

Evaluasi Karakter Vegetatif F3 Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) Hasil Seleksi Pedigree pada Tanah Masam Dataran Tinggi

The Evaluation of Vegetative Characteristics of F3 Generation of Soybean (Glycine max L.) by Pedigree Method on Upland Acid Soil

Arvita Netti Sihaloho[♥], Jonner Purba

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Simalungun, Pematangsiantar

[♥]Email korespondensi: netti.haloho@gmail.com

Abstract. Fertile land is not sufficient for agriculture, especially for soybean crops, therefore planting will be carried out in infertile land. High-yielding and resistant varieties on infertile land are needed. This study aims to obtain information about the genetic diversity of the vegetative character of the F3 population as a result of selection by the pedigree method, and to obtain selected F3 genotypes based on vegetative characters. In F3 population there are 300 plants from both parents, 60 plants each. This research was conducted at the Experimental Garden of the Faculty of Agriculture, Simalungun University in June - August 2019, the altitude is \pm 500 m above sea level and the soil pH is 4.5 - 5.5. The variables observed were age to germinate, plant height, number of leaves, and number of branches. The results showed that the genetic diversity of all observed vegetative characters had moderate genetic diversity values. Only the character of the plant height had a low KKG value, but had moderate to high heritability values. Based on the character of the number of branches, a selection was made, so that the expected lines were 176, 159, 152, 128, 69, 66, 57, 56, 42, 24, 2, 112, 99, 91, 84, 74.

Keywords: genotypes, genotypes variation, heritability, pedigree method

Abstrak. Lahan subur sudah tidak cukup untuk pertanian terutama untuk tanaman kedelai, oleh karena itu akan dilakukan penanaman di lahan yang tidak subur. Varietas tahan dan berproduksi tinggi di lahan tidak subur sangat dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang keragaman genetik karakter vegetatif populasi F3 hasil seleksi metode pedigree, serta memperoleh genotipe-genotipe F3 terpilih berdasarkan karakter vegetatif. Pada populasi F3 terdapat 300 tanaman dari kedua tetua, masing-masing 60 tanaman. Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Simalungun pada Juni – Agustus 2019, ketinggian tempat \pm 500 m di atas permukaan laut dan pH tanah 4,5 – 5,5. Variabel yang diamati adalah umur berkecambah, tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa keragaman genetik dari semua karakter vegetatif yang diamati memiliki nilai keragaman genetik yang sedang. Hanya karakter tinggi tanaman yang nilai KKG-nya rendah, tetapi memiliki nilai heritabilitas sedang hingga tinggi. Berdasarkan karakter jumlah cabang, dilakukan seleksi, sehingga diperoleh galur-galur harapan yaitu 176, 159, 152, 128, 69, 66, 57, 56, 42, 24, 2, 112, 99, 91, 84, 74.

Kata kunci: genotipe, heritabilitas, keragaman genetik, metode pedigree

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max L. Merr*) adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi sumber gizi protein nabati utama. Pemanfaatan utama tanaman kedelai adalah dari biji. Biji kedelai kaya protein dan lemak serta beberapa bahan gizi penting lain, misalnya vitamin (asam fitat) dan lesitin. Kedelai umumnya dikonsumsi dalam bentuk pangan olahan seperti tahu, tempe, susu kedelai dan berbagai bentuk makanan ringan. Berdasarkan data BPS tahun 2016 produksi kedelai nasional pada tahun 2015 adalah 963.100 ton sedangkan kebutuhan diperkirakan sebesar 2,63 juta ton (Rachmina & Putri, 2017: 39-52)

Kendala yang dihadapi dalam usaha pemenuhan kebutuhan kedelai di Indonesia, terutama adalah semakin sempitnya lahan subur untuk penanaman kedelai, sehingga produksi rendah, tidak dapat memenuhi permintaan pasar dalam negeri yang akan digunakan sebagai bahan konsumsi atau bahan baku industri sampai saat ini. Data yang diperoleh dari BPS tahun 2018 bahwa terjadi penurunan produksi kedelai dari tahun 2018 sebesar 18.153 ton dengan luas lahan 25.849 ha dan pada tahun 2019 produksi kedelai sebesar 9.626 ton dengan luas lahan 5.563 ha (BPS, 2017). Semakin berkurangnya luas lahan untuk penanaman kedelai ini maka semakin dibutuhkan

varietas kedelai yang berproduksi tinggi di lahan-lahan yang tidak optimal.

