

## Analysis of Genetic Variability and Heritability of Agronomic Characters from Crossing Yardlong Bean of Fagiola IPB x Super Putih

Ikrima Farishani Bakhtiar<sup>1\*)</sup>, Syaiful Anwar<sup>2)</sup>, Florentina Kusmiyati<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Agroecotechnology, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Diponegoro University Tembalang Campus, Semarang 50275 – Indonesia

<sup>\*)</sup> Corresponding Email: [ikrimafarisani@gmail.com](mailto:ikrimafarisani@gmail.com)

### ABSTRACT

#### INFORMATION

##### Article history:

Received: 8 Juli 2020

Revised: 18 Agustus 2020

Accepted: 26 September 2020

Published: 2 Oktober 2020

DOI:

<https://doi.org/10.22219/jtcs.v2i1.11455>

© Copyright 2020, Bakhtiar et al.

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



This research aim was to estimate the variability value and heritability of quantitative and qualitative character on F4 generation from crossing Fagiola IPB and Super Putih. The observed parameters were plant height, number of leaves, number of branches, the day of flowering, length of young pod, pod color, number of pod, number of seeds, seed weight, weight of one seed, weight of 100 seeds, and sweetness. Data were analyzed by Analysis of Variance, Genetic Variability, and Heritability. The result showed that only character of seed weight per plant had high genetic variability. The characters of number of leaves, number of branches, length of young pods, number of old pods, number of seeds, weight of seeds, one seed weight, and weight of 100 seeds had high heritability. The day of flowering and sweetness had low heritability. The results of the dendrogram analysis showed that group C was recommended for next generations.

**Keywords:** *F4 generation, heritability, red pod, variability, Vigna unguiculata*

### PENDAHULUAN

Kacang panjang (*Vigna unguiculata* L.) merupakan salah satu jenis tanaman kacang-kacangan yang memiliki potensi tinggi seperti kacang tanah dan kedelai. Kacang panjang dikonsumsi oleh masyarakat karena kandungan gizinya yang tinggi, baik pada bagian polong maupun bijinya. Pada bagian polong kacang panjang mengandung vitamin A, B, C, dan mineral sedangkan pada bagian bijinya mengandung protein, lemak, serta karbohidrat (Haryanto *et al.*, 2007).

Pada umumnya, kacang panjang memiliki polong berwarna hijau. Belakangan ini

telah dikembangkan kacang panjang berpolong merah yang memiliki kandungan antosianin. Kacang panjang berpolong merah memiliki rasa tidak terlalu manis disebabkan oleh kandungan antosianin dalam polong yang membuat polong cenderung pahit (Ardian *et al.*, 2016). Pengembangan dan perbaikan genetik kacang panjang berpolong merah masih perlu dilakukan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam pengembangan dan perbaikan genetik kacang panjang dengan pemuliaan tanaman, yaitu persilangan. Persilangan atau hibridisasi adalah

penyerbukan silang secara buatan antara tetua yang memiliki karakter unggul yang berbeda untuk mendapatkan karakter yang diinginkan. Kegiatan persilangan antara kacang panjang berpolong hijau yang memiliki rasa manis dengan kacang panjang berpolong merah yang memiliki kandungan antosianin diharapkan dapat menghasilkan kacang panjang polong merah dengan rasa manis. Persilangan buatan dapat menghasilkan keragaman genetik dan fenotipik pada tanaman (Wardana *et al.*, 2015).

Tingkat keragaman genetik perlu diketahui terlebih dahulu sebelum penetapan metode pemuliaan dan seleksi yang digunakan (Syukur *et al.*, 2011). Keragaman genetik yang luas pada suatu populasi, maka individu dalam populasi menjadi beragam sehingga peluang untuk mendapatkan genotipe yang diinginkan juga besar. Keragaman dapat diketahui melalui faktor genetik dan faktor lingkungan, sehingga dapat diketahui kemungkinan sifat tersebut diturunkan pada generasi berikutnya.

