

Pendugaan Komponen Ragam Genetik dan Heritabilitas pada Populasi Tanaman F2 Cabai Rawit Hasil Persilangan *Capsicum frutescens* L. x *Capsicum annuum* L.

Estimation of Genetic Variability Components and Heritability in F2 Cayenne Pepper Populations Derived Crossing *Capsicum frutescens* L. x *Capsicum annuum* L.

Abdul Hakim^{*)}, Indra Permana, Anita Dwy Fitria

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

^{*)}Penulis untuk korespondensi E-mail: abdulhakim@unsil.ac.id

Diajukan: 08 Desember 2025 **Diterima:** 24 Februari 2026 **Dipublikasi:** 28 Februari 2026

ABSTRACT

The development of superior varieties requires accurate genetic information, especially on the traits that will be used as selection criteria. Variance components (genetic variance, environmental variance, and phenotype variance) and heritability values are the genetic information for the selection process. Selection will generally be effective if the characters used as selection criteria have heritability values that are included in the high category ($h^2_{bs} > 50\%$). The objective of this research for estimating the components of variance and heritability in a broad sense for a number of agronomic characters in the second generation (F2) population of cayenne pepper from the hybridization between *Capsicum frutescens* L. and *Capsicum annuum* L. The genetic materials consisted of two parental lines, P1 (Bonita IPB) and P2 (Perisai IPB), each represented by 20 individual plants, and 150 individuals from the F2 generation. Estimation of variance components and broad-sense heritability was performed using the Mahmud–Kramer method. The results of the study showed that the diversity in the F2 population was higher than in both parents. This is indicated by the variance values for all characters being greater than both parents. Traits such as plant height, canopy width, stem diameter, day of flowering, fruit weight per plant, number of fruits per plant, fruit weight, fruit length, and fruit diameter showed high heritability values, while day of harvesting showed moderate heritability. These heritability estimates suggest that effective selection can be focused on traits with high heritability, thereby increasing selection efficiency and enabling favorable genetic progress in subsequent generations.

Keywords: *cayenne pepper; plant breeding; selection; traits; variance*

ASBTRAK

Perakitan varietas unggul membutuhkan informasi genetik yang akurat, terutama pada karakter-karakter yang akan digunakan sebagai kriteria seleksi. Komponen ragam (ragam genetik, ragam lingkungan, dan ragam fenotipe) dan nilai heritabilitas merupakan informasi genetik yang bisa dijadikan untuk proses seleksi. Seleksi umumnya akan efektif jika karakter yang digunakan sebagai kriteria seleksi memiliki nilai heritabilitas masuk dalam kategori tinggi ($> 50\%$). Tujuan penelitian ini adalah untuk memperkirakan komponen ragam dan heritabilitas dalam arti luas pada sejumlah karakter agronomis pada populasi generasi kedua (F2) cabai rawit hasil persilangan antara *Capsicum frutescens* L. dan *Capsicum annuum* L. Materi genetik terdiri dari dua galur tetua, P1 Bonita IPB dan P2 Perisai IPB, masing-masing sebanyak 20 tanaman, dan 150 tanaman dari generasi F2. Pendugaan komponen ragam dan heritabilitas dalam arti luas dilakukan dengan menggunakan metode Mahmud–Kramer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman pada populasi F2 lebih tinggi dibandingkan pada kedua tetuanya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai ragam pada semua karakter

lebih besar daripada ragam kedua tetuanya. Karakter-karakter seperti tinggi tanaman, lebar tajuk, diameter batang, umur berbunga, berat buah per tanaman, jumlah buah per tanaman, berat buah, panjang buah, dan diameter buah menunjukkan nilai heritabilitas kategori tinggi, sedangkan umur panen menunjukkan heritabilitas sedang. Pendugaan nilai heritabilitas ini menunjukkan bahwa seleksi yang efektif dapat difokuskan pada karakter-karakter dengan heritabilitas tinggi, sehingga meningkatkan efisiensi seleksi dan memungkinkan kemajuan genetik yang menguntungkan pada generasi selanjutnya.

Kata kunci: cabai rawit; karakter; pemuliaan tanaman; ragam; seleksi

PENDAHULUAN

Cabai merupakan komoditas hortikultura strategis yang berperan penting dalam ketahanan pangan dan stabilitas ekonomi rumah tangga di Indonesia. Komoditas ini dikonsumsi secara luas sebagai bahan pangan sehari-hari dan memiliki kontribusi signifikan terhadap inflasi nasional karena fluktuasi produksinya berdampak langsung pada harga pasar. Selain sebagai sumber vitamin dan antioksidan, cabai juga menjadi sumber pendapatan utama bagi petani hortikultura skala kecil hingga menengah. Tingginya permintaan domestik sepanjang tahun menjadikan ketersediaan produksi cabai sebagai faktor penting dalam menjaga stabilitas pasokan pangan nasional (Kementerian Pertanian RI, 2023).

Produktivitas cabai rawit tahun 2023 mencapai 9,04 ton/ha (Kementerian Pertanian RI, 2023), Namun demikian, produktivitas cabai nasional masih menghadapi berbagai kendala, baik akibat cekaman biotik maupun abiotik, serta rendahnya stabilitas produksi antar musim. Salah satu pendekatan strategis untuk meningkatkan produktivitas dan stabilitas tersebut adalah melalui pemanfaatan dan perbaikan keragaman genetik dalam program pemuliaan tanaman. Keragaman genetik yang luas memungkinkan seleksi terhadap karakter penting seperti umur genjah, komponen hasil, bentuk tanaman, serta toleransi terhadap cekaman biotik dan abiotik. Beberapa studi terbaru menunjukkan bahwa populasi segregasi hasil persilangan pada *Capsicum spp.* memiliki variasi genetik yang signifikan pada karakter agronomi dan fenologi, sehingga berpotensi dimanfaatkan untuk perakitan varietas unggul berdaya hasil tinggi dan adaptif (Dwivedi *et al.*, 2013). Oleh karena itu, eksplorasi dan pemanfaatan keragaman genetik menjadi landasan utama dalam mendukung keberlanjutan produksi cabai sebagai komoditas hortikultura strategis.

