Varietas pembanding yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 2 varietas yaitu G10 dan Situ Patenggang, diulang sebanyak 3 kali dan ditanam sebanyak 20 tanaman, tanaman pembanding diambil 6 sampel pada masing-masing ulangan, sedangkan genotip tanaman mutan diulang sebanyak satu kali yang terdiri dari 24 genotip, masing-masing genotip ditanam sebanyak 10 tanaman. Hasil percobaan semua karakter menunjukkan nilai koefisien keragaman genetik (KKG) dan koefisien keragaman fenotip (KKF) pada semua karakter memiliki kriteria nilai yang rendah kecuali karakter jumlah gabah berisi dan jumlah gabah hampa. Karakter tinggi tanaman, umur berbunga, anakan total, anakan produktif, jumlah gabah berisi, jumlah gabah hampa, berat 100 butir, dan berat gabah per rumpun memiliki nilai heritabilitas dalam arti luas yang tinggi. Nilai heritabilitas sedang ditunjukkan oleh karakter panjang malai. Anakan produktif memiliki hubungan keeratan yang positif nyata terhadap berat gabah per rumpun.

Kata kunci: genetik; fenotip; heritabilitas; keragaman; korelasi

ABSTRAK

This study aims to examine the genetic parameters of the G10 strain of second generation black rice from gamma ray irradiation dose 300 Gray which includes the value of broad sense heritability, genetic coefficient, phenotype coefficient, and correlation. The study was conducted from May to September 2021 in Nyurlembang Village, Narmada district, West Lombok regency, West Nusa Tenggara. The

experiment was conducted using Group random design (rack) in the expansion (augmented design). Comparison varieties used in this study as many as 2 varieties, namely G10 and Situ Patenggang, repeated 3 times and planted as many as 20 plants, comparison plants were taken 6 samples in each replication, while the genotype of mutant plants was repeated once consisting of 24 genotypes, each genotype was planted as many as 10 plants. The experimental results of all characters showed the value of genetic diversity coefficient (KKG) and phenotypic diversity coefficient (KKF) in all characters have a low value criteria except the number of characters containing grain and the number of empty grain. The character of plant height, flowering Age, Total tillering, productive tillering, the number of contained grain, the number of empty grain, the weight of 100 grains, and the weight of grain per clump has a high heritability value in the broadest sense. The value of medium heritability is indicated by the long character of the panicle. Productive saplings have a real positive relationship to the weight of grain per clump.

Key words: correlation; diversity; genetic; heritability; phenotype

PENDAHULUAN

Padi makanan pokok kedua di dunia setelah gandum dan merupakan makanan pokok bagi penduduk Indonesia (Panuju et al., 2013; Sadimantara et al., 2018; Sadimantara et al., 2019). Indonesia sangat berpotensi untuk pengembangan tanaman pangan, termasuk padi. Hal ini yang menjadikan Indonesia sebagai produsen dan konsumen beras terbesar setelah Cina (Sanny, 2010).

Galur padi G10 (G29 F9/Bulk/29/P2) merupakan salah satu tanaman padi beras hitam hasil persilangan varietas Situ Patenggang dengan kultivar lokal Baas Salem. Varietas Situ Patenggang merupakan varietas padi gogo beras putih yang tahan kekeringan, dan berdaya hasil tinggi. Kultivar lokal Baas Salem adalah padi beras hitam yang memiliki kandungan antosianin tinggi dengan daya hasil yang rendah (Suliantini et al., 2020). Galur G10 memiliki daya hasil yang cukup tinggi yaitu (3,63 t/ha) lebih tinggi dibandingkan tetuanya Situ Patenggang (3,03 t/ha) dan tetua Baas Salem (2,63 t/ha). Galur G10 telah dimutasi dengan sinar gamma untuk memperbaiki kelemahannya dan diobservasi pada mutan generasi pertama (Suliantini et al., 2020) sehingga dapat dikembangkan menjadi calon varietas unggul baru yang memiliki daya hasil tinggi.

