

POTENSI GALUR HARAPAN KACANG PANJANG POLONG UNGU

Astrid Ika Paramitha¹⁾, Damanhuri²⁾, Kuswanto²⁾

- 1) Program Studi Agroteknologi, Universitas Islam Raden Rahmat Malang
- 2) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

Korespondensi : kuswantoas@ub.ac.id

ABSTRAK

Kacang panjang (*Vigna unguiculata var sesquipedalis* (L)) adalah satu dari tanaman sayuran yang memiliki keanekaragaman genetik yang luas. Namun, produksi kacang panjang masih belum mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri. Salah satu penghambat rendahnya produktivitas kacang panjang yaitu kutu daun (*Aphids craccivora* Koch). Penelitian bertujuan untuk menguji potensi hasil dan memilih beberapa galur harapan terbaik kacang panjang polong ungu yang berdaya hasil tinggi yang memiliki kandungan antosianin tinggi. Pemilihan dilakukan berdasarkan warna polong, panjang polong dan permukaan polong. Warna ungu yang terdapat pada kacang panjang mengandung antosianin yang berguna sebagai antioksidan. Tanaman polong ungu juga toleran terhadap hama dan penyakit, serta toleran terhadap kondisi kekurangan air. Kacang polong ungu memiliki kulit yang lebih tebal dan keras sehingga tidak disukai oleh hama. Penelitian meliputi uji daya hasil dan evaluasi kacang panjang polong ungu. Hasil yang diperoleh dari kegiatan seleksi ialah 6 galur harapan berpotensi sebagai varietas baru yang memiliki daya hasil tinggi dan kandungan antosianin tinggi yaitu UBPU3-153, UBPU1-130, UBPU1-365, UBPU1-41, UBPU1-139 dan UBPU1-222. Kata kunci : Kacang panjang, polong ungu, antosianin, seleksi, pengujian.

PENDAHULUAN

Tanaman kacang panjang (*vigna unguiculata var sesquipedalis* (L)). merupakan tanaman hortikultura yang memiliki peluang strategis untuk pangan masa depan serta sebagai alternatif sumber pertumbuhan ekonomi (Melinda, 2015). Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (2014), produksi kacang panjang di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 450.859 ton dan pada tahun 2014 menurun menjadi 450.709 ton. Salah satu faktor pembatas produksi kacang panjang adalah gangguan hama dan penyakit tanaman. Hama yang umum ditemukan pada kacang panjang adalah kutu daun (*Aphids craccivora* Koch). Prabaningrum (1996) melaporkan kehilangan hasil akibat hama aphid yang tidak dikendalikan dapat mencapai 65,87 persen atau lebih. Aphid juga bertindak sebagai vektor virus mosaik. Pengendalian hama aphid di tingkat petani, biasanya menggunakan pestisida. Aplikasi pestisida dilakukan sejak umur 10-60 hari dengan interval 3-10 hari sekali. Hal ini dapat membantu mengendalikan hama aphid

dan dapat mencegah kehilangan produksi sekitar 15,87 persen (Prabaningrum, 1996). Namun cara pengendalian ini dinilai kurang sehat apabila dikaitkan dengan dampak terhadap lingkungan, peningkatan resistensi, pathogen dan keengganan konsumen. Pengendalian hama aphid akan efektif apabila menggunakan varietas tahan atau toleran. Dengan varietas tahan atau toleran, kehilangan hasil dan biaya pestisida dapat ditekan, aman terhadap lingkungan dan dapat mencegah residu pestisida pada manusia.

Penelitian kacang panjang ini didasarkan pada hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan sejak tahun 2003 hingga awal tahun 2010. Berdasarkan pada serangkaian penelitian, telah dihasilkan campuran galur-galur potensial yang butuh untuk dikembangkan. Penampilan galur-galur tersebut masih beragam, namun galur tersebut memiliki polong berwarna ungu dan tahan disimpan sampai 5-6 hari (Akbar, 2012). Warna ungu yang terdapat pada kacang panjang ini mengandung antosianin yang berguna sebagai antioksidan. Tanaman

polong ungu juga toleran terhadap hama dan penyakit, serta toleran terhadap kondisi kekurangan air. Daun dan batang ditumbuhi bulu-bulu di seluruh permukaan. Kacang polong ungu memiliki kulit yang lebih tebal dan keras sehingga tidak disukai oleh hama. Karakter ini juga menjadikan kacang panjang lebih tahan hama dibandingkan tanaman lainnya (Kuswanto *et al.*, 2013).

