

Handini, M.A. · D. Saptadi · B. Waluyo

## Parameter genetik karakter komponen hasil dan seleksi 82 genotipe ercis di dataran rendah

**Sari.** Ercis (*Pisum sativum* L.) adalah salah satu tanaman dari famili Fabaceae dan tergolong tanaman legume yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi. Studi pemuliaan tanaman pada ercis ditujukan untuk mendapat hasil yang optimal di berbagai wilayah penanaman, salah satunya dataran rendah. Keberhasilan program seleksi memerlukan parameter genetik seperti keragaman genetik dan heritabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman genetik dan heritabilitas karakter 82 genotipe ercis dan menentukan genotipe yang berpotensi dikembangkan di dataran rendah. Percobaan dilaksanakan berdasarkan rancangan *augmented design* dengan 82 genotipe uji dan tiga pembanding (cek). Karakter yang memiliki keragaman luas dan heritabilitas tinggi terdapat pada karakter bobot brangkasan daun, bobot brangkasan batang, bobot polong kering per tanaman, dan bobot biji kering per tanaman. Genotipe-genotipe yang terseleksi di dataran rendah berdasarkan karakter bobot polong kering per tanaman dan bobot biji kering per tanaman ialah 03(16)(2)-1, Batu-1-1 dan Batu-2.

**Kata kunci:** Ercis · Keragaman genetik · Heritabilitas · Seleksi · Dataran rendah

## Genetic parameters of yield component characters and selection of 82 pea genotypes in lowland

**Abstract.** Pea (*Pisum sativum* L.) is one of plants from Fabaceae family and belongs to legume crop that have high economic value. Plant breeding studies on pea are intended to obtain optimal yield in various cultivation areas, one of which is in lowland. The success of selection program requires genetic parameters such as genetic variability and heritability. The purpose of this study was to know the genetic variability and heritability of 82 pea genotypes and select the genotypes to be developed in lowland. The experiment was conducted based on the augmented design with 82 pea genotypes tested and three checks. The characters that have wide variability and high value of heritability were found in characteristics of weight of dry leaves, weight of dry stem, dry pods per plant weight and dry seeds per plant weight. The selected pea genotypes in lowland based on characteristics of dry pods per plant weight and dry seeds per plant weight were 03(16)(2)-1, Batu-1-1 and Batu-2.

**Keywords:** Pea · Genetic variability · Heritability · Selection · Lowland

Diterima : 22 Januari 2020, Disetujui : 10 Agustus 2020, Dipublikasikan : 12 Agustus 2020  
doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i2.22931>

---

Handini, M.A. · D. Saptadi · B. Waluyo

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang

Korespondensi: darmawansaptadi@gmail.com

## Pendahuluan

Ercis (*P. sativum* L.) ialah tanaman polong-polongan yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi dan banyak dimanfaatkan sebagai salah satu sumber protein nabati karena memiliki nilai gizi yang cukup tinggi, yaitu protein, karbohidrat kompleks, vitamin, dan mineral (Dahl *et al.*, 2012). Permintaan ercis di Indonesia semakin meningkat, namun tidak diiringi ketersediaan ercis dalam negeri. Berdasarkan data Kementerian Pertanian (2017), volume impor ercis Indonesia cenderung meningkat dari tahun 2012 hingga 2016. Volume impor tahun 2012 sebesar 19.343 ton dan meningkat mencapai 23.038 ton pada tahun 2014. Peningkatan volume ercis terjadi pada tahun 2015 hingga tahun 2016 sebesar 9,2%.

Sentra produksi dan budidaya tanaman ercis di Indonesia selama ini masih dilakukan di dataran tinggi (Purnamaningsih *et al.*, 2019; Waluyo *et al.*, 2019). Hal ini merupakan faktor pembatas bagi peningkatan produksi. Ekspansi wilayah penanaman ke daerah dataran medium dan rendah akan memunculkan gangguan fisiologis bagi genotipe ercis yang peka akibat meningkatnya suhu yang menyebabkan aborsi biji sehingga menurunkan hasil (Larmure dan Munier-Jolain, 2019).

Penyediaan varietas ercis adaptif dataran rendah harus dilakukan untuk memenuhi permintaan ercis di Indonesia. Pemuliaan tanaman ercis adaptif dataran rendah dapat dilakukan melalui pemanfaatan plasma nutfah ersil lokal yang sudah beradaptasi di Indonesia (Sari *et al.*, 2019)

Pemuliaan tanaman ercis dari varietas lokal adaptif diarahkan untuk mendapatkan varietas unggul berdaya hasil tinggi dan adaptif di daerah dataran rendah melalui kegiatan seleksi. Seleksi dengan tujuan perbaikan karakter sangat ditentukan oleh keragaman genetik yang luas dengan heritabilitas tinggi, di mana keragaman genetik yang luas akan mempengaruhi keberhasilan seleksi (Handayani dan Hidayat, 2012; Jameela *et al.*, 2014). Kegiatan seleksi akan berjalan efektif bila nilai kemajuan genetik tinggi dan ditunjang oleh nilai keragaman genetik dan nilai heritabilitas yang juga tinggi (Herawati *et al.*, 2009).

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui keragaman karakter dan

heritabilitas 82 genotipe ercis di dataran rendah, serta menentukan genotipe-genotipe ercis yang mempunyai hasil tinggi potensial untuk dikembangkan di dataran rendah. Hipotesis dari penelitian ini ialah terdapat karakter yang memiliki keragaman luas dan nilai heritabilitas tinggi, serta terdapat genotipe yang potensial dikembangkan di dataran rendah.

## Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2018 – April 2019 di *Seed and Nursery Industry, Agro Techno Park*, Universitas Brawijaya. Lokasi penelitian berada di Desa Jatikerto Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang, Jawa Timur, yang berada pada ketinggian ±220-400 m dpl. Suhu minimum berkisar 24 °C dan suhu maksimum 31 °C dengan rata-rata curah hujan 101-543 mm per tahun.

Bahan genetik yang digunakan ialah 82 genotipe ercis hasil seleksi introduksi dan galur murni serta tiga pembanding (Tabel 1), pupuk kandang, NPK, ZA, dan pestisida. Alat yang digunakan yaitu alat budidaya, alat ukur (meteran, jangka sorong, timbangan analitik), ajir bambu, tali ajir, tray, papan dan kertas label, amplop cokelat, kamera, alat tulis dan *Guidelines for The Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability Pea (Pisum sativum L.)* (UPOV, 2009).

