Evaluasi Variasi Genetik Hasil Persilangan Diploid X Tetraploid Beserta Resiproknnya Pada Tanaman Semangka (*Citrullus lanatus*)

Evaluation of Genetic Variation Resulting From Diploid X Tetraploid Crossing And The Reciprocity of Watermelon Plants (*Citrullus lanatus*)

Savitri Perwitasari Putri*), Arifin Noor Sugiharto, Respatijarti

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

*)Email : savitriperwitasari@gmail.com

ABSTRAK

Musim tanam sebelumnya dilakukan persilangan berupa persilangan dua tetua berbeda yaitu semangka diploid dan semangka tetraploid. Tetua tersebut disilangkan kembali secara bolak balik yang dikenal persilangan resiprok. Hasil persilangan 6 genotip yang telah dilakukan menghasilkan generasi F1 yang seragam sehingga bila ditanam kembali akan menghasilkan F2 yang beragam. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui variasi genetik serta menganalisis pengaruh dari tetua betina pada berbagai karakter yang diamati. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Lamong, Kecamatan Badas, Kabupaten Kediri, Jawa Timur pada bulan Februari sampai bulan Mei 2020. Rancangan percobaan yang dilakukan berupa Rancangan Acak Kelompok dengan menggunakan 3 galur triploid (hasil persilangan tetraploid x diploid), 3 galur resiprok (hasil persilangan diploid x tetraploid), 1 galur diploid dan 1 galur tetraploid sehingga didapatkan 8 perlakuan. Karakter pengamatan yang digunakan adalah karakter kualitatif yang terdiri dari bentuk dan warna daun, warna kulit buah, warna daging buah, ukuran biji dan warna biji. Karakter kuantitatif yang diamati terdiri dari jumlah percabangan, umur berbunga jantan dan betina pertama muncul, berat buah, kadar gula serta berat biji. Hasil penelitian ini berupa didapatkan nilai keragaman genetik yang tergolong rendah pada tiap parameter. Adanya perbedaan

yang nyata pada parameter kemanisan buah pada perbandingan galur triploid TR x Tai-tet dengan galur resiprok Tai-tet x TR serta galur resiprok ITHT x TRA dengan galur resiprok (ITHT x TRA) x TR. Selain itu, terdapat adanya perbedaan yang nyata berat buah pada perbandingan galur resiprok ITHT x TRA dengan galur resiprok (ITHT x TRA) x TR.

Kata Kunci: Diploid x Tetraploid, Resiprok, Semangka, Variasi Genetik

ABSTRACT

The crosses have been carried out in previous planting season were in form of crossing two different parents, namely diploid and tetraploid watermelons. The elders are crossed back and forth, known as reciprocal crosses. The results of crossing 6 genotypes have been carried out produce uniform F1 generations when replanted, they will produce various F2. The purpose of research is determine genetic variation and analyze influence of female parents on various characters. This research was conducted in Lamong Village, Badas District, Kediri Regency, East Java from February to May 2020. The experimental design was carried out in randomized block design using 3 triploid lines, 3 reciprocal lines, 1 diploid line and 1 tetraploid line that 8 treatments were obtained. The observational characters used are qualitative characters consisting of leaf shape and color, fruit skin color, fruit

flesh color, seed size and color, while quantitative characters consist of the number of branches, age of first male and female flowers, fruit weight, sugar content and weight seed. The results of this study were obtained in form of low genetic diversity values for each parameter. There was a significant difference in the fruit sweetness parameters in the comparison of the TR x Tai-tet triploid line with the Tai-tet x TR reciprocal line and the ITHT x TRA reciprocal line with the reciprocal line (ITHT x TRA) x TR. Furthermore, there was significant difference fruit weight in comparison of the reciprocal ITHT x TRA with the reciprocal lines (ITHT x TRA) x TR.

