

PENDUGAAN HERITABILITAS DAN KEMAJUAN GENETIK HARAPAN POPULASI BUNCIS (*Phaseolus vulgaris* L.) F5 BERDAYA HASIL TINGGI DAN BERPOLONG UNGU

ESTIMATION OF HERITABILITY AND GENETIC GAIN ON COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) F5 POPULATION HIGH YIELD AND PURPLE POD

Kolil Nur Eksan*) dan Andy Soegianto

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Brawijaya University

Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

*)E-mail : kolil.nur@gmail.com

ABSTRAK

Pengetahuan tentang informasi genetik dapat membantu dalam menentukan seleksi pada program pemuliaan tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menduga nilai heritabilitas dan kemajuan genetik harapan pada populasi buncis F5 yang berdaya hasil tinggi dan berpolong ungu. Bahan yang digunakan adalah 11 populasi buncis generasi F5 (GK.CS)6-6-47), (GK.CS)54-11-44,(GK.CS) 97-2-5, (GK.CS)108-1-1, (GI. PQ) 12-2-18, (GI.PQ)23-10-39, (GI.PQ)35-11-23, (GI.PQ)12-2-18, (GI.PQ)19-10-16, (PQ.GK) 1-12-39, (PQ.GI)169-1-14, dan 5 tetua (GK) (M) (GI) (PQ) (CS). Tiap populasi buncis F5 ditanam dalam satu bedeng yang berjumlah 50 tanaman yang ditanam dalam 2 barisan. Pengamatan berbasis pada pengamatan individu. Heritabilitas dihitung dari ragam fenotip dari populasi buncis F5 dan ragam lingkungan dihitung dari ragam tetua yang ditanam diantara populasi buncis F5. Kemajuan genetik dihitung dari intensitas seleksi, heritabilitas dan simpangan baku fenotip. Nilai heritabilitas pada populasi buncis F5 berpolong ungu menunjukkan kriteria rendah hingga tinggi. Nilai duga heritabilitas menunjukkan nilai tinggi pada hampir seluruh populasi pada karakter umur berbunga, umur panen segar, jumlah bunga, jumlah polong pertanaman, bobot polong pertanaman, lebar polong dan *fruit set*. Karakter panjang polong, bobot polong pertanaman, jumlah biji menunjukkan nilai

beragam dari rendah hingga tinggi. Nilai kemajuan genetik harapan pada populasi buncis F5 menunjukkan nilai yang rendah hingga tinggi. Karakter yang memiliki kemajuan genetik harapan kategori tinggi pada semua populasi adalah jumlah bunga, jumlah total polong pertanaman, lebar polong, bobot polong pertanaman dan *fruit set*, sedangkan karakter umur berbunga, umur awal panen segar, panjang polong, bobot perpolong, jumlah biji memiliki kemajuan genetik harapan beragam dari rendah hingga tinggi.

Kata Kunci: *Anthosianin*, Buncis, Heritabilitas, Kemajuan Genetik Harapan, Populasi F5, Ungu.

ABSTRACT

Knowing about genetic information could be helpful to choose best selection in plant breeding program. The purpose of this research was to estimate of heritability and genetic gain on common bean F5 population high yield and purple pod. The material is 11 common bean F5 ((GK.CS)6-6-47),(GK.CS)54-11-44, (GK.CS)97-2-5, (GK.CS)108-1-1, (GI.PQ) 12-2-18, (GI.PQ)23-10-39, (GI.PQ)35-11-23, (GI.PQ)12-2-18,(GI.PQ)19-10-16, (PQ.GK)1-12-39, (PQ.GI)169-1-14 and 5 parents ((GK) (M) (GI) (PQ) (CS)). Each sample common bean F5 population was planted in a bed totaling 50 plants which was planted in 2 rows. Observations based on individual observations. Estimation of

heritability was calculated from phenotype variance of common bean F5 population and environment variance was calculated from parent variance. Genetic gain was calculated from selection intensity, heritability and standard deviation of phenotype common bean F5. Estimation of heritability of bean F5 population is between low until high. High heritability on all population was flowering age, fresh pod harvest age, number of flowers, number of pods per plant, and pod diameter and *fruit set*. Character of pod length, weight per pod, and number of seeds have various heritability value, between low until high. High genetic gain on all population was number of flower, number of fresh pod, pod diameter, weight pod per plant and *fruit set*. Character flowering age, harvest fresh pod age, pod length, weigh pod, number of seeds have various genetic gain value between low until high.