Dari hasil penelitian tersebut masih diperlukan informasi terkait dengan daya hasil dan potensi galur harapan kacang panjang polong ungu, agar di dapat galur-galur harapan untuk uji adaptasi. Pengujian daya hasil merupakan tahap akhir dari program pemuliaan tanaman. Pada pengujian akan dilakukan seleksi terhadap galur-galur unggul homosigot unggul yang telah dihasilkan. Kriteria penilaian berdasarkan sifat yang memiliki arti ekonomi, seperti hasil tanaman (Kasno, 1992). Seleksi pada uji daya hasil biasanya dilakukan 3 kali, yaitu uji daya hasil, uji daya hasil lanjutan dan uji adaptasi. Tujuan penelitian adalah menguji daya hasil galur harapan kacang panjang polong ungu dan memilih galur harapan yang berdaya hasil tinggi serta memiliki kandungan antosianin tinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang berlokasi di Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang, ketinggian 330 mdpl, suhu rata-rata 27°C, curah hujan 120 mm/bl. Penelitian ini terbagi dilaksanakan pada bulan November 2012 hingga bulan April 2013. Kegiatan ini merupakan satu dari rangkaian penelitian dalam rangka perakitan pengembangan varietas tanaman kacang panjang. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah galur harapan kacang panjang dari hasil penelitian kacang panjang polong ungu (Kuswanto *et al.*, 2011). Kacang panjang tersebut disegregasi dari galur UBPU1, UBPU2 dan UBPU3. Varietas pembandingnya adalah Brawijaya 1, Brawijaya 2 dan Bagong 3. Semua galur harapan ditanam secara bulk mengacu pada rancangan augmented design (Petersen, 1994). Rancangan tersebut terdiri dari enam blok

acak, pada setiap blok terdiri dari 15 galur dan 3 varietas pembanding, masing-masing galur ditanam dalam baris tunggal (*single pot*). Pada kegiatan kedua menggunakan rancangan acak kelompok (*Randomized Block Design*) dengan tiga ulangan (Gomez, 1983) setiap ulangan terdiri dari 15 galur dan 2 varietas pembanding yang masing-masing ditanam dalam baris tunggal (*single pot*).

Metode seleksi massa digunakan untuk memilih galur harapan. Pemilihan dilakukan berdasarkan warna polong, panjang polong dan permukaan polong. Pengamatan dilakukan secara individu terhadap tanaman sehat dan tidak terkena hama penyakit. Variabel yang diamati mencakup umur berbunga (hst), umur panen (hst), jumlah polong per tanaman, panjang polong per polong (cm), jumlah biji per polong (biji), bobot segar per polong (g), bobot segar per tanaman (g), bobot 1000 butir biji (g), potensi hasil per ha (ton/ha), kandungan antosianin (ppm), kandungan protein (%), warna polong dan rasa polong. Data dianalisis dengan perhitungan varian, standart deviasi dan rata-rata terhadap pengamatan kuantitatif. Dari hasil analisis setiap populasi dan varietas kontrol, akan didapatkan nilai heritabilitas masing-masing galur.

Nilai heritabilitas

$$h^2 = \frac{\sigma^2 \text{ galur} - \sigma^2 \text{ kontrol}}{\sigma^2 \text{ galur}}$$

(Catatan h^2 : heritabilitas, σ^2 : varian)

Analisa kemajuan genetik (respon seleksi) dilakukan pada setiap galur.

Kemajuan genetik dihitung dengan rumus

$$\Delta G = h^2 k \sigma_p$$

(Singh and Chaudhry, 1997)

(Catatan ΔG : kemajuan genetik, h^2 : heritabilitas, k : intensitas seleksi (5%), σ_p : standart deviasi).