Metode penelitian disusun berdasarkan percobaan secara *augmented design*. Bahan genetik disebar ke dalam enam blok. Setiap blok tidak terdapat genotipe yang sama. Pembanding diulang pada masing-masing blok, sehingga didapatkan total 100 plot penelitian. Setiap plot terdiri dari 8 tanaman dan diambil 4 tanaman untuk pengamatan polong kering. Plot percobaan berupa barisan tunggal sepanjang 0,8 m dengan jarak antar plot 80 cm dan jarak di dalam plot 10 cm. Pengamatan dilakukan pada 32 karakter kuantitatif dan 22 karakter kualitatif.

Data kuantitatif dari genotipe uji dan pembanding dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) untuk *augmented design* (Sharma, 2006) (Tabel 2). Apabila hasil F hitung berbeda nyata, uji *least significant increase* (LSI) dilakukan untuk menentukan genotipe yang mempunyai hasil lebih baik dibandingkan pembanding (Petersen, 1994):

**Tabel 1. Daftar genotipe ercis (*P. sativum* L.) yang digunakan**

No.	Kode Genotype	No.	Kode Genotype	No.	Kode Genotype	No.	Kode Genotype
1	01(16)(2)-1	22	Batu-1-2	43	GRT(PSO-3-1)	64	TMG1-4
2	01(16)(3)-1	23	Batu-1-4	44	GRT02(1)-1	65	TMG2-1
3	02(16)(2)	24	Batu-2	45	GRT-02(2)-1	66	TMG2-2
4	03(16)(2)-1	25	Batu-3	46	GRT-02(2)-2	67	TMG2-3
5	03(16)(2)-2	26	Bromo-1	47	GRT04(1)-1	68	TMG2-4
6	03(16)(3)-1	27	Bromo-2	48	GRT04(1)-2	69	TMG3-1
7	03-(16)-(3)-2	28	Bromo-3	49	GRT04(3)-1	70	TMG3-2
8	03(16)(3)-3	29	Bromo-4	50	GRT04(3)-2	71	TMG4-1
9	03-(16)-1	30	Bromo-5	51	SMG(C)(1)	72	TMG4-2
10	04(16)(1)U1	31	Bromo-6	52	SMG(C)(2)	73	TMG4-3
11	04(16)(1)U2	32	BTG-1	53	SMG(C)(3)-1	74	TMG5-1
12	04(16)-5	33	BTG-2	54	SMG(D)(3)	75	TMG5-2
13	05(16)(2)-1	34	BTG-3	55	SMG(E)(3)1	76	TMG6-1
14	05-(16)-1	35	BTG-4	56	SMG(H)(03)	77	TMG6-2
15	06-(16)-(11)-1	36	BTG-5	57	SMG(H)(05)	78	TMG6-3
16	06(16)1-1	37	GRT-(03)	58	SMG(H)(05)-1	79	TMG7-1
17	06(16)2-1	38	GRT(04)(1)	59	Taichung (C)	80	TMG7-2
18	3(16)1-2	39	GRT(PSO-1-1)	60	Taichung (H)	81	TMG8-1
19	10-(16)-(1)	40	GRT(PSO-1-2)	61	TMG1-1	82	TMG8-2
20	Batu-1	41	GRT(PSO-2-1)	62	TMG1-2	83	Calibra [CEK]
21	Batu-1-1	42	GRT(PSO-2-2)	63	TMG1-3	84	SMG(H)(03) [CEK]
						85	05-(16)-1 [CEK]

Keterangan: Introduksi: kode genotipe urutan no. 1-21; Taichung, Calibra, Batu (lokal Batu); BTG (lokal Berastagi); GRT (lokal Garut); TMG (lokal Temanggung); SMG (lokal Semarang); Bromo (lokal Bromo).

**Tabel 2. Analisis varians untuk augmented design**

Sumber Variasi	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung
Blok	b - 1	JKb	KTb	KTb/KTE
Perlakuan (entri)	(c + g) - 1	Jkp	KTp	KTp/KTE
Cek	c - 1	JKc	KTc	KTc/KTE
Genotipe	g - 1	JKg	KTg	KTg/KTE
Cek vs. Genotipe (g)	1	JKcg	KTcg	KTcg/KTE
Eror	(c - 1) (b - 1)	JKE	KTE	-
Total	(b.c + g) - 1	JKT		

Sumber: Sharma (2006)

$$LSI = t_{\alpha} \sqrt{\frac{(b+1)(c+1) KTE}{b.c}}$$

Keterangan:

$t_{\alpha}$  = nilai tengah *t-student* pada  $\alpha$  pada derajat bebas dari KTE pada satu arah (*one-tailed*)

KTE = kuadrat tengah eror (galat)

c = jumlah cek

b = jumlah blok

Pendugaan komponen varians genetik dan varians fenotipe dihitung dengan persamaan:

Var. lingkungan ( $\sigma^2_e$ ) = KTE

Var. fenotipe ( $\sigma^2_f$ ) = KTg

Var. genetik ( $\sigma^2_g$ ) =  $\sigma^2_f - \sigma^2_e$

$$= KTg - KTE$$

Menurut Singh dan Chaudhary (1979), koefisien variasi genetik (KVG) dan koefisien variasi fenotipe (KVF) pada masing-masing karakter dihitung dengan persamaan:

$$KVG = \frac{\sqrt{\sigma^2_g}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$KVF = \frac{\sqrt{\sigma^2_p}}{\bar{x}} \times 100\%$$

Keterangan:

KVG = koefisien variasi genetik

KVF = koefisien variasi fenotipe

$\sigma^2_g$  = varians genotipe

$\sigma^2_p$  = varians fenotipe

$\bar{x}$  = rata-rata seluruh populasi tiap karakter tanaman

Kriteria KVG dan KVF menurut Singh dan Chaudhary (1979) yaitu rendah (KVG dan KVF < 10%), sedang (10% ≤ KVG dan KVF ≤ 25%) dan tinggi (KVG > 25%).