Seleksi akan lebih efektif jika karakter yang menjadi target seleksi memiliki nilai heritabilitas yang tinggi, KKG dan KKF yang tinggi serta nilai korelasi yang positif nyata. Heritabilitas sangat penting dalam menentukan metode seleksi dan pada generasi berapa sebaiknya karakter yang diinginkan diseleksi. Untuk mengetahui nilai heritabilitas dalam arti luas, koefisien keragaman genetik dan koefisien keragaman fenotip, korelasi genotipik dan korelasi fenotipik galur G10 generasi kedua maka perlu adanya penelitian tentang “Parameter Genetik Beberapa Genotipe Mutan Padi (*Oryza sativa* L.) Galur G10 Generasi Kedua Hasil Iradiasi Sinar Gamma 300 Gray”.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan percobaan yang dilakukan di lapangan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai September 2021 di Desa Nyurlembang, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dalam perluasan (augmented design). Rancangan bersekat (augmented design) digunakan bila genotip yang diteliti tidak perlu untuk diulang (single plant) tetapi hanya perlu diuji dengan varietas pembanding. Genotip (g) yang diuji diulang satu kali dan penguji/control (c) diulang r kali. Varietas pembanding yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 2 varietas yaitu G10 dan Situ Patenggang, dengan masing-masing ulangan sebanyak 3 kali dan ditanam sebanyak 20 tanaman dimana tanaman pembanding ini diambil 6 sampel pada masing-masing ulangan, sedangkan genotipe tanaman mutan diulang sebanyak satu kali yang terdiri dari 24 genotip yaitu G62, G46, G33, G3, G44, G31, G26, G36, G13, G54, G43, G42, G52, G22, G40, G60, G24, G21, G77, G35, G34, G12, G25, G41, dengan masing-masing genotip ditanam sebanyak 10 tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis karakter yang diamati disajikan pada tabel-tabel berikut: tabel 1. menyajikan nilai koefisien keragaman genetik (KKG) dan koefisien keragaman fenotip (KKF) seluruh karakter yang diamati, tabel 2. menyajikan nilai duga heritabilitas arti luas (H^2) seluruh karakter yang diamati, dan tabel 3. menyajikan nilai korelasi genotip dan fenotip semua karakter yang diamati.

Tabel 1. Nilai Koefisien Keragaman Genetik (KKG) dan Koefisien Keragaman Fenotip (KKF)

No.	Karakter	KKG		KKF	
		(%)	Kriteria	(%)	Kriteria
1	Tinggi Tanaman	8	Rendah	8	Rendah
2	Umur Berbunga	4	Rendah	4	Rendah
3	Anakan Total	19	Rendah	24	Rendah
4	Anakan Produktif	22	Rendah	22	Rendah
5	Panjang Malai	3	Rendah	5	Rendah
6	Jumlah Gabah Berisi	26	Agak Rendah	27	Agak Rendah
7	Jumlah Gabah Hampa	35	Agak Rendah	37	Agak Rendah
8	Berat 100 Butir	6	Rendah	6	Rendah
9	Berat gabah per rumpun	23	Rendah	24	Rendah

Koefisien keragaman genetik digunakan untuk mengukur keragaman genetik suatu sifat tertentu dan untuk membandingkan keragaman genetik berbagai tanaman (Bahar dan Zein, 1993). Peningkatan keragaman genetik merupakan aspek yang mendapat perhatian utama dalam program pemuliaan. Dengan adanya keragaman genetik yang luas, proses seleksi dapat berlangsung efektif karena akan memberikan peluang yang lebih besar diperolehnya karakter-karakter yang diinginkan (Fauza, et al., 2005). Berdasarkan kriteria Moedjiono dan Mejaya (1994) dalam Herawati et al. (2019), KKF dan KKG dibagi dalam empat kategori yaitu: rendah ($0\% < KKG$ atau $KKF < 25\%$), agak rendah ($25\% < KKG$ atau $KKF < 50\%$), cukup tinggi ($50\% < KKG$ atau $KKF < 75\%$), dan tinggi ($75\% < KKG$ atau $KKF < 100\%$).