Heritabilitas merupakan parameter genetik yang digunakan untuk mengukur tingkat keterwarisan suatu karakter dalam suatu populasi tanaman (Poehlman *et al.*, 1995). Nilai duga heritabilitas yang tinggi didapatkan jika nilai ragam genotipe lebih besar dari nilai ragam fenotipe. Keragaman genetik yang luas dan nilai heritabilitas yang tinggi merupakan syarat keberhasilan suatu proses seleksi dalam program pemuliaan. Pelaksanaan seleksi setelah persilangan untuk pemuliaan galur bertujuan untuk meningkatkan frekuensi genotipe segregasi transgresif yang dikehendaki pada populasi setiap generasi,

hingga diperoleh genotipe yang sudah homogen (Jambormias dan Riry, 2009). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji keragaman dan heritabilitas karakter kuantitatif dan kualitatif kacang panjang generasi F4 hasil persilangan Fagiola IPB dengan Super Putih

#### **METODE PENELITIAN**

Penelitian telah dilaksanakan pada Agustus-Desember 2019 di lahan percobaan Agroekoteknopark, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Bahan tanaman yang digunakan adalah Fagiola IPB, Super Putih, dan generasi F4 hasil persilangan Fagiola IPB x Super Putih.

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan meliputi persiapan alat dan bahan, penanaman, pemeliharaan, pemanenan, dan analisis data. Persiapan alat dan bahan dilakukan dengan pembuatan media tanam tanah berupa bedengan dengan ukuran 2x2 m sebanyak 16 bedengan dengan jarak antar bedeng 50 cm, dan jarak antar tanaman 50x50 cm dan dilakukan pemupukan dasar. Tahap penanaman dilakukan dengan menanam benih tetua masing-masing tetua ditanam 16 benih, benih generasi F4 yang akan ditanam sebanyak 208 benih dari hasil persilangan.

Tahap pemeliharaan dilakukan secara berkala seperti pemupukan, penyiraman, penyiangan, penjarangan, penyemprotan pestisida, dan pemasangan ajir. Pemupukan awal dilakukan satu minggu sebelum penanaman dengan menggunakan pupuk kandang sapi. Pemupukan lanjutan dilakukan pada umur  $\pm$  28 hari setelah tanam dengan

dosis Urea 100 kg/ha, TSP 200 kg/ha, dan KCl 100 kg/ha. Penyiraman dilakukan sehari sekali yaitu saat pagi hari. Penyiangan dilakukan saat terdapat gulma yang tumbuh di dalam bedengan. Penjarangan dilakukan ketika tanaman sudah umur 3-4 minggu setelah tanam. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara berkala dengan menyemprotkan insectisida Decis 25 EC pada saat sore hari (3-4 hari sekali) dan dikurangi intensitas penyemprotan ketika hama yang menyerang sudah berkurang. Pemasangan ajir dilakukan 15-20 HST. Pemanenan dilakukan ± 44 HST.

Pengamatan dilakukan pada semua tanaman F4, yaitu 208 tanaman, 16 tanaman tetua Fagiola IPB, dan 16 tanaman tetua Super Putih. Karakter yang diamati yaitu daya

berkecambah benih, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, umur berbunga, panjang polong muda, warna polong, jumlah polong tua per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot per satuan biji, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji, dan rasa manis. Rasa manis diukur dengan menggunakan alat *Atago automatic and water resistant refractometer*. Rasa manis diukur ketika polong sudah siap panen untuk konsumsi. Polong kacang panjang diparut hingga halus dan diperas hingga sarinya keluar. Sari polong diteteskan direfraktometer dan dibaca skalanya. Analisis yang dilakukan berupa analisis ragam, heritabilitas, dan dendogram. Berdasarkan Syukur *et al.* (2015), ragam genotipe dan fenotipe dihitung menggunakan analisis sidik ragam (Tabel 1)

Tabel 1. Model Analisis Sidik Ragam

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel 5% ; 1%
Ulangan	r-1	JKU	KTU	KTU/KTE	F(0.05,dbu,db) F(0.01,dbu,db)
Genotipe	n-1	JKG	KTG	KTG/KTE	F(0.05,dbg,db) F(0.01,dbg,db)
Galat	(r-1)(n-1)	JKE	KTE		
Total	nr-1				

Keterangan : JKU: jumlah kuadrat ulangan, JKG: jumlah kuadrat genotipe, JKE: jumlah kuadrat error, KTU: kuadrat tengah ulangan, KTG: kuadrat tengah genotipe, KTE: kuadrat tengah error.

