

Pengaruh Tetua Betina pada Hasil Persilangan Cabai (*Capsicum annuum* L.) terhadap Morfologi Daun

Maternal Effect on the Results of Crossing Chilies (*Capsicum annuum* L.) on Leaf Morphology

Tengku Laila Kamaliah^{1,2*}, Muhammad Syukur², Sobir², Awang Maharijaya², dan Purnama Hidayat³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Biologi dan Pertanian, Universitas Nasional

²Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University

³Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University

*Korespondensi : tengkulailakamaliah@gmail.com

ABSTRAK

Pemuliaan cabai (*Capsicum annuum* L) terhadap cekaman biotik, khususnya kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.), memerlukan informasi pola pewarisan sifat ketahanan terhadap kutu kebul. Morfologi daun merupakan salah satu karakter seleksi ketahanan terhadap kutu kebul. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui adanya pengaruh tetua betina (*maternal effect*) terhadap morfologi daun hasil persilangan cabai varietas Ungara (sangat tahan kutu kebul) dan varietas Anies (tahan kutu kebul) dan menduga aksi gen yang mengendalikan. Penelitian dilakukan di rumah plastik Sinar Alam Sari, Cibereum, Dramaga, Bogor pada bulan Juni hingga Desember 2021. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan empat genotype, yaitu : P1 (Ungara sebagai tetua betina), P2 (Anies sebagai tetua jantan), F1, dan F1R (F1 resiprocal). Semua perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 12 unit percobaan. Analisis data penelitian menggunakan uji T. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa adanya pengaruh tetua betina pada karakter jumlah stomata dan trikhoma. Tidak ada pengaruh tetua betina pada karakter ketebalan epidermis, panjang dan kerapatan palisade, tebal daun, dan warna daun sehingga pewarisan karakter ini berasal dari gen yang berada di dalam inti sel.

Keyword : cabai, kutu kebul, stomata, trikhoma

ABSTRACT

Breeding of chili (*Capsicum annuum* L) against biotic stress, especially whiteflies (*Bemisia tabaci* Genn.), requires information on the inheritance patterns of resistance to whiteflies. Leaf morphology is one of the selection characteristics of for resistance to whitefly. This study aimed to determine the maternal effect on the leaf morphology of crosses of chili Ungara varieties (very resistant to whitefly) and Anies varieties (resistant to whitefly) and to predict gene action that controlled them. The research was conducted in the greenhouse of Sinar Alam Sari, Cibereum, Dramaga, Bogor from June to December 2021. The experimental design used was a random complete block design with four genotypes: P1 (Ungara as afemale parent), P2 (Anies as a male parent), F1, and F1R (F1 resiprocal). All treatments were repeated three times, so there were 12 experimental units. The data was analyzed using the T test. Based on the research results, it was found that there was an influence of the female parents on the characteristics of the number stomata and trichomes. There was no influence of maternal effect on the characteristics of epidermis thickness, palisade length and density, leaf thickness, and leaf color. The inheritance of these characteristics comes from genes that are located in the nucleus of the cell.

Keyword : chili, whitefly, stomata, trichome

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annuum* L) merupakan salah satu sayuran penting di Indonesia. Cabai merupakan komoditas empat besar yang menyumbang kenaikan inflasi. Naik turunnya harga cabai merah mempengaruhi inflasi bulanan. Perbedaan perimbangan permintaan dan suplai merupakan salah satu penyebab ketidakstabilan harga cabai. Sentra penghasil cabai merah saat ini masih didominasi oleh Pulau Jawa (BPS, 2023).