Keragaman genetik di dalam genus *Capsicum* merupakan sumber utama untuk perbaikan sifat agronomi dan kualitas buah melalui pemuliaan (Undang *et al.*, 2015; Amalia *et al.*, 2023). Studi terbaru menunjukkan bahwa karakter agronomi utama pada cabai memiliki variasi genetik dan nilai heritabilitas yang cukup tinggi, sehingga informasi mengenai parameter genetik sangat penting untuk merumuskan strategi seleksi yang efektif (Karim *et al.*, 2022).

Persilangan interspesifik antara *Capsicum frutescens L.* dan *Capsicum annum L.* telah lama dimanfaatkan untuk menghasilkan keragaman yang luas sebagai bahan seleksi pemuliaan. Kedua spesies tersebut memiliki kontribusi genetik berbeda: *C. frutescens* dikenal memiliki ketahanan penyakit dan adaptasi baik di lingkungan tropis, sedangkan *C. annum* memiliki ukuran buah besar dan produktivitas tinggi. Persilangan antara *Capsicum frutescens* dan *Capsicum annum* memiliki dasar ilmiah yang kuat karena tujuan utamanya adalah memperluas sumber genetik. *Capsicum frutescens L.* menyediakan sumber genetik yang dapat meningkatkan keragaman fenotipe dan genotipe dalam program pemuliaan, sehingga memperbesar peluang untuk mendapatkan galur unggul dengan sifat agronomi dan kualitas buah yang ditingkatkan (Wu *et al.*, 2024). Sifat bioaktif seperti kepedasan (*capsaicinoid*) merupakan karakter kuantitatif yang dikontrol oleh berbagai gen, dan genotipe *C. frutescens* umumnya memiliki tingkat *capsaicinoid* yang lebih tinggi, sehingga persilangan dapat membantu pemulia mengkombinasikan tingkat *capsaicinoid* yang diinginkan untuk berbagai aplikasi pangan dan industri (Harinarayanan & Lakshmanan, 2025). Secara praktis, persilangan ini juga berguna untuk menggabungkan sifat agronomi unggul (misalnya produksi buah) dengan kualitas komponen bioaktif dari kedua spesies, sehingga menciptakan keturunan rekombinan yang memiliki keragaan yang lebih baik dari kedua

tetunya dan terpenuhi kebutuhan pasar modern (Wu *et al.*, 2024; Harinarayanan & Lakshmanan, 2025). Dengan demikian, hibridisasi interspesifik antara *Capsicum frutescens* dan *Capsicum annuum* merupakan strategi pemuliaan yang efektif untuk memperluas keragaman genetik dan mengintroduksi alel unggul ke dalam populasi dasar, introgressi gen-gen target, dan meningkatkan sifat toleransi terhadap cekaman biotik dan abiotik yang tidak dimiliki secara optimal oleh *C. annuum*. Populasi F₂ menampilkan segregasi fenotipe yang luas sehingga cocok untuk pendugaan komponen ragam dan heritabilitas (Hakim *et al.*, 2019; Amalia *et al.*, 2023; Amas *et al.*, 2023).

Pendugaan komponen ragam pada populasi bersegregasi sangat penting dilakukan untuk mengidentifikasi kontribusi faktor genetik dan lingkungan terhadap suatu karakter. Karakter dengan nilai heritabilitas tinggi umumnya mencerminkan besarnya kontribusi ragam genetik terhadap fenotipe, sehingga seleksi langsung pada generasi awal diharapkan mampu memberikan respons seleksi yang efektif (Chakrabarty *et al.*, 2024). Berbagai studi menunjukkan adanya variasi nilai heritabilitas antar karakter agronomi pada tanaman cabai, sehingga penentuan strategi seleksi perlu didasarkan pada parameter genetik tersebut (Sa'diyah *et al.*, 2022; Hakim *et al.*, 2019). Pendugaan komponen ragam dan nilai heritabilitas sudah banyak dilakukan pada cabai besar (Satriawan *et al.*, 2017), cabai keriting (Yunandra *et al.*, 2017), cabai rawit spesies *Capsicum annuum* L. (Arif *et al.*, 2014) dan cabai rawit spesies *Capsicum frutescens* L. (Hakim *et*

al., 2019), sementara pendugaan komponen ragam dan nilai heritabilitas pada populasi hasil persilangan interspesifik belum banyak dilakukan.

Selain itu beberapa hasil penelitian di Indonesia yang menggunakan populasi segregasi (F₂/F₃/M₂/M₅) melaporkan bahwa karakter seperti umur berbunga, bobot per buah, serta beberapa komponen hasil memiliki nilai heritabilitas tinggi dan relatif stabil terhadap pengaruh lingkungan, sehingga mampu meningkatkan akurasi pendugaan ragam genetik (Hanif *et al.*, 2025; Nadia *et al.*, 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menduga komponen ragam genetik pada populasi F₂ hasil persilangan *Capsicum frutescens* × *Capsicum annuum*, (2) mengestimasi nilai heritabilitas untuk beberapa karakter agronomi penting.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada Juli hingga November 2025. Penanaman dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi, di Kampus Mugarsari, Tamansari, Tasikmalaya. Materi genetik yang digunakan dalam penelitian meliputi cabai varietas Bonita IPB sebagai tetua pertama (P₁) yang merupakan spesies dari *Capsicum frutescens* L dan varietas Perisai IPB sebagai tetua kedua (P₂) yang merupakan spesies *Capsicum annuum* L, dengan populasi masing-masing tetua sebanyak 20 tanaman (Gambar 1). Populasi F₂ hasil persilangan Bonita IPB x Perisai IPB sebanyak 150 tanaman.



Gambar 1. Buah cabai Bonita IPB dan Perisai IPB

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan penyemaian semua populasi cabai. Cabai disemai pada tray semai yang terdapat 72 lubang tanam. Media semai yang digunakan adalah campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 :1. Media semai dimasukkan ke dalam tray semai. Tiap lubang tanam disemai 1 benih cabai. Tray semai kemudian diletakkan di dalam rumah kaca (*green house*). Pemeliharaan selama persemaian meliputi penyiraman dilakukan sebanyak dua kali sehari. Pengendalian hama penyakit di persemaian dilakukan dengan penyemprotan larutan pestisida sebanyak satu kali seminggu. Bibit ditanam setelah berumur 1 bulan.