- Ragam genotipe ( $\sigma^2g$ ) =  $(KTG - KTE) / r$
- Ragam fenotipe ( $\sigma^2f$ ) =  $\sigma^2g + KTE$
- Ragam error ( $\sigma^2e$ ) = KTE
- Koefisien Keragaman Genetik (KKG)  
=  $(\sqrt{\sigma^2g} / \bar{X}) \times 100\%$

Nilai tertinggi KKG dari seluruh karakter digunakan sebagai nilai absolut 100% (Febrianto *et al.*, 2015).

- Koefisien Keragaman Fenotipe (KKF)  
=  $(\sqrt{\sigma^2f} / \bar{X}) \times 100\%$
- Analisis heritabilitas menggunakan metode Mahmud-Kramer (Mahmud dan

Kramer, 1951) yang memanfaatkan data  $\sigma^2_{P1}$ ,  $\sigma^2_{P2}$ , dan  $\sigma^2_{F4}$ . Heritabilitas yang diperoleh adalah heritabilitas arti luas ( $h^2_{bs}$ ).

$$H^2_{(bs)} = \frac{\sigma^2_{F4} - \sqrt{(\sigma^2_{P1})(\sigma^2_{P2})}}{\sigma^2_{F4}} \times 100\%$$

Keterangan :

$\sigma^2_{P1}$  = Ragam data dari Fagiola IPB

$\sigma^2_{P2}$  = Ragam data dari Super Putih

$\sigma^2_{F4}$  = Ragam data dari populasi F4

Berdasarkan Syukur *et al.*, (2015), jika nilai heritabilitas lebih dari 50% maka tergolong sangat tinggi, nilai diantara 20-50 % tergolong sedang, dan nilai lebih rendah dari 20% tergolong rendah.

Karakter dengan nilai heritabilitas yang tinggi dilakukan analisis gerombol dengan menggunakan aplikasi MVSP 3.22 dengan metode *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil persilangan Fagiola IPB x Super putih generasi F4 menunjukkan bahwa disetiap individu pada masing-masing genotipe memiliki warna yang beragam. Persilangan antara Fagiola IPB berpolong merah dengan Super Putih berpolong hijau memiliki rasa manis bertujuan untuk mendapatkan individu tanaman yang berwarna merah dengan rasa manis. Hasil persilangan Fagiola IPB x Super Putih menghasilkan polong berwarna merah dan hijau. Fagiola IPB memiliki warna polong merah dengan kriteria 59 A (merah tua), sedangkan beberapa genotipe generasi F4

memiliki polong dengan warna merah yang berbeda, yaitu kriteria 58 A (merah muda) (Ilustrasi 1). Warna merah pada polong yang dominan diduga disebabkan pengaruh gen dari tetua betina (*maternal effect*) hasil dari persilangan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Oktarisna *et al.* (2013), bahwa warna ungu pada polong buncis terjadi karena sel kelamin betina biasanya membawa sitoplasma dan organel sitoplasmik dalam jumlah besar dari pada sel kelamin jantan. Warna polong yang tidak berwarna merah tidak dipengaruhi oleh *maternal effect*. Berdasarkan hasil uji nilai tengah pada karakter rasa manis populasi F4 lebih tinggi dari Fagiola IPB, namun lebih rendah dari Super Putih. Menurut Kuswanto (2007), karakter kualitatif merupakan karakter yang dikendalikan oleh gen sederhana dan tidak dipengaruhi oleh lingkungan.



Ilustrasi 1. Perbedaan warna merah polong kacang panjang

Keragaman genetik merupakan informasi mendasar dalam kegiatan pemuliaan, guna perbaikan sifat dan merupakan langkah awal dalam seleksi tanaman. Keberhasilan pemuliaan tanaman dapat dilihat dari nilai tengah, koefisien keragaman, dan pendugaan heritabilitas pada generasi F<sub>4</sub>. Hasil pendugaan komponen ragam pada karakter kuantitatif kacang panjang generasi F<sub>4</sub> dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai KKG dan KKF tertinggi terdapat pada karakter bobot biji per tanaman dengan nilai KKG 74,16 dan ditetapkan sebagai nilai relatif 100%, sehingga diperoleh nilai absolut kriteria ( $0\% \leq x < 18,54\%$ ) rendah, ( $18,54\% \leq x < 37,08\%$ ) agak rendah, ( $37,08\% \leq x < 55,63\%$ ) cukup tinggi, dan ( $55,63\% \leq x < 74,16\%$ ) tinggi. Nilai koefisien keragaman fenotipe tampak lebih besar dari koefisien

keragaman genotipe pada seluruh karakter kuantitatif yang diamati.