Nilai duga heritabilitas dalam arti luas dihitung berdasarkan pemisahan komponen varians menggunakan persamaan (Acquaah, 2012):

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2}$$

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

Keterangan:

$\sigma_g^2$  = varians genetik

$\sigma_e^2$  = varians lingkungan

Kriteria nilai duga heritabilitas: tinggi ( $h^2 > 0,50$ ), sedang ( $0,20 \leq h^2 \leq 0,50$ ) dan rendah ( $h^2 < 0,20$ ) (Stansfield, 1991)

## Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis varians menunjukkan perbedaan genotipe ercis yang digunakan memberikan pengaruh terhadap beberapa karakter yang diamati (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa keragaman yang terjadi pada masing-masing karakter disebabkan oleh pengaruh genotipe yang digunakan.

**Tabel 3. Analisis varians karakter genotipe ercis (*Pisum sativum* L.) menggunakan metode augmented design di dataran rendah**

No.	Karakter	Rata-Rata	Rentang		Kuadrat Tengah Genotipe	Eror
			Min	Maks		
1	Tinggi tanaman (cm)	164,26	96,20	244,35	1064,73**	141,23
2	Jarak antar node (cm)	10,20	7,00	14,63	2,47**	0,5
3	Jumlah cabang	1,75	0,00	4,00	0,79ns	1,9
4	Jumlah maks. leaflets per tanaman	34,61	17,50	83,25	134,37ns	152,82
5	Jumlah node fertil	17,37	13,00	24,50	5,26ns	3,45
6	Umur berbunga (HST)	35,77	29,00	48,00	26,40*	7,19
7	Umur panen kering (HST)	63,43	56,00	79,00	29,61*	7,39
8	Panjang stipula (cm)	4,95	3,25	6,85	0,53*	0,16
9	Lebar stipula (cm)	2,55	1,50	4,00	0,23*	0,07
10	Jarak aksil hingga ujung stipula (cm)	3,73	2,35	4,87	0,28*	0,11
11	Jarak aksil hingga leaflets pertama (cm)	5,00	3,60	7,20	0,49*	0,16
12	Panjang leaflets (cm)	3,84	2,75	4,87	0,22ns	0,32
13	Lebar leaflets (cm)	2,20	1,50	3,25	0,14ns	0,06
14	Panjang tangkai hingga polong pertama (cm)	6,15	1,28	14,58	8,75ns	5,40
15	Jarak antar polong 1 dan 2 (cm)	0,14	0,00	2,85	0,23ns	0,26
16	Jumlah braktea	4,72	0,00	24,25	32,80ns	46,45
17	Bobot brangkasan daun (g)	1,66	0,39	5,37	1,07**	0,20
18	Bobot brangkasan akar (g)	0,03	0,00	0,12	0,00ns	0,00
19	Bobot brangkasan batang (g)	2,22	0,54	7,16	2,12**	0,19
20	Jumlah polong kering per tanaman	8,26	2,25	17,25	9,88ns	7,48
21	Bobot polong kering per tanaman (g)	6,16	1,94	14,69	5,51*	2,04
22	Bobot biji kering per tanaman (g)	5,39	1,68	13,43	4,29*	1,55
23	Jumlah biji kering per tanaman	30,33	8,50	73,50	133,53ns	82,59
24	Bobot 100 biji kering (g)	17,86	13,43	24,55	4,43ns	3,54
25	Bobot biji kering per polong (g)	0,81	0,50	1,44	0,03**	0,00
26	Jumlah biji kering per polong	4,36	3,00	6,00	0,44ns	0,33
27	Panjang polong kering (cm)	5,93	4,45	9,42	0,53*	0,18
28	Lebar polong kering (mm)	10,38	7,70	16,87	3,06**	0,45
29	Tebal polong kering (mm)	6,46	5,76	8,21	0,19ns	0,13
30	Panjang biji kering (mm)	7,48	6,60	8,13	0,10ns	0,04
31	Lebar biji kering (mm)	6,89	5,95	7,71	0,13ns	0,05
32	Tebal biji kering (mm)	5,54	4,83	7,43	0,11ns	0,09

Keterangan: \* : berbeda nyata pada taraf nyata 5%; \*\* : berbeda nyata pada taraf nyata 1%; ns : tidak berbeda nyata (non-significant)

**Keragaman genetik dan fenotipe.** Keragaman karakter 82 genotipe ercis dilihat melalui keragaman karakter kuantitatif dan karakter kualitatif. Keragaman karakter kuantitatif ditentukan melalui nilai KVG dan KVF. Keragaman genetik, keragaman fenotipik, dan nilai duga heritabilitas merupakan beberapa parameter genetik yang dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan agar kegiatan seleksi berjalan efektif dan efisien (Hapsari, 2014).

Tabel 4 menunjukkan hasil nilai KVG dan KVF 82 genotipe ercis yang ditanam di dataran rendah memiliki nilai yang bervariasi. Karakter dengan nilai KVG dan KVF dengan kriteria tinggi didapatkan pada karakter panjang tangkai hingga polong pertama, jumlah braktea, bobot brangkasan daun, bobot brangkasan batang, bobot polong kering per tanaman, dan

bobot biji kering per tanaman. Jhanavi *et al.* (2018) menjelaskan bahwa nilai KVG dan KVF yang tinggi menunjukkan adanya variabilitas yang cukup pada sumberdaya genetik yang digunakan dan sifat tersebut diatur oleh gen aditif. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat banyak peluang untuk meningkatkan karakter tersebut melalui seleksi secara langsung.

Hasil penelitian menunjukkan hasil bahwa nilai KVF cenderung lebih besar dibandingkan nilai KVG, hal ini menandakan keragaman yang muncul lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Hasil penelitian serupa ditemukan oleh Ton *et al.* (2018); Jaiswal *et al.* (2013); Saxesena *et al.* (2014); dan Katoch *et al.* (2016) yang menunjukkan hasil nilai KVF secara umum lebih tinggi dibandingkan nilai KVG karena variasi oleh lingkungan lebih dominan dibandingkan variasi faktor genetik.