Cabai ditanam di dalam pot yang berdiameter 30 cm. Jarak tanam antara pot 50 x 50 cm. Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1. Pemeliharaan tanaman cabai dilakukan pemupukan NPK dengan konsentrasi 10 g/L. Dosis yang diberikan sebanyak 250 ml/tanaman. Pemupukan NPK dilakukan sebanyak satu kali seminggu. Pengendalian gulma dilakukan secara manual dengan membuang gulma yang tumbuh di sekitar media tanam. Penyemprotan pestisida dilakukan seminggu sekali.

Pengamatan dilakukan terhadap beberapa karakter kuantitatif meliputi: tinggi tanaman (TT), diameter batang (Dbt), lebar tajuk (LT), umur berbunga (UB), umur panen (UP), bobot per buah (BB), diameter buah (DB), panjang buah (PB), jumlah buah per tanaman (JBT), dan bobot buah per tanaman (BBT). Pendugaan nilai heritabilitas dalam arti luas (h^2_{bs}) pada populasi ini dilakukan dengan mengaplikasikan metode Mahmud-Kramer yang merujuk pada prosedur yang dikemukakan oleh Syukur *et al.* (2018).

$$h^2_{bs} = \frac{V_{F2} - [\sqrt{V_{P1} \times V_{P2}}]}{V_{F2}};$$

Keterangan: h^2_{bs} : heritabilitas arti luas, V_{F2} : ragam populasi F2, V_{P1} : ragam populasi P1, V_{P2} : ragam populasi P2. Kategori nilai heritabilitas sebagai berikut : h^2_{bs} : tinggi, jika nilai $h^2_{bs} \geq 50\%$; sedang $20 \geq h^2_{bs} \geq 50\%$; rendah $h^2_{bs} \leq 20\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Kuantitatif

Berdasarkan Tabel 1, rekapitulasi data karakter vegetatif meliputi tinggi tanaman, diameter batang, lebar tajuk, serta karakter generatif berupa umur berbunga dan umur panen. Pada generasi F2 memperlihatkan keragaman fenotipe yang relatif besar dibandingkan terhadap kedua tetuanya. Keragaman yang relatif besar tersebut tercermin dari nilai komponen ragam pada generasi F2 yang menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua tetuanya yaitu P1 (Bonita IPB) dan P2 (Perisai IPB). Fenomena ini mengisyaratkan terjadinya proses segregasi dalam populasi F2 yang menghasilkan individu-individu berbeda-beda bahkan berbeda dari kedua tetuanya. Mackay *et al.* (2021) menyatakan bahwa rentang keragaman yang lebar pada populasi segregan F2 memberikan indikasi adanya potensi kemunculan transgresif segregan, yaitu individu-individu yang menampilkan ekspresi karakter superior melebihi kedua tetuanya. Kondisi demikian memiliki nilai strategis dalam program pemuliaan tanaman karena memberikan kesempatan bagi pemulia untuk mengidentifikasi genotipe-genotipe unggul yang dapat dimanfaatkan sebagai kandidat varietas komersial atau sebagai tetua potensial dalam skema persilangan pada tahapan selanjutnya dari program pemuliaan cabai.

Variabilitas genetik tertinggi untuk seluruh karakter yang diamati terdapat pada generasi F2. Populasi ini merupakan generasi yang mengalami segregasi secara maksimal. Sebaliknya, populasi tetua P1 dan P2 memperlihatkan tingkat keragaman yang relatif rendah sebagai konsekuensi dari kondisi genetiknya yang bersifat homogen homozigot. Oleh karena itu, keragaman yang teramati pada kedua tetua tersebut lebih dominan dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Rataan karakter tinggi tanaman pada populasi F2 mencapai 130,82 cm, menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan populasi P1 yang mencapai 133,60 cm. Secara umum, tanaman cabai rawit spesies *Capsicum frutescens* L memiliki kecenderungan pertumbuhan vertical (*erect*) yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan tanaman cabai rawit spesies *Capsicum annuum* L. Tinggi tanaman cabai rawit ini memiliki keunggulan jika ditanam musim hujan karena bisa menurunkan resiko serangan

patogen tular tanah yang terbawa percikan tanah saat hujan, terutama antraknosa. Hal ini sesuai dengan penelitian Barmawi *et al.*, (2013); Inardo *et al.*, (2014); Halimi *et al.*, (2023) menyatakan tanaman cabe yang memiliki posisi buah tegak ke atas diharapkan mampu meminimalisasi infestasi penyakit dari berbagai propagul yang terbawa dalam percikan air tersebut.

Rataan diameter batang tanaman pada populasi F2 lebih kecil dari populasi tanaman P1 tetapi lebih besar daripada populasi P2. Walaupun rataannya rendah tetapi nilai rentang menunjukkan selang yang lebih lebar sehingga ada potensi individu-individu dengan batang lebih besar dari P1 dalam F2. Diameter batang yang besar berguna untuk menopang tanaman sehingga bisa menahan bobot buah cabai yang banyak.

Rataan lebar tajuk pada populasi F2 yang lebih besar dibandingkan kedua tetuanya menunjukkan adanya segregasi dan kemungkinan munculnya segregasi transgresif dengan tipe pertumbuhan lebih menyebar (*prostrate*). Fenomena ini mengindikasikan bahwa kombinasi genetik hasil persilangan menghasilkan variasi bentuk tajuk yang lebih luas, baik dalam bentuk tajuk melebar (*prostrate*) maupun tegak (*upright*). Lebar tajuk yang besar berpengaruh langsung terhadap pembentukan iklim mikro di sekitar kanopi tanaman, terutama dalam mengatur intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan udara. Pada populasi dengan habitus menyebar, jarak tanam perlu dibuat lebih lebar untuk menghindari tumpang tindih tajuk antar tanaman yang dapat menghambat sirkulasi

udara. Apabila pertanaman cabai ditanam terlalu rapat, khususnya pada genotipe bertajuk lebar, kondisi iklim mikro di dalam kanopi menjadi lebih hangat dan lembap, sehingga meningkatkan risiko perkembangan patogen, terutama cendawan. Dalam konteks pemuliaan tanaman, variasi lebar tajuk dan tipe habitus pada populasi F2 merupakan sumber keragaman genetik yang penting untuk seleksi ideotipe tanaman. Genotipe dengan habitus *semi-upright* hingga *upright* lebih sesuai untuk sistem budidaya intensif karena memungkinkan penanaman dengan populasi lebih tinggi, efisiensi pemanfaatan cahaya, serta menekan risiko serangan penyakit. Oleh karena itu, seleksi pada generasi segregasi awal perlu diarahkan tidak hanya pada komponen hasil, tetapi juga pada karakter bentuk tajuk tanaman, khususnya tipe tajuk atau habitus, guna memperoleh galur cabai yang adaptif, produktif, dan tahan terhadap tekanan biotik.