Keywords: Diploid x Tetraploid, Reciprocal, Watermelon, Genetic Variation

PENDAHULUAN

Buah semangka memiliki potensi untuk dikembangkan yang diakibatkan minat masyarakat semakin meningkat sehingga mendorong adanya perkembangan teknologi rekayasa genetik di bidang pertanian yaitu semangka tanpa biji. Kegiatan perakitan semangka tanpa biji memerlukan beberapa karakter yang diinginkan yang terdapat dalam berbagai genotipe. Guna meningkatkan karakter yang diinginkan tersebut perlu dilakukannya perluasan keragaman genetik salah satunya persilangan (hibridisasi) (Syukur *et al.*, 2012). Persilangan yang telah dilakukan pada musim tanam sebelumnya berupa menyilangkan dua tetua berbeda yaitu semangka diploid dan tetraploid yang disilangkan kembali secara bolak balik yang dikenal persilangan resiprok. Hasil keragaman genetik tersebut dari segregasi gen tetua digunakan sebagai sumber seleksi tanaman. Semangka merupakan tipe tanaman menyerbuk silang sehingga metode seleksi yang cocok adalah metode seleksi daur ulang (*recurrent selection*). Metode seleksi tersebut berupa persilangan antara tetua pendonor (*nonrecurrent parent*) disilangkan dengan tetua yang diinginkan (*recurrent parent*). Hasil yang didapatkan dari persilangan tersebut disilangkan kembali pada tetua yang

diinginkan (*recurrent parent*). Proses persilangan tersebut diulang sampai didapatkan tanaman semangka yang memiliki karakteristik morfologis dan fisiologis yang diinginkan (Barham dan Gilroy, 2007).

Persilangan pada musim tanam sebelumnya berupa persilangan semangka tetraploid dengan semangka diploid yang menghasilkan turunan F1 dan F1R. Turunan F1 merupakan hasil persilangan semangka tetraploid x semangka diploid yang disebut semangka triploid sedangkan hasil turunan F1R merupakan hasil persilangan semangka diploid x semangka tetraploid. Hasil persilangan 6 genotip yang telah dilakukan menghasilkan generasi F1 yang seragam sehingga bila ditanam kembali akan menghasilkan F2 yang beragam. Keragaman alel yang dimiliki mampu menyebabkan tingginya tingkat heterozigositas pada masing-masing tanaman tetua (Santoso *et al.*, 2014). Kemudian, pewarisan karakter dari tetua kepada keturunannya mampu menghasilkan keturunan dari F1 yang berbeda dengan keturunan dari hasil persilangan resiprok F1R (Syukur *et al.*, 2015). Perbedaan yang terjadi mampu meningkatkan suatu keberagaman dalam suatu populasi.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai keragaman hasil persilangan semangka diploid x semangka tetraploid beserta resiproknya dengan tujuan untuk mengetahui variasi genetik serta menganalisis pengaruh dari tetua betina pada berbagai karakter yang diamati. Hasil yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah dengan mengetahui variasi genetik dan pengaruh tetua betina, hasil persilangan tersebut dapat dievaluasi serta diseleksi. Hasil dari seleksi tersebut dapat memunculkan karakter yang diinginkan berupa genotipe yang memiliki kombinasi sifat yang diharapkan. Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat adanya keragaman genetik hasil persilangan diploid x tetraploid serta pengaruh tetua betina pada karakter yang diamati.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Lamong, Kecamatan Badas, Kabupaten Kediri, Jawa Timur pada bulan Februari sampai bulan Mei 2020.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 galur triploid, 3 galur resiprok, 1 galur diploid, dan 1 galur tetraploid yang merupakan koleksi CV. Blue Akari. Galur triploid dan galur resiprok yang didapatkan dari hasil penelitian pada musim tanam sebelumnya. Bahan lainnya yaitu pupuk ZA, Urea, TSP, KCl, pupuk mikro Borate, pupuk kandang, insektisida karbofuran, serta abu sekam. Alat-alat yang digunakan adalah cangkul, sabit, naman, tugal, meteran, penggaris, timbangan analitik, kamera dan alat tulis.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Kelompok dengan menggunakan 3 galur triploid (hasil persilangan tetraploid x diploid), 3 galur resiprok (hasil persilangan diploid x tetraploid), 1 galur diploid dan 1 galur tetraploid sehingga didapatkan 8 perlakuan. Galur triploid dan galur resiprok diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Jarak tanam yang digunakan 2,2 x 0,6 m dan 1 bibit tanaman tiap lubang tanam. Keenam galur yang digunakan tersebut merupakan galur generasi F1. Galur triploid memiliki bunga jantan mandul (steril) (Qu dkk, 2016), sehingga diperlukan galur diploid yaitu galur Arab-tai agar galur triploid dapat menghasilkan buah. Penelitian ini juga menggunakan galur tetraploid (galur TR) yang bertujuan untuk menghasilkan keturunan yang dapat memunculkan keragaman baru. Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini berupa populasi galur resiprok dibagi menjadi separuh populasi disilangkan dengan galur TR sedangkan separuh populasi diselfing. Pelaksanaan kegiatan penelitian diawali dari persemaian benih, pengolahan tanah, penanaman, pemeliharaan, serta panen. Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan, penyulaman,