Krisnawati dan Adie (2016:49-54) mengatakan bahwa keragaman genetik yang tersedia dalam populasi adalah salah satu syarat terpenting yang menentukan keberhasilan perbaikan varietas kedelai. Varietas dengan sifat yang unggul dapat diperoleh melalui pemuliaan tanaman dengan melakukan seleksi pada plasma nutfah yang telah tersedia atau dengan melakukan seleksi pada populasi bersegregasi. Umumnya metode seleksi yang digunakan untuk tanaman menyerbuk sendiri adalah metode *bulk*, *pedigree* dan *single seed descent* (Kanbar *et al*, 2011:184-193) dan (Andriani *et al*, 2019:275-282).

Salah satu cara untuk menghasilkan varietas kedelai yang toleran tanah masam dari populasi bersegregasi adalah melakukan penggaluran dan seleksi. Penggunaan metode penggaluran merupakan satu tahapan penting untuk perbaikan varietas adalah seleksi yang tingkat keberhasilannya sangat dipengaruhi keberadaan variasi genetik yang diturunkan oleh tetuanya (Insan, 2016:19-90)

Seorang pemulia tanaman biasa menggunakan parameter heritabilitas untuk menduga seberapa besar ragam fenotipe yang teramati ditentukan oleh ragam genetik. Heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa ragam dari sifat-sifat yang diamati akan diwariskan (Kuswanto *et al*, 2016:26-32). Nilai kemajuan genetik suatu karakter tanaman dapat diduga dengan melihat nilai heritabilitas. Nilai heritabilitas terdiri dari dua macam, yaitu heritabilitas arti luas dan arti sempit (Justin & Fehr 1991). Menurut Sa'diyah *et al* (2019:503-510), pengertian heritabilitas arti luas adalah nisbah total ragam genetik dengan lingkungan, sedangkan pengertian heritabilitas arti sempit adalah mempertimbangkan keragaman yang disebabkan oleh peranan gen aditif sebagai bagian dari keragaman genetik total.

Metode seleksi Pedigree merupakan metode pemuliaan yang seleksi dilakukan di generasi awal dengan tingkat segregasi tinggi

(F2 atau F3), seleksi dilakukan kembali terhadap individu yang terbaik dari famili terbaik sampai tercapai tingkat homozigositas tinggi dan silsilah setiap generasi dicatat. Seleksi Pedigree yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan populasi yang berasal dari satu individu yang terpilih berdasarkan karakter seleksi produksi pertanaman tertinggi dan berbiji besar di tanah masam dataran tinggi (Aryana *et al*, 2019:25-31)

Salah satu strategi untuk memanfaatkan tanah masam di dataran tinggi adalah dengan memilih genotipe kedelai yang toleran tanah masam di dataran tinggi, sedangkan genotipe kedelai yang toleran tanah masam di dataran tinggi sampai saat ini belum ada. Oleh karena itu, dilakukanlah persilangan antara varietas yang tahan tanah masam yang berbiji kecil dengan varietas kedelai berbiji besar tetapi rentan terhadap tanah masam. Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan generasi F2 yang memiliki tingkat keragaman genetik dan nilai heritabilitas yang tinggi dan berpotensi toleran tanah masam dataran tinggi, sehingga diharapkan dapat diturunkan keturunan selanjutnya dengan sebaran normal (Wibowo & Damanik 2016: 70-81).