**Tabel 4. Nilai koefisien variasi genetik (KVG) dan koefisien variasi fenotipe (KVF) pada karakter ercis (*Pisum sativum L.*) di dataran rendah**

No.	Karakter	KVG	Kriteria	KVF	Kriteria
1	Tinggi tanaman (cm)	21,15	Sedang	22,71	Sedang
2	Jarak antar node (cm)	15,87	Sedang	17,76	Sedang
3	Jumlah cabang per tanaman	23,94	Sedang	20,40	Sedang
4	Jumlah maksimum leaflets per tanaman	12,03	Sedang	32,47	Tinggi
5	Jumlah node termasuk node yang fertil	7,56	Rendah	12,90	Sedang
6	Umur berbunga (HST)	12,17	Sedang	14,26	Sedang
7	Umur panen kering (HST)	7,35	Rendah	8,48	Rendah
8	Panjang stipula (cm)	13,53	Sedang	16,14	Sedang
9	Lebar stipula (cm)	17,49	Sedang	20,94	Sedang
10	Jarak aksil hingga ujung stipula (cm)	12,37	Sedang	15,72	Sedang
11	Panjang aksil hingga leaflets pertama	12,31	Sedang	15,12	Sedang
12	Panjang leaflets (cm)	8,81	Rendah	12,72	Sedang
13	Lebar leaflets (cm)	14,85	Sedang	19,44	Sedang
14	Panjang tangkai tingga polong pertama (cm)	30,00	Tinggi	48,51	Tinggi
15	Jarak antara polong 1 dan polong 2 (cm)	12,39	Sedang	23,28	Sedang
16	Jumlah braktea	25,33	Tinggi	51,64	Tinggi
17	Bobot brangkasan: daun (g)	60,65	Tinggi	67,40	Tinggi
18	Bobot brangkasan: akar (g)	1,57	Rendah	2,50	Rendah
19	Bobot brangkasan: batang (g)	71,33	Tinggi	74,76	Tinggi
20	Jumlah polong per tanaman	18,26	Sedang	37,06	Tinggi
21	Bobot polong per tanaman (g)	33,07	Tinggi	41,64	Tinggi
22	Bobot biji per tanaman (g)	33,76	Tinggi	42,25	Tinggi
23	Jumlah biji per tanaman	23,53	Sedang	38,10	Tinggi
24	Berat 100 benih (g)	5,92	Rendah	13,21	Sedang
25	Bobot biji per polong (g)	22,17	Sedang	24,18	Sedang
26	Jumlah biji per polong	8,04	Rendah	16,10	Sedang

**Tabel 4. Nilai koefisien variasi genetik (KVG) dan koefisien variasi fenotipe (KVF) pada karakter ercis (*Pisum sativum L.*) di dataran rendah**

No.	Karakter	KVG	Kriteria	KVF	Kriteria
27	Panjang polong (cm)	10,44	Sedang	12,78	Sedang
28	Lebar polong (mm)	16,41	Sedang	17,78	Sedang
29	Tebal polong (mm)	4,00	Rendah	7,10	Rendah
30	Panjang biji (mm)	3,38	Rendah	4,42	Rendah
31	Lebar biji (mm)	4,11	Rendah	5,30	Rendah
32	Tebal biji (mm)	2,93	Rendah	6,16	Rendah

Keterangan: KVG: koefisien variasi genetik, KVF: koefisien variasi fenotipe. Kriteria KVG dan KVF: tinggi ( $>25\%$ ), sedang ( $10\% \leq \text{KVG} \text{ dan } \text{KVF} \leq 25\%$ ) dan rendah ( $\text{KVG} < 10\%$ ).

**Tabel 5. Penampilan karakter kualitatif 82 genotipe ercis (*Pisum sativum L.*) di dataran rendah**

No	Karakter Kualitatif	Kategori	% Genotipe	No	Karakter Kualitatif	Kategori	% Genotipe
1.	WAt	Tidak ada	13,41	12.	WD	Hijau kekuningan	6,10
		Ada	86,59			Hijau	93,90
2.	WAa	Tidak ada	13,41	13.	IWD	Terang	9,09
		Cincin tunggal	64,63			Sedang	67,53
		Cincin ganda	21,95			Gelap	23,38
3.	KL	Ada	100	14.	BD	Ada	100
4.	WW	Ungu kemerahan	100	15	WS	Putih	100
5.	BS	Sangat cembung	4,88	16	BA	Mengakumulasi	43,90
		Agak cembung	28,05			Akut	45,12
		Datar	67,07			Bulat	10,98
6.	DD	Tidak ada/sangat lemah	9,76	17.	PP	Tidak ada/sebagian	81,71
		Lemah	24,39			Seluruh	18,29
		Sedang	41,46			Tidak ada	89,02
		Kuat	24,39			Ada	10,98
7.	KB	Jarang	46,55	19.	LP	Tidak ada/sangat lemah	41,46
		Sedang	53,45			Lemah	46,34
		Padat	41,38			Sedang	12,20
8.	BP	Runcing	56,10	20.	BB	Elips	26,83
		Tumpul	43,90			Silinder	73,17
9.	WK	Kuning	92,68	21.	WT	Cokelat kemerahan	28,05
		Oranye	7,32			Cokelat	50,00
10.	WP	Hijau	100			Hijau kecokelatan	21,95
11.	WH	Sama dengan testa	75,61	22.	TB	Ada	100
		Lebih gelap dari testa	24,39				

Keterangan: WAt: warna antosianin tanaman; WAa: warna antosianin aksil; KL: keberadaan leaflets; WW: warna wing bunga; BS: bentuk standar bunga; DD: dentation daun; KB: kerapatan bercak daun; BP: bentuk ujung polong; WK: warna kotiledon biji; WP: warna polong; WH: warna hilum biji; WD: warna daun; IWD: intensitas warna daun; BD: bercak daun; WS: warna standar bunga; BA: bentuk apex; PP: perkamen polong; KD: ketebalan dinding polong; LP: lengkungan polong; BB: bentuk biji; WT: warna testa biji; TB: Tekstur biji. Karakter yang ditampilkan hanya karakter yang muncul pada pengamatan berdasarkan deskriptor UPOV (2009) untuk *Pisum sativum L.*

Karakter kualitatif yang diamati pada penelitian menunjukkan bahwa terdapat 6 karakter yang memiliki keseragaman antar genotipe dan 16 karakter lainnya yang beragam antar genotipe (Tabel 5). Syukur *et al.* (2011) menjelaskan bahwa karakter kualitatif lebih banyak dikendalikan oleh gen sederhana (satu atau dua gen) dan tidak atau sedikit dipengaruhi oleh lingkungan. Penampilan

karakter kualitatif 82 genotipe ercis lebih banyak dipengaruhi oleh faktor genetik dan dapat diturunkan pada keturunannya.