Rataan karakter umur berbunga dan umur panen pada generasi F2 yang lebih rendah dibandingkan kedua tetuanya. Hal ini menunjukkan adanya potensi tanaman berumur genjah dalam populasi tersebut. Dalam pemuliaan cabai, umur berbunga ideal menurut Hartati (2000) untuk kategori genjah umumnya berkisar antara 25–35 hari setelah tanam (HST), sedangkan umur panen pertama berkisar 60–75 HST, tergantung spesies dan kondisi agroekologi. Genotipe dengan umur panen >85–90 HST umumnya dikategorikan sebagai tipe sedang hingga dalam.

Tabel 1. Rangkuman rata-rata, ragam, rentang karakter tinggi tanaman, diameter batang, lebar tajuk, umur berbunga, dan umur panen pada generasi F2 persilangan Bonita IPB x Perisai IPB

Populasi		Karakter				
		Tinggi Tanaman (cm)	Diameter batang (mm)	Lebar Tajuk (cm)	Umur Berbunga (HST)	Umur panen (HST)
P1	Rataan	133,60	12,17	69	51,20	90,20
	Ragam	137,94	1,61	52,92	4,99	30,62
	Selang	111-150	9,49-14,52	57-80	42-59	81-96
P2	Rataan	79,31	10,72	71,17	34,67	80,07
	Ragam	84,50	0,49	38,85	24,71	26,07
	Selang	65-96	9,29-11,83	60-83	21-39	71-89
F2	Rataan	130,82	11,66	75,57	42,40	87,76
	Ragam	641,09	2,68	285,40	59,68	48,44
	Selang	40-180	3,82-15,26	30-125	29-58	71-104

Keterangan: HST: Hari setelah tanam; P1: Tetua P1 Bonita IPB; P2: Tetua 2 Perisai IPB; F2 : populasi turunan kedua hasil Persilangan Bonita IPB x Perisai IPB

Oleh karena itu, apabila populasi F2 menunjukkan rata-rata umur berbunga dan panen berada dalam kisaran genjah atau lebih cepat dari kedua tetua, maka terdapat indikasi kombinasi genetik yang menguntungkan dalam mengendalikan fase reproduktif. Secara agronomis, karakter genjah sangat dikehendaki karena mempercepat siklus produksi, memperpendek interval panen pertama, dan membuka peluang peningkatan indeks pertanaman (>2 kali per tahun), sehingga meningkatkan efisiensi dan produktivitas lahan. Dengan demikian, populasi F2 dalam penelitian ini memiliki potensi sebagai sumber genotipe genjah apabila nilai rata-rata umur berbunga dan panen berada dalam kisaran ideal genjah dan didukung oleh heritabilitas yang tinggi. Seleksi terhadap individu genjah sebaiknya dilakukan sejak generasi awal (F2–F3) menggunakan pendekatan seleksi pedigree atau seleksi individu, karena karakter pembungaan umumnya memiliki heritabilitas sedang hingga tinggi dan relatif stabil terhadap pengaruh lingkungan.

Hasil evaluasi terhadap komponen karakter buah yang disajikan pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa populasi segregan F2 dari hasil persilangan menampilkan keragaman fenotipe yang besar. Selang keragaman yang besar ini tercermin dari besaran nilai ragam pada generasi F2 yang menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan populasi tetua P1

(Bonita IPB) maupun P2 (Perisai IPB) pada keseluruhan karakter yang diamati.

Nilai rata-rata karakter bobot buah per tanaman pada generasi F2 menunjukkan performa yang lebih superior dibandingkan dengan kedua populasi tetuanya. Rentang variasi bobot buah per tanaman pada populasi ini berada pada kisaran 310,40-1440 g. Pada populasi F2 ini teridentifikasi genotipe-genotipe dengan potensi produktivitas mencapai lebih dari satu kilogram per tanaman. Genotipe-genotipe tersebut diduga merupakan segregan transgresif putatif mengingat ekspresi fenotipenya melampaui nilai rata-rata kedua tetuanya. Individu-individu tanaman dengan karakter bobot buah per tanaman yang tinggi ini memerlukan evaluasi lanjutan pada generasi F3 untuk memvalidasi stabilitas ekspresi karakter tersebut, guna membedakan apakah superioritas yang teramati merupakan kontribusi faktor genetik atau semata-mata pengaruh lingkungan.

Dalam perspektif agribisnis, petani umumnya mengharapkan varietas cabai dengan daya hasil tinggi karena berimplikasi pada peningkatan margin keuntungan usaha tani. Oleh karena itu, dalam merancang strategi program pemuliaan tanaman, pemulia perlu mengakomodasi preferensi konsumen dan petani terhadap varietas yang tidak hanya memiliki produktivitas tinggi tetapi juga memiliki ketahanan terhadap cekaman biotik (penyakit).

Tabel 2. Rangkuman rata-rata, ragam, rentang, karakter bobot buah per tanaman, jumlah buah per tanaman, bobot buah, panjang buah dan diameter buah pada populasi F2 Bonita IPB x Perisai IPB

Populasi		Karakter				
		Bobot buah per tanaman (g)	Jumlah buah Per tanaman (buah)	Bobot buah (g)	Panjang buah (cm)	Diameter buah (mm)
P1	Rataan	389,91	112	3,39	4,82	15,66
	Ragam	14310,31	884,26	0,04	0,04	0,31
	Selang	273,78-610,88	81-184	3,28-3,92	4,64-5,02	14,74-16,53
P2	Rataan	381,99	61	6,26	9,39	18,32
	Ragam	10434,78	191,63	0,53	0,10	0,75
	Selang	237,22-549,18	35-83	4,74-7,75	8,78-9,86	16,41-19,58
F2	Rataan	534,95	122,71	4,42	6,53	15,62
	Ragam	55623,27	5157,22	2,39	2,07	7,28
	Selang	310,40-1440	24-447	2,28-10,44	4,42-13,76	13,39-20,14

Keterangan: HST: Hari setelah tanam; P1: Tetua P1 Bonita IPB; P2: Tetua 2 Perisai IPB; F2 : populasi turunan kedua hasil Persilangan Bonita IPB x Perisai IPB

Nilai rata-rata karakter jumlah buah per tanaman pada generasi F2 menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan kedua tetuanya. Pada populasi F2 teridentifikasi genotipe superior yang mampu menghasilkan produktivitas hingga 447 buah per tanaman. Tingginya jumlah buah per tanaman memiliki asosiasi positif terhadap karakter bobot buah per tanaman, sehingga peningkatan jumlah buah akan berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produktivitas tanaman secara keseluruhan.

