



Analisis Statistik Menggunakan Microsoft Excel untuk Estimasi Heritabilitas Arti Sempit dan Arti Luas Karakteristik Fisik Biji Ercis (*Pisum sativum* L.) Lokal Indonesia

Nur Azima¹, Sumeru Ashari², Budi Waluyo^{2*}

¹Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

²Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

*Korespondensi: budiwaluyo@ub.ac.id

ABSTRACT

Pea has the potential to be used as genetic material for variety development and adaptability to the tropical environment in Indonesia. Estimating narrow-sense and broad-sense heritability in the physical characteristics of seeds is crucial for improving seed traits and achieving high yields. The use of Microsoft Excel in statistical data analysis helps estimate narrow-sense and broad-sense heritability values. The research aims to estimate narrow-sense and broad-sense heritability values in the physical characteristics of ercis seeds through statistical analysis using Microsoft Excel. The research was conducted using a descriptive method. Statistical analysis was performed using Microsoft Excel spreadsheet to estimate data dispersion and central tendency. Narrow-sense heritability was estimated using the realized heritability, parent-offspring and standard unit methods. Broad-sense heritability was estimated based on variance components. The results of the research show that statistical analysis using Microsoft Excel can be used to calculate measures of central tendency and data dispersion, such as variance and covariance, to estimate narrow-sense and broad-sense heritability. Narrow-sense heritability in the physical characteristics of seeds indicates high criteria namely seed weight, seed length, seed width, seed thickness, geometric seed diameter, seed volume and seed surface area, ranging from 70.59% to 99.74% across all methods. Broad-sense heritability demonstrates high criteria namely seed width, geometric seed diameter, seed volume, number of seeds per pod, and number of seeds per plant, with values ranging from 52.74% to 65.54%.

Keyword: realized heritability, parent-offspring, standard unit, component of genetic variance.

ABSTRAK

Ercis sangat potensial dijadikan bahan genetik untuk perakitan varietas pada adaptif lingkungan tropis di Indonesia. Pendugaan heritabilitas arti sempit dan arti luas pada karakteristik fisik biji sangat penting kaitannya dengan perbaikan sifat biji dan hasil tinggi. Penggunaan Microsoft Excel dalam analisis statistik membantu menduga nilai heritabilitas arti sempit dan arti luas. Tujuan penelitian menduga nilai heritabilitas arti sempit dan arti luas pada karakteristik fisik biji ercis berdasarkan analisis statistik menggunakan Microsoft Excel. Penelitian dilakukan berdasarkan metode deskriptif. Analisis statistika menggunakan Microsoft Excel untuk menduga sebaran data dan pemusatan data. Heritabilitas arti sempit diduga berdasarkan metode *realized heritability*, *parent-offspring* dan *standard unit*. Heritabilitas arti luas diduga berdasarkan komponen varians. Hasil penelitian menunjukkan analisis statistika dengan Microsoft Excel dapat digunakan untuk menghitung nilai pemusatan data dan sebaran data berupa nilai varians dan kovarians untuk menduga heritabilitas arti sempit dan arti luas. Heritabilitas arti sempit pada karakteristik fisik biji menunjukkan kriteria tinggi yaitu berat biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, diameter geometrik biji, volume biji dan luas permukaan biji berkisar antara 70,59-99,74% pada semua metode. Heritabilitas arti luas menunjukkan kriteria tinggi yaitu lebar biji, diameter geometrik biji, volume biji, jumlah biji per polong dan jumlah biji per tanaman berkisar antara 52,74-65,54%.

Kata kunci: *realized heritability*; *parent-offspring*; *standard unit*; komponen varians genetik.

PENDAHULUAN

Ercis (*Pisum sativum* L.) merupakan tanaman jenis leguminase yang memiliki nodul diakar yang dapat memfiksasi nitrogen

sendiri (Department of Agriculture Forestry Fisheries, 2016). Ercis dapat memfiksasi nitrogen berkisar antara 65-75% (Solis *et al.*, 2013). Selain itu, beberapa penelitian



menyebutkan bahwa tanaman liar ercis memiliki kandungan lipid berkisar antara 0,9-5% dan berpotensi sebagai biosintesis karena menyimpan lipid pada bijinya (Khodapanahi *et al.*, 2012). Kandungan nutrisi lainnya yaitu mengandung protein 21-25% (Endres, 2016). Kandungan tersebut memberikan potensi pada ercis sebagai bahan baku biodiesel menggantikan minyak kanola dan kedelai (Ahmad *et al.*, 2015).