Nilai seleksi untuk masing-masing galur dihitung dengan rumus berikut :

$$X_s = X_{\dots} + k \sigma_p$$

(Catatan X_s : nilai tengah galur, X_{\dots} : mean total, k :1.76 intensitas seleksi 10% σ_p : standart deviasi dari fenotip. Galur yang dipilih adalah galur yang memiliki X_s lebih besar).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Hasil 15 Galur Harapan Kacang Panjang Polong Ungu

Dari analisis data hasil pengamatan diperoleh bahwa daya hasil galur-galur harapan dan pengamatan terhadap variable lainnya menunjukkan perbedaan nyata. Umur berbunga, umur panen, jumlah polong per tanaman, panjang polong, jumlah biji per polong, bobot segar per polong, bobot segar per tanaman dan hasil polong per ha menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada galur-galur harapan yang diuji. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya keragaman fenotipa antar galur-galur harapan yang diuji.

Jumlah polong dan panjang polong dari 15 galur harapan kacang panjang ungu dan 2 pembanding ternyata cukup beragam. Jumlah polong berkisar antara 7-24 polong dengan rata-rata 15 polong dan panjang polong berkisar antara 26-46 cm dengan rata-rata 32.83 cm. Keragaman 2 karakter tersebut memiliki nilai keragaman diatas 50% yaitu 0.63 dan 0.91, hal ini berarti keragaman tersebut lebih ditentukan oleh faktor genetik.

Informasi ini memberikan harapan untuk dapat dilakukan seleksi berdasarkan jumlah polong dan panjang polong dalam kaitannya dengan daya hasil. Berdasarkan penelitian pendahuluan jumlah polong dan panjang polong dapat menjadi karakter seleksi

utama karena dapat menjadi kriteria pemilihan yang paling efektif, selain itu dengan adanya nilai heritabilitas yang tinggi dan karakter ini dapat diamati secara visual. Menurut Kuswanto (2013), seleksi berdasarkan jumlah polong juga mudah dilakukan karena jumlah polong dapat ditemukan dengan mudah dan bertindak sebagai komponen yang menentukan hasil panen.

Daya hasil kacang panjang ditentukan oleh variable pengamatan hasil polong yang terdiri atas hasil polong segar per ha, jumlah polong, panjang polong, jumlah biji per polong dan bobot segar polong per tanaman. Dari tabel 2 terlihat bahwa semua variable daya hasil menunjukkan hasil yang beragam antar genotipa yang di uji. Hasil polong segar berkisar antara 3.98-6.91 t/ha, dengan rata-rata sebesar 5.38 t/ha dari hasil tersebut, terlihat banyak galur yang hasilnya lebih tinggi dari rata-rata. Keragaman daya hasil tersebut juga lebih ditentukan oleh faktor genotip dan fenotip, karena nilai heritabilitas termasuk kategori sedang. Galur harapan UBPU1-139 menunjukkan hasil tertinggi, 6.91 ton/ha, disusul oleh UBPU3-153 (6.87 ton/ha), UBPU1-365 (6.68 ton/ha), UBPU1-55 (6,37 ton/ha), UBPU1-222 (6.05 ton/ha) dan UBPU1-289 (5.94 ton/ha). Hasil ini jauh lebih tinggi dari rata-rata 5.38 t/ha (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai Keragaman dan Nilai Ragam Fenotip 15 Galur Harapan Kacang Panjang Ungu Terseleksi

No	Kode	Jumlah Polong per Tanaman	Panjang Polong per Tanaman (cm)	Jumlah Biji per Polong (biji)	Bobot Polong per Tanaman (g)	Kandungan Antosianin (ppm)	Kandungan Protein (%)	Potensi Hasil (ton/ha)
1	UBPU3-153	17.03	28.99	7.82	109.91	119.92	3.53	6.87
2	UBPU2-237	13.40	28.30	11.46	65.07	90.30	3.54	4.07
3	UBPU3-249	24.78	26.94	10.71	91.65	84.73	3.94	5.73
4	UBPU3-286	23.24	27.44	11.67	71.28	88.67	4.59	4.46
5	UBPU1-130	8.63	39.55	7.60	79.40	105.23	2.65	4.96
6	UBPU1-365	15.24	27.28	10.94	106.96	26.94	3.86	6.68
7	UBPU1-289	14.07	30.05	9.65	95.11	93.95	4.08	5.94
8	UBPU2-52	16.00	39.05	10.64	87.78	20.08	3.06	5.49
9	UBPU1-41	17.27	29.78	10.62	68.06	35.07	3.20	4.25
10	UBPU2-202	11.69	34.34	10.08	71.04	39.44	4.04	4.44
11	UBPU1-139	18.28	37.32	10.55	110.51	22.62	3.74	6.91
12	UBPU1-222	13.26	26.67	9.94	96.80	189.54	3.33	6.05