Rataan karakter bobot buah dan panjang buah pada populasi F2 memperlihatkan nilai yang lebih superior dibandingkan dengan kedua populasi tetuanya. Kedua karakter tersebut umumnya digunakan sebagai kriteria seleksi dalam proses identifikasi dan pemilihan genotipe unggul sebagai kandidat varietas baru. Pada populasi segregasi F2 ini ditemukan beberapa individu segregasi transgresif putatif yang mengekspresikan bobot buah dan panjang buah melebihi kisaran ekspresi kedua tetuanya, mengindikasikan adanya rekombinasi genetik yang menguntungkan.

Nilai rata-rata karakter diameter buah pada generasi F2 menunjukkan ekspresi yang lebih rendah dibandingkan dengan kedua tetuanya. Meskipun demikian, dalam populasi F2 juga terdeteksi individu-individu transgresif yang memiliki diameter buah melampaui rata-rata kedua tetuanya. Genotipe-genotipe dengan karakteristik demikian berpotensi dikembangkan sebagai kandidat varietas unggul karena memiliki ukuran buah yang lebih besar dan lebih prospektif secara komersial.

Pendugaan ragam dan Parameter Genetik

Heritabilitas adalah ukuran genetik yang mengindikasikan besaran pengaruh faktor genetik terhadap fenotipe. Heritabilitasnya biasanya digunakan sebagai indikator sederhana dalam kegiatan seleksi. Nilai heritabilitas dalam arti luas (*broad-sense heritability, h²_{bs}*) yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan variasi pada berbagai karakter tanaman cabai rawit, dengan kisaran antara 41,66 % hingga 84,11 %. Kisaran tersebut mencerminkan kontribusi ragam genetik terhadap variasi fenotipik tiap karakter, di mana karakter dengan nilai heritabilitas tinggi (≥ 50 %) memiliki proporsi ragam genetik yang dominan dan karenanya lebih responsif terhadap efektifitas seleksi, terutama pada generasi awal populasi segregasi. Heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar ragam fenotipe ditentukan oleh ragam genotipe sehingga seleksi langsung cenderung memberikan respon yang lebih efektif, yang merupakan prinsip penting dalam program pemuliaan tanaman (Sayekti *et al.*, 2021). Beberapa penelitian pada *Capsicum annum* menunjukkan adanya variasi nilai heritabilitas antar karakter agronomi yang mendukung pendekatan seleksi berbasis parameter genetik untuk meningkatkan efektivitas perbaikan sifat kuantitatif pada cabai. Oleh karena itu, karakter dengan nilai heritabilitas (*h²_{bs}*) tinggi pada cabai rawit ini dapat diprioritaskan dalam strategi seleksi untuk mempercepat kemajuan genetik dan efisiensi pemuliaan.

Tabel 3. Nilai dugaan komponen ragam-dan heritabilitas karakter agronomi pada populasi F2 hasil hibridisasi Bonita IPB x Perisai IPB

Komponen	umur				
	berbunga (HST)	umur panen (HST)	tinggi tanaman (cm)	lebar tajuk (cm)	diameter batang (mm)
Ragam P	59,68	48,44	641,09	285,40	2,68
Ragam E	23,58	28,26	107,96	45,35	0,89
Ragam G	36,10	20,18	533,14	240,06	1,79
<i>h²_{bs}</i> (%)	60,48	41,66	83,16	84,11	66,80

keterangan: HST: hari setelah tanam; Ragam P: ragam fenotipe, Ragam E: ragam lingkungan; ragam G: ragam genetik

Tabel 3 menunjukkan nilai heritabilitas arti luas untuk karakter umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, lebar tajuk dan diameter batang. Karakter vegetatif menunjukkan variasi heritabilitas yang cukup beragam, dengan tinggi tanaman memiliki nilai h^2_{bs} sebesar 83,16%, lebar tajuk 84,11%, diameter batang 66,80% dan umur berbunga 60,48%, karakter - karakter tersebut termasuk dalam kategori nilai heritabilitas tinggi, sedangkan umur panen termasuk kategori sedang dengan nilai heritabilitas sebesar 41,66%. Nilai heritabilitas tinggi pada karakter tinggi tanaman dan lebar tajuk menunjukkan bahwa bentuk tajuk tanaman merupakan sifat yang dominan dikendalikan oleh faktor genetik, sehingga dapat diperbaiki secara efektif melalui seleksi terarah untuk memperoleh ideotipe yang sesuai dengan sistem budidaya intensif. Pada kondisi ini, seleksi fenotipe langsung pada generasi awal (F2–F3) dapat dilakukan secara efisien karena ekspresi fenotipe telah merefleksikan potensi genetik yang sesungguhnya. Salah satu pendekatan yang direkomendasikan adalah seleksi pedigree, yaitu metode seleksi berdasarkan penelusuran silsilah individu terpilih sejak generasi segregasi awal hingga terbentuk galur homogen. Melalui metode ini, individu-individu dengan tinggi tanaman moderat, tajuk kompak, dan percabangan seimbang dapat diseleksi secara bertahap pada setiap generasi (F2–F6) sambil mempertahankan catatan keturunannya, sehingga kemajuan genetik dapat dimonitor secara sistematis. Seleksi pedigree sangat efektif diterapkan pada karakter ber heritabilitas tinggi karena memungkinkan pemurnian genotipe unggul sejak dini tanpa kehilangan alel-alel potensial.

