

**PENDUGAAN KERAGAMAN GENETIK DAN HERITABILITAS
SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) GENERASI M2 VARIETAS LOKAL
HASIL IRADIASI SINAR GAMMA**

Akbar Rafsanjani¹, Iskandar Umarie², Bejo Suroso³, Hidayah Murtiyaningsih⁴, Laras Sekar Arum⁵
Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Jember
e-mail: akbarrafsanjani66@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui tingkat keragaman genetik dan fenotip dari sorgum varietas lokal hasil iradiasi sinar gamma. (2) Untuk mengetahui tingkat heritabilitas dari sorgum varietas lokal hasil iradiasi sinar gamma. (3) Untuk mengetahui tingkat kemajuan genetik dari sorgum varietas lokal hasil iradiasi sinar gamma. Dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), faktor tunggal yang diulang sebanyak 3 kali. Dimana faktor tunggal adalah sorgum varietas lokal hasil iradiasi sinar gamma. Hasil penelitian menunjukkan nilai (KKG) dan (KKF) dari karakter agronomis tinggi tanaman, diameter batang, jumlah anakan, Panjang penikel, jumlah biji, berat total biji dan berat 1000 biji memiliki nilai yang tinggi, sedangkan umur berbunga dan jumlah daun memiliki nilai yang rendah. Karakter komponen hasil yang memiliki kriteria heritabilitas tinggi adalah tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, umur berbunga, panjang penikel, berat 1000 biji, jumlah anakan dan jumlah biji sedangkan karakter berat total biji memiliki kriteria heritabilitas sedang. Kemajuan genetik seluruh karakter agronomis yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, umur berbunga, panjang penikel, berat 1000 biji, jumlah anakan, jumlah biji dan berat total biji memiliki nilai kemajuan genetik sangat tinggi. Karakter agronomis yang terpilih untuk diseleksi pada generasi selanjutnya adalah tinggi tanaman, diameter batang, jumlah anakan, panjang penikel, jumlah biji, dan berat 1000 biji. Hal ini dikarenakan karakter agronomis tersebut memiliki nilai varian genetik yang luas, heritabilitas dan kemajuan genetik yang tinggi.

Kata kunci: sorgum varietas lokal, iradiasi sinar gamma, keragaman genetik, heritabilitas, kemajuan genetik harapan

ABSTRACT

This study aims to (1) determine the level of genetic and phenotypic diversity of local varieties of sorghum resulting from gamma irradiation. (2) To determine the level of heritability of local varieties of sorghum irradiated with gamma rays. (3) To determine the level of genetic progress of local varieties of sorghum resulting from gamma irradiation. In this study, a randomized block design (RBD) was used, a single factor was repeated 3 times. Where the single factor is local varieties of sorghum resulting from gamma irradiation. The results showed that the values of (KKG) and (KKF) of the agronomic characters of plant height, stem diameter, number of tillers, penicle length, number of seeds, total seed weight and weight of 1000 seeds had high values, while flowering age and number of leaves had high values. low. Yield component characters that have high heritability criteria are plant height, number of leaves, stem diameter, flowering age, penicle length, weight of 1000 seeds, number of tillers and number of seeds while total seed weight characters have medium heritability criteria. The genetic progress of all agronomic characters, namely plant height, number of leaves, stem diameter, flowering age, penicle length, weight of 1000 seeds, number of tillers, number of seeds and total seed weight had a very high genetic progress value. The agronomic characters selected for selection for the next generation were plant height, stem diameter, number of tillers, penicle length, number of seeds, and weight of 1000 seeds. This is because these agronomic characters have wide genetic variance values, high heritability and genetic progress.

Key words: local varieties of sorghum, gamma irradiation, genetic diversity, heritability, hopeful genetic progress

PENDAHULUAN

Karena memiliki area adaptasi yang luas, tanaman biji-bijian yang dikenal sebagai sorgum memiliki potensi yang sangat menjanjikan untuk dikembangkan di Indonesia. Tanaman sorgum dapat mentolerir kekeringan dan genangan air, dapat tumbuh di tanah yang buruk, dan relatif tahan hama dan penyakit. Bahan pangan bisa berasal dari biji sorgum Gupito, *dkk.*, (2014). Tanaman sorgum juga menawarkan berbagai keunggulan yang menjadikannya bermanfaat sebagai sumber bioenergi, pangan, dan pakan ternak alternatif. Sorgum memiliki 332 kkal energi dan 73,0 g karbohidrat per 100 gram, selain tambahan nutrisi seperti protein, lemak, kalsium, fosfor, besi, vitamin B1, dan air (Lahay

dkk., 2017).