Nilai koefisien keragaman genetik (KKG) dan fenotip (KKF) semua karakter kuantitatif yang diuji menunjukkan nilai dengan kriteria rendah yang menunjukkan karakter yang diamati memiliki keragaman yang sempit dan penampilan yang seragam, (tabel 1). Hal ini menandakan bahwa di dalam kegiatan seleksi dengan keragaman yang rendah mengakibatkan kegiatan

seleksi tidak dapat meningkatkan kemajuan genetik, sehingga peluang untuk usaha perbaikan-perbaikan melalui seleksi dalam pemilihan genotip-genotip yang diinginkan tidak efektif.

Menurut Suwardi (2002) tinggi rendahnya nilai KKF menggambarkan realitas keragaman suatu karakter secara visual. Nilai KKF yang rendah menunjukkan bahwa individu-individu dalam populasi yang diuji cenderung seragam. Sebaliknya karakter dengan KKF yang tinggi menunjukkan tingkat keragaman yang tinggi pada karakter tersebut. Semakin tinggi nilai koefisien keragaman fenotip semakin besar peluang untuk mendapatkan generasi baru yang baik, begitupun sebaliknya semakin rendah nilai koefisien fenotip maka semakin sempit pula peluang untuk mendapatkan generasi baru yang baik.

Tampake dan Luntungan (2002) menyatakan bahwa keragaman genetik sempit terjadi akibat perbanyakan yang berasal dari tetua yang terbatas. Selanjutnya Rucjhaniningsih (2002), mengemukakan nilai keragaman yang sempit menandakan bahwa setiap individu dalam populasi hampir seragam, sehingga peluang untuk mendapatkan generasi baru yang baik semakin sempit. Untuk mengetahui tinggi rendahnya keragaman dan banyak dipengaruhi faktor genetik atau banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, nilai KKF diperbandingkan dengan nilai KKG. Jika besar nilai KKG mendekati nilai KKF nya dengan selisih 0%-5%, dapat disimpulkan bahwa keragaman suatu karakter lebih disebabkan oleh faktor genetik, seperti pada karakter tinggi tanaman (KKG 0,08%, KKF 0,08%), umur berbunga (KKG 0,04%, KKF 0,04%), anakan total (KKG 0,19%, KKF 0,24%), anakan produktif (KKG 0,22%, KKF 0,22%), panjang malai (KKG 0,03%, KKF 0,05%), jumlah gabah berisi (KKG 0,26%, KKF 0,27%), jumlah gabah hampa (KKG 0,35%, KKF 0,37%), berat 100 butir (KKG 0,06%, KKF 0,06%), berat gabah per rumpun (KKG 0,23%, KKF 0,24%) (tabel 1).

Tabel 2. Nilai Duga Heritabilitas Arti Luas (H^2) untuk Sembilan Karakter Kuantitatif Padi Beras Hitam

No.	Karakter	H^2	Kriteria
1	Tinggi Tanaman	0,81	Tinggi
2	Umur Berbunga	0,99	Tinggi
3	Anakan Total	0,66	Tinggi
4	Anakan Produktif	0,94	Tinggi
5	Panjang Malai	0,44	Sedang
6	Jumlah Gabah Berisi	0,95	Tinggi
7	Jumlah Gabah Hampa	0,88	Tinggi
8	Berat 100 Butir	0,98	Tinggi
9	Berat gabah per rumpun	0,90	Tinggi