Menurut Vicente *et al.*, (2022) karakter tinggi tanaman dengan heritabilitas tinggi memungkinkan pemulia untuk mengembangkan varietas dengan bentuk tanaman kompak yang cocok untuk budidaya dalam pot atau sistem vertikultur. Sementara itu, umur berbunga dengan heritabilitas 60,48% masih tergolong tinggi dan dapat diseleksi untuk mendapatkan varietas genjah yang lebih cepat berproduksi, meskipun pengaruh lingkungan seperti suhu dan fotoperiode cukup berpengaruh terhadap karakter ini. Rentang umur berbunga pada populasi F2 berkisar 29 - 58 HST (Tabel 1) sementara populasi tetua rata-rata hari berbunganya ada 34 HST sehingga pada populasi F2 ini terdapat individu tanaman yang

memiliki umur berbunga lebih genjah daripada tetuanya.

Tabel 4 menunjukkan nilai heritabilitas paling tinggi pada karakter panjang buah dengan nilai 96,94%, sementara karakter diameter buah nilainya 93,38%, bobot buah per tanaman sebesar 94,10%, dan jumlah buah per tanaman sebesar 92,02%. Nilai heritabilitas yang sangat tinggi pada panjang buah mengindikasikan bahwa karakter ini sangat responsif terhadap seleksi dan berpeluang besar diwariskan ke generasi berikutnya. Penelitian Hakim *et al.* (2024) melaporkan bahwa karakter morfologi buah seperti panjang dan diameter buah umumnya memiliki heritabilitas tinggi karena lebih sedikit dipengaruhi oleh fluktuasi lingkungan. Heritabilitas tinggi pada bobot buah (94.10%) dan jumlah buah (92.02%) memberikan peluang besar jagan untuk meningkatkan produktivitas melalui seleksi, karena kedua karakter ini berkontribusi langsung terhadap hasil panen total. Karakter diameter buah (93,38%) menunjukkan nilai heritabilitas yang sangat tinggi, bahkan lebih tinggi daripada karakter hasil seperti bobot tanaman (78,03%). Ini menunjukkan bahwa karakter-karakter itu lebih besar dipengaruhi oleh faktor genetik. Penelitian Pragma *et al.*, (2017) menjelaskan bahwa karakter ukuran buah seperti diameter buah sangat penting dalam seleksi cabai rawit karena berkorelasi positif dengan preferensi pasar dan daya simpan buah.

Berdasarkan tabel tersebut, seluruh karakter yang diamati yaitu bobot buah per tanaman, jumlah buah per tanaman, bobot buah, panjang buah, dan diameter buah menunjukkan nilai heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) yang tinggi, yaitu berkisar antara 78,03% hingga 96,94%. Nilai ini mengindikasikan bahwa sebagian besar variasi fenotipe pada karakter-karakter tersebut lebih banyak dipengaruhi oleh faktor genetik (ragam G) dibandingkan faktor lingkungan (ragam E).

Ragam genetik (G) pada semua karakter relatif lebih besar dibandingkan ragam lingkungan (E). Sebagai contoh, pada karakter jumlah buah per tanaman, nilai ragam genetik (4745,58) jauh lebih tinggi dibandingkan ragam lingkungan (411,64), sehingga menghasilkan heritabilitas sangat tinggi (92,02%). Kondisi serupa juga terlihat pada karakter bobot buah, panjang buah, dan diameter buah, yang masing-masing memiliki nilai h^2_{BS} diatas 90%. Hal ini menunjukkan bahwa ekspresi karakter tersebut relatif stabil terhadap perubahan lingkungan.

Tabel 4 Nilai dugaan komponen ragam dan heritabilitas karakter kuantitatif komponen hasil buah pada populasi F2 hasil hibridisasi Bonita IPB x Perisai IPB

Komponen	bobot buah per		bobot buah		
	tanaman (g tan ⁻¹)	jumlah buah per tanaman (buah)	(g)	panjang buah (cm)	diameter buah (mm)
Ragam P	55623,27	5157,22	2,47	2,07	7,28
Ragam E	12219,86	411,64	0,15	0,06	0,48
Ragam G	43403,41	4745,58	2,32	2,01	6,80
h^2_{bs} (%)	78,03	92,02	94,10	96,94	93,38

keterangan: HST: hari setelah tanam; Ragam P: ragam fenotipe, Ragam E: ragam lingkungan; ragam G: ragam genetik

Dalam konteks pemuliaan tanaman, tingginya nilai heritabilitas ini menunjukkan bahwa seleksi terhadap karakter-karakter tersebut dapat dilakukan secara efektif, terutama pada generasi awal populasi segregasi (misalnya F2–F3). Fenotipe yang tampak pada tanaman sudah mencerminkan potensi genetiknya, sehingga seleksi fenotipik langsung berpeluang besar menghasilkan kemajuan genetik yang nyata.

Karakter bobot buah per tanaman dan jumlah buah per tanaman, yang merupakan komponen utama hasil, memiliki nilai heritabilitas tinggi (78,03% dan 92,02%). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas dapat dicapai melalui seleksi individu dengan performa hasil tinggi sejak tahap awal pemuliaan. Sementara itu, karakter ukuran buah (bobot, panjang, dan diameter buah) juga memiliki heritabilitas sangat tinggi (>93%), sehingga sangat potensial dijadikan kriteria seleksi untuk perbaikan mutu dan preferensi pasar.

Dengan demikian, berdasarkan tabel ini, strategi pemuliaan yang direkomendasikan adalah seleksi langsung berbasis fenotipe, khususnya melalui metode pedigree atau seleksi individu pada generasi awal. Selain itu, karakter-karakter tersebut juga dapat dimasukkan ke dalam indeks seleksi agar perbaikan hasil dan mutu buah dapat dilakukan secara simultan. Secara keseluruhan, tingginya kontribusi ragam genetik pada seluruh karakter menunjukkan bahwa populasi ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi galur unggul melalui program seleksi yang terarah dan berkelanjutan. Generasi F2 memiliki nilai ragam tertinggi dibandingkan generasi lainnya pada hampir semua karakter yang diamati. Fenomena ini sesuai dengan teori segregasi Mendel dimana generasi F2 menghasilkan keragaman genetik

maksimal akibat segregasi dan rekombinasi gen. Menurut Hakim *et al.*, (2024) generasi F2 merupakan populasi kunci dalam program seleksi karena menyediakan variabilitas genetik terluas untuk mengidentifikasi individu-individu unggul. Nilai ragam genetik yang tinggi pada populasi F2 menandakan seleksi dapat dilakukan di generasi awal ini.