Penelitian yang telah dilaksanakan memakai benih generasi F3 hasil perkawinan Agromulyo dengan Tanggamus. Varietas Agromulyo sebagai tetua betina memiliki keunggulan yaitu ukuran biji yang besar (16 g/100 biji) serta umur panen yang tergolong genjah (76 hari), sementara varietas Tanggamus sebagai tetua jantan memiliki keunggulan tahan tanah masam. Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan menyeleksi generasi F3 berbiji besar dan tahan tanah masam hasil perkawinan kedua varietas unggul tersebut untuk mendapatkan kedelai yang memiliki karakter berbiji besar, tahan tanah masam dan berproduksi tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang keragaman genetik karakter vegetatif generasi F3 hasil

seleksi metode pedigree serta memperoleh genotipe-genotipe F3 terpilih berdasarkan karakter vegetatif.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Simalungun, Pematangsiantar dengan ketinggian tempat ± 500 m di atas permukaan laut dan pH tanah 4.5 – 5.5. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni– Agustus 2019. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Augmented yaitu metode penelitian yang tidak menggunakan ulangan untuk generasi F3 tetapi untuk kedua tetua dibuat ulangan. Semua tanaman ditanam pada satu petak pertanaman

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai F3 hasil perkawinan Agromulyo (♀) dengan Tanggamus (♂) dan benih varietas Agromulyo dan Tanggamus sebagai tetua, pupuk kandang, pupuk Urea, TSP dan KCl untuk pemupukan dasar, fungisida untuk mengendalikan jamur, insektisida untuk mengendalikan hama, air untuk menyiram tanaman, dan label untuk memberi tanda pada perlakuan serta bahan lain yang mendukung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meteran, pacak, timbangan analitik, gembor, hand sprayer serta alat lain yang mendukung.

Benih kedelai yang ditanam adalah benih F3 hasil perkawinan antara varietas Agromulyo (♀) dengan Tanggamus (♂), dan benih tetua yang ditanam adalah varietas Agromulyo dan Tanggamus. Benih F3 ditanam dalam plot baris dan diantara barisan tersebut ditanam tetuanya. Jarak tanam yang digunakan yaitu 40 x 20 cm. Jumlah tanaman F3 yang ditanam sekitar 300 tanaman, sedangkan tetua Argomulyo dan Tanggamus masing-masing sebanyak 60 tanaman. Adapun parameter yang diamati yaitu umur berkecambah (hari), tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), dan jumlah cabang (buah)

Berdasarkan Sudarka (2015:1-12), ragam lingkungan dihitung dari ragam

fenotipe tetua 1 (Agromulyo), dan tetua 2 (Tanggamus), dengan asumsi bahwa populasi tetua 1 dan tetua 2 merupakan populasi yang seragam, maka ragam genetik dianggap nol dan ragam fenotipe dianggap merupakan pengaruh dari ragam lingkungan.

$$\sigma^2_e = \frac{\sigma^2_{P_1} + \sigma^2_{P_2}}{2} \dots\dots\dots (1)$$

Ragam genetik dihitung dari selisih ragam fenotipe populasi seleksi dengan ragam lingkungan hasil dugaan (Stanfield, 1983).

$$\sigma^2_G = \sigma^2_P - \sigma^2_E \dots\dots\dots (2)$$

Koefisien keragaman genetik dalam persen dengan rumus:

$$(KKG) = \frac{\sqrt{\sigma^2_G}}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :
 σ^2_G = akar kuadrat varians genotipe
 \bar{X} = rata-rata

Kriteria nilai duga kemajuan genetik berdasarkan yang dikutip Sulistyowati et al, 2016:175-184) dikategorikan sebagai berikut :

- Rendah : KKG < 7% , Sedang : 7% ≤ KKG ≤ 14% dan Tinggi : KKG > 14%**
- Heritabilitas dalam arti luas (h_{bs}^2) dihitung menurut rumus: (h_{bs}^2) = (σ^2_g) / (σ^2_p) (Stansfield, 1991) membagi nilai duga heritabilitas kedalam tiga kategori :
- Rendah : < 0,20, Sedang : 0,20 - 0,50 dan Tinggi : 0,50

