

Efek Metaxenia terhadap Karakter Buah pada Hasil Persilangan Beberapa Genotipe Cabai Hias (*Capsicum annuum* L.) IPB

*Metaxenia Effect on Fruit Characters in Hybridization Results Several Genotypes of Ornamental Chili (*Capsicum annuum* L.) IPB*

Siti Hafsa^{*)}, Ranadianita Masyhura, Nura

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
Jl. Teuku Nyak Arief, Darussalam, Kec. Syiah Kuala, Banda Aceh 23111

^{*)} Penulis korespondensi E-mail: sitihafsah@unsyiah.ac.id

Diajukan: 16 Juni 2023 /Diterima: 240 Oktober 2023 /Dipublikasi: 28 November 2023

ABSTRACT

Improving the quality of ornamental chili fruit can be done by hybridization. However, the hybridization technique requires quite a long time to see new superior individuals. This research aims to determine the effect of metaxenia on fruit characteristics in the hybridization results of several IPB ornamental chili genotypes. This research was carried out from July 2022 to November 2022 at the Aceh Agricultural Technology Assessment Center (BPTP). Crossing was carried out reciprocally (full diallel) with 4 ornamental chili genotypes, namely Ayesha, Nazla, Violetta and Syakira. The parameters observed were the number of crossed flowers, the success of the cross, the success of fruit formation, the age of harvest, the number of seeds, the shape of the fruit and the shape of the fruit that changed. The results of the research showed that the highest percentage of success in hybridization results was obtained in the Syakira crosses and the highest percentage of successful fruit formation was obtained in the Ayesha crosses. The effect of metaxenia appears on the characteristics of harvest age, fruit shape and number of seeds. The combination of crossing Ayesha x Syakira produces a new variation in fruit shape, namely almost round. The Ayesha x Nazla cross combination produced the highest number of seeds, namely 38.50 seeds.

Keywords: *hybridized; metaxenia; ornamental chili*

INTISARI

Peningkatan kualitas buah cabai hias dapat dilakukan dengan hibridisasi. Namun teknik hibridisasi memerlukan waktu yang cukup lama untuk melihat individu baru unggul. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan efek metaxenia terhadap karakter buah pada hasil hibridisasi beberapa genotipe cabai hias IPB. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli 2022 hingga November 2022 di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh. Persilangan dilakukan secara resiprokal (*full diallel*) dengan 4 genotipe cabai hias yaitu Ayesha, Nazla, Violetta dan Syakira. Parameter yang diamati adalah jumlah Bunga persilangan, keberhasilan persilangan, keberhasilan pembentukan buah, umur panen, jumlah biji, bentuk buah dan bentuk buah yang berubah. Hasil penelitian menunjukkan, persentase keberhasilan hasil hibridisasi paling tinggi didapatkan pada persilangan tangkar dalam Syakira dan persentase keberhasilan pembentukan buah paling tinggi didapatkan pada persilangan tangkar dalam Ayesha. Efek metaxenia muncul pada karakter umur panen, bentuk buah dan jumlah biji. Kombinasi persilangan Ayesha x Syakira menghasilkan variasi baru dalam bentuk buah yaitu *almost round*. Kombinasi persilangan Ayesha x Nazla menghasilkan jumlah biji paling tinggi yaitu sebesar 38,50 biji.

Kata kunci: cabai hias; hibridisasi; metaxenia

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annuum* L.) lebih dikenal di Indonesia sebagai sayuran atau bumbu masak. Menurut Djarwaningsih (2005), tanaman cabai tidak hanya digunakan sebagai pelengkap masakan, tetapi juga sebagai tanaman hias. Menurut Stommel dan Griesbach (2008), permintaan cabai sebagai tanaman hias dan untuk konsumsi saat ini semakin meningkat, dan banyak permintaan untuk meningkatkan keragaman kedua fungsi tersebut.