Secara ekonomi, ercis dikenal sebagai *common pea*, *dry pea*, *yellow pea*, *garden pea*, dan *green pea*. *Green pea* merupakan istilah yang digunakan FAO pada ercis yang dikonsumsi seluruh polongnya dengan biji yang masih sangat kecil, *dry pea* biasa dikonsumsi untuk sup dan sejenisnya (Karkanis *et al.*, 2016). Ercis di Indonesia disebut dengan kacang kapri atau kacang polong. Perbedaan kacang kapri dan ercis yaitu kacang kapri dikonsumsi saat polong masih muda dan segar, sedangkan ercis dikonsumsi pada saat biji telah terbentuk dan matang. Tanaman ini lebih banyak diusahakan di daerah Sumatera Utara dan Jawa Barat sebagai tanaman sela (Soedomo, 2006).

Pengembangan ercis di Indonesia penting dilakukan untuk memenuhi permintaan ercis yang terus meningkat setiap tahunnya. Permintaan ercis di Indonesia semakin meningkat sebanyak 7,515 t dari tahun 2008 hingga 2012. Peningkatan permintaan ercis diiringi dengan peningkatan impor sebanyak 7,561 t (FAOSTAT, 2018). Hal ini dikarenakan budidaya ercis belum intensif dan masih belum memiliki bahan genetik yang bervariasi. Pemuliaan tanaman untuk menyediakan varietas unggul akan berhasil jika terdapat keragaman luas yang dikendalikan oleh faktor genetik pada

karakter yang diseleksi. Efektivitas pemilihan sifat tertentu bergantung pada pentingnya faktor genetik dan faktor non-genetik dalam ekspresi perbedaan fenotipik di antara genotipe dalam suatu populasi, konsep yang yang disebut heritabilitas. Heritabilitas merupakan salah satu indikator untuk mengetahui pengaruh genetik terhadap fenotipe. Heritabilitas suatu karakter memiliki dampak besar pada metode yang dipilih untuk perbaikan populasi, perkawinan sedarah, dan aspek-aspek lain dari seleksi (Fehr, 1998).

Potensi genetik ercis adaptif lingkungan tropis di Indonesia sangat besar, dan potensial dijadikan sebagai bahan genetik untuk perakitan varietas. Pendugaan heritabilitas arti sempit dan arti luas pada karakteristik fisik biji sangat penting dalam kaitannya dengan perbaikan sifat biji dan hasil tinggi. Penggunaan Microsoft Excel dalam analisis statistik data membantu dalam menduga nilai heritabilitas arti sempit dan arti luas. Tujuan dari penelitian ini yaitu menduga nilai heritabilitas arti sempit dan arti luas pada karakteristik fisik biji ercis berdasarkan analisis statistik menggunakan Microsoft Excel.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-Desember 2022, di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya di Kelurahan Jatimulyo, Kota Malang. Lokasi penelitian berada pada ketinggian ± 525 mdpl, dengan suhu rata-rata $24-25^{\circ}\text{C}$ dan curah hujan 2400 mm/tahun. Bahan yang digunakan yaitu 104 galur lokal kemudian diseleksi 25% berdasarkan uji Z sehingga menghasilkan 25 galur terseleksi, polybag ukuran 30×30 cm, media tanam berupa tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1, pupuk



NPK (16:16:16) dengan dosis rekomendasi 3,6 g/polybag, pupuk kalsium 1,1 g/polybag, pestisida, tali gawar, ajir/bambu, dan kertas label. Penelitian dilakukan berdasarkan metode deskriptif. Metode penelitian yang digunakan yaitu:

1. Realized Heritability

- a) Berdasarkan selisih rata-rata populasi terseleksi dengan rata-rata populasi awal

$$h^2 = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_0}{\bar{X}_1 - \bar{X}_0}$$

Keterangan:

- h^2 : heritabilitas
- \bar{X}_0 : rata-rata populasi generasi awal
- \bar{X}_1 : rata-rata populasi terseleksi generasi awal
- \bar{X}_2 : rata-rata populasi hasil turunan terseleksi