**Nilai duga heritabilitas.** Nilai duga heritabilitas 82 genotipe ercis di dataran rendah ditampilkan pada Tabel 6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa karakter yang memiliki nilai heritabilitas dengan kriteria tinggi.

**Tabel 6. Nilai duga heritabilitas 82 genotipe ercis (*Pisum sativum L.*) di dataran rendah**

No.	Karakter	$\sigma_e^2$	$\sigma_g^2$	$\sigma_f^2$	$h^2$	Kriteria
1	Tinggi tanaman (cm)	141,23	923,51	1064,73	0,87	Tinggi
2	Jarak antar node (cm)	0,50	1,97	2,47	0,80	Tinggi
3	Jumlah cabang per tanaman	0,23	-0,13	0,10	-1,38	Rendah
4	Jumlah maksimum <i>leaflets</i> per tanaman	152,82	-18,45	134,37	-0,14	Rendah
5	Jumlah node termasuk node yang fertil	3,45	1,81	5,26	0,34	Sedang
6	Umur berbunga (HST)	7,19	19,21	26,40	0,73	Tinggi
7	Umur panen kering (HST)	7,39	22,22	29,61	0,75	Tinggi
8	Panjang stipula (cm)	0,16	0,38	0,53	0,70	Tinggi
9	Lebar stipula (cm)	0,07	0,16	0,23	0,70	Tinggi
10	Jarak aksil hingga ujung stipula (cm)	0,11	0,18	0,28	0,62	Tinggi
11	Panjang aksil hingga <i>leaflets</i> pertama	0,16	0,32	0,49	0,66	Tinggi
12	Panjang <i>leaflets</i> (cm)	0,32	-0,10	0,22	-0,48	Rendah
13	Lebar <i>leaflets</i> (cm)	0,06	0,08	0,14	0,58	Tinggi
14	Panjang tangkai tingga polong pertama (cm)	5,40	3,35	8,75	0,38	Sedang
15	Jarak antara polong 1 dan polong 2 (cm)	0,06	-0,01	0,04	-0,28	Rendah
16	Jumlah braktea	1,00	0,32	1,33	0,24	Sedang
17	Bobot brangkasan: daun (g)	0,20	0,86	1,07	0,81	Tinggi
18	Bobot brangkasan: akar (g)	0,00	0,00	0,00	0,40	Sedang
19	Bobot brangkasan: batang (g)	0,19	1,93	2,12	0,91	Tinggi
20	Jumlah polong per tanaman	7,48	2,40	9,88	0,24	Sedang
21	Bobot polong per tanaman (g)	2,04	3,48	5,51	0,63	Tinggi
22	Bobot biji kering per tanaman (g)	1,55	2,74	4,29	0,64	Tinggi
23	Jumlah biji kering per tanaman	82,59	50,94	133,53	0,38	Sedang
24	Bobot 100 biji (g)	3,54	0,89	4,43	0,20	Sedang
25	Bobot biji kering per polong (g)	0,00	0,02	0,03	0,84	Tinggi
26	Jumlah biji kering per polong	0,33	0,11	0,44	0,25	Sedang
27	Panjang polong (cm)	0,18	0,35	0,53	0,67	Tinggi
28	Lebar polong (mm)	0,45	2,61	3,06	0,85	Tinggi
29	Tebal polong (mm)	0,13	0,06	0,19	0,32	Sedang
30	Panjang biji kering (mm)	0,04	0,06	0,10	0,58	Tinggi
31	Lebar biji kering (mm)	0,05	0,08	0,13	0,60	Tinggi
32	Tebal biji kering (mm)	0,09	0,02	0,11	0,23	Sedang

Keterangan:  $\sigma_e^2$  : ragam lingkungan,  $\sigma_g^2$  : ragam genetik,  $\sigma_f^2$  : ragam fenotipe,  $h^2$  : heritabilitas. Kriteria nilai duga heritabilitas: tinggi ( $h^2 > 0,50$ ), sedang ( $0,20 \leq h^2 \leq 0,50$ ) dan rendah ( $h^2 < 0,20$ ).

Heritabilitas merupakan suatu besaran yang menunjukkan proporsi faktor genetik terhadap faktor lingkungan yang ditampilkan suatu karakter. Heritabilitas ialah parameter genetik yang menggambarkan kemampuan suatu genotipe dalam populasi untuk mewariskan karakter-karakter yang dimiliki kepada keturunannya. Keragaman suatu karakter yang disebabkan oleh faktor genetik dapat diketahui melalui perhitungan heritabilitas (Sa'diyah *et al.*, 2013). Karakter-karakter yang memiliki nilai duga heritabilitas dengan kriteria tinggi di antaranya ialah karakter tinggi tanaman, jarak antar node, umur berbunga, umur panen kering, panjang stipula, lebar stipula, jarak aksil hingga ujung stipula, panjang aksil hingga *leaflets* pertama, lebar *leaflets*, bobot brangkasan daun, bobot brangkasan batang, bobot polong kering per tanaman, bobot biji kering per tanaman, bobot biji kering per polong, panjang polong kering, lebar polong kering, panjang biji kering serta lebar biji kering.

Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa penampilan suatu karakter banyak dipengaruhi oleh faktor genetik dibandingkan faktor lingkungan (Syukur *et al.*, 2011). Barcchiya *et al.* (2018) menjelaskan bahwa nilai heritabilitas dalam arti luas akan membantu dalam kegiatan identifikasi karakter yang sesuai untuk seleksi dan membantu pemulia untuk memilih genotipe unggul berdasarkan penampilan fenotipik sifat-sifat kuantitatif. Pemilihan genotipe untuk tujuan seleksi akan lebih baik apabila dilakukan berdasarkan nilai KVG yang tinggi bersama-sama dengan nilai heritabilitas dan kemajuan genetik yang tinggi (Selvaraj *et al.*, 2011).