Produksi cabai dipengaruhi oleh iklim dan hama penyakit. Kutu kebul merupakan salah satu hama penting pada cabai. Imago kutu kebul *B. tabaci* berukuran 2-3 mm, tubuhnya berwarna kuning dengan sayap transparan yang ditutupi dengan lapisan bubuk putih. Disebut kutu kebul (*whitefly*) karena warna putih berasal dari bubuk lilin putih yang menutupi sayapnya. Sayap imago kutu kebul dalam keadaan diam berbentuk seperti atap. Kutu kebul juga merupakan vektor penyakit keriting kuning pada cabai (Zaidi *et al.*, 2017). Semakin banyak populasi kutu kebul maka semakin tinggi juga kejadian penyakit keriting kuning (Singarimbun *et al.*, 2017). Pengendalian kutu kebul pada tanaman cabai merah dapat dilakukan dengan pengelolaan ekosistem, penggunaan varietas tahan, pengendalian hayati, pengendalian secara mekanis dan penggunaan insektisida. Pengendalian kutu kebul yang umum dilakukan yaitu dengan menggunakan insektisida. Insektisida yang melebihi dosis yang disarankan dapat mengakibatkan resistensi pada kutu kebul dan ledakan hama (Sani *et al.*, 2020). Pemuliaan cabai terhadap cekaman biotik dan abiotik masih terus dikembangkan.

Informasi genetik yang akurat diperlukan agar seleksi dapat lebih efektif dan efisien. Analisis pewarisan karakter kuantitatif, termasuk efek maternal, digunakan untuk mendapatkan informasi genetik (Poehlman and Sleeper 1996). Pola pewarisan ketahanan cabai terhadap kutu kebul *B. tabaci* Genn belum diketahui dengan pasti. Pada tomat dan kedelai ketahanan terhadap kutu kebul dikendalikan secara poligenik (Firdaus *et al.*, 2012; Sulisty 2014). Pada labu (*Cucurbita pepo*) gen ketahanan terhadap *B. tabaci* dikendalikan oleh gen monogenik resesif *sl sl* (Kabelka and Young 2010).

Kehilangan hasil dari serangan kutu kebul sebesar 45-80% pada cabai (Jeevanandham *et al.*, 2018). Salah satu faktor yang mempengaruhi kutu kebul dalam pemilihan tanaman inang yaitu anatomi dan morfologi daun (Goiana *et al.*, 2019; Santos *et al.* 2020). Ketahanan yang terkait dengan penghalang secara fisik (anatomi dan morfologi daun) seperti ada/tidaknya trikhoma, ketebalan lapisan epidermis, ketebalan daun, warna daun, dan penghalang secara kimiawi yaitu dengan adanya senyawa metabolit sekunder disebut dengan ketahanan antixenosis (Stout, 2013).

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan dari penelitian analisis pewarisan karakter kualitatif dan kuantitatif. Dari hasil penelitian sebelumnya didapatkan informasi genotipe Ungara merupakan genotipe sangat tahan terhadap kutu kebul *B. tabaci* dan genotipe Anies merupakan genotipe tahan (Kamaliah 2022). Tujuan penelitian ini yaitu melihat ada atau tidaknya efek maternal pada morfologi daun pada fase bibit dan menduga aksi gen. Efek maternal dapat meningkatkan atau menurunkan kualitas keturunan tanaman (Singh *et al.*, 2017).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Juni sampai Desember 2021. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Tanaman, Laboratorium Fisiologi Tanaman Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, dan Rumah Plastik Alam Sinar Sari, Dramaga, Bogor.

Bahan dan Alat

Material genetik yang digunakan adalah cabai (*Capsicum annuum* L.) varietas Ungara, varietas Anies, F1 dan F1R. Penyemaian bibit dilakukan di dalam rumah kaca guna menghindari serangan serangga yang tidak diinginkan. Benih disemai dalam tray plastik bersel 50. Dua benih disemai di dalam setiap sel tray plastik yang berisi media persemaian. Sebulan kemudian dipindahkan ke polibag kecil berukuran 15x20 cm yang berisi media tanam. Media tanam yang digunakan adalah media tanam siap pakai. Selama percobaan tidak dilakukan penyemprotan insektisida guna menghindari residu penggunaan kimiawi terhadap percobaan. Pemberian nutrisi tanaman dilakukan dengan pemberian

pupuk daun AB mix sejak 1 minggu setelah tanaman (MST). Bahan tanaman yang digunakan untuk percobaan ini yaitu tanaman yang berdaun 4-6 atau berumur 4MST.