- b) Berdasarkan selisih rata-rata tertinggi-terendah populasi turunan hasil terseleksi dengan rata-rata tertinggi-terendah populasi terseleksi.

$$h^2 = \frac{\bar{X}_{\text{tertinggi } X_2} - \bar{X}_{\text{terendah } X_2}}{\bar{X}_{\text{tertinggi } X_1} - \bar{X}_{\text{terendah } X_1}}$$

Keterangan:

- h^2 : heritabilitas
- $\bar{X}_{\text{tertinggi } X_2}$: rata-rata tertinggi populasi turunan hasil terseleksi
- $\bar{X}_{\text{terendah } X_2}$: rata-rata terendah populasi turunan hasil terseleksi
- $\bar{X}_{\text{tertinggi } X_1}$: rata-rata tertinggi populasi terseleksi
- $\bar{X}_{\text{terendah } X_1}$: rata-rata terendah populasi terseleksi

2. Parent-OffSpring

$$b = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X \sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}$$

Keterangan:

- b : koefisien regresi (*parent-offspring*)
- $\sum XY$: jumlah rata-rata populasi terseleksi dan populasi turunan hasil seleksi
- $\sum X$: jumlah rata-rata populasi terseleksi
- $\sum Y$: jumlah rata-rata populasi turunan hasil seleksi
- n : jumlah sampel

Serupa dengan ini, regresi dari keturunan pada rata-rata induk-induknya (induk tengah) juga merupakan suatu perkiraan heritabilitas.

$$h^2 = b \text{ (keturunan-induk tengah)}$$

Keterangan:

- h^2 : heritabilitas
- b : koefisien regresi (*parent-offspring*)

3. Standard Unit

$$r = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X \sum Y)}{n}}{\sqrt{[\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}][\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}]}}$$

Keterangan:

- r : koefisien korelasi (*standard unit*)
- $\sum XY$: jumlah rata-rata populasi terseleksi dan populasi turunan hasil seleksi
- $\sum X$: jumlah rata-rata populasi terseleksi
- $\sum Y$: jumlah rata-rata populasi turunan hasil seleksi
- n : jumlah sampel

Heritabilitas dapat diperkirakan dari r seperti juga dapat diperkirakan dari b . Koefisien korelasi dari keturunan Y dan induk-tengah X adalah ekuivalen terhadap heritabilitas sempit (*narrow heritability*):

$$h^2 = r$$

Keterangan:

- h^2 : heritabilitas
- r : koefisien korelasi (*standard unit*)

4. Heritabilitas Arti Luas Berdasarkan Komponen Varians

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

Keterangan:

- h^2 : heritabilitas
- σ_g^2 : varians genotipik
- σ_p^2 : varians fenotipik

Kriteria nilai heritabilitas terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu heritabilitas rendah (<0,2 atau <20%), sedang (0,2-0,5 atau 20-50%), dan tinggi (>0,5 atau >50%) (Fehr, 1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Heritabilitas dikategorikan ke dalam dua jenis, yaitu heritabilitas arti sempit dan arti



luas. Heritabilitas arti sempit mencakup proporsi ragam genetik aditif terhadap ragam fenotip. Sedangkan heritabilitas arti luas mempresentasikan rasio dari total ragam genotipe, termasuk ragam aditif, dominan, serta epistatis terhadap ragam fenotipe. Kriteria nilai heritabilitas terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu heritabilitas tinggi ($>0,5$ atau $>50\%$), sedang ($0,2-0,5$ atau $20-50\%$), dan rendah ($<0,2$ atau $<20\%$). Nilai heritabilitas semakin mendekati satu dinyatakan heritabilitasnya semakin tinggi dan dipengaruhi oleh faktor genetik, sebaliknya nilai heritabilitas semakin mendekati nol, heritabilitasnya semakin rendah yang artinya penampilan karakter dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Fehr, 1998).

Heritabilitas Arti Sempit

Heritabilitas arti sempit pada penelitian ini menggunakan metode *realized heritability*, *parent-offspring*, dan *standard unit*.

a) *Realized heritability*.