Heritabilitas merupakan parameter genetik sebagai dasar dari sifat suatu karakter pada tetua diwariskan kepada keturunan selanjutnya. Heritabilitas merupakan proporsi dari ragam genetik terhadap ragam fenotip. Nilai heritabilitas diperlukan untuk mengetahui suatu karakter dipengaruhi oleh faktor genetik atau faktor lingkungan. Nilai heritabilitas berkisar antara 0 sampai 1. Nilai heritabilitas yang semakin mendekati 1 dinyatakan heritabilitasnya semakin tinggi dan dipengaruhi oleh faktor genetik. Sebaliknya, jika nilai heritabilitas semakin mendekati 0 heritabilitasnya semakin rendah yang artinya penampilan karakter dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Leiva-Brondo et al., 2001). Menurut Mc Whirter (1979) dalam (Astari et al, 2016) membagi nilai duga heritabilitas ke dalam tiga kategori yaitu : rendah = $H < 0,20$,

sedang = $0,20 < H < 0,50$, dan tinggi = $H > 0,50$. Zobel dan Talbert (1984) menambahkan besarnya nilai heritabilitas penting untuk diketahui karena merupakan faktor yang menentukan di dalam keberhasilan program seleksi dan merupakan petunjuk akan perolehan kemajuan genetik (genetic gains) suatu sifat tertentu. Hal ini sejalan dengan pernyataan Wright (1976) dalam Muliarta et al. (2003) kaitannya dengan pekerjaan seleksi, besarnya nilai heritabilitas akan sangat menentukan efektivitas pekerjaan seleksi dan strategi yang tepat dalam program pemuliaan tanaman.

Menurut Ceccarelli et al. (2002) dalam Muliarta (2014) besarnya keragaman genotipik dapat diduga dalam nilai heritabilitas dalam arti luas, jika nilainya tinggi berarti ragam genotipenya tinggi. Nilai heritabilitas yang tinggi ini menunjukkan bahwa pengaruh genetik lebih besar terhadap penampilan fenotipik dibandingkan dengan pengaruh lingkungan. Keadaan ini menunjukkan sebagian besar sifat yang diamati berpeluang untuk diperbaiki melalui seleksi, yaitu dengan cara memberikan keleluasaan dalam memilih genotipe-genotipe yang diinginkan juga diharapkan untuk mendapatkan kemajuan genetik yang cukup memadai. Selanjutnya Kasno et al. (1983) menyatakan bahwa nilai duga heritabilitas yang tinggi tanpa mengabaikan nilai tengah populasi yang bersangkutan menandakan lingkungan tersebut cocok untuk seleksi karakter kuantitatif (Kasno et al., 1983).

Berdasarkan hasil analisis dari semua karakter yang diamati (tabel 2), nilai heritabilitas yang tergolong dalam kriteria tinggi ditunjukkan oleh karakter tinggi tanaman, umur berbunga, anakan total, anakan produktif, gabah berisi per malai, gabah hampa per malai, berat 100 butir, berat gabah berisi per rumpun, dan berat gabah hampa per rumpun, yang berarti bahwa sifat tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Sifat panjang malai menunjukkan nilai heritabilitas dengan kriteria sedang, yang berarti bahwa pengaruh faktor genetik sama besar dengan pengaruh faktor lingkungan.

Berdasarkan hasil analisis diatas, dapat dilihat bahwa nilai heritabilitas tinggi tetapi nilai koefisien keragaman genotipnya rendah, hal ini bertentangan dengan pendapat Ceccarelli et al. (2002) dalam Muliarta (2014) yang menyatakan bahwa besarnya keragaman genotipik dapat diduga dalam nilai heritabilitas dalam arti luas, jika nilainya tinggi berarti ragam genotipenya tinggi. Menurut pendapat Islam et al, (2013) umumnya suatu karakter tanaman yang mempunyai nilai koefisien keragaman genotip (KKG) tinggi belum tentu mempunyai nilai heritabilitas yang tinggi, dan sebaliknya. Pada penelitian ini didapatkan bahwa ada karakter yang mempunyai KKG rendah dan heritabilitasnya tinggi. Dengan demikian nilai heritabilitas dan KKG tidak selalu linier sama besar. Hal ini karena ada faktor lingkungan yang mempengaruhi nilai heritabilitas. Karakter tanaman yang memiliki keragaman genetik yang rendah serta nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa secara populasi karakter tersebut seragam dan penampilan karakter tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor genetik.