Nilai KKG terendah ditunjukkan oleh karakter rasa manis, nilai tertinggi ditunjukkan oleh karakter bobot biji per tanaman. Nilai KKG yang mendekati atau hampir sama dengan nilai KKF mengindikasikan bahwa faktor lingkungan berpengaruh kecil terhadap keragaman yang terlihat pada karakter, sehingga dapat dilakukan seleksi berdasarkan karakter tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Trustinah *et al.* (2017), apabila nilai KKG mendekati nilai KKF, maka dapat disimpulkan keragaman suatu karakter lebih disebabkan oleh faktor genetik. Menurut Barmawi (2007), keragaman genetik yang luas memberikan kesempatan pada pemulia melakukan seleksi.

Tabel 2. Rekapitulasi Rerata dan Komponen Ragam Karakter Agronomi Kacang Panjang Generasi F4

Karakter	NT	NT	NT	$\sigma^2G$	$\sigma^2F$	$\sigma^2E$	KKG			KKF
	generasi F4	Fagiola IPB	Super Putih				Nilai	%Abs	Krit.	
TT	99,11	41,85	109,94	242,718	2356,26	2113,544	15,72	21,20	R	48,97
JD	16,36	11,92	20,31	0,354	50,78	51,129	3,66	4,93	R	43,81
JC	3,04	2,46	3,69	0,177	5,23	5,405	13,80	18,61	R	75,11
UB	33,56	33,46	33,06	5,100	13,56	8,455	6,73	9,07	R	10,97
PPM	35,61	32,92	39,31	73,382	151,72	78,336	24,05	32,43	AR	34,58
JPPT	8,36	5,31	8,00	8,760	74,49	65,726	35,37	47,70	AR	103,14
JBPT	61,86	35,69	66,13	1179,281	7067,65	5888,372	55,51	74,85	AR	135,89
BBPT	10,30	5,52	11,58	58,371	250,90	192,530	74,16*	100,00	T	153,75
Rasa manis	5,39	5,08	5,47	0,005	0,90	0,909	1,35	1,82	R	17,61
BSB	0,15	0,15	0,18	0,001	0,01	0,003	23,32	31,45	AR	44,80
B100B	15,31	14,73	17,56	13,878	46,83	32,951	24,33	32,80	AR	44,68

Keterangan :NT: Nilai tengah, TT: tinggi tanaman, JD: jumlah daun, JC: jumlah cabang, UB: umur mulai berbunga, PPM: panjang polong muda, JPPT: jumlah polong per tanaman, JBPT: jumlah biji per tanaman, BBPT: bobot biji per tanaman, BSB: bobot satu biji, B100B: bobot 100 biji,  $\sigma^2G$ : ragam genotipe,  $\sigma^2F$ : ragam fenotipe,  $\sigma^2E$ : ragam error, KKG: koefisien keragaman genotipe, KKF: koefisien keragaman fenotipe, R: rendah, AR: Agak Rendah, T: Tinggi.

Karakter tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, umur berbunga, dan rasa manis memiliki nilai koefisien keragaman genetik yang rendah. Nilai KKG yang rendah menunjukkan bahwa pada karakter tersebut lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Trustinah *et al.* (2017), koefisien keragaman fenotipe lebih besar dibandingkan dengan keragaman genetik, hal ini mengindikasikan adanya pengaruh lingkungan. Menurut Sari *et al.* (2014), nilai KKG dan KKF rendah menunjukkan karakter yang diamati memiliki keragaman yang sempit dan penampilan seragam, hal tersebut dikarenakan genotipe yang digunakan merupakan genotipe hasil seleksi individu pada generasi sebelumnya.

Pendugaan nilai duga heritabilitas arti luas dihitung dari ragam genetik total terhadap ragam fenotipik. Pengaruh genetik yang lebih

besar terhadap fenotip akan meningkatkan daya waris suatu karakter kepada turunan berikutnya. Berdasarkan perhitungan pendugaan nilai heritabilitas pada karakter agronomi populasi F4 Fagiola IPB x Super Putih yang dianalisis berada pada rentang 29,761 – 90,803 % (Tabel 3).