Hasil penelitian menunjukkan beberapa karakter memiliki heritabilitas yang bernilai negatif. Nilai heritabilitas didapatkan dari perbandingan nilai varians genetik dengan

varians fenotipe, sedangkan nilai varians genetik diperoleh dari operasi pengurangan varians fenotipe dengan varians lingkungan. Secara teori, nilai varians genetik tidak bisa bernilai negatif, namun secara lapang dapat bernilai negatif karena operasi penjumlahan dan pengurangan komponen varians sehingga diperoleh nilai negatif. Nilai varians lingkungan yang lebih besar dibandingkan varians fenotipe menyebabkan hasil varians genetik bernilai negatif. Hasil analisis varians pada karakter yang memiliki nilai heritabilitas negatif memiliki hasil tidak berbeda nyata (non-significant), sehingga dianggap tidak terjadi keragaman atau bernilai 0 (nol).

**Genotipe terseleksi.** Seleksi genotipe ercis dilakukan untuk mencari genotipe yang berpotensi dikembangkan di dataran rendah. Seleksi dilakukan pada karakter yang memiliki hasil analisis varians berbeda nyata dan memengaruhi karakter hasil, yaitu pada karakter umur berbunga, umur panen kering, bobot polong kering per tanaman, bobot biji kering per tanaman, dan bobot biji kering per polong. Genotipe yang terpilih ialah genotipe yang memiliki nilai rata-rata lebih besar dibandingkan rata-rata pembanding tambah nilai LSI, kecuali pada karakter umur berbunga dan umur panen kering. Pada kedua karakter ini, genotipe yang terseleksi ialah genotipe yang memiliki rata-rata lebih kecil dibandingkan rata-rata pembanding dikurangi nilai LSI. Seleksi kemudian didasarkan pada skoring pada masing-masing karakter. Karakter yang memiliki beda nyata terbaik dibanding pembanding memiliki nilai skor paling tinggi. Genotipe yang terseleksi ialah genotipe yang memiliki total skor paling tinggi. Genotipe terpilih memiliki beda nyata paling banyak dibandingkan cek (pembanding).

**Tabel 7. Tabulasi hasil seleksi 82 genotipe ercis berdasarkan karakter hasil.**

No.	Genotipe	Karakter				
		UB (HST)	UPK (HST)	BPT (g)	BBT (g)	BBP (g)
1	01(16)(2)-1	32,28a	59,94a	6,28a	5,54a	0,76a
2	01(16)(3)-1	40,61	65,28a	6,67a	5,67a	0,75a
3	02(16)(2)	41,61	78,94	3,23	2,79	0,75a
4	03(16)(2)-1	45,28	68,94	14,99abc	13,64abc	1,13abc
5	03(16)(2)-2	38,61	68,61	5,1a	4,47a	0,76a
6	03(16)(3)-1	37,61a	62,61a	6,17a	5,55a	0,78a
7	03-(16)-(3)-2	32,61a	58,61a	7,93a	7,14a	0,92ab
8	03(16)(3)-3	32,61a	58,94a	2,72	2,48	0,61a
9	03-(16)-1	36,61a	66,61a	8,46a	7,65a	0,93ab
10	04(16)(1)U1	43,28	75,94	5,88a	4,97a	0,62a

**Tabel 7. Tabulasi hasil seleksi 82 genotipe ercis berdasarkan karakter hasil (*lanjutan*).**

No.	Genotype	Karakter				
		UB (HST)	UPK (HST)	BPT (g)	BBT (g)	BBP (g)
11	04(16)(1)U2	42,28	67,94	7,57a	6,63a	0,83a
12	04(16)-5	47,28	68,61	2,63	2,31	0,74a
13	05(16)(2)-1	33,28a	62,94a	8,33a	7,5a	0,92ab
14	05-(16)-1	32,28a	60,61a	2,04	2,05	0,66a
15	06-(16)-(11)-1	34,28a	66,61a	7,42a	6,6a	0,9ab
16	06(16)1-1	29,28ab	59,61a	5,3a	4,97a	0,78a
17	06(16)2-1	29,61ab	57,94a	0,15	0,18	0,56a
18	10-(16)-(1)	36,28a	59,61a	5,5a	5,01a	0,61a
19	3(16)1-2	36,61a	63,61a	9,41ab	8,42ab	0,99abc
20	Batu 1	43,61	69,94	2,04	1,8	0,68a
21	Batu 1-1	45,28	69,61	11,46abc	9,9abc	1,02abc
22	Batu 1-2	43,28	68,61	9,04a	7,98a	0,91ab
23	Batu 1-4	45,61	78,94	5,95a	4,94a	0,64a
24	Batu 2	46,28	69,94	11,07abc	9,6abc	1,08abc
25	Batu 3	47,28	69,94	4,63	3,95	0,81a
26	Bromo 1	39,28	69,61	5,76a	4,66a	0,75a
27	Bromo 2	42,28	66,94a	5,3a	3,94	0,59a
28	Bromo 3	40,28	67,94	6,8a	5,48a	0,9ab
29	Bromo 4	43,61	68,61	8,95a	6,89a	1,3abc
30	Bromo 5	43,61	68,94	4,3	3,56	1,36abc
31	Bromo 6	38,61	62,94a	6,15a	4,82a	0,81a
32	BTG-1	37,61a	65,94a	2,56	2,07	0,53a
33	BTG-2	32,28a	62,94a	7,86a	6,77a	0,76a
34	BTG-3	38,28	68,61	4,9	4,25a	0,64a
35	BTG-4	37,28a	68,61	5,94a	5,25a	0,76a
36	BTG-5	34,61a	63,94a	9,43ab	7,9a	1,13abc
37	GRT-(03)	30,61a	62,61a	6,4a	5,53a	0,89ab
38	GRT(04)(1)	30,61a	58,61a	7,67a	6,49a	0,84a
39	GRT(PSO-1-1)	32,61a	60,61a	8,48a	7,17a	0,72a
40	GRT(PSO-1-2)	33,61a	63,61a	6,7a	5,76a	0,72a
41	GRT(PSO-2-1)	36,28a	62,61a	5,73a	5a	0,74a
42	GRT(PSO-2-2)	35,61a	64,28a	9,18a	8,23ab	0,88ab
43	GRT(PSO-3-1)	33,28a	57,94a	2,61	2,28	1,46abc
44	GRT 02(1)-1	28,61ab	55,94ab	4,83	4,05	0,87ab
45	GRT-02(2)-1	31,61a	55,94ab	2,21	1,73	0,74a
46	GRT-02(2)-2	28,61ab	55,94ab	4,51	3,66	0,86ab
47	GRT04(1)-1	32,28a	61,94a	4,4	3,66	0,9ab
48	GRT04(1)-2	30,61a	56,28ab	6,51a	5,47a	0,78a
49	GRT04(3)-1	30,28a	56,94ab	3,66	3,04	0,92ab
50	GRT04(3)-2	35,28a	64,61a	7,01a	6,23a	1,01abc
51	SMG(C)(1)	32,28a	59,94a	7,21a	6,59a	0,73a
52	SMG(C)(2)	35,28a	64,61a	4,75	4,35a	0,87ab
53	SMG(C)(3)-1	33,28a	57,94a	4,19	3,79	0,71a
54	SMG(D)(3)	34,28a	59,61a	6,12a	5,62a	0,87ab
55	SMG(E)(3)1	31,28a	57,94a	4,24	3,68	0,6a
56	SMG(H)(03)	33,61a	62,94a	6,76a	6,06a	0,77a
57	SMG(H)(05)	34,61a	58,94a	1,53	1,49	0,65a
58	SMG(H)(05)-1	31,61a	56,94ab	2,33	2,19	0,7a
59	Taichung (C)	44,61	69,94	5,69a	5,04a	0,92ab
60	Taichung (H)	41,61	67,94	8,86a	7,82a	0,81a
61	TMG 1-1	33,61a	63,94a	0,59	0,65	0,45a
62	TMG 1-2	35,28a	68,94	7,56a	6,87a	0,81a
63	TMG 1-3	33,28a	57,94a	8,84a	8,03a	0,86a
64	TMG 1-4	29,28ab	56,94ab	4,79	4,34a	0,78a