No	Kode	Jumlah Polong per Tanaman	Panjang Polong per Tanaman (cm)	Jumlah Biji per Polong (biji)	Bobot Polong per Tanaman (g)	Kandungan Antosianin (ppm)	Kandungan Protein (%)	Potensi Hasil (ton/ha)
13	UBPU2-41	10.14	35.55	11.47	63.63	109.68	3.54	3.98
14	UBPU3-194	14.44	29.84	10.13	83.36	15.12	3.02	5.21
15	UBPU1-55	17.16	26.30	10.72	101.94	29.88	4.20	6.37
16	BR1	7.48	46.90	10.96	82.87	0.50	0.50	5.18
17	BAGONG	8.35	43.87	9.32	76.88	0.50	0.50	4.81
TOTAL		250.46	558.17	174.28	1462.25	1072.17	55.32	91.40
RATA-RATA		14.73	32.83	10.25	86.01	63.07	3.25	5.38
K		1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
ST DEV		4.81	6.47	1.15	15.70	52.06	1.14	0.98
Xs		23.20	44.22	12.27	113.65	206.75	7.55	7.10

Kemajuan Genetik

Nilai keragaman genetik termasuk kategori tinggi terdapat pada karakter jumlah polong pertanaman, panjang per polong, bobot segar per polong, bobot segar per tanaman dan potensi hasil. Nilai kemajuan genetik yang sedang terdapat pada jumlah biji per polong, sedangkan umur berbunga dan umur panen termasuk kategori rendah (Tabel 3).

Analisis heritabilitas penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar peran gen dalam memberikan petunjuk suatu sifat lebih dipengaruhi oleh faktor genetik atau faktor lingkungan (Syukur et al., 2012). Berdasarkan data didapatkan nilai heritabilitas tinggi pada karakter jumlah polong per tanaman dan panjang polong per polong sedangkan pada karakter umur berbunga, umur panen, jumlah biji per polong, bobot polong segar per polong, bobot segar polong per tanaman dan potensi hasil mempunyai nilai heritabilitas yang sedang. Syukur et al. (2012) menyatakan bahwa nilai heritabilitas suatu karakter tinggi menunjukkan bahwa dalam memberikan penampilan tanaman, faktor genetik lebih berperan dari pada faktor lingkungan. Heritabilitas sangat berperan dalam menentukan bahan seleksi (Aryana, 2007). Seleksi yang akan dilakukan akan berlangsung efektif pada karakter yang memiliki heritabilitas tinggi (Pinaria, Setiamihardja dan Darajat, 1995).

Alur seleksi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan penilaian nilai heritabilitas pada semua karakter. Berdasarkan data yang diperoleh bahwa nilai heritabilitas tinggi pada karakter jumlah polong per tanaman dan panjang polong per polong. Seleksi daya hasil yang dilakukan pertama dilakukan pada galur yang

polong ungu. Seleksi selanjutnya didasarkan pada jumlah polong, panjang polong, permukaan polong, rasa polong dan kandungan antosianin. Jumlah polong, panjang polong adalah kriteria utama dalam pelaksanaan seleksi sedangkan rasa polong, permukaan polong dan kandungan antosianin merupakan kriteria penunjang untuk dipilih sebagai kandidat galur harapan. Rasa polong didasarkan pada hasil uji organoleptik, sedangkan kandungan antosianin terkait dengan warna polong, karna semakin gelap warna polong maka semakin tinggi kandungan antosianin.