pemangkasan cabang, pemberian alas buah, penyiraman, persilangan, penyiangan dan pendagiran, pembalikan buah serta pengendalian hama penyakit. Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan pada sampel tanaman yang telah terpilih. Karakter pengamatan yang digunakan adalah karakter kualitatif dan karakter kuantitatif. Karakter kualitatif terdiri dari bentuk dan warna daun, warna kulit buah, warna daging buah, ukuran biji dan warna biji. Karakter kuantitatif terdiri dari jumlah percabangan, umur berbunga jantan dan betina pertama muncul, berat buah, kadar gula serta berat biji.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan pendugaan keragaman genetik yang terlebih dahulu mencari sidik ragam ANOVA. Apabila data yang didapatkan terdapat perbedaan nyata maka, dilakukannya uji lanjut BNJ 5%. Data yang diperoleh dianalisis guna mengetahui koefisien keragaman genetik. Berdasarkan analisis ragam, perhitungan nilai ragam lingkungan (σ^2e), ragam fenotipe (σ^2p), dan ragam genetik (σ^2g) yang digunakan untuk menentukan koefisien keragaman genetik (KKG) yang diduga menggunakan persamaan sebagai berikut Menurut Yuwono, Murti, Basunanda (2015):

- Ragam Lingkungan (σ^2e)
 $\sigma^2e = KTe$
- Ragam Genetik (σ^2g)
 $\sigma^2g = \frac{KTg - KTe}{r}$
- Ragam Fenotip (σ^2p)
 $\sigma^2p = \sigma^2g + \frac{\sigma^2e}{r}$
Dimana r merupakan ulangan
- Koefisien Keragaman Genetik

Koefisien keragaman genetik setiap karakter dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

KKG adalah Koefisien Keragaman Genetik, σ^2g adalah ragam genetik dan $\bar{X}$ adalah nilai rerata. Nilai KKG berkisar 0-

100% dikategorikan berdasarkan Abdurrachan, Yulianah, Saptadi (2018) yaitu sebagai berikut:

$0 < x < 25\%$ = rendah

$25\% < x < 50\%$ = agak rendah

$50\% < x < 75\%$ = cukup tinggi

$75\% < x < 100\%$ = tinggi

Nilai KKG kategori rendah hingga agak rendah termasuk keragaman genetik sempit sedangkan nilai KKG cukup tinggi hingga tinggi termasuk keragaman genetik luas.

Selain dianalisis dengan pendugaan keragaman genetik, data kuantitatif dianalisis juga dengan menggunakan uji T untuk mengetahui pengaruh tetua betina pada pewarisan sifat yang dilakukan dengan membandingkan rata-rata dari generasi F1 dan resiprokalnya (F1R) (Arif, Sujipriharti, Syukur, 2011). Data F1 dan F1 resiprokalnya dihitung nilai rata-ratanya, ragam serta simpangan bakunya yang terlebih dahulu mengamati morfologi karakter berdasarkan deskriptor (Soverda dan Alia, 2013). Analisis dengan menggunakan uji T tersebut dilakukan sebanyak data pengamatan yang didapat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman yang dihasilkan dari galur triploid dan galur resiprok berdasarkan analisis pendugaan keragaman genetik memiliki hasil yang tidak berbeda nyata. Nilai koefisien keragaman genetik yang didapatkan dalam penelitian ini memiliki nilai yang lebih rendah daripada nilai koefisien keragaman fenotipnya. Hal tersebut dikarenakan keragaman yang didapatkan pada parameter lebih dikarenakan oleh faktor lingkungan daripada faktor genotip (Handayani dan Hidayat, 2012). Nilai keragaman genetik yang didapat (tabel 1) termasuk kategori keragaman genetik rendah yaitu $0 < x < 25\%$ yang merupakan kriteria keragaman genetik sempit berdasarkan Abdurrachan, Yulianah, Saptadi (2018). Apabila tingkat keragaman genetik sempit maka hal tersebut