Keywords: Common Bean, F5 Population, Genetic Gain, Heritability, Purple.

PENDAHULUAN

Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) merupakan jenis tanaman berpolong yang tergolong sayuran. Buncis mempunyai peranan dan sumbangan cukup besar bagi petani. Selain dapat peningkatan gizi masyarakat karena kandungan nutrisi dari polong buncis sangat tinggi, buncis juga dapat meningkatkan pendapatan negara karena buncis mempunyai potensi ekonomi yang sangat baik, untuk sasaran pasar dalam negeri maupun pasar ekspor (Rukmana, 2002).

Produktivitas Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) terus mengalami penurunan. Sebagaimana data produksi buncis yang dilansir oleh BPS (2017) dari tahun 2013, 2014, 2015 adalah 336.494 ton ha⁻¹, 334.659 ton ha⁻¹, 322.145 ton ha⁻¹. Menurut Kasno *et al.*, (2004), permasalahan produksi buncis adalah produktivitas yang rendah, mutu yang menurun, berumur dalam dan periode panen yang pendek, serta rentan terhadap hama dan penyakit utama. Kondisi tersebut perlu adanya peningkatan produktivitas. Salah satu solusi untuk

mengatasi mengatasi permasalahan di atas adalah dengan perakitan varietas baru melalui program pemuliaan tanaman. Proses perakitan varietas baru memerlukan waktu yang lama, sehingga diperlukan langkah-langkah yang efektif dalam setiap pengambilan keputusan.

Pada penelitian Oktarisna *et al.*, (2013) telah dikembangkan persilangan antara varietas lokal (Gilik Ijo, dan Gogo kuning) yang berdaya hasil tinggi dan mempunyai mutu tinggi, dan berumur genjah dengan varietas introduksi yaitu *Purple Queen* yang mempunyai kadar *Anthosianin*. Penggabungan antara varietas introduksi dengan varietas buncis lokal diharapkan dapat membuat kualitas tanaman hasil persilangan yang lebih baik dari tetuanya. Korelasi antara warna ungu pada polong buncis diduga disebabkan oleh kandungan *Anthosianin*. Dzomba *et al.*, (2013) menyatakan pigmen *Anthosianin* ditemukan pada salah satu kultivar dari *Phaseolus vulgaris*. *Anthosianin* diketahui memiliki antioksidan kuat. Wahyuni *et al.*, (2004) menyatakan bahwa informasi tentang variabilitas genetik dan pendugaan heritabilitas sangat diperlukan dalam program seleksi. Selain itu informasi kemajuan genetik juga penting diketahui

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2015 – April 2015 atau pada musim hujan di Desa Sualuan, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang dengan ketinggian ± 702 meter di atas permukaan laut, dengan suhu rata-rata harian ± 22°C.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah meteran, timbangan analitik, jangka sorong, penggaris, RHS *colour chart*, kamera digital, serta alat tulis. Bahan yang digunakan ialah Pupuk NPK, Za, dan SP-36, 11 populasi buncis F5 berpolong ungu ((GK.CS)6-6-47), (GK.CS)54-1144, (GK.CS)97-2-5, (GK.CS)108-1-1, (GI.PQ)12-2-18, (GI.PQ)23-10-39, (GI.PQ)35-11-23, (GI.PQ)12-2-18, (GI.PQ)19-10-16, (PQ.GK)1-12-39, (PQ.GI)169-1-14) dan 5 tetua (*Purple Queen* (PQ) dan *Cherokee Sun* (CS), *Gogo Kuning* (GK), *Gilik Ijo* (GI), dan *Mantili* (M)) untuk

mengetahui ragam lingkungan. Tiap populasi buncis F5 ditanam dalam satu bedeng yang berjumlah 50 tanaman yang ditanam dalam 2 barisan. Jarak tanam 40 cm dalam satu baris, 70 cm antar baris, luas tiap bedeng yang diperlukan 11 m x 1 m, jarak antar bedeng 50 cm. Pengamatan berbasis pada pengamatan individu tanaman. Variabel kuantitatif yang diamati meliputi umur berbunga (hst), umur panen segar (hst), panjang polong (cm), jumlah bunga, bobot perpolong (g), jumlah polong pertanaman, bobot polong pertanaman (g), jumlah biji, lebar polong (cm) dan *fruit set*. Variabel kualitatif yang diamati meliputi warna batang, tipe pertumbuhan, warna bunga, warna polong segar, warna biji.