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman yang telah ditanam merupakan generasi F3 hasil produksi tanaman F2 yang berasal dari 1 tanaman terpilih berdasarkan karakter jumlah cabang dan produksi pertanaman tertinggi hasil persilangan kedelai varietas Argomulyo dengan Tanggamus. Selama masa pertumbuhannya dari 300 tanaman yang ditanam hanya sekitar 200 tanaman yang

dapat tumbuh hingga fase vegetatif. Hal ini diduga terjadi seleksi secara alami yaitu yang mampu bertahan hidup dan berkembang hanya kecambah atau tanaman yang dapat

beradaptasi dengan lingkungan. Jadi faktor lingkungan sangat berperan terjadinya seleksi.

Tabel 1. Nilai rata-ran parameter vegetatif generasi F3 (Argomulyo X Tanggamus)

PARAMETER	ARGOMULYO	TANGGAMUS	F3.10.4
Umur Berkecambah	5.00 ± 0.00	5.00 ± 0.00	4.03 ± 0.06
Tinggi Tanaman	37.24 ± 1.01	45.19 ± 0.68	44.34 ± 0.48
Jumlah Daun	5.97 ± 0.23	7.9 ± 0.14	7.55 ± 0.12
Jumlah Cabang	3.87 ± 0.16	4.58 ± 0.08	4.77 ± 0.07

Tabel 1 memperlihatkan bahwa terjadi perbaikan nilai rata-ran pada generasi F3 dibandingkan dengan kedua tetua untuk semua karakter kecuali karakter jumlah daun dan tinggi tanaman masih lebih baik tetua Tanggamus. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi penggabungan sifat yang diinginkan dari kedua tetua kepada generasi F3. Karakter jumlah daun dan tinggi tanaman pada generasi F3 tidak memiliki segregasi transgresif dikarenakan nilai rata-ran generasi F3 hanya berada diantara kedua tetua tidak ada yang melebihi nilai rata-ran kedua tetua.

Hasil penelitian yang dapat dilihat di Tabel 2 pada generasi F3 diketahui bahwa karakter yang memiliki KKG yang tinggi hanya parameter umur berkecambah,

sedangkan karakter tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dan umur berbunga memiliki nilai KKG sedang. Nilai KKG sedang sampai tinggi ini memungkinkan parameter vegetatif yang diamati dapat dijadikan sebagai parameter seleksi. Hal ini sesuai dengan pendapat (Martono, 2020:9-12) yang mengatakan bahwa keragaman genetik memegang peranan yang sangat penting dalam perakitan varietas unggul karena semakin tinggi keragaman genetik semakin tinggi pula peluang untuk mendapatkan sumber gen bagi karakter yang akan diperbaiki. Ragam genetik berpengaruh pada penampilan parameter fenotipik tanaman yang diekspresikan pada masing-masing karakternya.

Tabel 2. Keragaman genetik (σ^2G) dan koefisien keragaman genetik (KKG) pada generasi F3

PARAMETER	σ^2G	KKG	KATEGORI
Umur Berkecambah	0.632	19.53	Tinggi
Tinggi Tanaman	1.15	2.42	Rendah
Jumlah Daun	0.6	10.6	Sedang
Jumlah Cabang	0.19	8.97	Sedang

Nilai heritabilitas menunjukkan proporsi keragaman genetik terhadap keragaman fenotipe yang teramati. Menurut Hapsari (2016:51-58) bahwa bila tingkat keragaman genetik sempit maka hal ini menunjukkan bahwa individu dalam populasi tersebut relatif seragam sehingga seleksi untuk perbaikan sifat menjadi kurang efektif. Sebaliknya, semakin luas keragaman genetik, makin besar pula peluang untuk keberhasilan seleksi dalam meningkatkan frekuensi gen yang diinginkan. Dengan kata

lain, kesempatan untuk mendapatkan genotipe yang lebih baik melalui seleksi semakin besar.