Pemuliaan cabai hias dan cabe konsumsi memerlukan keragaman genetik yang tinggi. Oleh karena itu, Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT) LPPM IPB dan Departemen Agronomi dan Hortikultura (AGH) Fakultas Pertanian IPB telah mengeluarkan beberapa genotipe cabai hias seperti Ayesha, Nazla, Violetta, dan Syakira dengan sifat unggul berbeda sehingga memiliki keragaman genetik yang luas dan telah adaptif di Aceh. Proses seleksi pada karakter yang diinginkan diperlukan keragaman genetik cabai yang luas. Keanekaragaman genetik yang luas pada karakter tertentu menunjukkan bahwa kualitas karakter berpotensi untuk ditingkatkan karena seleksi dapat dilakukan dengan lebih fleksibel (Yunianti *et al.*, 2010).

Introduksi, mutasi, hibridisasi, dan poliploidisasi adalah metode yang dapat digunakan untuk memperoleh keragaman genetik (Syukur *et al.*, 2010). Proses penyerbukan silang antara tetua dengan susunan genetik yang berbeda dikenal

dengan istilah hibridisasi atau persilangan. Tujuan hibridisasi adalah menyilangkan atau menggabungkan semua sifat baik menjadi genotipe baru, memperluas keragaman genetik, menguji calon tetua, dan menggunakan vigor hibrid (Syukur *et al.*, 2015).

Pemuliaan menggunakan teknik hibridisasi membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menghasilkan individu baru yang unggul. Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan adanya efek metaxenia yang dapat dilihat langsung pada buah hasil persilangan. Efek metaxenia pada persilangan tomat dapat diamati pada karakter umur panen, jumlah biji dan bentuk buah (Widyasmara *et al.*, 2018). Studi efek metaxenia belum pernah dilakukan pada cabai hias. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan efek metaxenia dari keberhasilan hibridisasi pada beberapa genotipe cabai hias sebagai upaya deteksi keragaman secara dini dalam peningkatan kualitas buah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli 2022 hingga November 2022 di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh dan pengamatan terhadap hasil persilangan dilakukan di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala. Bahan yang digunakan adalah benih cabai hias (*Capsicum annuum* L.) varietas Ayesha, Nazla, Violetta, dan Syakira yang berasal dari

IPB yang telah adaptif di Aceh, media tanam yang terdiri tanah, kompos dan arang sekam dengan perbandingan 1:1:1 serta pupuk AB Mix dan tembakau untuk mencegah serangan hama dan penyakit. Peralatan yang digunakan adalah tray persemaian, pot dengan diameter 30 cm, pinset, pipet, hand sprayer, kertas label, cutter, gunting, benang, cawan petri, serta peralatan budidaya secara umum. Pengamatan karakter morfologi dilakukan menggunakan mistar, jangka sorong digital, timbangan analitik, serta kamera.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Non Faktorial dengan 4 genotipe cabai hias yang setiap genotipe diulang 3 kali sehingga terdapat 12 satuan percobaan. Masing-masing satuan percobaan terdiri dari 5 tanaman sehingga total keseluruhan adalah 60 tanaman. Persilangan dilakukan secara *crossing* dan *selfing*. *Crossing* dilakukan antar genotipe yang berbeda sedangkan *selfing* dilakukan pada genotipe yang sama. Persilangan dilakukan secara resiprokal (*full dialel*) sehingga terdapat 12 jenis *crossing* dan 4 jenis *selfing*. Dengan demikian, total perlakuan adalah sebanyak 16 perlakuan persilangan.

Penyemaian cabai hias berlangsung selama 28 hari atau hingga muncul 5-7 helai daun. Pindah tanam bibit cabai ke dalam pot dilakukan pada saat bibit berukuran tinggi ± 10 cm dan sudah mempunyai 5-7 daun sejati pada umur 28 HSS. Persilangan pada tanaman cabai dilakukan pada tanaman yang telah terdapat bunga reseptif. Waktu