Pendugaan nilai duga heritabilitas diperlukan untuk mengetahui apakah suatu karakter dipengaruhi oleh faktor genetik atau faktor lingkungan. Nilai duga heritabilitas sedang ditunjukkan pada karakter tinggi tanaman, umur berbunga, dan rasa manis. Hal tersebut disebabkan sama besarnya pengaruh yang diberikan antara faktor genetik dengan faktor lingkungan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Murti *et al.* (2006), heritabilitas sedang menunjukkan faktor lingkungan dan genetik berperan seimbang. Menurut Marmadion *et al.* (2014), nilai heritabilitas rendah dan sedang

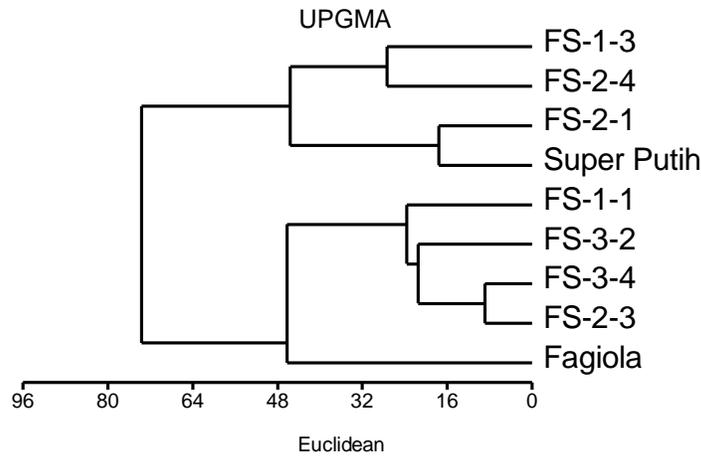
menandakan bahwa pengaruh lingkungan lebih besar daripada genetiknya sehingga apabila ingin dilakukan seleksi, dapat dilakukan pada generasi lanjut.

Tabel 3. Heritabilitas Karakter Agronomi Kacang Panjang Generasi F4

Karakter	$H_{(bs)}^2$ (%)	Kriteria
Tinggi Tanaman	29,761	Sedang
Jumlah Daun	64,304	Tinggi
Jumlah Cabang	69,739	Tinggi
Umur Berbunga	46,206	Sedang
Panjang Polong Muda	62,487	Tinggi
Jumlah polong Tua per Tanaman	90,803	Tinggi
Jumlah Biji per Tanaman	89,062	Tinggi
Bobot Biji per Tanaman	87,840	Tinggi
Rasa manis	40,747	Sedang
Bobot 1 Butir	63,292	Tinggi
Bobot 100 Butir	64,039	Tinggi

Nilai duga heritabilitas tinggi ditunjukkan pada karakter jumlah daun, jumlah cabang, jumlah polong tua per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot biji per tanaman, dan bobot 100 biji. Menurut Anwar *et al.* (2019), nilai heritabilitas yang tinggi disebabkan oleh lingkungan yang relatif homogen, hal ini menunjukkan bahwa

keragaman genetik lebih besar dibandingkan keragaman lingkungannya. Menurut Hapsari (2014), karakter dengan nilai heritabilitas tinggi memiliki peluang diseleksi pada generasi awal karena relatif lebih mudah diwariskan kepada turunannya dibandingkan pada karakter dengan nilai heritabilitas rendah.



Ilustrasi 2. Dendrogram Kacang Panjang Generasi F4

Berdasarkan karakter agronomi kacang panjang dengan heritabilitas tinggi dilakukan analisis gerombol dengan metode *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA) (Ilustrasi 2). Pengelompokan menghasilkan 4 kelompok utama (A, B, C, D). kelompok A terdiri dari genotipe FS-1-3 dan FS-2-4. Kelompok B terdiri dari genotipe FS-2-1 dan Super Putih

Kelompok C terdiri dari FS-1-1, FS-3-2, FS-3-4, dan FS-2-3, dan kelompok D yaitu tetua Fagiola IPB. Kelompok C merupakan kelompok yang berbeda dengan tetuanya, yaitu Fagiola IPB dan Super Putih dan berdasarkan karakter agronomi keempat genotipe tersebut termasuk genotipe dengan nilai agronomi yang cukup tinggi dan memiliki polong yang berwarna merah. Menurut Murti *et al.* (2006) mengatakan bahwa analisis kluster yang dilakukan bertujuan untuk mengelompokkan galur-galur sehingga dapat ditentukan kelompok mana yang dapat dipilih