Analisis data menggunakan ragam tiap variabel kuantitatif. Heritabilitas arti luas dihitung menggunakan rumus Makhmud dan Kramer (1951) dalam Syukur *et al.*, (2012)

$$h_{BS}^2 = \frac{\sigma_{F5}^2 - \sqrt{(\sigma_{T1}^2)(\sigma_{T2}^2)}}{\sigma_{F5}^2}$$

Keterangan

h_{BS}^2 : nilai heritabilitas arti luas

σ_g^2 : ragam genotip

σ_{F5}^2 : ragam fenotip

$\sigma_{T1}^2, \sigma_{T2}^2$: ragam populasi tetua persilangan

Kategori nilai heritabilitas :

0-0,2 = nilai heritabilitas rendah

0,2>0,5 = nilai heritabilitas sedang

>0,5 = nilai heritabilitas tinggi

Nilai kemajuan genetik harapan dihitung dengan rumus Singh dan Caudhary (1989) dalam Suprpto dan Narimah (2007)

$$KGH = i \cdot \sigma_p \cdot h_{BS}^2$$

$$\%KGH = \frac{KGH}{\mu}$$

Keterangan

KGH : Kemajuan genetik harapan

i : Intensitas seleksi 20% ($i : 1,40$)

σ_p : Simpangan baku fenotip

h_{BS}^2 : Heritabilitas arti luas

%KGH : Persentase KGH

μ : Nilai rata-rata variabel kuantitatif.

Kategori nilai KGH

$0 < KGH \leq 3.3\%$: rendah

$3.3\% < KGH \leq 6.6\%$: agak rendah

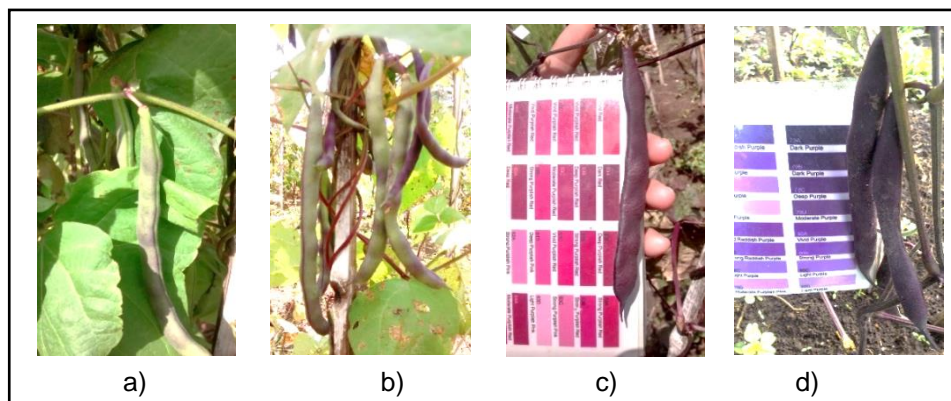
$6.6\% < KGH \leq 10\%$: agak tinggi

$KGH > 10\%$: tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Kualitatif

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa karakter kualitatif yang diamati pada tiap populasi buncis sudah cukup seragam, karena populasi yang diuji adalah generasi F5, yang menurut Meydina *et al.*, (2015) melaporkan keragaman pada generasi F5 adalah bersifat sempit dan luas. Keragaman yang sempit disebabkan oleh benih yang digunakan merupakan generasi F5 yang persentase heterozigotnya sudah rendah yaitu 6,25%. Kemungkinan karakter-karakter yang diamati lokus-lokusnya telah homozigot. Karakter warna polong (Gambar 1) pada seluruh populasi buncis F5 dibedakan menjadi 4; a) Hijau semburat ungu, yaitu pada beberapa nomor pada populasi (GK.CS) 108-1-1 dan (GK.CS) 97-2-5; b) Ungu semburat hijau yaitu pada beberapa nomor pada populasi (GK.PQ) 12-



Gambar 1 Warna Polong

Keterangan : a) Hijau Semburat Ungu, b) Ungu Semburat Hijau, c) Dark Red (51A), d) Dark Purple (79B)

4-35, (GI.PQ) 19-10-16, (GI.PQ) 19-10-16, (GI.PQ) 23-10-39; c) Warna ungu 59A atau *Dark Red* pada beberapa nomor pada populasi (GK.PQ) 12-4-35, (PQ.GI) 169-1-14, (GI.PQ) 19-10-16, (GK.CS) 97-2-5, (GK.CS) 54-11-44, dan menjadi warna dominan pada populasi (GK.CS) 108-1-1; d) Ungu gelap 79 B *Dark Purple* yang menjadi warna dominan buncis F5, kecuali pada populasi (GK.CS) 108-1-1.