Koefisien korelasi memperlihatkan hubungan yang erat antar dua variabel. Nilai koefisien korelasi berkisar antara -1 hingga +1. Jika diperoleh nilai koefisien korelasi bernilai nol, maka dapat disimpulkan tidak terdapat korelasi antara kedua sifat tersebut. Jika diperoleh nilai koefisien korelasi semakin mendekati +1 atau -1 hubungan yang ditunjukkan semakin erat. Jika nilai korelasi mendekati +1 berarti peningkatan suatu sifat akan diikuti oleh peningkatan sifat

yang lainnya dan jika nilai korelasi semakin mendekati -1 berarti peningkatan suatu sifat akan mengurangi sifat yang lainnya. Kriteria derajat keeratan berdasarkan koefisien korelasi yaitu 0: tidak ada korelasi antara dua variabel, 0-0,25: korelasi sangat rendah, 0,25-0,5: korelasi sedang, 0,5-0,75: korelasi tinggi, 0,75-0,99: korelasi sangat tinggi, sedangkan 1: korelasi sempurna (As'ari et al, 2017).

Tabel 3. Nilai Korelasi Genotip (r_g) dan Fenotip (r_p) antara Komponen Hasil dengan BeratGabah Per Rumpun.

No.	Karakter	r_g	Kriteria	r_p	Kriteria
1	Tinggi Tanaman	0,18	NS	0.15	NS
2	Umur Berbunga	-0,45	NS	-0.43	NS
3	Anakan Total	0,46	S	0.36	NS
4	Anakan Produktif	0,53	S	0.49	S
5	Panjang Malai	0,60	S	0.38	NS
6	Jumlah Gabah Berisi	0,44	S	0.41	NS
7	Jumlah Gabah Hampa	-0,47	NS	-0.42	NS
8	Berat 100 Butir	0,24	NS	0.24	NS

Nilai duga korelasi genotip dan fenotip dapat digunakan untuk menentukan kriteria seleksi baik secara langsung maupun tidak langsung antara satu karakter dengan karakter target. Informasi tentang adanya keeratan hubungan antar karakter merupakan hal penting dalam program pemuliaan, terutama dalam perakitan varietas baru. Dalam merakit suatu tanaman jika diketahui terdapat korelasi yang erat antar karakter maka pemilihan terhadap karakter tertentu secara tidak langsung telah memilih karakter lainnya (Astika, 1991).

Untuk mengetahui keeratan hubungan antar karakter dapat dilakukan dengan analisis korelasi. Pada penelitian ini keeratan hubungan antar karakter yang diamati diduga dengan menggunakan koefisien korelasi genotip dan fenotip. Korelasi genotip menjelaskan tentang keeratan hubungan genotip antar karakter dan merupakan bagian dari korelasi fenotip.

Tabel 3. menyajikan koefisien korelasi fenotipik antara komponen hasil dan hasil yaitu berat gabah per rumpun dengan sifat yang lainnya seperti umur berbunga, tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, jumlah anakan total, berat gabah berisi, berat gabah hampa, dan berat 100 butir. Nilai koefisien korelasi fenotipik pada tinggi tanaman ($r_p = 0,15$), anakan total ($r_p = 0,36$), anakan produktif ($r_p = 0,49$), panjang malai ($r_p = 0,38$), jumlah gabah berisi ($r_p = 0,41$), dan berat 100 butir ($r_p = 0,24$) menunjukkan nilai positif, hal ini menunjukkan bahwa dengan pertambahan tinggi tanaman, anakan total, anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah berisi, dan berat 100 butir akan diikuti dengan peningkatan berat gabah per rumpun. Karakter lainnya seperti umur berbunga dan jumlah gabah hampa per malai memberikan korelasi negatif tidak nyata terhadap berat gabah. Hal ini berarti bahwa semakin cepat umur berbunga dan semakin sedikit jumlah gabah hampa akan diikuti dengan peningkatan berat gabah per rumpun.