Skoring Genotipe Cabai

Skoring genotipe cabai dilakukan berdasarkan panduan International Union for The Protection of New Varieties of Plants. Skoring dilakukan pada karakter warna batang dan warna tangkai daun. Untuk pengamatan warna daun, daun difoto dengan kamera handphone Samsung S8. Gambar tanaman ditransfer ke laptop dan dilakukan perhitungan intensitas warna merah, hijau, dan biru menggunakan software ImageJ.

Analisa Anatomi dan Morfologi Daun

Pengamatan jaringan tanaman, trikhoma dan stomata dilakukan di laboratorium Ekofisiologi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB. Ketiga pengamatan ini menggunakan daun daun ke 3 dan ke 4 dari pucuk. Daun tanaman dipotong menggunakan silet secara vertikal. Jaringan tanaman dilihat di mikroskop yang terhubung dengan komputer untuk perhitungan ukuran jaringan daun. Perhitungan jumlah trikhoma dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Sampel dari bagian tengah daun dipotong-potong berukuran sekitar $10 \times 10 \cdot \text{mm}^2$ lalu diletakkan di mikroskop.

Pengamatan stomata dengan cara, yaitu permukaan bawah daun diolesi tipis terlebih dahulu dengan kuteks (pewarna kuku) bening hingga mengering dan selanjutnya ditutup menggunakan isolasi bening pada bagian yang sudah terdapat olesan tersebut. Isolasi kemudian dikelupas secara hati-hati serta dipastikan irisan epidermis abaksial daun menempel pada selotip. Kemudian selotip yang berisi irisan abaksial daun direkatkan pada kaca benda (objektif). Preparat stomata yang sudah direkatkan pada kaca benda selanjutnya diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x sampai didapatkan tampilan tipe stomata yang jelas agar mudah dianalisis. Setelah didapatkan tampilan tipe stomata yang bagus dan jelas maka dilakukan dokumentasi menggunakan kamera.

Efek Maternal

Ada tidaknya efek maternal ditentukan berdasarkan uji beda nilai tengah (uji t) menurut Steel dan Torrie (1981) pada taraf 5% terhadap nilai tengah populasi F1 dibandingkan dengan F1 resiproknya. Jika kedua nilai tengah tidak berbeda nyata, maka berarti tidak ada efek induk betina (maternal effect) dalam pewarisan karakter yang diamati. Jika varian populasi F1 dan F1R juga homogen, maka kedua populasi tersebut dapat digabungkan dalam analisis selanjutnya. Kehomogenan varians diuji dengan uji F (Steel dan Torrie, 1981). Bila $F_{hit} < F_{tabel}$ maka varians kedua populasi adalah homogen.

Derajat Dominansi

Derajat dominansi diduga berdasarkan rumus pendugaan potensi rasio (hp) yang diutarakan oleh Petr dan Frey (1966):

$$hp = (F1 - MP) / (HP - MP)$$

Keterangan:

hp : potensi rasio, F1 : rata-rata nilai F1, HP : rata-rata nilai tetua tahan, MP : nilai tengah kedua tetua.

Berdasarkan nilai potensi rasio, derajat dominansi diklasifikasikan sebagai berikut:

hp = 0 : tidak ada dominansi

hp = 1 atau -1 : dominan atau resesif penuh

$0 < hp < 1$: dominan parsial

$-1 < hp < 0$: resesif parsial

hp > 1 atau hp < -1 : overdominasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persilangan dua genotipe diharapkan dapat menghasilkan turunan yang lebih baik dari kedua tetuanya. Pada penelitian ini nilai tengah kedua tetua (*mid parent*) pada semua karakter berada di antara nilai P1 (Ungara) dan P2 (Anies). Informasi pewarisan terkait pengaruh efek maternal pada persilangan dapat digunakan untuk perakitan genotipe cabai tahan hama dan penyakit.

Warna hipokotil cabai bervariasi yaitu putih, hijau dan ungu, sedangkan warna batang tanaman cabai yaitu hijau, hijau keunguan, dan ungu (Andrade *et al.*, 2020). Bantu dan Kokkanti (2019) menyatakan warna hipokotil cabai pada penelitiannya ungu pekat, ungu medium, ungu muda. Pada penelitian ini, warna tangkai daun P1 (Ungara) ungu pekat sedangkan warna tangkai daun P2 (Anies) hijau. Dapat dilihat pada tabel 1, warna tangkai daun F1 dan F1R berbeda. Hal ini berarti bahwa terdapat efek maternal dalam pewarisan karakter warna hipokotil dan batang.