Karakter Kuantitatif

Dari hasil analisis ragam fenotip populasi dan ragam tetua, didapatkan nilai duga heritabilitas arti luas (Tabel 1) yang menunjukkan bahwa nilai heritabilitas rendah hingga tinggi (0,01 – 0,99). Nilai heritabilitas menunjukkan nilai tinggi pada hampir seluruh populasi pada karakter umur berbunga, umur panen segar, jumlah bunga, jumlah polong pertanaman, bobot polong pertanaman, lebar polong dan *fruit set*. Karakter panjang polong, bobot polong pertanaman, jumlah biji menunjukkan nilai beragam pada populasi buncis F5, dengan heritabilitas rendah hingga tinggi. Menurut Sari *et al.*, (2013) heritabilitas arti luas (*Broad sense heritability*) dapat didefinisikan sebagai proporsi pengaruh genetik terhadap penampilan fenotip. Heritabilitas juga dapat mengestimasi penentuan dari kemajuan genetik harapan dan perkembangan dari strategi pemuliaan tanaman yang sesuai

dengan metode seleksi dan tujuannya (Kuswanto *et al.*, 2011).

Menurut Kuswanto (2007) Nilai heritabilitas berkisar antara 0-1 dimana semakin tinggi nilainya akan makin tinggi pengaruh ragam genotipnya. Dalam proses seleksi, nilai heritabilitas menjadi tolak ukur dalam pemilihan tanaman. Rendahnya nilai heritabilitas akan menjadi kendala pada pembentukan varietas unggul baru, karena menurut Mahdiannoor (2010) faktor lingkungan akan mempengaruhi penampilan suatu individu sehingga genotip terpilih belum tentu merupakan genotip yang dikehendaki. Sedangkan heritabilitas yang memiliki kriteria sedang menurut Sudarmadji *et al.*, (2007) tidak dapat digunakan sebagai kriteria pada awal seleksi namun dapat digunakan pada seleksi pada generasi lanjut. Heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa faktor genotip lebih dominan dari pengaruh lingkungan, sehingga memungkinkan karakter tersebut menjadi kriteria seleksi (Septeningsih, *et al.*, 2013). Selain heritabilitas, dalam proses seleksi juga diperlukan informasi nilai kemajuan genetik harapan tiap karakter. Karakter yang mempunyai KGH tinggi antara jumlah bunga, jumlah polong, lebar polong, bobot polong pertanaman dan *fruit set*. Sedangkan karakter umur awal panen segar, panjang polong, bobot perpolong, jumlah biji memiliki nilai KGH yang beragam

Tabel 1 Nilai Duga Heritabilitas Populasi Buncis F5

Karakter	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
Umur Berbunga	0,64	0,67	0,37	0,66	0,60	0,50	0,51	0,87	0,71	0,73	0,92
Umur Panen Segar	0,95	0,88	0,93	0,87	0,91	0,94	0,97	0,94	0,93	0,89	0,99
Panjang Polong	0,41	0,72	0,17	0,58	0,73	0,52	0,72	0,51	0,69	0,28	0,01
Jumlah Bunga	0,97	0,66	0,90	0,60	0,98	0,53	0,99	0,95	0,95	0,97	0,97
Bobot Perpolong	0,19	0,58	0,39	0,42	0,29	0,78	0,28	0,39	0,34	0,20	0,59
Jumlah Polong Pertanaman	0,99	0,94	0,98	0,82	0,98	0,75	0,99	0,99	0,95	0,99	0,98
Bobot Polong Pertanaman	0,97	0,80	0,93	0,67	0,94	0,58	0,96	0,97	0,88	0,97	0,96
Jumlah Biji perpolong	0,59	0,16	0,11	0,66	0,72	0,80	0,76	0,12	0,58	0,49	0,36
Lebar Polong	0,99	0,97	0,93	0,99	0,99	0,96	0,99	0,93	0,98	0,92	0,98
Fruitset	0,96	0,92	0,93	0,93	0,90	0,86	0,77	0,85	0,93	0,87	0,78