Menurut Falconer (1981), korelasi fenotipik dapat diurai menjadi korelasi genotipik dan korelasi lingkungan. Korelasi genotipik terjadi karena pleiotropi atau tautan antar gen. Pleiotropi adalah gejala dua sifat atau lebih dikendalikan oleh gen yang sama. Korelasi lingkungan terjadi karena faktor lingkungan mempengaruhi penampilan sifat-sifat yang saling berkaitan. Dengan demikian, jika hubungan genotipik antar sifat lebih besar atau berubah arah dari hubungan

fenotipiknya berarti peran faktor lingkungan sangat kecil. Dalam kondisi koefisien korelasi genotipik lebih besar dibanding koefisien korelasi fenotipik berarti peran faktor lingkungan relatif kecil. Penaksiran korelasi genotipik sangat berguna dalam program pemuliaan tanaman sebagai sarana untuk menentukan kriteria seleksi yang sesuai untuk meningkatkan hasil tanaman.

Semua karakter memiliki nilai korelasi genotipik lebih besar dibandingkan koefisien korelasi fenotipik, hal ini berarti peran faktor lingkungan relatif kecil. Oleh karena itu tinggi tanaman, umur berbunga, anakan total, anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah berisi, jumlah gabah hampa, dan berat 100 butir secara genotipik berhubungan erat dengan berat gabah per rumpun, maka proses seleksi dalam program pemuliaan yang diarahkan untuk meningkatkan hasil padi G10 perlu memperhatikan penampilan tanaman secara umum.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa semua karakter menunjukkan nilai koefisien keragaman genetik (KKG) dan koefisien keragaman fenotip (KKF) yang tergolong rendah kecuali karakter jumlah gabah berisi dan jumlah gabah hampa, karakter tinggi tanaman, umur berbunga, anakan total, anakan produktif, jumlah gabah berisi, jumlah gabah hampa, berat 100 butir, dan berat gabah per rumpun memiliki nilai heritabilitas dalam arti luas yang tinggi, nilai heritabilitas sedang ditunjukkan oleh karakter panjang malai dan anakan produktif memiliki hubungan keeratan yang positif nyata terhadap berat gabah per rumpun.

DAFTAR PUSTAKA

- As'ari, Rahman A., Tohir M., Valentino E., Imron Z., dan Taufik I. 2017. "Matematika". Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Astari R.P., Rosmayanti, dan Basyuni M. 2016. "Kemajuan Genetik, Heritabilitas dan Korelasi Beberapa Karakter Agronomis Progeni Kedelai F3 Persilangan Persilangan Anjasmoro dengan Genotip Tahan Salin". *J. Pertan. Trop.* 3(1): 52-61.
- Astika W. 1991. "Penyingkatan Daur Pemuliaan dan Analisis Stabilitas Hasil Tanaman The (*Camellia sinensis* L.)". [Disertasi]. Fakultas Pascasarjana Universitas Padjajaran. Bandung.
- Bahar M. dan Zein A. 1993. "Parameter Genetik Pertumbuhan Tanaman Komponen Hasil Jagung". *Jurnal Zuriat*, 4(1): 4-7.
- Basuki N.S., Poerwoko, dan Suwardi. 2002. "Implikasi Keragaman Genetik, Korelasi Fenotipik dan Genotipik untuk Perbaikan Hasil Sejumlah Galur Kedelai (*Glycine max* L.)" *Merrill*: 130:148.
- Falconer D.S. 1981. "Introduction to Quantitative Genetics". Longman. London.
- Fauza H., Karmana M.H., Roatini N., Dan Mariska I. 2005. "Pertumbuhan dan Variabilitas Fenotipik Manggis Hasil Iradiasi Sinar Gamma". *Jurnal Zuriat*, 16(2): 133-144.
- Herawati R., Purwoko B.S., dan Dewi I.S. 2019. "Keragaman Genetik dan Karakter Agronomi Galur Haploid Ganda Padi Gogo dengan Sifat-sifat Tipe Baru Hasil Kultur Antera". *Jurnal Agronomi Indonesia*, 37(2): 87-94.
- Islam M., Mohanta H., Ismail M., Rafii M., dan Malek M. 2013. "Genetic Variability and Trait Relationship in Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)" *Bangladesh Journal of Botany*, 15(4): 755-760.