Tingginya nilai kemajuan genetik akibat seleksi akan sangat tergantung dari nilai heritabilitas, simpangan baku fenotip populasi yang diseleksi dan nilai intensitas seleksi yang digunakan. Nilai heritabilitas tinggi akan diperoleh nilai kemajuan genetik yang semakin baik. Nilai heritabilitas tinggi yang diikuti respon seleksi yang tinggi merupakan hasil kerja gen aditif. Suatu sifat yang memiliki nilai heritabilitas tinggi diikuti oleh respon seleksi rendah diduga bukan gen aditif (Syukur et al., 2012). Seleksi akan efektif apabila kemajuan genetik tinggi ditunjang dengan salah satu nilai variabilitas genetik dan atau heritabilitas tinggi. Karakter jumlah biji per polong memiliki nilai kemajuan seleksi dan heritabilitas sedang, hal ini diduga faktor genetik dan lingkungan mempunyai pengaruh yang relative sama besarnya.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter jumlah polong per tanaman dan panjang polong per polong mempunyai nilai keragaman yang luas, nilai duga heritabilitas yang tinggi, dan kemajuan genetik yang tinggi. Dengan demikian seleksi untuk memperoleh genotipe unggul dapat diterapkan pada karakter tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Eid (2009), apabila keragaman

genetik luas, nilai heritabilitas juga luas. Nilai duga heritabilitas akan lebih bermanfaat apabila diikuti dengan kemajuan genetik karena heritabilitas merupakan salah satu parameter genetik dalam menentukan kemajuan genetik (Tabel 3). Hamdi *et al.* (2003), menambahkan bahwa kemajuan genetik merupakan hal yang penting dalam menentukan besarnya nilai kemajuan genetik harapan dari satu siklus seleksi. Nilai kemajuan genetik harapan (KGH) merupakan perbedaan nilai

antara rata-rata penampilan karakter dari suatu populasi pada generasi keturunannya dengan rata-rata penampilan karakter pada generasi tetua atau sebelumnya. Perbedaan nilai ini merupakan pendugaan sampai sejauh mana penerapan seleksi suatu karakter memberikan pengaruh kepada perbaikan suatu genotip tanaman pada intensitas seleksi tertentu (Rachmadi, 2000; Aryana 2010).

Tabel 3. Koefisien Keragaman Genetik, Heritabilitas dan Kemajuan Genetik 15 Galur Harapan Kacang Panjang Ungu

Karakter	$\sigma^2 g$	2σ	KG	h^2	Kriteria h^2	% KGH	Kriteria KGH
Umur Berbunga (hst)	1.22	2.2	sempit	0.40	Sedang	1.92	rendah
Umur Panen (hst)	1.22	2.2	sempit	0.40	Sedang	1.7	rendah
Jumlah Polong Pertanaman	19.33	8,78	luas	0.63	Tinggi	36.23	tinggi
Panjang per Polong	40.53	12.72	luas	0.91	Tinggi	31.56	tinggi
Jumlah Biji per Polong (biji)	0.91	1.9	sempit	0.43	Sedang	8.47	cukup tinggi
Bobot Segar per polong (g)	3.12	3.52	sempit	0.46	Sedang	25.72	tinggi
Bobot Segar Polong per Tanaman (g)	183.4	27.08	luas	0.49	Sedang	15.74	tinggi
Potensi Hasil (ton/ha)	0.72	1.69	sempit	0.49	Sedang	15.72	tinggi

Keterangan : Keragaman luas ($\sigma^2g > 2 \sigma$) ; Keragaman sempit ($\sigma^2g < 2 \sigma$) ; KG : Keragaman genetik ; KGH : Kemajuan genetik harapan

Potensi Galur Kacang Panjang Polong Ungu

Berdasarkan pada warna polong yang diamati, analisis karakter kuantitatif, permintaan pasar, rasa polong segar, tekstur permukaan polong, kadar kandungan

antosianin terseleksi 6 galur harapan dari kacang panjang ungu dari 15 galur. Selanjutnya semua galur yang terpilih akan dievaluasi dan diseleksi lebih lanjut dan akan diuji adaptasi.