menunjukkan bahwa individu dalam populasi tersebut memiliki lokus yang telah homozigot untuk semua karakter yang diamati. Selain dari analisis pendugaan keragaman genetik, keragaman genetik yang dihasilkan juga didapat dari pengamatan parameter kualitatif dari galur triploid dan galur resiprok yang hasilnya memiliki macam variasi yang beragam berdasarkan bentuk daun, warna daun, warna kulit buah, warna daging buah, warna biji serta ukuran biji. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Zuraida (2010) bahwa keragaman pada karakter kualitatif mampu menunjukkan adanya variasi dalam suatu populasi.

Persilangan antara galur resiprok dan galur TR digunakan untuk menghasilkan keturunan yang beragam yang dapat memunculkan keragaman baru. Akan tetapi, persilangan yang dilakukan mengalami banyak hambatan yang terlihat dari jumlah biji kopong yang didapat cukup banyak padahasil persilangan tersebut. Hambatan yang terjadi pada persilangan tersebut terlihat dari gugurnya bunga yang telah dipolinasi serta busuknya bakal buah hasil polinasi. Kesulitan dalam mencapai keberhasilan tersebut dapat mempengaruhi nilai keragaman genetik yang akan menjadi rendah. Beberapa hal yang menjadi faktor yang mempengaruhi keberhasilan persilangan pada penelitian ini yaitu adanya inkompatibilitas serta kondisi lingkungan ketika melakukan persilangan (Yuniastin, Ujianto, Mulyati, 2018). Inkompatibilitas yang terjadi pada penelitian ini dapat dikarenakan tidak berhasilnya polen berkecambah pada stigma dan pembentukan bakal buah setelah polinasi (Alfiyah, Yulianah, Kuswanto, 2017).

Pembentukan biji yang rendah dalam setiap buah bergantung pada berbagai faktor yaitu ratanya butiran serbuk sari yang dioleskan pada stigma, kondisi lingkungan ketika waktu penyerbukan dilaksanakan dan kesesuaian persilangan. Buah muda gugur atau tidak mencapai masak disebabkan ketidakmampuan tanaman yang memiliki polen dan ovule dalam membentuk biji karena gangguan genetik dan fisiologis

Tabel 1. Hasil Analisis Ragam dan Ragam Genetik Tiap Parameter

Parameter	KT	Fhit	RG	RF	KKG (%)	KKF (%)
Jumlah Percabangan	0,38	1,65 ^{tn}	0,05	0,18	0,06	0,11
Bunga Jantan	7,99	1,03 ^{tn}	0,07	2,66	0,01	0,61
Bunga Betina	15,03	1,07 ^{tn}	0,32	5,01	0,02	0,07
Berat Buah	0,32	3,37 ^{tn}	0,07	0,11	0,32	0,38
Kemanisan Buah	9,36	1,05 ^{tn}	0,14	3,12	0,08	0,37
Berat Biji	66,36	1,92 ^{tn}	10,59	22,12	0,50	0,72
Jumlah Biji Jadi	15889,19	1,36 ^{tn}	1405,63	5296,50	0,37	0,72
Jumlah Biji Kopong	1468,20	1,00 ^{tn}	1,89	489,40	0,05	0,88

Keterangan: KT = Kuadrat Tengah; RG = Ragam Genetik; RF = Ragam Fenotip; KKG = Koefisien Keragaman Genetik; KKF = Koefisien Keragaman Fenotip

Tabel 2. Uji T Semua Populasi Galur Triploid dan Galur Resiprok Pada Parameter Jumlah Percabangan, Umur Berbunga Jantan Dan Betina

Parameter Yang Diamati	t hit			t tabel
	Trip A dan Res a	Trip B dan Res b	Trip C dan Res c	
Jumlah Percabangan	0,31 ^{tn}	1,39 ^{tn}	-	2,12
Umur Berbunga ♂	1,44 ^{tn}	0,19 ^{tn}	-	2,12
Umur Berbunga ♀	1,57 ^{tn}	0,06 ^{tn}	-	2,12