Berdasarkan nilai heritabilitas yang diperoleh, strategi seleksi dapat dirancang secara lebih efektif dengan memprioritaskan karakter-karakter yang memiliki heritabilitas tinggi pada generasi awal, seperti panjang buah (96,94%), dan diameter buah (93,38%). Karakter dengan heritabilitas sedang seperti umur panen (41,66%) dapat diseleksi pada generasi yang lebih lanjut setelah homozigositasnya semakin tinggi.

Pendekatan seleksi bertahap menggunakan indeks seleksi yang menggabungkan nilai heritabilitas dan bobot ekonomis untuk tiap karakter telah ditunjukkan mampu meningkatkan laju kemajuan genetik simultan pada beberapa sifat (Magnussen, 1990) dan beberapa adaptasi modern memperlihatkan peningkatan efisiensi seleksi untuk program pemuliaan tanaman kontemporer (Rahimi *et al.*, 2023; Joukhadar *et al.*, 2024).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman pada populasi F2 lebih tinggi dibandingkan pada kedua tetuanya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai ragam pada semua karakter lebih besar daripada ragam kedua tetuanya. Karakter-karakter seperti tinggi tanaman, lebar tajuk, diameter batang, umur berbunga, berat buah per tanaman, jumlah buah per tanaman, berat buah, panjang buah, dan

diameter buah menunjukkan nilai heritabilitas kategori tinggi, sedangkan umur panen menunjukkan heritabilitas sedang. Pendugaan nilai heritabilitas ini menunjukkan bahwa seleksi yang efektif dapat difokuskan pada karakter-karakter dengan heritabilitas tinggi, sehingga meningkatkan efisiensi seleksi dan memungkinkan kemajuan genetik yang menguntungkan pada generasi selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada LPPM Universitas Siliwangi yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Dosen Pemula tahun 2025 atas nama Abdul Hakim dengan No Kontrak 290/UN58.06/PM.00.00/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Amas A.N.K., Musa, Y., Farid, M., Anshori, M. F. 2023. Genetic characteristics of F2 populations obtained through double and three-way crosses in cayenne peppers. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 55(2): 309–318. <https://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.2.4>.
- Amalia, A.P., Terryana, R.T., Azwani, N., Nugroho, K., Lestari, P. 2023. Analisis keragaman 8 varietas cabai berdasarkan karakter morfologi kualitatif dan kuantitatif. *Vegetalika*, 12(1): 21–35. <https://doi.org/10.22146/veg.76984>.
- Arif, B.A., L. Oktaviana, S. Sujiprihati, M. Syukur. 2014. Pendugaan parameter genetik karakter umur panen dan bobot per buah pada persilangan cabai besar dan cabai rawit (*Capsicum annuum* L.). *Bul. Plasma Nutfah*, 20(1): 11-18. DOI: 10.21082/blpn.v20n1.2014.p11-18.
- Barmawi, M., Sa'diyah, N., & Yantama, E. 2013. Kemajuan genetik dan heritabilitas karakter agronomi kedelai (*Glycine max* L. Merrill.) Generasi F2 Persilangan Wilis dan Mlg2521. In *Proceedings Semirata FMIPA Universitas Lampung*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Kemajuan-Genetik-Dan-Heritabilitas-Karakter-Kedelai-Barmawi->
- Chakrabarty, S., Ahamed, T., Ditta, A., Pandey, S., Çiğ, A., Soufan, W., Sabagh, A.E. 2024. Diallel analysis and selection of hybrids for nutritional phytochemicals in *Capsicum annuum* L. *Polish Journal of Environmental Studies*, 33(5). <https://doi.org/10.15244/pjoes/178527>.
- Falconer, D.S., & Mackay, T.F.C. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics* (4th ed.). Longman Group Ltd.
- Dwivedi, N., Kumar, R., Paliwal, R., Kumar, U., Kumar, S., Singh, M., Singh, R.K. 2013. QTL mapping for important horticultural traits in pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Plant Biochem. Biotechnol.* 24:154–160. <https://doi.org/10.1007/s13562-013-0247-1>.
- Halimi, E.S., Zaidan, Z., Susilawati, S., Adriansyah, F., Cahyani, A.I., Panjaitan, M.S., Agustina, P., & Nuraini, H. 2023. Growth yield and segregation of several F3 generation of pepper accessions selected from the cross of curly and cayenne peppers. In: Herlinda S et al. (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-11 Tahun 2023*, Palembang 21 Oktober 2023. 358–369. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Hakim, A., Syukur, M., Wahyu, Y. 2019. Pendugaan komponen ragam dan nilai heritabilitas pada dua populasi cabai rawit merah (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 10(1): 36–45. <https://doi.org/10.29244/jhi.10.1.36-45>.
- Hakim, A., Syukur, M., Wahyu, Y. 2024. Evaluasi segregasi transgresif pada dua populasi cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Vegetalika*, 13(4):365-382. <https://doi.org/10.22146/veg.93776>.
- Hanif, M.A., Wahyurini, E., Supriyanta, B., Suryawati, A. 2025. Pendugaan parameter genetik beberapa genotipe tanaman cabai rawit putih (*Capsicum frutescens* L.) generasi F2. *Agrivet*, 31(2): 37-44. <https://doi.org/10.31315/Agrivet.V31i2.14543>.
- Harinarayanan, U.N.D., Lakshmanan, P. 2025. Unlocking genetic potential in *Capsicum* species through interspecific hybridisation. *Plant Sci.* 12(2): 1-4 <https://horizonpublishing.com/index.php/PS/article/view/5419>. <https://doi.org/10.14719/pst.5419>.