Tabel 4. Nilai Keragaman dan Nilai Ragam Fenotip 15 Galur Harapan Kacang Panjang Ungu Terseleksi

No	Kode	Jumlah Polong per Tanaman	Panjang Polong per Tanaman (cm)	Jumlah Biji per Polong (biji)	Bobot Polong per Tanaman (g)	Kandungan Antosianin (ppm)	Kandungan Protein (%)	Potensi Hasil (ton/ha)
1	UBPU3-153	17.03	28.99	7.82	109.91	119.92	3.53	6.87
2	UBPU1-130	8.63	39.55	7.60	79.40	105.23	2.65	4.96
3	UBPU1-365	15.24	27.28	10.94	106.96	26.94	3.86	6.68
4	UBPU1-41	17.27	29.78	10.62	68.06	35.07	3.20	4.25
5	UBPU1-139	18.28	37.32	10.55	110.51	22.62	3.74	6.91
6	UBPU1-222	13.26	26.67	9.94	96.80	189.54	3.33	6.05

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat keragaman genetik yang luas pada semua karakter kuantitatif, jumlah polong per tanaman dan panjang polong dapat dijadikan sebagai

karakter utama dalam pelaksanaan seleksi. Didapatkan 15 galur harapan dari kacang panjang ungu yaitu UBPU3-153, UBPU2-237, UBPU3-249, UBPU3-286, UBPU1-130, UBPU1-365, UBPU1-289, UBPU2-52, UBPU1-41, UBPU2-202, UBPU1-139, UBPU1-222, UBPU2-41, UBPU3-194, UBPU1-55. Berdasarkan hasil evaluasi potensi saat ini didapatkan 6 galur

kandidat varietas baru kacang panjang ungu, yang memiliki potensi berdaya hasil tinggi serta kandungan antosianin tinggi yaitu UBPU3-153, UBPU1-130, UBPU1-365, UBPU1-41, UBPU1-139 dan UBPU1-222.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar K (2012). Novelty, Unique, Uniformity and Stable Simulation Test on UB Lines of Yardlong Bean, Article of Publication, Agriculture Faculty University of Brawijaya Malang, Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. 2014. Produksi Sayur di Indonesia. [internet]. Jakarta (ID). http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php. Diakses 25 November 2016.
- Eid, M. H. 2009. Estimation of heritability and genetic advance of yield traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought condition. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*. 1(7):115-120.
- Gomez, K. A. 1983. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley and Sons, Inc. United States of America p 680.
- Hamdi, A., El-Ghareib, AA., Shafey, SA. Ibrahim. 2003. MAM Genetic variability, heritability and expected genetic advance for earliness and seed yield from selection in lentil. *Egypt J. Agric. Res.* 81(1):125-137.
- Kasno, A. 1992. Pemuliaan tanaman kacang-kacangan. *Dalam Prosiding Simposium Pemuliaan I*. PPTI Komisariat. Jawa Timur. P 39-68.
- Kuswanto and Budi Waluyo. 2011. The Adaptation Trials On Yardlong Bean Lines Have Tolerant to Aphids and High Yield, *Agrivita Journal of Agricultural Science* 33(1) : 182-187.
- Kuswanto, Waluyo B, Hardinaningsih P (2013). Segregasi dan Seleksi Kacang Panjang yang diamati (*Vigna Sesquipedalis*(L). Fruwirth) untuk mendapatkan galur-galur harapan kacang panjang polong ungu. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*. Vol. 3 (3) pp.88-92.
- Mangoendidjojo, W. 2003. Dasar-dasar Pemuliaan Tanaman. Kanisius. Yogyakarta.
- Maimun,B., Yushardi, A., Sa'diyah N. 2013. Daya Waris dan Harapan Kemajuan Seleksi KarakterAgronomi Kedelai Generasi F₃, Hasil Persilangan Antara Yellow Bean dan Taichung. *J. Agrotek Tropika* 1(1) 20-24.
- Melinda, Damayanti TA, Hidayat SH. 2015. Identifikasi Molekuler Bean Common Mosaic Virus yang Berasosiasi dengan Penyakit Mosaik Kuning Kacang Panjang. *J.HPT Tropika* 15(2) : 132-140.
- Nasir, M. 2001. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Petersen. R. 1994. Agricultural Field Experiments Design and Analysis. Oregon State University. New York. Pp. 162-173.
- Syukur, M., S. Sujiprihati dan R. Yuniarti. 2012. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta. Pp. 6-7, 65-67, 111-113, 123-125.
- Zuri W., Yulianah I., Respatijarti. 2014. Heritabilitas dan Kemajuan Genetik Harapan Populasi F₂ pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman* 2(3) : 247-252.