persilangan adalah pagi hari pukul 06.00-09.00 WIB. Proses persilangan diawali dengan melakukan kastrasi pada bunga tetua betina yang masih kuncup atau belum mekar. Kastrasi dilakukan menggunakan pinset, mahkota dan tangkai sari cabai hias dicabut sehingga tertinggal putik dan bakal buah. Tetua jantan dipilih di antara bunga yang telah mekar sesuai dengan rancangan percobaan. Serbuk sari dari tetua jantan diambil dengan pinset. Penyerbukan dilakukan dengan mengoleskan serbuk sari dari bunga jantan ke kepala putik bunga betina. Bunga betina yang telah diserbuki diberi label dengan kertas label persilangan. Pemanenan buah cabai dilakukan dengan memetik buah beserta tangkainya. Buah cabai hias yang sudah dipanen diamati sesuai parameter penelitian.

Pengamatan tanaman dilakukan secara individu pada masing-masing hasil kombinasi persilangan. Parameter kuantitatif yang diamati adalah persentase keberhasilan persilangan, persentase keberhasilan pembentukan buah, umur panen dan jumlah biji. Perhitungan keberhasilan persilangan dilakukan pada hari ke-3 setelah persilangan dengan rumus :

$$\text{Keberhasilan Persilangan (\%)} = \frac{\Sigma \text{ persilangan yang berhasil}}{\Sigma \text{ seluruh persilangan}} \times 100\%$$

Perhitungan keberhasilan pembentukan buah diamati pada hari ke-7 setelah persilangan dengan rumus :

$$\text{Keberhasilan pembentukan buah (\%)} = \frac{\Sigma \text{ buah yang terbentuk hari ke-7}}{\Sigma \text{ bakal buah terbentuk pada hari ke-3}} \times 100\%$$

Data kuantitatif umur panen dan jumlah biji dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) pada taraf 5%. Apabila hasil uji F menunjukkan pengaruh yang nyata, maka analisis diteruskan dengan uji Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Parameter data kualitatif merujuk pada IPGRI. Data kualitatif pengamatan bentuk buah yang berbeda dibanding dengan tangkar dalam tetua betina dilakukan dengan menghitung persentase bentuk buah yang berubah dengan rumus:

Bentuk buah yang berubah (%) =

$$\frac{\Sigma \text{ bentuk buah lain}}{\Sigma \text{ bentuk buah selfing}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberhasilan Persilangan dan Pembentukan Buah

Persentase keberhasilan persilangan dan pembentukan buah pada tangkar dalam dan kombinasi persilangan disajikan pada Tabel 1. Persentase keberhasilan persilangan tertinggi dihasilkan oleh kombinasi persilangan tangkar dalam Syakira sebesar 55,00%. Keberhasilan persilangan terendah dihasilkan oleh kombinasi persilangan Nazla x Violetta dan resiproknya sebesar 0%. Faktor yang mempengaruhi keberhasilan persilangan diantaranya kondisi polen tetua jantan dan tingkat kompatibilitas persilangan. Inkompabilitas pada persilangan terjadi karena ketidakcocokan organ jantan dan betina yang menyebabkan sel jantan gagal membuahi sel betina (Syukur *et al.*, 2018).

Hasil persilangan Nazla dan Violetta memiliki persentase keberhasilan persilangan yang rendah. Faktor yang mempengaruhi keberhasilan persilangan diantaranya kondisi polen tetua jantan dan tingkat kompatibilitas persilangan. Keberhasilan persilangan dipengaruhi oleh Self incompatibility, intensitas polinasi serta cuaca saat polinasi (Yunita *et al.*, 2015). Poespodarsono (1986) menyatakan Inkompabilitas atau ketidak serasian silang salah satunya dapat disebabkan oleh faktor genetik seperti tingkat kekerabatan. Interaksi serbuk sari dan putik selama penyerbukan seperti putik yang telah terserbuki tetapi tidak berhasil membentuk bakal buah, serta adanya penghambatan sebelum pembuahan, menunjukkan ciri dari inkompabilitas. Satu atau dua lokus dengan beberapa varian alelik mengatur ketidakcocokan genetik. Serbuk sari dari tanaman dengan alel yang sama akan ditolak, sehingga tidak terjadi fertilisasi dan persilangan tidak berhasil.