**Tabel 7. Tabulasi hasil seleksi 82 genotipe ercis berdasarkan karakter hasil (lanjutan).**

No.	Genotipe	Karakter			
		UB (HST)	UPK (HST)	BPT (g)	BBT (g)
65	TMG 2-1	33,28a	56,94ab	8,17a	7,48a
66	TMG 2-2	36,61a	70,61	3,36	2,98
67	TMG 2-3	35,61a	60,28a	8,77a	7,87a
68	TMG 2-4	39,61	63,28a	5,28a	4,46a
69	TMG 3-1	36,28a	59,61a	3,56	3,31
70	TMG 3-2	30,61a	54,61ab	4,98	4,41a
71	TMG 4-1	31,61a	56,61ab	8,01a	7,28a
72	TMG 4-2	34,61a	60,28a	5,77a	5,17a
73	TMG 4-3	29,28ab	59,61a	5,47a	5,01a
74	TMG 5-1	29,28ab	56,94ab	3,17	2,76
75	TMG 5-2	30,61a	56,28ab	3,05	2,65
76	TMG 6-1	32,28a	59,61a	5,6a	5,06a
77	TMG 6-2	34,61a	57,94a	2,49	2,23
78	TMG 6-3	35,61a	60,28a	7,46a	6,62a
79	TMG 7-1	33,61a	58,61a	6,99a	6,29a
80	TMG 7-2	33,28a	59,61a	5,14a	4,72a
81	TMG 8-1	29,61ab	56,61ab	4,47	3,97
82	TMG 8-2	32,28a	59,61a	4,41	3,88
Calibra [CEK]	a	44,00	73,83	1,82	1,42
SMG(H)(03) [CEK]	b	36,33	63,33	6,14	5,29
05-(16)-1 [CEK]	c	28,50	57,50	7,40	6,56
<b>LSI</b>		<b>6,06</b>	<b>6,14</b>	<b>3,22</b>	<b>2,82</b>
					<b>0,15</b>

Keterangan: UB (umur berbunga); UPK (umur panen kering); BPT (bobot polong kering per tanaman); BBT (bobot biji kering per tanaman); BBP (bobot biji kering per polong). Notasi "a": lebih baik dibandingkan Calibra[CEK]; "b": lebih baik dibandingkan SMG(H)(03) [CEK]; "c": lebih baik dibandingkan 05-(16)-1 [CEK]; Tanpa notasi: tidak lebih baik dibandingkan ketiga pembanding.

Pada karakter umur berbunga dan umur panen, dapat diketahui terdapat 16 genotipe yang memiliki umur berbunga dan umur panen kering lebih baik dibandingkan dua pembanding Calibra [CEK] dan SMG(H)(03) [CEK], yaitu genotipe dengan notasi "ab". Sementara pada karakter hasil yang bernilai ekonomis yaitu karakter bobot biji kering per tanaman dan bobot polong per tanaman, diketahui terdapat 3 genotipe yang memiliki rata-rata hasil lebih baik dibandingkan ketiga pembanding yang diikuti oleh notasi "abc" yaitu genotipe 03(16)(2)-1, Batu-1-1 dan Batu-2 (Tabel 7). Sumber daya genetik ercis penting ditingkatkan untuk menghasilkan varietas unggul baru yang dapat meningkatkan produksi, manajemen, keuntungan, dan peningkatan pemasaran benih ercis (Saxesena *et al.*, 2014). Seleksi dilakukan untuk mencari genotipe ercis yang potensial untuk dikembangkan di dataran rendah. Seleksi dilakukan berdasarkan uji LSI dengan cara membandingkan rata-rata genotipe uji dengan pembanding (cek) yang digunakan.

## Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan terdapat karakter yang memiliki keragaman luas dan heritabilitas tinggi pada ercis yang ditanam di dataran rendah. Pada penelitian, terpilih 3 genotipe yaitu genotipe 03(16)(2)-1, Batu-1-1 dan Batu-2 yang potensial dikembangkan di dataran rendah.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pendanaan penelitian PNBP Hibah Penelitian Dosen Fakultas Pertanian tahun anggaran 2019.