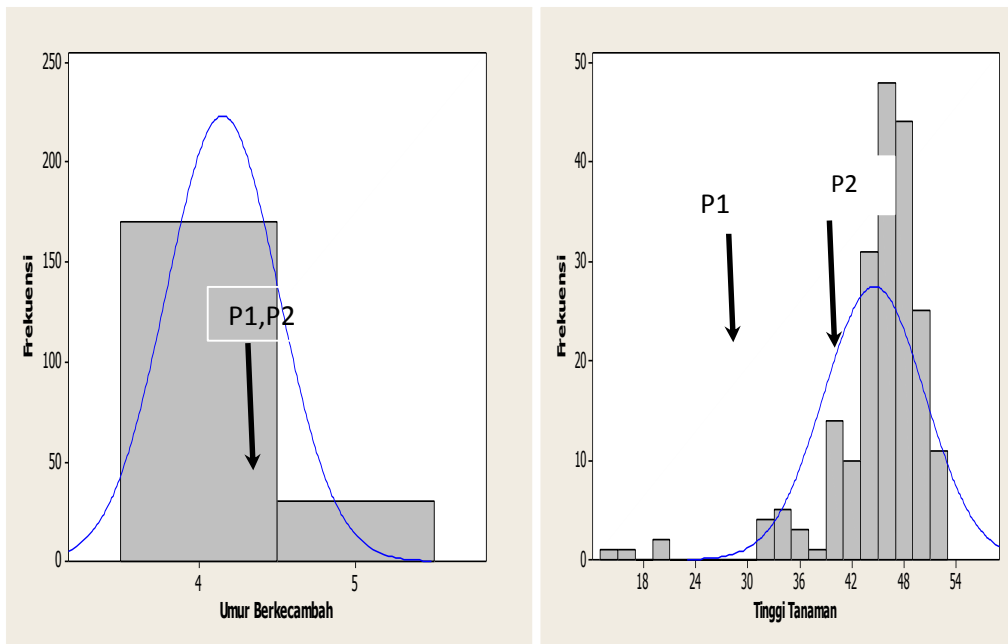
Berdasarkan hasil pengamatan pola sebaran data populasi F3 Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa untuk karakter umur berkecambah, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dan umur mulai berbunga terdapat fenomena segregasi transgresif karena nilai tengah populasi F3 terlihat berada di luar kisaran kedua tetua yaitu lebih besar dari sebaran tetua dengan

keragaan nilai tengah tinggi. Segregan transgresif adalah genotipe dari hasil persilangan dua tetua yang memiliki perbedaan sifat gen pada sifat-sifat

kuantitatif yang jangkauan sebarannya melampaui jangkauan sebaran kedua tetuanya (Maryono *et al*, 2019:163-170)

Tabel 3. Nilai duga heritabilitas untuk parameter vegetatif pada populasi F3

PARAMETER	H ²	KATEGORI
Umur Berkecambah	1	Tinggi
Tinggi Tanaman	0.25	Sedang
Jumlah Daun	0.21	Sedang
Jumlah Cabang	0.26	Sedang



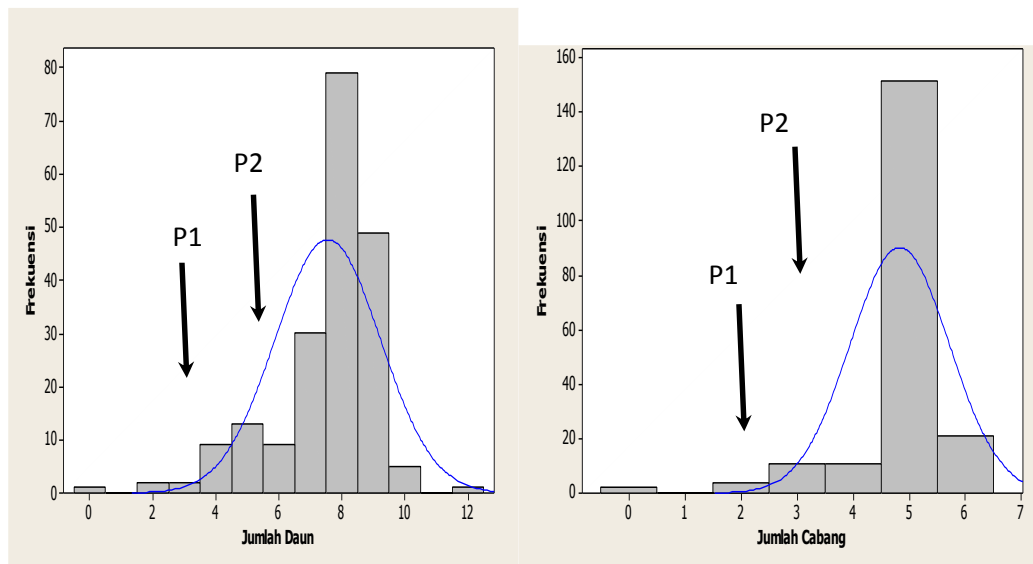
Gambar 1. Pola sebaran data umur berkecambah serta tinggi tanaman generasi F3 (Argomulyo x Tanggamus)