Tabel 1. Rangkuman nilai tetua, F1 dan F1R pada karakter warna tangkai daun, warna ungu pada batang, dan spektrum warna daun.

Genotipe	Warna hipokotil	Warna ungu pada batang	Spektrum warna daun		
			Merah	Hijau	Biru
P1 (Ungara)	Ungu pekat	Sangat kuat (9)	99,649a	106,233	91,822a
P2 (Anies)	Hijau	Sangat lemah (1)	66,651 b	93,147	42,800c
MP			83,150	99,690	67,311
F1	Keunguan	Medium (5)	89,534a	110,708	54,341bc
F1R	Hijau	Lemah (3)	86,092ab	98,239	74,561ab
Uji t			tn	tn	tn
Nilai t			0,50	1,28	-2,29
Potensi rasio (hp)			0,387	1,684	-0,529
Aksi gen			Dominan parsial	Overdominan	Resesif parsial

Keterangan : *tn = tidak nyata pada taraf 5%, *angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf α 5% pada kolom yang sama

Warna ungu pada tangkai daun dan batang menunjukkan adanya antosianin. Pada tanaman cabai warna ungu dapat dilihat pada bagian hipokotil, kotiledon, batang, bunga, dan buah yang belum matang (Wang dan Bosland, 2006). Warna hipokotil dan batang Ungara dan Anies berbeda dengan F1 dan F1Rnya. Hal ini menunjukkan adanya efek maternal pada karakter ini. Pada persilangan cabai IPB C20 x C2, F1 dan F1R tidak berbeda pada karakter warna hipokotil dan kotiledon (Ritonga, 2013).

Nilai spektrum warna daun F1 dan F1R tidak berbeda nyata. Hal ini berarti karakter warna daun tidak dipengaruhi tetua betina (Tabel 1). Nilai spektrum warna merah pada daun F1 dan F1R tidak melebihi tetuanya. Hal ini sejalan dengan aksi gen dominan parsial. Dominan parsial atau dominansi tidak lengkap menggambarkan kondisi di mana fenotipe heterozygote merupakan pertengahan dari kedua parental homozygous (Timberlake, 2013). Nilai spektrum warna hijau pada daun F1 melebihi tetuanya, dengan aksi gen overdominan. Persilangan yang dilakukan dapat meningkatkan spektrum warna hijau pada daun. Nilai spektrum warna biru pada daun F1 dan F1R tidak ada yang melebihi tetuanya, dimana aksi gennya resesif parsial.

Nilai tengah populasi F1 dan F1R menunjukkan perbedaan yang nyata untuk peubah jumlah stomata dan jumlah trikhoma (Tabel 2). Hal ini berarti bahwa terdapat efek maternal dalam pewarisan karakter yang diamati. Adanya efek tetua betina pada kendali genetik jumlah stomata dan jumlah trikhoma mengindikasikan bahwa pewarisan karakter tersebut dipengaruhi oleh gen-gen pada sitoplasma tetua betina. Efek gen non aditif memiliki pengaruh yang lebih besar pada kandungan β -karotene and karotenoids pada kembang kol (Dey *et al.*, 2014). Aksi gen pada jumlah stomata per bidang pandang yaitu dominan parsial, pada jumlah trikhoma dan ketebalan epidermis yaitu resesif parsial. Abro *et al.*, (2022) menyatakan aksi gen tanaman kapas pada karakter ukuran stomata dan trikhoma bersifat aditif.

Tabel 2. Rangkuman nilai tetua, F1 dan F1R pada karakter jumlah stomata, jumlah trikhoma dan ketebalan epidermis.