Keterangan :X1:(GK.CS)97-2-5, X2: (GI.PQ)19-10-16, X3: (GI.PQ)12-2-8, X4:(GK.CS)108-1-1, X5: (GK.CS)6-6-47, X6: (PQ.GI)169-1-14, X7: (GK.PQ)12-4-35, X8: (GI.PQ)23-10-39, X9: (GK.CS)54-11-44, X10: (GI.PQ)35-11-23, X11: (PQ.GK)1-12-29

Tabel 2 Nilai Rata-Rata dan Kemajuan Genetik Harapan

No	Nama Populasi Buncis	Panjang Polong (cm)			Bobot Polong Pertanaman (g)		
		Rata-rata	KGH %	Kriteria	Rata-rata	KGH %	Kriteria
1	(GK.CS) 97-2-5	12,26	5,53	Agak Rendah	167,62	103,30	Tinggi
2	(GI.PQ) 19-10-16	14,39	9,48	Agak Tinggi	114,91	47,24	Tinggi
3	(GI.PQ) 12-2-18	15,76	1,15	Rendah	181,66	59,63	Tinggi
4	(GK.CS) 108-1-1	12,99	8,74	Agak Tinggi	62,19	48,97	Tinggi
5	(GK.CS) 6-6-47	13,93	12,74	Tinggi	201,38	53,24	Tinggi
6	(PQ.GI) 169-1-14	15,50	4,76	Agak Rendah	64,98	46,22	Tinggi
7	(GK.PQ) 12-4-35	13,03	13,24	Tinggi	143,55	86,52	Tinggi
8	(GI.PQ) 23-10-39	13,91	5,19	Agak Rendah	323,32	47,17	Tinggi
9	(GK.CS) 54-11-44	12,89	12,19	Tinggi	103,80	70,54	Tinggi
10	(GI.PQ) 35-11-23	14,59	2,23	Rendah	330,75	51,04	Tinggi
11	(PQ.GK) 1-12-29	18,87	0,05	Rendah	208,37	58,37	Tinggi

Pada karakter panjang polong (Tabel 2) nilai KGH antara rendah hingga tinggi. Nilai rata-rata panjang polong berkisar antara 12,26 – 18,87 cm dengan kriteria KGH rendah hingga tinggi. Menurut Permadi dan Djuariah (2010) dalam Twientanata *et al.*, (2016), panjang polong yang disukai konsumen adalah 15-22 cm, sehingga apabila seleksi berdasarkan panjang polong, maka populasi buncis (GI.PQ) 19-10-16, (GI.PQ)12-2-18, (GK.CS)6-6-47, (PQ.GI)169-1-14, (PQ.GK) 1-12-29, masuk dalam kriteria buncis yang diseleksi. Karakter bobot polong pertanaman memiliki kriteria KGH keseluruhan tinggi, sehingga memiliki peluang yang besar untuk perbaikan melalui seleksi. Rata-rata bobot tertinggi pada (GI.PQ) 35-11-23 seberat 330,75 g dengan KGH 51,04% yang mempunyai kriteria cukup tinggi. Secara teori akan terjadi peningkatan bobot polong sebesar 51,04 % atau terjadi penambahan bobot 168,81 g, jika dilakukan seleksi dengan kriteria bobot polong pertanaman.

Nilai duga KGH perlu diketahui karena menurut Sutjahjo *et al.*, (2007) informasi KGH untuk mengetahui seberapa besar keberhasilan yang dicapai dalam rangka perbaikan sifat genetik. Menurut Suprpto dan Narimah (2007) seleksi akan menunjukkan kemajuan genetik yang tinggi jika karakter yang dilibatkan dalam seleksi mempunyai ragam genetik dan heritabilitas yang tinggi. Nilai KGH dapat dijadikan petunjuk dalam menentukan program seleksi, apabila nilai KGH tinggi berarti ada

peluang untuk memperbaiki suatu karakter melalui seleksi. Sebaliknya jika nilai KGH rendah maka kegiatan seleksi diduga akan sulit memberikan hasil yang diharapkan.