Masih terdapat beberapa tantangan bagi pertumbuhan sorgum di Indonesia, seperti mencari bibit unggul asli. Akibatnya, petani berhenti menanam sorgum secara rutin. Produksi sorgum Indonesia masih sangat kecil jika dibandingkan dengan Asia atau dunia Siantar, *dkk.*, (2019). Salah satu cara untuk mendapatkan benih sorgum bermutu diperlukan pengembangan tanaman sorgum dengan program pemuliaan tanaman. Pemuliaan tanaman adalah proses yang digunakan untuk meningkatkan sifat tanaman yang selanjutnya akan diwariskan kepada keturunan atau populasi baru. Tujuan pemuliaan tanaman adalah untuk menciptakan kultivar unggul yang dapat memenuhi kebutuhan petani sekaligus menghasilkan lebih banyak dan lebih tahan terhadap tantangan dan perubahan lingkungan (Pradnyawathi, 2012).

Induksi mutasi dengan iradiasi sinar gamma merupakan salah satu cara untuk merakit varietas sorgum lokal menjadi varietas baru yang memiliki beberapa sifat yang lebih baik dari tetuanya. Mutasi adalah perubahan yang terjadi secara tiba-tiba dan acak pada materi genetik (genom, kromosom, gen). Perlakuan mutasi dengan Iradiasi sinar gamma akan merusak DNA dan selama proses perbaikan DNA akan terjadi mutasi baru yang diinduksi secara acak. Perubahan dapat terjadi pada organel di sitoplasma maupun mutasi kromosom inti (Setiawan, *dkk.*, 2015)

Diperlukan akses terhadap sumber-sumber genetik dengan tingkat keragaman yang tinggi untuk menciptakan jenis-jenis unggul tersebut. Kemungkinan ditemukannya varietas unggul baru dengan ciri-ciri yang diinginkan meningkat seiring dengan tingkat keragaman genetik plasma nutfah tersebut Boceng, *dkk.*, (2016). Secara umum, ada dua pendekatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik: tradisional

(persilangan, koleksi, introduksi) dan nontradisional Damayanti, *dkk.*, (2007). Keragaman genetik yang rendah biasanya tidak diinginkan untuk memanfaatkan tanaman sebagai tetua dalam penciptaan varietas baru, tetapi keragaman genetik yang besar memungkinkan terciptanya variasi baru dari tanaman.

Menurut Zulfikri, *dkk.*, (2015) Untuk mengantisipasi kegiatan pemuliaan tanaman yang akan datang, setidaknya harus diketahui tiga sifat genetik utama yaitu koefisien keragaman genetik (KKG), heritabilitas secara umum (h^2_{bs}), dan prediksi kemajuan genetik (KGGH). Ketika tiga nilai yang diharapkan dari faktor genetik ini tinggi, ini menunjukkan bahwa populasi tanaman sorgum digunakan secara efektif dan efisien untuk operasi pemuliaan tanaman. Sebaliknya, jika ketiga nilai harapan dari parameter tersebut rendah, berarti semakin banyak tahapan pemuliaan tanaman yang tidak dapat digunakan untuk mempertahankan populasi. Oleh karena itu Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai keragaman genetik, heritabilitas dan kemajuan genetik dari varietas sorgum lokal hasil iradiasi sinar gamma

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di pada tanggal November 2022 sampai Februari 2023. Bertempat di Lahan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jember Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok non Faktorial yang terdiri atas sembilan genotipe sorgum lokal hasil iradiasi sinar gamma yaitu A1B1, A1B2, A1B3, A2B1, A2B2, A2B3, A3B1, .A3B2 dan A3B3. Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Ukuran petak percobaan adalah 2 meter x 1 meter dengan jarak tanam 20 cm x 75 cm benih ditanam 1 biji per lubang sehingga akan di dapat 12 tanaman dalam 1 petak. Pemupukan pertama dilakukan pada saat tanaman berumur 30 hari setelah tanam (HST) dengan Urea, KCl dan TSP dengan dosis per lubang pupuk Urea = 1,25 gram, KCl = 0,3 gram, dan TSP. Pemupukan kedua dilakukan pada 60 HST dengan menggunakan pupuk yang sama yaitu