- Kasno A.A. Bahri A. Mattjik, Subandi, dan Somaatmaja S. 1983. "Pendugaan Parameter genetik sifat-sifat kuantitatif kacang tanah dalam beberapa lingkungan tumbuh dan penggunaannya dalam seleksi". *Pen. Pert. Bogor* 3(1): 44-48.
- Leiva-Brondo M., Prohens T.J., dan Nuez V.F. 2001. "Genetic Analysis Indicate Superiority of Performance of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.) Hybrids". *Journal of New Seeds*, 3(3): 71-84.
- Moedjino, dan Mejaya M.J. 1994. "Variabilitas Genetik Beberapa Karakter Plasma Nutfah Jagung Koleksi Balittan Malang". *Jurnal Zuriat*, 5(2): 27-32.
- Muliarta I.G.P. 2014. "Teknik Pemuliaan Khusus Padi Beras Merah". Arga Puji Press. Mataram.
- Muliarta I.G.P., Yacop U.M., Listiana E., Idris, dan Kantun N. 2003. "Kajian Nilai Heritabilitas dan Korelasi Fenotipe Beberapa Galur Padi Beras Merah yang Ditanam pada Lahan Sawah Berpengairan Teknis". *Jurnal Penelitian Unram. Faperta Unram. Mataram*.
- Panuju D.R., Mizuno K. and Trisasongko B.H. 2013. "The dynamics of rice production in Indonesia 1961-2009". *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 12: 27-37.
- Ruchjaningsih R., Setiamihardja M.H., Karmana, dan Jaya W.M. 2002. "Efek Mulsa pada Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Ketahanan terhadap *Ralstonia solanacearum* pada 13 Genotip Kentang di Dataran Medium Jatinangor". *Jurnal Zuriat*, 13(2): 73-80.
- Sadimantara G.R., Alawyah T., Suliantini N.W.S., Febrianti E., and Muhidin. 2019. "Growth performance of two superior line of local upland rice (*Oryza sativa* L.) from SE Sulawesi on the low light intensity". *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 260 (2019) 012145.
- Sadimantara G.R., Muhidin, Suliantini N.W.S., Nuraida W., Leomo S., and Ginting S. 2018. "Agronomic and yield characteristic of new superior lines of amphibious rice derived from paddy rice and local upland rice crossbreeding in Konawe in Indonesia". *Bioscience Research* 15(2): 893-899.
- Sanny L. 2010. "Analisis Produksi Beras di Indonesia". *Binus Business Review* 1(1): 245-251.
- Suliantini 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.
- Tampake H. dan Luntungan H.T. 2002. "Pendugaan Parameter Genetik dan Korelasi antar sifat-sifat Morfologi Kelapa (*Cocos nucifera* Linn.)". *Jurnal LITTRI*, 8(3): 97-102.
- Whirter K.S. 1979. "Breeding of cross-pollinated crops. In a course manual in plant breeding". Knight. R. (Ed). Australian vice-chancellor's Committee. P77-121.
- Wright J.W. 1976. "Introduction to Forest Genetics". Academic Press. New York.
- Zobel B.J., dan Talbert J.T. 1984. "Applied Forest Tree Improvement". John Wiley dan Sons Inc. Canada.