KESIMPULAN

Nilai duga heritabilitas menunjukkan nilai rendah hingga tinggi (0,01–0,99). Nilai heritabilitas menunjukkan nilai tinggi pada hampir seluruh populasi pada karakter umur berbunga, umur panen segar, jumlah bunga, jumlah polong pertanaman, bobot polong pertanaman, lebar polong dan *fruit set*. Karakter panjang polong, bobot polong pertanaman, jumlah biji menunjukkan nilai heritabilitas yang beragam dari rendah hingga tinggi. Nilai KGH pada populasi buncis F5 menunjukkan nilai yang rendah hingga tinggi. Karakter yang memiliki KGH tinggi pada semua populasi adalah jumlah bunga, jumlah total polong pertanaman, lebar polong, bobot polong pertanaman dan *fruit set*. Sedangkan karakter umur berbunga, umur awal panen segar, panjang polong, bobot perpolong, jumlah biji memiliki kemajuan genetik harapan beragam yang beragam dari rendah hingga tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Barmawi, M., A. Yushardi, dan N. Sa'diyah. 2013. Daya Waris dan Harapan Kemajuan Seleksi Karakter Agronomi Kedelai Generasi F2 Hasil Persilangan antara Yellow Bean dan Taichung. *Jurnal Agrotek Tropika* 1(1) : 20-24.

- BPS. 2017.** Produksi Sayuran dan Buah-Buahan Semusim di Indonesia. <http://www.bps.go.id/> diakses 24 Maret 2017.
- Dzomba, P., E. Togarepi and M. Mupa. 2013.** Anthocyanin Content and Antioxidant Activities of Common Bean Species (*Phaseolus vulgaris* L.) Grown in Mashonaland Central, Zimbabwe. *African Journal of Agriculture Research*. 8(25): 3330-3333.
- Kuswanto. 2007.** Pemuliaan Kacang Panjang Tahan Penyakit Mozaik. Unit Penerbitan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Kuswanto, H., N. Basuki. D.M. Arsyad. 2011.** Inheritance of Soybean Pod Number Trait on Acid Soil. *Agrivita*. 33(2) : 119-126.
- Mahdiannoor. 2010.** Heritabilitas dan Kemajuan Genetik Beberapa Karakter Generasi F₅ Hasil Persilangan Kacang Nagara (*Vigna unguiculata* sp. Cylindrical) Gentipe Arab dengan Genotipe Padi. *Ziraa'ah*. 29(3) : 208-212.
- Meydina, A., M. Barmawi, dan N. Sa'diyah. 2015.** Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Karakter Agronomi Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) Generasi F₅ Hasil Persilangan WILIS X B₃₅₇₀. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 15(3): 200-207.
- Oktarisna, A. F., A. Soegianto, 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*. 1(2) : 81-89.
- Rukmana, R. 2002.** Bertanam Buncis. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sari, H.P., Suwanto, M. Syukur. 2013.** Daya Hasil 12 Hibrida Harapan Jagung Manis (*Zea mays* L. var. Saccharata) di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. *Buletin Agrohorti* 1(1) : 14-22.
- Septeningsih, C., A. Soegianto, Kuswanto. 2013.** Uji Daya Hasil Pendahuluan Galur Harapan Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) Berpolong Ungu. *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(4) : 314-324.
- Sudarmadji, R. Mardjono dan H. Sudarmo. 2007.** Variasi Genetik, Heritabilitas, dan Korelasi Genotipik Sifat-Sifat Penting Tanaman Wijen (*Sesamum indicum* L.). *Jurnal Littri* 13(3) : 88-92.
- Suprpto dan N. Kairudin. 2007.** Variasi Genetik, Heritabilitas, Tindak Gen dan Kemajuan Genetik Kedelai (*Glycine max* Merrill) pada Ultisol. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 9(2) : 183-190.
- Sutjahyo, S.H., Rustikawati, A.W. Sandhi. 2007.** Kajian Genetik dan Seleksi Genotipe S₅ Kacang Hijau (*Vigna radiata*) Menuju Kultivar Berdaya Hasil Tinggi dan Serempak Panen. *Jurnal Agrin* 11(1) :10-18.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniarti. 2012.** Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Twientanata, P., A. Soegianto. N. Kendarini. 2016.** Uji Daya Hasil Pendahuluan 13 Galur Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) F₄ Berdaya Hasil Tinggi dan Berpolong Ungu. *Jurnal Produksi Tanaman* 4(3) : 186-191.
- Wahyuni, T.S., R. Setiamihardja, N. Hermiati, K.H. Hendroatmodjo. 2004.** Variabilitas Genetik, Heritabilitas dan Hubungan Antara Hasil Umbi dengan Beberapa Karakter Kuantitatif dari 52 Genotip Ubi Jalar di Kendalpayak, Malang. *Zuriat*. 15(2) :109-117.