untuk ditanam kembali pada penelitian selanjutnya sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada generasi F4 nilai KKG tinggi terdapat pada karakter bobot biji per tanaman. Karakter jumlah daun, jumlah cabang, jumlah polong tua per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot biji per tanaman, dan bobot 100 biji memiliki nilai heritabilitas tinggi, sedangkan karakter tinggi tanaman, umur berbunga, dan Brix memiliki nilai heritabilitas sedang. Analisis dendrogram menunjukkan berdasarkan karakter agronomi dibagi menjadi empat kelompok, yaitu A, B, C, D dengan kelompok tanaman terpilih adalah kelompok C. Saran yang diberikan untuk penelitian adalah dalam pemilihan bahan tanam sebaiknya genotipe terpilih dilanjutkan sebagai bahan tanam, sehingga penelitian

selanjutnyadiperoleh hasil yang lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, D.P., D.S. Hanafiah, dan E.S. Bayu. (2019). Parameter genetik generasi F4persilangan kedelai detam-2 dangrobogan. *Jurnal Agroekoteknologi*, 7 (1), 149 – 155.
- Ardian, G. Aryawan, Y.C. Ginting. (2016). Evaluasi karakter agronomi beberapa genotipe tetua dan hibrid tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) berpolong merah *Jurnal Floratek*, 11 (1), 36 - 43.
- Barmawi, M. (2007). Pola segregasi dan heritabilitas sifat ketahanan kedelai terhadap *cowpea mild mottle virus* populasi Wilis x MLG 251. *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Trop*, 7 (1), 48 - 51.
- Febrianto, E. B., Wahyu, Y., dan Wirnas, D. (2015). Keragaan dan keragaman genetik karakter agronomi galur mutan putatif gandum generasi M5. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 43(1), 52 – 58.
- Hapsari, R.T. (2014). Pendugaan keragaman genetik dan korelasi antara komponen hasil kacang hijau berumur genjah. *Buletin Plasma Nutfah*, 20 (2), 51 - 58.
- Haryanto, E., T. Suhartini, dan E. Rahayu. (2007). *Budidaya kacang panjang*, Jakarta: Penebar Swadaya.
- Jambormias, E., dan J. Riry. (2009). Penyuaian data dan penggunaan informasi kekerabatan untuk mendeteksi segrekan transgresif sifat kuantitatif pada tanaman menyerbuk sendiri (suatu pendekatan dalam seleksi). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 5 (1), 11 - 18.
- Kuswanto, L. Soetopo, A. Afandhi, dan B. Waluyo. (2007). Pendugaan jumlah dan peran gen toleransi kacang panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) terhadap hama aphid. *Jurnal Agrivita*, 29 (1).
- Marmadion, T., S.L. Purnamaningsih dan Kuswanto. (2014). Penampilang delapan galur kacang panjang (*Vigna sesquipedalis* L Fruwirth) pada dua musim tanam. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2 (3), 230 - 238.
- Murti, R.H., H. Wardoyo, dan Toekidjo. (2006). Penampilan galur-galur tomat F5. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 13 (2), 117 - 129.
- Oktarisna, F.A., A. Soegiarto, dan A. N. Sugiharto. (2013). Pola pewarisan sifat warna polong pada hasil persilangan tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) varietas introduksi dengan varietas lokal. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2 (2), 103 - 110.
- Poehlman, J.M., D.A. Sleeper. (1995). *Breeding field crops. USA: Iowa State University Press*.
- Sari, W.P., Damanhuri, dan Respatijarti. (2014). Keragaman dan heritabilitas 10 genotip pada vabai besar (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2 (4), 301 – 307.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yunianti. (2015). *Teknik pemuliaan tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yunianti, dan D.A. Kusumah. (2011). Pendugaan ragam genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil beberapa genotipe

cabai. Jurnal Agrivigor, 10 (2), 148 - 156.

Trustinah, A. Kasno, dan M.J. Mejaya. (2017). Keragaman sumber daya genetik kacang tunggak. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan, 1 (2), 165 - 172.

Wardana, C.K., A.S. Karyawati, dan S.M. Sitompul. (2015). Keragaman hasil, heritabilitas dan korelasi F3 hasil persilangan kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) varietas anjasmoro dengan varietas tanggamus, grobogan, galur AP dan UB. Jurnal Prod. Tan, 3 (3), 182 -188.