Heritabilitas metode *realized heritability* berdasarkan perbandingan antara rata-rata populasi terseleksi dengan rata-rata populasi awal diperoleh nilai heritabilitas berkisar antara 70,59-95,34% dengan kriteria tinggi. Tabel 1 menunjukkan bahwa karakter berat biji memiliki heritabilitas 70,59%, panjang biji 90,42%, lebar biji 88,45%, tebal biji 95,34%, diameter geometrik biji 88,48%, volume biji 94,67%, dan luas permukaan biji 92,70%.

Tabel 1. Nilai *Realized Heritability* Berdasarkan Perbandingan antara Rata-rata Populasi Terseleksi dengan Rata-rata Populasi Awal pada Karakter Biji

No.	Karakter	X_1-X_0	X_2-X_0	$h^2_{(NS)} (\%)$	Kriteria
1.	Berat biji (g)	0,034	0,024	70,59	Tinggi
2.	Panjang biji (mm)	0,313	0,283	90,42	Tinggi
3.	Lebar biji (mm)	0,251	0,222	88,45	Tinggi
4.	Tebal biji (mm)	0,429	0,409	95,34	Tinggi
5.	Diameter geometrik biji	0,330	0,292	88,48	Tinggi
6.	Volume biji (mm ³)	21,16	20,04	94,67	Tinggi
7.	Luas permukaan biji (mm ²)	13,22	12,25	92,70	Tinggi

Sumber: Data Primer, 2022

Keterangan: X_0 (rata-rata populasi awal), X_1 (rata-rata populasi terseleksi), X_2 (rata-rata populasi turunan hasil terseleksi), $h^2_{(NS)}$ (heritabilitas arti sempit). Kriteria tinggi ($h^2 \geq 50\%$), sedang ($h^2 = 20-50\%$), dan rendah ($h^2 \leq 20\%$).

Cara menghitung nilai *realized heritability* berdasarkan perbandingan antara X_2-X_0 dengan perbandingan X_1-X_0 menggunakan Microsoft excel:

1. Membuka Microsoft excel dan membuat tabel, serta memasukkan data X_0 , X_1 , dan X_2 .
2. Menghitung nilai X_1-X_0 dengan rumus excel =I5-H5 (Gambar 1) dan nilai X_2-X_0 dengan rumus excel =J5-H5 (Gambar 2).

3. Menghitung nilai *realized heritability* berdasarkan perbandingan antara X_2-X_0 dengan perbandingan X_1-X_0 menggunakan rumus excel =L5/K5 (Gambar 3) dan untuk mengubah nilai heritabilitas dalam persen, maka dikalikan dengan 100 dengan rumus excel =M5*100 (Gambar 4).

Heritabilitas metode *realized heritability* berdasarkan perbandingan antara rata-rata tertinggi-terendah X_2 dengan rata-rata



tertinggi-terendah X_1 , diperoleh nilai dengan kriteria tinggi.
 heritabilitas berkisar antara 73,30-99,22%

Karakter	X0	X1	X2	X1 - X0	X2 - X0	$h^2_{(NS)}$	$h^2_{(NS)} (\%)$
Berat biji (g)	0.217	0.251	0.241	0.034	0.024	0.7059	70.59
Panjang biji (mm)	7.301	7.614	7.584	0.313	0.283	0.9042	90.42
Lebar biji (mm)	5.653	5.904	5.875	0.251	0.222	0.8845	88.45
Tebal biji (mm)	6.819	7.248	7.228	0.429	0.409	0.9534	95.34
Diameter geometrik biji	6.539	6.869	6.831	0.330	0.292	0.8848	88.48
Volume biji	129.0	150.2	149.0	21.16	20.04	0.9467	94.67
Luas permukaan biji	124.1	137.3	136.4	13.22	12.25	0.9270	92.70

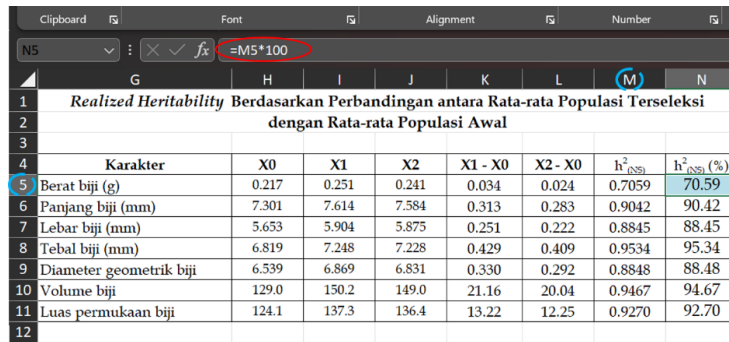
Gambar 1. Contoh Perhitungan $X_1 - X_0$ Menggunakan Microsoft Excel.