Urea, KCl dan TSP dengan dosis perlubang pupuk Urea = 2,5 gram, KCl = 0,6 gram , dan TSP = 0,96 gram, Pemeliharaan tanaman yang mencakup penyiangan, pengairan, dan pembumbunan dilakukan secara optimal. Panen dilakukan apabila tanaman sorgum sudah mengeras dan. Karakter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, umur berbunga, Panjang penikel, bobot 1000 biji per sampel, jumlah anakan, berat biji, dan berat total biji. Apabila biji tanaman sorgum tidak mencapai 1000 biji maka perhitungan berat 1000 biji dapat menggunakan rumus :

$$\frac{\text{berat biji/sampel}}{\text{jumlah biji/sampel}} \times 1000 \text{ biji}$$

Berdasarkan nilai kuadrat tengah harapan Rancangan Acak Kelompok faktor tunggal menurut Halide, *dkk.*, (2020) adalah sebagai berikut :

Sumber Keragaman	DB		Nilai harapan kuadrat tengah
Genotipe	g-1	KTU	$\sigma^2e + r \sigma^2g$
Ulangan	r-1	KTA	$\sigma^2e + g \sigma^2g$
Galat	(g-1) (r-1)	KTE	σ^2e
Total	ab-1		

Berdasarkan analisis ragam di atas maka varian fenotip dan genotip menurut Halide, *dkk.*, (2020) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma^2g = \frac{KTU - KTE}{r}$$

$$\sigma^2p = \sigma^2g + \sigma^2e$$

Koefisien keragaman genetik (KKG) dan koefisien keragaman fenotip (KKF) dihitung berdasarkan rumus Singh & Chaudhary (1985), yaitu:

$$KKG = \frac{\sqrt{\sigma^2g}}{xi} \times 100\%$$

$$KKF = \frac{\sqrt{\sigma^2f}}{xi} \times 100\%$$

Kemudian dari varian genotip dan varian Fenotip dapat dihitung heritabilitas dalam arti yang luas, kemudian menurut Allard (1960), yaitu:

$$h^2 = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p}$$

Untuk uji nilai kemajuan genetik harapan (KGH) menurut Falconer, (1964) sebagai berikut :

$$KGH = I \times h^2 \times \sigma_p$$

$$\% KGH = KGH / \mu \times 100\%$$

Penggolongan Kriteria nilai Koefisien Keragaman Genetik (KKG), Koefisien Keragaman Fenotip (KKF), Nilai heritabilitas (h^2) dan Kemajuan Genetik Harapan (KGH) menurut Sudarmadji *dkk.*, (2007) terdapat pada tabel 3.

Tabel 1. Penggolongan kreteria nilai KKG, KKF, h^2 dan KGH

Kriteria	Penilaian parameter			
	KKG (%)	KKF (%)	h^2	KGH(%)
Rendah	< 5%	< 5%	< 0,2	< 3,3%
Sedang	5 % - 14,5 %	5 % - 14,5 %	0,2 – 0,5	3,3 % – 6,6 %
Tinggi	> 14,5 %	> 14,5 %	> 0,5	6,6 - 10 %
Sangat Ting	-	-	-	> 10%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Genetik dan Fenotip

Koefisien keragaman genetik dapat digunakan untuk menilai apakah bahan yang dikerjakan memiliki varian genetik yang signifikan atau tidak. Peternak sangat tertarik dengan nilai ini karena terkait dengan proses seleksi yang akan berlangsung pada populasi yang akan dikelola. Berdasarkan kriteria Sudarmadji, *dkk.*, (2007) koefisien keragaman

genetik dibagi dalam tiga kategori yaitu: rendah = < 5%, sedang = 5-14,5%, tinggi = >14,5%.

Ekspresi hubungan antara genetika dan lingkungan mengarah ke berbagai fenotipe. Karena setiap genotipe berinteraksi dengan lingkungan secara berbeda, setiap genotipe juga menunjukkan fenotipe yang bervariasi. Menurut Prajitno, *dkk* (2002), Tingginya keragaman lingkungan dan keragaman genetik akibat segregasi menjadi penyebab tingginya keragaman fenotipik. Untuk nilai koefisien keragaman fenotip (KKF) menurut Sudarmadji, *dkk.*, (2007), dikategorikan sebagai tiga golongan yaitu: rendah = < 5%, sedang = 5-14,5%, tinggi = >14,5%.