- Hartati, S. 2000. Penampilan Genotip Tanaman Tomat Hasil Mutasi Buatan Pada Kondisi Stress Air dan Kondisi Optimal. *Jurnal Agrosains*. 2(2): 35- 42.
- Hidayat, R., & Adiredjo, A. L. 2020. Keragaman genetik dan heritabilitas beberapa karakter kuantitatif pada populasi tanaman padi (*Oryza sativa* L.) generasi F2. *Produksi Tanaman*, 8(1): 99-105. <https://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1325>.
- Inardo, D., Wardati, & Deviona. 2014. Evaluasi daya hasil 8 genotipe cabai (*Capsicum annum* L.) pada lahan gambut. *Journal Faperta*, 1(2): 80-88. Knott, J.E., & Deanon, J.R. (2017). Vegetable production in Sout. <https://media.neliti.com/media/publications/203275-evaluasi-daya-hasil-8-genotipe-cabai-cap.pdf>.
- Iqbal, Z., Hu, D., Nazeer, W., Ge, H., Nazir, T., Fiaz, S., Gul, A., Iqbal, M. S., El-Sabrou, A. M., Maryum, Z., Pan, Z., & Du, X. 2022. Phenotypic correlation analysis in f2 segregating populations of gossypiumhirsutum and gossypiumarboreum for boll-related traits. *Agronomy*. 12(2): 330. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020330>
- Joukhadar, R., Li, Y., Thistlethwaite, R., Forrest, K.L, Tibbits, J.F., Trethowan, R., and Hayden, M.J.2024. Optimising desired gain indices to maximise selection response. *Front. Plant Sci.* 15: 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1337388>.
- Karim, K.M.R., Rafii, M.Y., Azizah, M., Mohd, F.I., Abdul, R.H., Raihana, R., Farhana., M.N.C., Monir, H., Oladosu, Y., Azadul, M.H. 2022. Genetic diversity analysis among *Capsicum annum* mutants. *Agronomy*, 12(10): 2436. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102436>.
- Kementerian Pertanian RI. 2023. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura Cabai. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/OUTLOOK_CABAI_2023_berbarcode_.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- Mackay, I.J., Cockram, J., Howell, P., Powell, W. 2021. Understanding the classics: the unifying concepts of transgressive segregation, inbreeding depression and heterosis and their central relevance for crop breeding. *Plant Biotechnol J*. 19(1): 26–34. <https://doi.org/10.1111/pbi.13481>.
- Magnussen, S. 1990. Selection index: economic weights for maximum simultaneous genetic gain. *Theoret. Appl. Genetics* 79: 289–293. <https://doi.org/10.1007/BF01186069>.
- Nadia, N.A., Rustikawati, U., Nurjanah, R., Herawati, Herison, C. 2025. Keragaman genetik dan heritabilitas 10 aksesori cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang ditanam di lahan pesisir. *JlPI*, 27(2): 94-102. <https://doi.org/10.31186/jipi.27.2.94-102>.
- Nugroho, K., Trikoesoemaningtyas, Syukur, M., Lestari, P. 2021. Analisis keragaman genetik karakter morfologi populasi m2 cabai hasil iradiasi sinar gamma. *J. Agron. Indonesia*, 49(3): 273-279. DOI: <https://dx.doi.org/10.24831/jai.v49i3.38448>.
- Pragya, S., Jain, P.K., Sharma, A. 2017. Genetic variability, heritability and genetic advance in chilli (*Capsicum annum* L.) genotypes. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 6(9): 2704-2709. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.6.09.333>.
- Rahimi, M., Debnath, S. 2023. Estimating optimum and base selection indices in plant and animal breeding programs by development new and simple SAS and R codes. *Sci Rep.* 13(1): 18977. [10.1038/s41598-023-46368-6](https://doi.org/10.1038/s41598-023-46368-6).
- Sa'diyah, N., Pramudya, A., Rugayah, A., Karyanto, S., Ramadiana, Ramadhan, M.E. 2022. Keragaman, heritabilitas, korelasi, dan analisis lintas karakter daun dan buah pada cabai merah keriting (*Capsicum annum* L.) generasi M5. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3): 429–436. <https://doi.org/10.23960/jat.v10i3.6234>.
- Satriawan, I.B., A.N. Sugiharto, S. Ashari. 2017. Heritabilitas dan kemajuan genetik tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) generasi F2. *J. Produksi Tanaman*. 5(2): 343-348. <https://media.neliti.com/media/publications/190457-ID-heritabilitas-dan-kemajuan-genetik-tanam.pdf>.
- Sayekti, T., Syukur, M., Hidayat, S., Maharijaya, A. 2021. Diversity and genetic parameter of chili pepper (*Capsicum annum*) based on

- yield component in three location. *Biodiversitas*. 22(2): 823-829. <https://10.13057/biodiv/d220236>.
- Singh, P., Jain, P.K. and Sharma, A. genetic variability, heritability and genetic advance in chilli (*Capsicum annum* L.) genotypes. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 6(9): 2704-2709. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.609.333>.
- Sobir, Syukur, M. *Genetika Tanaman*. Bogor: IPB Press, 2018.
- Tareque, A.M.M.M.U., Hassan, L., Habib, M.A., Nayak, S., Robin, A.H.K. 2025. Estimation of genetic parameters in hybrid and F₂ generations of aromatic fine rice for breeding improvement. *BMC Plant Biol.* 25(1080): 1-17. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07155-9>.
- Undang, Syukur, M., Sobir. 2015. Identifikasi spesies cabai rawit (*Capsicum* spp.) berdasarkan daya silang dan karakter morfologi. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 43(2): 118–125. <https://doi.org/10.24831/JAI.V43I2.10413>.
- Vicente, T.M., Wahyu, Y., Syukur, M., Setiawan, A. 2022. Agronomic performance of IPB's red chili pepper (*Capsicum annuum* L.) lines in different environments in bogor, west java, indonesia. *Journal of Tropical Crop Science*. 9(3): 214-222. available: www.j-tropical-crops.com
- Wu, L., Qiu, Y., Lin, S., Zhang, R., Wang, L., Li, Y., Cao, Y. 2024. Genetic diversity analysis of *Capsicum frutescens* based on simplified genome sequencing technology. *Horticulturae*, 10(9):1004. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10091004>
- Yunandra, M. Syukur, A. Maharijaya. 2017. Seleksi dan kemajuan seleksi karakter komponen hasil pada persilangan cabai keriting dan cabai besar. *J. Agron. Indonesia*. 45(2): 170-175. DOI: 10.24831/jai.v45i2.12312.