Karakter	X0	X1	X2	X1 - X0	X2 - X0	$h^2_{(NS)}$	$h^2_{(NS)} (\%)$
Berat biji (g)	0.217	0.251	0.241	0.034	0.024	0.7059	70.59
Panjang biji (mm)	7.301	7.614	7.584	0.313	0.283	0.9042	90.42
Lebar biji (mm)	5.653	5.904	5.875	0.251	0.222	0.8845	88.45
Tebal biji (mm)	6.819	7.248	7.228	0.429	0.409	0.9534	95.34
Diameter geometrik biji	6.539	6.869	6.831	0.330	0.292	0.8848	88.48
Volume biji	129.0	150.2	149.0	21.16	20.04	0.9467	94.67
Luas permukaan biji	124.1	137.3	136.4	13.22	12.25	0.9270	92.70

Gambar 2. Contoh Perhitungan $X_2 - X_0$ Menggunakan Microsoft Excel.

Karakter	X0	X1	X2	X1 - X0	X2 - X0	$h^2_{(NS)}$	$h^2_{(NS)} (\%)$
Berat biji (g)	0.217	0.251	0.241	0.034	0.024	0.7059	70.59
Panjang biji (mm)	7.301	7.614	7.584	0.313	0.283	0.9042	90.42
Lebar biji (mm)	5.653	5.904	5.875	0.251	0.222	0.8845	88.45
Tebal biji (mm)	6.819	7.248	7.228	0.429	0.409	0.9534	95.34
Diameter geometrik biji	6.539	6.869	6.831	0.330	0.292	0.8848	88.48
Volume biji	129.0	150.2	149.0	21.16	20.04	0.9467	94.67
Luas permukaan biji	124.1	137.3	136.4	13.22	12.25	0.9270	92.70

Gambar 3. Contoh Perhitungan *Realized Heritability* Berdasarkan Perbandingan antara Rata-rata Populasi Terseleksi dengan Rata-rata Populasi Awal.



Karakter	X0	X1	X2	X1 - X0	X2 - X0	$h^2_{(NS)}$	$h^2_{(NS)} (%)$
Berat biji (g)	0.217	0.251	0.241	0.034	0.024	0.7059	70.59
Panjang biji (mm)	7.301	7.614	7.584	0.313	0.283	0.9042	90.42
Lebar biji (mm)	5.653	5.904	5.875	0.251	0.222	0.8845	88.45
Tebal biji (mm)	6.819	7.248	7.228	0.429	0.409	0.9534	95.34
Diameter geometrik biji	6.539	6.869	6.831	0.330	0.292	0.8848	88.48
Volume biji	129.0	150.2	149.0	21.16	20.04	0.9467	94.67
Luas permukaan biji	124.1	137.3	136.4	13.22	12.25	0.9270	92.70

Gambar 4. Contoh Perhitungan *Realized Heritability* Berdasarkan Perbandingan antara Rata-rata Populasi Terseleksi dengan Rata-rata Populasi Awal dalam Persen.

Tabel 2 menunjukkan bahwa karakter berat biji memiliki heritabilitas 84,47%, panjang biji 75,82%, lebar biji 80,81%, tebal biji 98,78%, diameter geometrik biji 73,30%, volume biji 96,67%, dan luas permukaan biji 99,22%.

Cara menghitung nilai *realized heritability* berdasarkan perbandingan antara rata-rata tertinggi-terendah populasi X₂ dengan rata-rata tertinggi-terendah populasi X₁ menggunakan Microsoft Excel:

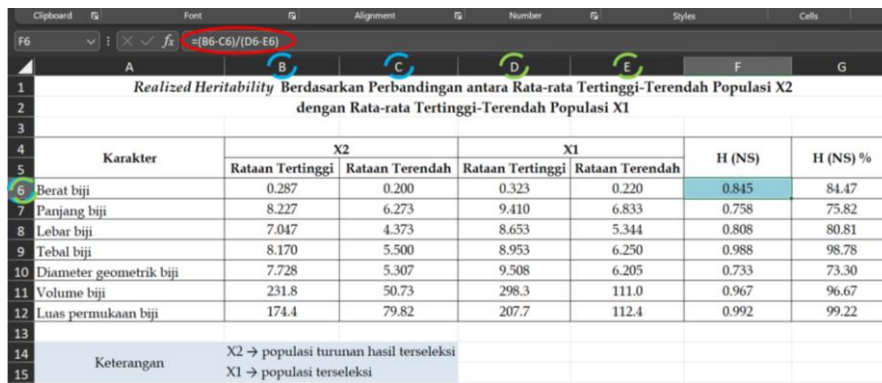
- Membuka Microsoft excel dan membuat tabel, serta memasukkan data rata-rata tertinggi-terendah populasi X₁ dan X₂.
- Menghitung nilai *realized heritability* berdasarkan perbandingan antara rata-rata tertinggi-terendah populasi X₂ dengan rata-rata tertinggi-terendah populasi X₁ menggunakan rumus excel $= (B6 - C6) / (D6 - E6)$ (Gambar 5), untuk mengubah nilai heritabilitas dalam persen, maka dikalikan dengan 100 dengan rumus excel $= F6 * 100$ (Gambar 6).

Tabel 2. Nilai *Realized Heritability* Berdasarkan Perbandingan antara Rata-rata Tertinggi Terendah X₂ dengan Rata-rata Tertinggi-Terendah X₁ pada Karakter Biji

No.	Karakter	$\bar{X}_{\text{tertinggi-terendah } X_2}$	$\bar{X}_{\text{tertinggi-terendah } X_1}$	$h^2_{(NS)} (%)$	Kriteria
1.	Berat biji (g)	0,087	0,103	84,47	Tinggi
2.	Panjang biji (mm)	1,954	2,577	75,82	Tinggi
3.	Lebar biji (mm)	2,674	3,309	80,81	Tinggi
4.	Tebal biji (mm)	2,670	2,703	98,78	Tinggi
5.	Diameter geometrik biji	2,421	3,303	73,30	Tinggi
6.	Volume biji (mm ³)	181,0	187,3	96,67	Tinggi
7.	Luas permukaan biji (mm ²)	94,58	95,33	99,22	Tinggi

Sumber: Data Primer, 2022

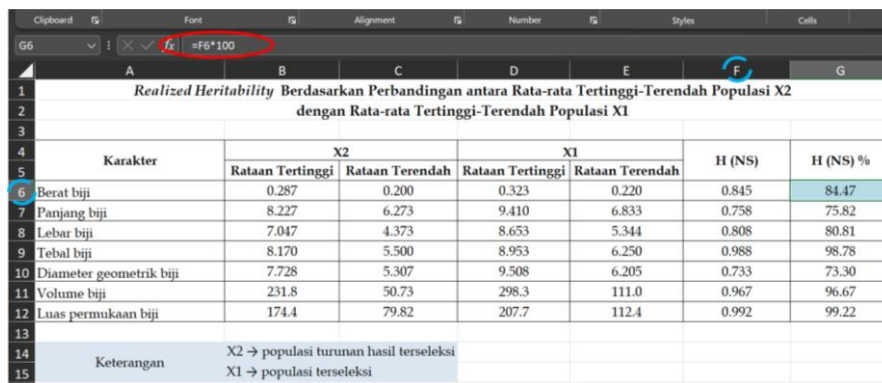
Keterangan: X₁ (rata-rata populasi terseleksi), X₂ (rata-rata populasi turunan hasil terseleksi), $h^2_{(NS)}$ (heritabilitas arti sempit). Kriteria tinggi ($h^2 \geq 50\%$), sedang ($h^2 = 20-50\%$), dan rendah ($h^2 \leq 20\%$).