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata

Tabel 3. Uji T Semua Populasi Galur Triploid dan Galur Resiprok Pada Parameter Berat Buah, Kemanisan Buah, Berat Biji, Jumlah Biji Jadi

Parameter Yang Diamati	t hit									t tabel
	Trip A dan Self a	Trip A dan a x TR	Self a dan a x TR	Trip B dan Self b	Trip B dan b x TR	Self b dan b x TR	Trip C dan Self c	Trip C dan c x TR	Self c dan c x TR	
Berat Buah	0,58 ^{tn}	-	-	0,42 ^{tn}	0,24 ^{tn}	0,12 ^{tn}	-	-	3,09*	2,26
Kemanisan Buah	4,00*	-	-	0,61 ^{tn}	0,01 ^{tn}	0,61 ^{tn}	-	-	4,26*	2,26
Berat Biji	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah Biji Jadi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata; (*) = berbeda nyata

yang menghalangi fertilisasi (Sari, Kendarini, Damanhuri 2017). Kondisi lingkungan ketika melakukan polinasi terjadi ketika musim hujan sehingga dapat mempengaruhi keberhasilan pembentukan buah yang mengakibatkan buah muda menjadi gugur.

Hasil dari galur triploid dan galur resiprok berdasarkan analisis uji beda nilai tengah (Uji t) (tabel 2-3) menunjukkan bahwa, parameter kemanisan buah pada perbandingan nilai rata-rata galur triploid TR x Tai-tet dengan galur resiprok Tai-tet x TR serta selfing galur resiprok ITHT x TRA dengan (ITHT x TRA) x TR menghasilkan adanya perbedaan yang nyata. Selain pada kemanisan buah, nilai rata-rata

perbandingan selfing galur resiprok ITHT x TRA dengan hasil persilangan (ITHT x TRA) x TR memiliki adanya perbedaan yang nyata pada parameter berat buah. Sedangkan nilai rata-rata hasil galur triploid dengan galur resiprok lainnya terhadap parameter jumlah percabangan, umur berbunga jantan, umur berbunga betina tidak memiliki adanya perbedaan yang nyata. Menurut Pemandungan dan Ogie (2018), parameter yang tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dapat dikatakan bahwa pewarisan sifat pada sebagian besar parameter menjadikan tetua betina dan tetua jantan memberikan sumbangan genetik yang sama pada keturunannya serta memungkinkan

terjadinya penggabungan gen antara kedua tetuanya. Selain itu berbeda dengan parameter lainnya, hasil uji t juga menunjukkan hasil yang berbeda pada parameter kemanisan buah pada perbandingan nilai rata-rata galur triploid TR x Tai-tet dengan nilai rata-rata hasil galur resiprok Tai-tet x TR. Parameter yang menunjukkan adanya perbedaan yang nyata memperlihatkan bahwa tetua betina memberikan sumbangan genetik yang lebih besar pada keturunannya dari pada tetua jantan. Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya efek maternal yang terjadi apabila genotipe nukleair dari tetua betina mampu menentukan fenotipe keturunannya sehingga fenotipe keturunan yang dihasilkan merupakan dampak dari genotip atau fenotipe tetua betina (Singh *et al.*, 2017). Kontribusi dari pengaruh efek maternal terhadap fenotipe keturunan yang diturunkan tidak melalui transmisi genetik tetapi melalui sifat fenotipik maternal (Van Dooren, Hoyle, Plaistow, 2016).