Gambar 1 memperlihatkan bahwa nilai rata-rata umur berkecambah generasi F3 lebih rendah dari kedua tetua, atau dengan kata lain semua generasi F3 merupakan segregan transgresif. Karakter tinggi tanaman pada Gambar 1 menunjukkan bahwa hanya sedikit dari generasi F3 yang merupakan segregan transgresif.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa karakter jumlah daun dan jumlah cabang memiliki jumlah segregan transgresif banyak. Hal ini diduga terjadi karena pada populasi F3 keberadaan segregan transgresif ini ada akibat masih dikendalikan oleh gen-gen aditif dan terdapat pengaruh epistasis komplementer atau duplikat. Karakter jumlah cabang merupakan karakter yang

efektif digunakan untuk program perbaikan tanaman dalam meningkatkan hasil seperti yang diharapkan (Sinaga *et al*, 2017: 233-240)

Berdasarkan hasil penelitian, karakter jumlah cabang dapat dipertimbangkan untuk dijadikan karakter seleksi. Hal ini sesuai dengan pendapat (Meydina *et al*, 2015:181-186) yang menyatakan bahwa besarnya nilai duga heritabilitas dan keberadaan keragaman genetik bahan yang diseleksi sangat menentukan tingkat efektivitas seleksi. Hasil seleksi yang telah dilakukan menggunakan karakter jumlah cabang dan umur berbunga diperoleh galur-galur harapan adalah 176, 159, 152, 128, 69, 66, 57, 56, 42, 24, 2, 112, 99, 91, 84, 74.



Gambar 2. Pola sebaran data jumlah daun serta jumlah cabang generasi F3 (Argomulyo x Tanggamus)

SIMPULAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa keragaman genetik dari semua karakter vegetatif yang diamati memiliki nilai keragaman genetik yang sedang hanya karakter tinggi tanaman nilai KKG rendah, tetapi memiliki nilai heritabilitas sedang hingga tinggi untuk semua karakter vegetatif yang diamati. Berdasarkan karakter jumlah cabang dan umur berbunga dilakukan seleksi sehingga diperoleh sekitar 16 galur-galur harapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, D., Desta Wirnas, & Trikoesoemaningtyas. (2019). Efektivitas Metode Seleksi. *J. Agron. Indonesia*, 47(3), 275–282.
- Aryana, I Gusti Putu Muliarta Santoso, B., Sudharmawan, A., & Sukri, M. (2019). Heritabilitas Galur Padi Beras Hitam (*Oryza sativa* L) Hasil Seleksi Pedigree F1. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 5(1), 25–31.
- BPS. (2017). Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (1). <https://sumbar.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/124>
- Hapsari, R. T. (2014). Pendugaan Keragaman Genetik dan Korelasi Antara Komponen Hasil Kacang Hijau Berumur Genjah. *Buletin Plasma Nutfah*, 20(2), 51–58. <https://doi.org/10.21082/blpn.v20n2.2014.p51-58>
- Insan, R. R. (2016). Pendugaan Parameter Genetik dan Seleksi Populasi Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Hasil Penggaluran dengan Metode Single Seed Descent. *Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor*.
- Justin, J. R., & Fehr, W. R. (1991). Principles of Cultivar Development, Theory and Technique. *Soil Science* (1). <https://doi.org/10.1097/00010694-198805000-00012>
- Kanbar, A., Kondo, K., & Shashidhar, H. E. (2011). Comparative efficiency of pedigree, modified bulk and single seed descent breeding methods of selection for developing high-yielding lines in rice (*Oryza sativa* L.) under aerobic condition. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 2(2), 184–193.
- Krisnawati Ayda dan Adie M. Muchlish). (2016). Hubungan Antarkomponen Morfologi dengan Karakter Hasil Biji Kedelai. *Buletin Palawija*, 14(2), 49–54.
- Kuswanto, H., Ujianto, L., Sulisty, A., Ratri, D., & Hapsari, T. (2016). Hasil dan Komponen Hasil Galur-Galur