Tidak semua bunga yang disilangkan mampu menjadi buah, maka buah yang sudah terbentuk merupakan salah satu bukti keberhasilan persilangan. Persentase keberhasilan pembentukan buah tertinggi diperoleh dari kombinasi persilangan tangkar dalam Ayesha sebesar 88,46% dan terendah diperoleh dari kombinasi persilangan Nazla x Violetta dan resiprokalnya yaitu 0,00%. Kegagalan pertumbuhan endosperma dapat disebabkan oleh pembelahan sel yang lambat atau berhenti, sehingga

mengakibatkan degradasi jaringan endosperma yang sudah terbentuk.

Ujiyanto et al. (2012) menyatakan jumlah kromosom yang sama memungkinkan terjadinya persilangan. Persilangan lebih baik jika jumlah kromosomnya diketahui, karena dapat memperkirakan tingkat kesulitan yang dihadapi. Selain jumlah kromosom, ukuran kromosom juga perlu diketahui. Ukuran kromosom yang berbeda menyebabkan gangguan metabolisme pada proses pembentukan buah dan ovarium rontok/jatuh. Menurut Syukur et al (2012), keberhasilan persilangan dan pembentukan buah juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti factor biotik dan abiotic. Hazra et al. (2007) menyatakan suhu lingkungan yang tinggi pada budidaya tomat dapat menyebabkan kegagalan pembentukan buah, pertumbuhan bunga abnormal, rendahnya pertumbuhan

serbuk sari, intensitas bunga rendah, gugurnya ovul dan berkurangnya kandungan karbohidrat buah. Frimpong (2014) juga menyatakan persilangan pada musim hujan memiliki rasio keberhasilan polinasi stabil 95% dan pada musim kemarau turun menjadi 0%.

Karakter Kuantitatif Umur Panen dan Jumlah Biji

Pengaruh metaxenia pada persilangan dan tangkar dalam terhadap parameter umur panen dan jumlah biji disajikan pada Tabel 2. Hasil persilangan yang memberikan umur panen paling cepat adalah persilangan Ayesha x Syakira sebesar 34,22 hari. Hasil persilangan yang memberikan umur panen paling lama adalah persilangan Ayesha x Violetta sebesar 52,72 hari, dengan nilai BNT 2,89.

Tabel 1. Keberhasilan persilangan dan pembentukan buah hasil persilangan

Kombinasi persilangan	Jumlah bunga persilangan	Keberhasilan persilangan %	Keberhasilan pembentukan buah %
Ayesha X Nazla	20	40,00	70,00
Ayesha X Violetta	17	41,17	52,94
Ayesha X Syakira	31	35,48	83,87
Nazla X Ayesha	27	25,92	62,96
Nazla X Violetta	12	0,00	0,00
Nazla X Syakira	16	25,00	37,50
Violetta X Ayesha	17	29,41	47,05
Violetta X Nazla	11	0,00	0,00
Violetta X Syakira	10	10,00	30,00
Syakira X Ayesha	24	37,50	79,16
Syakira X Nazla	11	45,45	63,63
Syakira X Violetta	10	30,00	60,00
Tangkar Dalam Ayesha	26	53,84	88,46
Tangkar Dalam Nazla	19	31,57	52,63
Tangkar Dalam Violetta	13	15,38	46,15
Tangkar Dalam Syakira	20	55,00	85,00
Total	284	-	-

Keterangan: Keberhasilan persilangan dan pembentukan buah dihitung menggunakan rumus persentase persilangan dan persentase pembentukan buah yang jadi