Tabel 2. Nilai varian genotip (σ^2g) dan varian fenotip (σ^2p), koefisien keragaman genotip (KKG), koefisien keragaman fenotip (KKF)

Karakter Agron	σ^2g	σ^2p	KKF	KKG
Tinggi Tanaman	5,39	13,51	19,2 tg/L	12,11 sd/
Jumlah Daun	0,06	0,17	12,82 sd/	7,69 sd/S
Diameter Batang	0,02	0,03	35,14 tg/	26,82 tg/l
Umur Berbunga	30,07	66,51	9 sd/S	6,05 sd/S
Panjang Penikel	29,02	32,71	27,25 tg/	25,66 tg/l
Berat 1000 Biji	19,66	24,01	14,83 tg/	13,41 sd/
Jumlah Anakan	0,63	0,8	64,86 tg/	57,41 tg/l
Jumlah Biji	34.035,	87.602	44,62 tg/	27,81 tg/l
Berat Total Biji	12,94	68,11	38,12 tg/	16,61 tg/l

Keterangan : *) rd ; rendah, sd : sedang, tg : tinggi, S : Sempit, L : Luas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kisaran koefisien keragaman fenotip (KKF) antara 9% sampai 64,86% dimana karakter agronomis tanaman seperti tinggi tanaman, diameter batang, jumlah anakan, Panjang penikel, jumlah biji, berat total biji dan berat 1000 biji memiliki nilai duga koefisien keragaman fenotip (KKF) tergolong tinggi.

Sedangkan umur berbunga memiliki nilai (KKF) tergolong sedang. Karakter umur berbunga merupakan sifat yang memiliki nilai koefisien keragaman fenotip (KKF) paling rendah dari pada karakter lainnya yaitu 9% sedangkan jumlah anakan merupakan sifat yang memiliki koefisien keragaman fenotip (KKF) paling tinggi dari pada karakter lainnya yaitu 64,86%. Kisaran nilai untuk koefisien keragaman genotip (KKG) yaitu 6,05% sampai 57,41% dimana karakter agronomis tanaman seperti tinggi tanaman, diameter batang, jumlah anakan, Panjang penikel, jumlah biji, berat total biji dan berat 1000 biji memiliki nilai duga Koefisien Keragaman genotip (KKG) tergolong tinggi. Karakter umur berbunga merupakan sifat yang memiliki nilai koefisien keragaman genotip (KKG) paling rendah dari pada karakter lainnya yaitu 6,05% sedangkan jumlah anakan merupakan sifat yang memiliki koefisien keragaman genotip (KKG) paling tinggi dari pada karakter lainnya yaitu 57,41%. Karakter dengan variasi genetik yang tinggi lebih mungkin untuk dipilih berdasarkan mereka, meningkatkan potensi mereka pada generasi berikutnya Aji, *dkk.*, (2022).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter batang, panjang penis, bobot 1000 biji, jumlah anakan, jumlah biji, dan bobot total biji merupakan parameter dengan keragaman genetik terbesar. Salah satu kriteria pemilihan yang mungkin adalah karakter-karakter ini. Karakter yang diamati ternyata memiliki keragaman genetik yang luas, dibuktikan dengan nilai koefisien keragaman genotipik dan fenotipik yang tinggi.

Nilai Heritabilitas

Nilai duga heritabilitas dalam arti yang tinggi (h^2) untuk masing-masing karakter agronomis yang dievaluasi dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan kriteria pengelompokan nilai heritabilitas menurut Allard (1960) yaitu nilai heritabilitas rendah

apabila ($H < 0,2$), nilai heritabilitas sedang apabila ($H = 0,2 - 0,5$), nilai heritabilitas tinggi apabila ($H > 0,5$)

Tabel 3. Nilai duga heritabilitas (h^2) dalam arti luas dalam pada beberapa karakter yang diamati

↑	Karakter Agronomis	h^2	Kriteria
	Tinggi Tanaman	0,63	Tinggi
	Jumlah Daun	0,6	Tinggi
	Diameter Batang	0,76	Tinggi
	Umur Berbunga	0,67	Tinggi
	Panjang Penikel	0,94	Tinggi
	Berat 1000 Biji	0,9	Tinggi
	Jumlah Anakan	0,89	Tinggi
	Jumlah Biji	0,62	Tinggi
	Berat Total Biji	0,44	Sedang