- Kedelai di Dua Lokasi Yield. *J. Agron. Indonesia*. 44(1).
- Martono, B. (2020). Keragaman Genetik, Heritabilitas dan Korelasi Antar Karakter Kuantitatif Nilam (*Pogostemon* sp.) Hasil Fusi Protoplas. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 15(1), 9. <https://doi.org/10.21082/jlitri.v15n1.2009.9-15>
- Maryono, M. Y., Wirnas, D., & Human, S. (2019). Analisis Genetik dan Seleksi Segregan Transgresif pada Populasi F2 Sorgum Hasil Persilangan B69 × Numbu dan B69 × Kawali. *J. Agron. Indonesia, Agustus*, 47(2), 163–170. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i2.24991>
- Meydina, A., Barmawi, M., & Sa'diyah, N. (2015). Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Karakter Agronomi Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) Generasi F 5 Hasil Persilangan WILIS X B 3570. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 15(3), 181–186. <https://doi.org/10.25181/jppt.v15i3.130>
- Rachmina, D., & Putri, T. A. (2017). Efisiensi Teknis Usahatani Kedelai. *Agribusiness Series 2017: Menuju Agribisnis Indonesia yang Berdaya Saing*.
- Sa'diyah, N., Haini, A. S., Ramadiana, S., & Rugayah, R. (2019). Keragaman, Heritabilitas Dan Kemajuan Genetik Karakter Agronomi Cabai Merah Generasi M 3 Hasil Iradiasi Sinar Gamma. *Jurnal Agrotek Tropika*, 7(3), 503–510. <https://doi.org/10.23960/jat.v7i3.3555>
- Sinaga, N. H., Hanafiah, D. S., & Bangun, K. (2017). Seleksi Individu Berdasarkan Karakter Umur Genjah dan Produksi Tinggi Persilangan Kedelai (*Glycine Max* L. Merr.) pada Generasi F3. *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(2), 233–240.
- Stanfield WD. (1983). Theory and Problems of Genetics. *New York (US): McGraw-Hill.*, 2nd, ed.
- [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(91\)90035-V](https://doi.org/10.1016/0167-8809(91)90035-V)
- Stansfield, S. A., Machine, I., Division, P., & Laboratories, S. N. (1991). *ROBOTIC GRASPING OF UNKNOWN OBJECTS: A KNOWLEDGE-BASED APPROACH*.
- Sudarka, W. (2015). Penggunaan Metode Statistika dalam Pemuliaan Tanaman. *Universitas Udayana, Bali*.
- Sulistiyowati, Y., Sopandie, D., Wahyuning Ardie, S., & Nugroho, S. (2016). Parameter Genetik dan Seleksi Sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Populasi F4 Hasil Single Seed Descent (SSD). *Jurnal Biologi Indonesia* 12(2): 175-184.
- Wibowo, F., & Damanik, R. I. M. (2016). Pendugaan Pewarisan Genetik Karakter Morfologi Hasil Persilangan F2 Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr. pada Cekaman Salinitas. *Jurnal Pertanian Tropik*, 3(1), 70–81. <https://talenta.usu.ac.id/jpt/article/view/2959>