Genotipe	Jumlah stomata per bidang pandang (d=0.5mm)	Jumlah trikhoma per 10 mm ²	Epidermis (µm)
P1 (Ungara)	33,667 a	1,333 c	23,149
P2 (Anies)	26,000 b	6,667 a	18,855
MP	29,833	4,000	21,002
F1	32,333 a	1,667 c	20,745
F1R	26,333 b	3,667 b	19,375
Uji t	*	*	tn
Nilai t	4,02	-4,24	0,58
	0,652	-0,875	-0,119
Potensi rasio (hp)			
Aksi gen	Dominan parsial	Resesif parsial	Resesif parsial

Keterangan : *tn = tidak nyata pada taraf 5%, *angka yang diikuti oleh huruf yang samamenunjukkan hasil tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf α 5% pada kolom yang sama

Berdasarkan uji t pada taraf 5 %, nilai tengah populasi F1 dan F1R menunjukkan perbedaan yang tidak nyata untuk peubah ketebalan epidermis, panjang palisade, kerapatan palisade dan tebal daun (Tabel 3). Hal ini berarti bahwa tidak terdapat efek maternal dalam pewarisan karakter yang diamati. Ketiadaan efek tetua betina pada kendali genetik karakter tersebut mengindikasikan bahwa karakter tersebut dikendalikan oleh gen-gen yang terletak di dalam inti sel dan pewarisannya tidak dipengaruhi oleh gen-gen pada sitoplasma tetua betina (Wolf and Wade, 2009). Aksi gen pada panjang palisade dan tebal daun overdominansi, sedangkan pada kerapatan palisade dominan parsial (Tabel 3).

Tabel 3. Rangkuman nilai tetua, F1 dan F1R pada karakter panjang palisade, kerapatan palisade, dan tebal daun.

Genotipe	Panjang palisade (µm)	Kerapatan palisade (per 100 µm ²)	Tebal daun (µm)
P1 (Ungara)	63,107 b	5,333 a	166,667 b
P2 (Anies)	81,110 a	3,667 c	207,047 a
MP	72,109	4,500	186,857
F1	59,564 bc	4,667 b	152,883 bc
F1R	53,026 c	3,667 c	138,962 c
Uji T	tn	tn	tn
Nilai T	1,52	2,12	2,29
	-1,394	0,200	-1,683
Potensi rasio (hp)			
Aksi gen	Overdominansi	Dominan parsial	Overdominansi

Keterangan : *tn = tidak nyata pada taraf 5%, *angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf α 5% pada kolom yang sama

Adanya pengaruh tetua betina pada pewarisan suatu karakter akan menyebabkan keturunan persilangan resiproknnya memberikan hasil yang berbeda, dimana ciri tetua betina akan lebih dominan tampak pada keturunannya. Hal ini menyebabkan tidak dapat digabungkannya analisis pewarisan sifat F1 dan F1R karena akan menghasilkan segregasi F2 berbeda dan tidak sesuai dengan segregasi mendel. Ritonga (2013) menjelaskan warna hipokotil dan warna kotiledon merupakan karakter yang sangat baik dijadikan sebagai marka untuk mengevaluasi kejadian penyerbukan silang alami pada tanaman cabai.