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai heritabilitas karakter agronomi memiliki rentang nilai dan kebutuhan yang beragam. Skor heritabilitas antara 0,44 hingga 0,94 umumnya sesuai dengan komponen dan karakter hasil. Kriteria nilai heritabilitas terdiri dari kriteria sedang dan tinggi. Dengan nilai berkisar antara 0,60 hingga 0,94, tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, umur berbunga, panjang tangkai, bobot 1000 biji, anakan, dan biji merupakan komponen hasil dengan kebutuhan keturunan yang signifikan.. Pada karakter berat total biji memiliki kriteria heritabilitas sedang yaitu 0,44. Karakter panjang penikel memiliki nilai heritabilitas tertinggi yaitu 0,94, sedangkan karakter bobot total biji memiliki nilai heritabilitas terendah yaitu 0,28. Karakter dengan nilai heritabilitas tinggi ($H > 0,5$) dapat diseleksi pada generasi awal karena mudah untuk diwariskan pada generasi selanjutnya. Karakter dengan tingkat heritabilitas yang tinggi

menunjukkan bahwa pengaruh genetik memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap penampilannya (Fiorentina, *dkk.*, 2020).

Kemajuan Genetik

Untuk uji nilai kemajuan genetik harapan (KGH) menurut Falconer, (1964) sebagai berikut : $KGH = I \times h^2 \times \sigma_p$ dan untuk mencari % KGH = $KGH / \mu \times 100\%$. Untuk mendapatkan sifat yang diinginkan dalam melakukan seleksi dan mendapatkan hasil yang baik maka diperlukan nilai varian genetik yang luas, heritabilitas dan kemajuan genetik yang tinggi. Nilai kemajuan genetik dalam persen dapat dikelompokkan menjadi empat bagian yaitu; rendah (< 3%), sedang (3,3% - 6,6%), tinggi (6,6% - 10%), dan sangat tinggi (> 10%) (Fehr, 1987).

Tabel 4. Nilai kemajuan genetik harapan (KGH), dan nilai duga kemajuan genetik dalam persen (KG %).

Karakter Agronomi	KGH	KG%	Kriteria
Tinggi Tanaman	4,073	21,24	st
Jumlah Daun	0,43	13,53	st
Diameter Batang	0,22	46,29	st
Umur Berbunga	9,30	10,27	st
Panjang Penikel	9,11	43,41	st
Berat 1000 Biji	7,51	22,71	st
Jumlah Anakan	1,40	101,40	st
Jumlah Biji	319,50	48,17	st
Berat Total Biji	6,29	29,06	st

Keterangan : *) rd ; rendah, sd : sedang, tg : tinggi, st : sangat tinggi.

Nilai dugaan kemajuan genetik dalam persen (KG%) berkisar antara 10,27% sampai 101,40%, sedangkan hasil perhitungan nilai kemajuan genetik yang diharapkan (KGH) untuk karakter agronomi yang dianalisis berkisar antara 0,22 sampai 319,50.

Kesembilan kualitas karakter agronomi yang dianalisis memiliki nilai kemajuan genetik yang sangat tinggi, sesuai dengan kriteria tersebut di atas. Karakter agronomi dikategorikan memiliki nilai prediksi kemajuan genetik rendah dan sangat rendah jika perkiraan kemajuan genetiknya relatif rendah, dan nilai prediksi kemajuan genetik tinggi dan sangat tinggi jika perkiraan kemajuan genetiknya relatif tinggi Yuda, *dkk.*, (2015) sehingga disimpulkan semua karakter agronomis dapat dikatakan memiliki nilai kemajuan genetik yang kuat. Seperti yang dapat diamati, umur mekar memiliki nilai perkembangan genetik terendah (10,27%) sedangkan jumlah anakan memiliki nilai kemajuan genetik tertinggi (101,40%).

Menurut Barmawi *dkk.*, (2013) Untuk memperkirakan kemajuan genetik yang dihasilkan oleh seleksi, keanekaragaman genetik dan nilai heritabilitas sangat membantu. Oleh karena itu, seleksi pada sorgum generasi M2 yang diiradiasi gamma akan menunjukkan kemajuan genetik yang cepat jika kualitas yang dipertimbangkan untuk seleksi memiliki nilai keragaman genetik dan heritabilitas yang tinggi. Karakter yang memiliki nilai kemajuan genetik yang tinggi adalah karakter yang didukung oleh karakteristik genetik yang dapat membantu kemajuan seleksi.