Pengaruh penggunaan serbuk sari yang berbeda terhadap parameter umur panen buah terbukti bervariasi antara kombinasi hasil persilangan dibandingkan dengan tangkar dalam tetua betina. Ini menunjukkan bahwa metaxenia berpengaruh pada hasil persilangan terhadap umur panen buah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa persilangan buatan dapat mempercepat waktu panen kedelai pada persilangan Burangrang dan Gepak Kuning (Setyaningsih, 2011) dan persilangan antara buah naga *Hylocereus polyrhizus* dan *Hylocereus undatus* menyebabkan umur panen buah lebih cepat dibandingkan kontrol (Aini, 2008). Hasil persilangan Ayesha x Nazla menunjukkan jumlah biji lebih banyak yaitu sebesar 38,50 biji yang tidak berbeda nyata dengan persilangan Ayesha x Syakira, Violetta x Syakira, Syakira x Ayesha, Syakira

x Nazla, Syakira x Violetta, tangkar dalam Ayesha, tangkar dalam Nazla, dan tangkar dalam Syakira, namun berbeda tidak nyata dengan hasil persilangan tangkar dalam Violetta, Ayesha x Violetta, Nazla x Ayesha, Nazla x Syakira dan Violetta x Ayesha.

Menurut Goldsworthy & Fisher (1992), banyaknya biji yang dihasilkan dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas serbuk sari yang digunakan selama penyerbukan, frekuensi penyerbukan tanaman yang diserbuki, dan kecocokan tanaman yang diserbuki. Menurut Syukur et al. (2015), hasil persilangan dengan jumlah biji yang banyak menunjukkan bahwa kedua tetua yang disilangkan cocok, sedangkan penurunan jumlah biji dapat disebabkan oleh rendahnya jumlah ovul yang berhasil diserbuki oleh polen serta tingkat kompatibilitas persilangan yang rendah.

Tabel 2. Efek metaxenia terhadap umur panen dan jumlah biji hasil persilangan

Kombinasi persilangan	Umur Panen (HSP)	Jumlah Biji (biji)
Ayesha X Nazla	42,61 de	38,50 de
Ayesha X Violetta	52,72 g	18,50 ab
Ayesha X Syakira	34,22 a	36,92 de
Nazla X Ayesha	37,17 b	24,94 abc
Nazla X Syakira	40,33 cd	26,17 abc
Violetta X Ayesha	43,00 de	16,67 a
Violetta X Syakira	42,33 cde	34,33 cde
Syakira X Ayesha	47,67 f	28,33 bcd
Syakira X Nazla	46,50 f	31,17 cd
Syakira X Violetta	39,67 bc	37,00 de
Tangkar Dalam Ayesha	33,00 a	43,15 e
Tangkar Dalam Nazla	43,33 e	37,00 de
Tangkar Dalam Violetta	53,00 g	25,67 abc
Tangkar Dalam Syakira	42,08 cde	34,03 cde
BNT	2,89	10,69

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%

Karakter Kualitatif Bentuk Buah

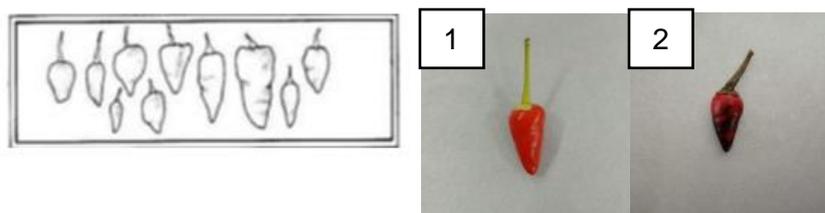
Parameter bentuk buah merujuk pada IPGRI (*Descriptions for Capsicum (Capsicum spp.)*). Pengaruh tipe persilangan terhadap persentase perubahan bentuk buah disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada hasil kombinasi persilangan dan hasil tangkar dalam tetua betina. Tangkar dalam Ayesha dan Violetta memiliki bentuk buah Triangular, sedangkan tangkar dalam Nazla dan Syakira memiliki bentuk buah Elongate. Kombinasi

persilangan antara Ayesha x Violetta menghasilkan perubahan bentuk buah menjadi Almost round. Begitu pula dengan kombinasi persilangan Ayesha x Syakira yang menghasilkan bentuk buah Almost round. Menurut Sukmawati et al., (2019) preferensi konsumen cabai hias tertarik dengan bentuk buah yang membulat dengan ukuran buah pendek dan diameter buah yang besar, sehingga diharapkan hasil kombinasi persilangan Ayesha x Violetta dan Ayesha x Syakira disukai oleh konsumen cabai hias.