KESIMPULAN

Nilai keragaman genetik yang didapatkan pada semua parameter yang diamati yaitu jumlah percabangan, umur bunga jantan dan betina, berat buah, kemanisan buah, berat biji serta jumlah biji pada tiap galur memiliki nilai koefisien keragaman genetik yang rendah sehingga dapat dikategorikan sebagai koefisien keragaman genetik sempit. Nilai rata-rata galur triploid TR x Tai-tet dengan galur resiprok Tai-tet x TR serta nilai rata-rata selfing galur resiprok ITHT x TRA dengan (ITHT x TRA) x TR menghasilkan adanya perbedaan yang nyata pada parameter kemanisan buah. Selain pada kemanisan buah, perbandingan nilai rata-rata selfing galur resiprok ITHT x TRA dengan hasil persilangan (ITHT x TRA) x TR pada parameter berat buah memiliki perbedaan yang nyata. Sehingga dapat dikatakan bahwa adanya pengaruh dari efek maternal yang memperlihatkan bahwa tetua betina memberikan sumbangan genetik lebih besar pada keturunan daripada tetua jantan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Prof. Ir. Arifin Noor Sugiharto, M.Sc.,Ph.D. selaku penyelenggara penelitian di Kediri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, S., Yulianah, I., Saptadi, D. 2018.** Penampilan dan Pendugaan Heritabilitas 9 Populasi S3 Tanaman Semangka (*Citrullus lanatus* (Thunberg) Matsum dan Nakai). *Produksi Tanaman* 6(1):119–128.
- Alfiah, L., Yulianah, I., Kuswanto. 2017.** Studi Keberhasilan Persilangan Kacang Bogor (*Vigna subteranea* L.) Galur Introduksi dan Galur Lokal. *Produksi Tanaman* 5(12):2041–2046.
- Arif, B. A., Sujiprihati, S., Syukur, M. 2011.** Pewarisan Sifat Beberapa Karakter Kualitatif Pada Tiga Kelompok Cabai. *Buletin Plasma Nutraf* 17(2):73–79.
- Barham, W. S., Gilroy. 2007.** *Method of Producing Seedless Watermelon.* *HortScience* 29(6):707–708.
- Handayani, T., Hidayat, I. M. 2012.** Keragaman Genetik dan Heritabilitas Beberapa Karakter Utama Pada Kedelai Sayur dan Implikasinya Untuk Seleksi Perbaikan Produksi. *Hortikultura* 22(4):327–333.
- Pemandungan, Y., Ogie, T. B. 2018.** Pewarisan Sifat Warna dan Tipe Biji Jagung Manado Kuning. *Eugenia* 21(1):1–8.
- Qu, H., C. Zhang, Sun, Y. 2016.** *The Mechanism of Seedlessness in Watermelon Generated Using Soft-X-Ray Irradiated Pollen.* *African Journal of Agricultural Research* 11(25): 2200–2204.
- Santoso, P. J., Djamas, N., Rebin, Pancoro, A. 2014.** Analisis Diversitas dan Paternitas progenis F₁ Hasil Persilangan Arumanis 143 x Mangga Merah Menggunakan Marka Mikrosatelit. *Hortikultura* 24(3):210–219.
- Sari, D. K., Kendarini, N., Damanhuri. 2017.** Studi Inkompatibilitas Pada

- Beberapa Kombinasi Persilangan Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.). Produksi Tanaman 5(9):1518–1524.
- Singh, J., Michelangeli, J. A. C., Gezan, S. A., Lee, H., Vallejos, C. E. 2017.** *Maternal Effects on Seed and Seedling Phenotypes in Reciprocal F₁ Hybrids of the Common Bean (Phaseolus vulgaris L.)*. Frontiers in Plant Science 42(8):1–13.
- Soverda, N., Alia, Y. 2013.** Pewarisan Sifat Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) Toleran Terhadap Naungan Melalui Karakter Fisiologi Fotosintetik. Ilmu Pertanian Kultivar 7(1):1–11.
- Syukur, M., Sastrosumarjo, S., Wahyu, Y., Asyah, S. I., Sujiprihati, S., Yuniati, R. 2015.** Sitogenetika Tanaman. Bogor: IPB Pres.
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Yuniati, R. 2012.** Teknik Pemuliaan Tanaman. Depok: Penebar Swadaya.
- Van Dooren, T. J. M., Hoyle, R. B., Plaistow, S. J. 2016.** *Maternal Effect*. Encyclopedia of Evolutionary Biology 2.
- Yuwono, P. D., R. H. Murti, P. Basunanda. 2015.** Studi Keragaman Genetik Dua Puluh Galur Inbred Jagung Manis Generasi S7. Ilmu Pertanian 18(3):127-134.
- Yuniastin, B. W., Ujianto, L., Mulyati. 2018.** Kajian Tingkat Keberhasilan Persilangan Antara Melon (*Cucumis melo* L.) dengan Blewah (*Cucumis melo* var *cantalupensis*). Crop Agro 111):33–39.
- Zuraida, N. 2010.** Karakterisasi Beberapa Sifat Kualitatif dan Kuantitatif Plasma Nutfah Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.). Buletin Plasma Nutfah 16(1):49–56.