KESIMPULAN

Tinggi tanaman, diameter batang, jumlah anakan, panjang penis, jumlah biji, dan bobot 1.000 biji merupakan karakter agronomis yang dipilih untuk diseleksi pada generasi berikutnya ketika ketiga parameter genetik di atas keanekaragaman genetik, heritabilitas, dan kemajuan genetik digabungkan. Hal ini disebabkan sifat-sifat agronomi tersebut memiliki heritabilitas, nilai keragaman genetik yang luas, dan kemajuan genetik yang tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Aji Widyapangesthi, D., Retno Moeljani, I., & Pongki Soedjarwo, D. (2022). Keragaman Genetik Dan Heritabilitas M1 Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Lokal Madura Hasil Iradiasi Sinar Gamma 60CO. *Jurnal Agrium*, 19(2), 191-196
- Allard, RW 1960, *Principle of Plant Breeding*, John Wiley and Sons Inc., New York, USA.
- Barmawi, M., Yushardi, A., & Sa'diyah, N. (2013). Agronomi Kedelai Generasi F2 hasil Persilangan antara Yellow Bean dan Taichung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 1(1), 20–24.
- Boceng, Annas, Abdul Haris, and Amir Tjoneng. 2016. “karakter mutan padi lokal ase banda hasil irradiasi sinar gamma.” *Agrokompleks* 16(1):42–45.
- Damayanti, Nita, Rudi Hari Murti, and Toekidjo. 2007. “keragaman galur-galur tomat (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) m4 hasil irradiasi sinar gamma.” *Ilmu pertanian* 14(1):34– 45.
- Falconer, D.S. 1964. *Introduction to Quantitative Genetics*. New York: The Ronald Press. 365 .
- Fehr, W.R. 1987. *Principle of cultivar Development : Theory and Technique*. Macmillan Publishing Company. New York. Vol. I. 536 .
- Fiorentina Chelsea, S. Anwar, A. Darmawati, “Evaluasi Keragaman Mutan Generasi MV3 Aster Cina (*Callistephus chinensis* L.) Hasil Mutasi Induksi Sinar Gamma, Berkala Bioteknologi, vol. 3, no. 2, pp. 31–33, 2020.
- Gupito, Retno Wiji, Irham Irham, and Lestari Rahayu Waluyati. 2014. “Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pendapatan Usahatani Sorgum Di Kabupaten Gunungkidul.” *Agro Ekonomi* 24(1):66–75.
- Halide, S, E., & Paserang, A. P. 2020. keragaman genetik, heritabilitas dan korelasi antar kentang (*solanum tuberosum* L.) yang dibudidayakan di napu. *Biocelebes*, 14(1), 94–104.
- Pradnyawathi, N. M. 2012. Evaluasi Galur Jagung Smb-5 Hasil Seleksi Massa Varietas Lokal Bali" Berte" Pada Daerah Kering. *Jurnal Bumi Lestari* 12(1):106–15.
- Prajitno, D., H.M. Rudi, A. Purwantoro, dan Tamrin. 2002. Keragaman genotip salak lokal Sleman. *Habitat* 8 (1): 57-65.
- Setiawan, Ryan Budi, Nurul Khumaida, and Diny Dinarti. 2015. “Induksi Mutasi Kalus Embriogenik Gandum (*Triticum Aestivum* L.) Melalui Iradiasi Sinar Gamma Untuk Toleransi Suhu Tinggi.” *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)* 43(1):36.
- Siantar, Parulian Lumban, Eko Pramono, M. Syamsol Hadi, and Agustiansyah. 2019.

“Pengaruh Kombinasi Varietas Dalam Tumpangsari Sorgum-Kedelai Pada Pertumbuhan Dan Produktivitas Benih Sorgum Dan Kedelai, Dan Vigor Daya Simpan Benih Sorgum.” *Jurnal Siliwangi* 5(1):32–39.

Singh, R.K., and B.D. Chaudary, 1985. *Biometrical Methods in Quantitative Genetics Analysis*. Kalyani Publishers. Indiana New Delhi. 304.

Sudarmadji, R. Mardjono dan H. Sudarmo. 2007. Keragaman Genetik, Heritabilitas, dan Korelasi Genotipik Sifat-sifat Penting Tanaman Wijen. *Litri*. 13 (3): 88-92.

Yuda, P. A., Umarie, I., & Widiarti, W. (2015). pendugaan parameter genetik tanaman kedelai pada sistem pertanaman tumpangsari tebu-kedelai (bulai) *Agritrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* 138 Agri. 137–143

Zulfikri, E. Hayati, and M. Nasir. 2015. “Penampilan Fenotipik, Parameter Genetik Karakter Hasil Dan Komponen Hasil Tanaman Melon (*CucumisMelo*).” *Floratek* 10(2):1–11.