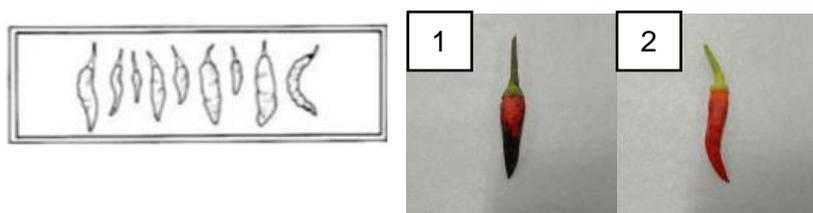
Tabel 3. Efek metaxenia terhadap perubahan bentuk buah hasil persilangan

Kombinasi persilangan	Bentuk buah	Bentuk buah yang berubah %
Tangkar dalam Ayesha	Triangular	
Ayesha X Nazla	Triangular	0,00
Ayesha X Violetta	Almost round	14,28
Ayesha X Syakira	Almost round	36,36
Tangkar dalam Nazla	Elongate	
Nazla X Ayesha	Elongate	0,00
Nazla X Violetta	Elongate	0,00
Nazla X Syakira	Elongate	0,00
Tangkar dalam Violetta	Triangular	
Violetta X Ayesha	Triangular	0,00
Violetta X Nazla	Triangular	0,00
Violetta X Syakira	Triangular	0,00
Tangkar dalam Syakira	Elongate	
Syakira X Ayesha	Elongate	0,00
Syakira X Nazla	Elongate	0,00
Syakira X Violetta	Elongate	0,00

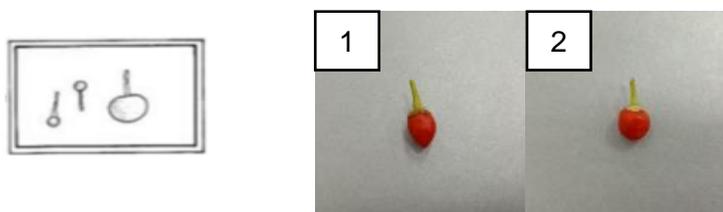
Keterangan : Persentase bentuk buah yang berubah dihitung dari persentase perubahan bentuk populasi hasil persilangan dibanding bentuk asal tetua betina. Sumber bentuk buah berasal dari IPGRI.



Gambar 1. Bentuk buah triangular pada (1) *selfing* Ayesha dan (2) *selfing* Violetta



Gambar 2. Bentuk buah elongate pada (1) *selfing* Nazla dan (2) *selfing* Syakira



Gambar 3. Bentuk buah almost round pada (1) Ayesha x Violetta dan (2) Ayesha x Syakira
Sumber Gambar IPGRI

Menurut Murti et al. (2004), bentuk buah dipengaruhi oleh faktor genetik tumbuhan, sehingga masing-masing tumbuhan memiliki morfologi buah berbeda satu sama lain. Kombinasi persilangan yang memberikan perubahan penampilan bentuk buah paling tinggi adalah persilangan Ayesha x Syakira. Kombinasi persilangan yang memberikan perubahan penampilan bentuk buah paling rendah adalah persilangan Ayesha x Violetta dan kombinasi persilangan lainnya tidak memberikan perubahan bentuk buah. Adanya segregasi gen karena adanya persilangan mempengaruhi perubahan bentuk buah. Menurut Zipori et al. (2007), persilangan dengan tetua berbeda dapat meningkatkan keragaman genetik yang luas.