## Daftar Pustaka

Acquaah, G., 2012. Principles of Plant Genetics and Breeding, 2nd ed. Wiley-Blackwell A

- John Wiley & Sons, Ltd., Publication, Oxford, UK.
- Barcchiya, J., Naidu, A.K., Mehta, A.K., Upadhyay, A., 2018. Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and yield components in pea (*Pisum sativum* L.) 6, 3324–3327.
- Dahl, W.J., Foster, L.M., Tyler, R.T., 2012. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). Br. J. Nutr. 108, S3–S10. <https://doi.org/10.1017/S0007114512000852>
- Handayani, T., Hidayat, I., 2012. Keragaman genetik dan heritabilitas beberapa karakter utama pada kedelai sayur dan implikasinya untuk seleksi perbaikan produksi. J. Hort. 22, 327–333.
- Hapsari, R.T., 2014. Pendugaan keragaman genetik dan korelasi antara komponen hasil kacang hijau berumur genjeh. Bul. Plasma Nuffah 20, 51–58. <https://doi.org/10.21082/blpn.v20n2.2014.p51-58>
- Herawati, R., Purwoko, B.S., Dewi, I.S., 2009. Keragaman genetik dan karakter agronomi galur haploid ganda padi gogo dengan sifat-sifat tipe baru hasil kultur antera. J. Agron. Indones. 37, 87–94.
- Jaiswal, N.K., Gupta, A.K., Dewangan, H., Lavanya, G.R., 2013. Genetic variability analysis in field pea (*Pisum sativum* L.). Int. J. Sci. Res. 14, 2319–7064.
- Jameela, H., Sugiharto, A.N., Soegianto, A., 2014. Keragaman genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil pada populasi F2 buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) hasil persilangan varietas introduksi dengan varietas lokal. J. Protan. 2, 324–329.
- Jhanavi, D.R., Patil, H.B., Justin, P., Hadimani, R.H.P., Mulla, S.W.R., Sarvamangala, C., 2018. Genetic variability, heritability and genetic advance studies in french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Indian J. Agric. Res. 52, 162–166. <https://doi.org/10.18805/IJARe.A-4923>
- Katoch, V., Singh, P., Devi, M.B., Sharma, A., Sharma, G.D., Sharma, J.K., 2016. Study of genetic variability, character association, path analysis and selection parameters for heterotic recombinant inbred lines of garden peas (*Pisum sativum* var. *hortense* L.) under mid-hill conditions of Himachal Pradesh, India. Legum. Res. 39, 163–169. <https://doi.org/10.18805/lr.v0iOF.6775>
- Kementerian Pertanian, 2017. Statistik mikro sektor pertanian. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Larmure, A., Munier-Jolain, N.G., 2019. High temperatures during the seed-filling period decrease seed nitrogen amount in pea (*Pisum sativum* L.): evidence for a sink limitation. Front. Plant Sci. 10, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01608>
- Peterson, R.G. 1994. Agricultural Field Experiment Design and Analysis. Mecel Dekker. Inc New York.
- Purnamaningsih, S.L., Saptadi, D., Waluyo, B., 2019. Pengembangan ercis (*Pisum sativum* L.) jenis biji kering (dry peas) berdasarkan seleksi genotip berdaya hasil tinggi pada polong dan biji, in: Brotodjojo, R.R.R., Puspitaningrum, D.A., Widodo, R.A. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional "Pembangunan Pertanian Indonesia dalam Memperkuat Lumbung Pangan, Fundamental Ekonomi, dan Daya Saing Global." Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta, pp. 1140–1147.
- Sa'diyah, N., Widiastuti, M., Ardian, 2013. Keragaan, keragaman, dan heritabilitas karakter agronomi kacang panjang (*Vigna unguiculata*) generasi F1 hasil persilangan tiga genotipe. J. Agrotek Trop. 1, 32–37.
- Sari, G.N., Lestari Purnamaningsih, S., Saptadi, D., Zanetta, C.U., Waluyo, B., Sari, G.N., Purnamaningsih, S.L., Saptadi, D., Zanetta, C.U., Waluyo, B., 2019. Penampilan dan jarak genetik galur ercis yang diseleksi dari potensi genetik lokal Indonesia berdasarkan karakter agromorfologi, in: Brotodjojo, R.R.R., Puspitaningrum, D.A., Widodo, R.A. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional "Pembangunan Pertanian Indonesia dalam Memperkuat Lumbung Pangan, Fundamental Ekonomi, dan Daya Saing Global." Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta, pp. 1148–1159.
- Saxesena, R.R., Vidyakar, V., Vishwakarma, M.K., Yadav, P.S., Meena, M.L., Lal, G.M., 2014. Genetic variability and heritability analysis for some quantitative traits in field pea (*Pisum sativum* L.). The Bioscan 9, 895–898.
- Selvaraj, I., Pothiraj, N., Thiagarajan, K.,

- Bharathi, M., Rabindran, R., 2011. Genetic parameters of variability, correlation and path-coefficient studies for grain yield and other yield Attributes among rice blast disease resistant genotypes of rice (*Oryza sativa L.*). African J. Biotechnol. 10, 3322–3334. <https://doi.org/10.5897/ajb10.2575>
- Sharma, J.R. 2006. Statistical and Biometrical Technique in Plant Breeding. Reprint. New Age International Ltd. Publishers. New Delhi.
- Singh, RK and BD Chaudary. 1977. Biometrical Methods in Quantitative Genetics Analysis. Kalyani Publishers. Indiana New Delhi.
- Stansfield, W.D., 1991. Schaum's Outline of Theory and Problems of Genetics. McGraw-Hill, New York.
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Yunianti, R., Kusumah, D.A., 2011. Pendugaan ragam genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil beberapa genotip cabai. J. Agrivigor 10, 148–156.
- Ton, A., Karakoy, T., Anlarsal, A.E., Turkeri, M., 2018. Genetic variability, heritability and path analysis in field pea (*Pisum sativum L.*). Fresenius Environ. Bull. 27, 2275–2279.
- UPOV, 2009. Guideline for The Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity, and Stability of Pea (*Pisum sativum L.*). Geneva, Switzerland.
- Waluyo, B., Saptadi, D., Lestari Purnamaningsih, S., 2019. Seleksi genotip potensial ercis (*Pisum sativum L.*) fase polong hijau [kacang polong (green peas) berbiji besar dan hasil tinggi untuk pelepasan varietas unggul, in: Brotodjojo, R.R.R., Puspitaningrum, D.A., Widodo, R.A. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional "Pembangunan Pertanian Indonesia dalam Memperkuat Lumbung Pangan, Fundamental Ekonomi, dan Daya Saing Global." Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta, pp. 1131–1139.