KESIMPULAN

Pewarisan warna tangkai daun dan batang, jumlah stomata per bidang pandang, dan jumlah trikoma dipengaruhi oleh tetua betina. Pewarisan spektrum warna daun, ketebalan epidermis, panjang dan kerapatan palisade dan tebal daun tidak dipengaruhi oleh tetua betina. Aksi gen pada spektrum warna hijau pada daun overdominan positif sedangkan pada panjang palisade dan tebal daun overdominan negatif. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui model pewarisan genetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abro, S., Rizwan, M., Deho, Z. A., Abro, S. A., Sial, M. A. 2022. Identification of heat tolerant cotton lines showing genetic variation in cell membrane thermostability, stomata, and trichome size and its effect on yield and fiber quality traits. *Frontiers in Plant Sci.* 12: 804315.
- Andrade, N. J. P., Altamirano, A. M, Bastidas, C. G. T., Sørensen, M. 2020. Morphological, sensorial and chemical characterization of chilli peppers (*Capsicum* spp.) from the CATIE Genebank. *Agronomy.* 10(11): 1732.
- Bantu, N. K., Kokkanti, M. 2019. Comparative morphological evaluation of different chilli (*Capsicum annuum* L.) varieties of Andhra Pradesh, India for agronomic traits. *J. Stress Physiol. Biochem.* 15(2): 21-36.
- Dey, S.S., Singh, N., Bhatia, R. 2014. Genetic combining ability and heterosis for important vitamins and antioxidant pigments in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). *Euphytica.* 195: 169–181.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2023. Perkembangan indeks harga konsumen Maret 2023. <http://www.bps.go.id/Inflasi-Maret-2023-ind>. [10 Oktober 2023].
- Firdaus, S., Van Heusden A.W., Harpenas, A., Supena, E.D.J., Visser, R.G.F., Vosman, B. 2012. Identification of silverleaf whitefly resistance in pepper. *Plant Breed.* 130(6): 708-714.
- Jeevanandham N, Marimuthu M, Natesan S, Mukkaiyah S, Appachi S. 2018. Levels of plant resistance in Chillies *Capsicum* spp against Whitefly, *Bemisia tabaci*. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 7(1): 1419-1441. doi:10.20546/ijemas.2018.701.174
- Kabelka, E.A., Young, K. 2010. Identification of molecular markers associated with resistance to squash silverleaf disorder in summer squash (*Cucurbita pepo*). *Euphytica.* 173: 49-54.
- Kamaliah, T. L. 2022. *Pengembangan Karakter Seleksi Ketahanan Cabai (Capsicum annuum L.) Terhadap Kutu Kebul Bemisia tabaci Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Dissertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 76 hal.
- Peter, F.C., K.J. Frey. 1966. Genotypic correlation, dominance, and heritability of quantitative characters in oats. *Crop. Sci.* 6:259-262
- Poehlman, J.M, Sleeper, D.A. 1996. *Breeding Field Crops*. Low State University (US): Press. Low.
- Ritonga, A.W. 2013. *Studi Penyerbukan Silang Alami Beberapa Genotipe Cabai (Capsicum annuum L.) dan Penentuan Metode Pemuliaannya*. Thesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 134 hal.
- Sani, I., Ismail, S. I., Abdullah, S., Jalinas, J., Jamian, S., Saad, N. 2020. A review of the biology and control of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. *Insects.* 11(9): 619.
- Santos, T.L.B, Baldin, E.L., Ribeiro, L.P., Souza, C.M., Soares, M.C.E., Fanela, T.M., Lourencao, A.L. 2020. Resistance Sources and Antixenotic Factors in Brazilian Bean Genotypes Against *Bemisia tabaci*. *Neotrop Entomol.* doi:10.1007/s13744-020-00821-7.

- Singarimbun, M.A, Pinem, M.I., Oemry, S. 2017. Relationship between *Bemisia tabaci* Genn. and yellow disease of chili in lowland. *J. Agrotek.* 5(4): 847-854.
- Singh, J., Clavijo Michelangeli, J. A., Gezan, S. A., Lee, H., Vallejos, C. E. 2017. Maternal effects on seed and seedling phenotypes in reciprocal F 1 hybrids of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Frontiers in Plant Sci.* 8:42.
- Steel, R. G., Torie, G. H. 1981. *Principles and procedures of statistics 2nd edition.* McGraw-Hill International Book Company.
- Stout, M.J. 2013. Reevaluating the conceptual framework for applied research on host-plant resistance. *Insect Sci.* 20: 263-272.
- Sulistyo, A. 2018. Pemuliaan Tanaman Kedelai Tahan Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.). *Buletin Palawija.* 28: 65-72.
- Timberlake, W.E. 2013. *Brenner's Encyclopedia of Genetics* (Second Edition). Academic Press.
- Wang, D., Bosland, P.W. 2006. The genes of Capsicum. *Hort. Science.* 41(5):1169- 1187
- Wolf, J.B. and Wade, M. J. 2009. What are maternal effects (and what are they not?) *Phil. Trans. R. Soc. B.* 364: 1107–1115.
- Zaidi, S.S.E.A., Briddon, R.W., Mansoor, S. 2017. Engineering dual Begomovirus *Bemisia tabaci* resistance in plants. *Trends in Plant Sci.* 22(1): 6-8.