KESIMPULAN

Persentase keberhasilan persilangan paling tinggi didapatkan pada persilangan tangkar dalam Syakira dan persentase keberhasilan bentuk buah paling tinggi didapatkan pada persilangan tangkar dalam Ayesha. Efek metaxenia terlihat pada karakter umur panen, bentuk buah, dan jumlah biji. Kombinasi persilangan Ayesha x Syakira menghasilkan variasi baru dalam bentuk buah yaitu *almost round*. Kombinasi persilangan Ayesha x Nazla menghasilkan jumlah biji paling tinggi yaitu sebesar 38,50 Biji.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada program MBKM Unggul yang telah memberikan dana untuk penelitian ini. Terima kasih pula kepada Ir. M. Ferizal, M.Sc. selaku kepala BPTP Aceh yang telah menyediakan tempat penelitian dan Ratnawati S.P., M.Si. selaku pembimbing lapangan yang telah membimbing penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, M.N. 2008. Pengaruh macam persilangan terhadap hasil dan kemampuan silang buah naga jenis merah (*Hylocereus Polyrhizus*). *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret, Solo.
- Djarwaningsih, T. 2005. *Capsicum* sp.: Asal Persebaran dan Nilai Ekonomi. *Biodiversitas*. 6(2), pp. 292 – 296.
- Frimpong, A.K., M.K. Adjaloo, P.K. Kwangpong, and W. Oduro. 2014. Structure and stability of cocoa flower and their respons to pollination. *J. Bot.*
- Goldsworthy. R.P. dan N.M. Fisher, 1992. *The Physiology of Tropical Field Crop*. Diterjemahkan oleh Tohari. 1998. *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hazra, P., H.A. Samsul, D. Sikder, and K.V. Peter. 2007. Breeding tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) resistant to high temperature stress. Dalam: Heat tolerance in tomato. Golam F, Prodhan ZH, Nezhadahmadi A, Rahman M. Kuala Lumpur: Universitas Malaysia.
- Murti, R.H., T. Kurniawati, Nasrullah. 2004. Pola Pewarisan Karakter Buah Tomat (*Inheritance of Characters Tomato Fruit*). *Jurnal Zuriat*. 15(20), pp. 140-145.
- Poespodarsono, S. 1998. *Dasar-dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman*. IPB Press, Bogor
- Setyaningsih F.R. 2011. Persilangan dialel pada enam varietas untuk peningkatan hasil kedelai (*Glycine max merril*). *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret.
- Sukmawati, K.D., M. Syukur, dan A.W. Ritonga. 2019. Evaluasi Karakter Kualitatif dan Kuantitatif Cabai Hias (*Capsicum annum* L.) IPB. *Comm. Horticulturae Journal*, 1(1), pp.54.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yuniarti, K. Nida. 2010. Pendugaan komponen ragam, heritabilitas dan korelasi untuk menentukan kriteria seleksi cabai (*Capsicum annum* L.) populasi F5. *J. Hort. Indonesia* 1, pp. 74-80.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniarti, 2012. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniarti. 2015. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniarti. 2018. *Teknik Pemuliaan Tanaman* (edisi revisi). Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ujiyanto, L., Idris, U.M. Yakop. 2012. Kajian Heritabilitas dan Heterosis pada persilangan antara kacang tunggak dengan kacang panjang. *Buletin plasma nutfah*. 18(1), pp. 33-38.
- Widyasmara, N.R., F. Kusmiyati dan Karno. 2018. Efek xenia dan metaxenia pada persilangan tomat ranti dan tomat cherry. *J. Agro Complex* 2(2):128-136.

- Yunianti, R., S. Sastrosumarjo, S. Sujiprihati, M. Surahman, S.H. Hidayat. 2010. Kriteria seleksi untuk perakitan varietas cabai tahan *Phytophthora capsici* Leonian. *J. Agron. Indonesia*. 38(1), pp. 122-129.
- Yunita, T.R., Taryono dan M.W. Suyadi. 2015. Pengujian sifat kemampuan menyerbuk silang lima klon kakao (*Theobroma cacao*). Prosiding sem nas masy biodiv indon.
- Zipori, I., S. Shuker, A. Dag and E. Tomer. 2007. Guava breeding in Israel. *Acta Hortic.*, 2(1), pp. 735: 39–47.