Karakter	X2		X1		H (NS)	H (NS) %
	Rataan Tertinggi	Rataan Terendah	Rataan Tertinggi	Rataan Terendah		
Berat biji	0.287	0.200	0.323	0.220	0.845	84.47
Panjang biji	8.227	6.273	9.410	6.833	0.758	75.82
Lebar biji	7.047	4.373	8.653	5.344	0.808	80.81
Tebal biji	8.170	5.500	8.953	6.250	0.988	98.78
Diameter geometrik biji	7.728	5.307	9.508	6.205	0.733	73.30
Volume biji	231.8	50.73	298.3	111.0	0.967	96.67
Luas permukaan biji	174.4	79.82	207.7	112.4	0.992	99.22

Keterangan
 X2 → populasi turunan hasil terseleksi
 X1 → populasi terseleksi

Gambar 5. Contoh Perhitungan *Realized Heritability* Berdasarkan antara Rata-rata Tertinggi-Terendah Populasi X₂ dengan Rata-rata Tertinggi-Terendah Populasi X₁



Karakter	X2		X1		H (NS)	H (NS) %
	Rataan Tertinggi	Rataan Terendah	Rataan Tertinggi	Rataan Terendah		
Berat biji	0.287	0.200	0.323	0.220	0.845	84.47
Panjang biji	8.227	6.273	9.410	6.833	0.758	75.82
Lebar biji	7.047	4.373	8.653	5.344	0.808	80.81
Tebal biji	8.170	5.500	8.953	6.250	0.988	98.78
Diameter geometrik biji	7.728	5.307	9.508	6.205	0.733	73.30
Volume biji	231.8	50.73	298.3	111.0	0.967	96.67
Luas permukaan biji	174.4	79.82	207.7	112.4	0.992	99.22

Keterangan
 X2 → populasi turunan hasil terseleksi
 X1 → populasi terseleksi

Gambar 6. Contoh Perhitungan *Realized Heritability* Berdasarkan antara Rata-rata Tertinggi-Terendah Populasi X₂ dengan Rata-rata Tertinggi-Terendah Populasi X₁ dalam Persen.

b) *Parent-Offspring*

Heritabilitas metode *parent-offspring* diperoleh nilai heritabilitas berkisar antara 95,09-99,67% dengan kriteria tinggi. Tabel 3 menunjukkan bahwa karakter berat biji memiliki heritabilitas 95,05%, panjang biji 99,40%, lebar biji 99,45%, tebal biji 99,67%, diameter geometrik biji 99,43%, volume biji 98,61%, dan luas permukaan biji 99,05%.

Cara menghitung nilai *parent-offspring* menggunakan Microsoft excel:

1. Membuka Microsoft excel dan membuat tabel.
2. Memasukkan data populasi terseleksi (X) dan data populasi turunan hasil terseleksi (Y). kemudian, menghitung nilai X², Y², dan XY.

3. Menghitung jumlah masing-masing data X, Y, X², Y², dan XY.
4. Menghitung *parent-offspring*: hitung dulu persamaan $\Sigma XY/n$ dengan rumus excel =F29/B30 (Gambar 7), dan persamaan $\Sigma X^2/n$ dengan rumus excel =D29/B30 (Gambar 8). Selanjutnya, hitung persamaan $(\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y/n) / (\Sigma X^2 - \Sigma X^2/n)$ dengan rumus excel =(F29-C32)/(D29-C33) (Gambar 9). Untuk mengubah nilai *parent-offspring* dalam persen, maka nilai *parent-offspring* dikalikan dengan 100 dengan rumus excel =C36*100 (Gambar 10).



Tabel 3. Nilai *Parent-OffSpring* pada Populasi Karakter Biji

No.	Karakter	b	$h^2_{(NS)}$ (%)	Kriteria
1.	Berat biji (g)	0,951	95,09	Tinggi
2.	Panjang biji (mm)	0,994	99,40	Tinggi
3.	Lebar biji (mm)	0,995	99,45	Tinggi
4.	Tebal biji (mm)	0,997	99,67	Tinggi
5.	Diameter geometrik biji	0,994	99,43	Tinggi
6.	Volume biji (mm ³)	0,986	98,61	Tinggi
7.	Luas permukaan biji (mm ²)	0,990	99,05	Tinggi

Sumber: Data Primer, 2022

Keterangan: b (koefisien regresi), $h^2_{(NS)}$ (heritabilitas arti sempit). Kriteria tinggi ($h^2 \geq 50\%$), sedang ($h^2 = 20-50\%$), dan rendah ($h^2 \leq 20\%$).

Gambar 7. Contoh Perhitungan Persamaan $\Sigma XY/n$

Gambar 8. Contoh Perhitungan Persamaan $\Sigma X^2/n$

Gambar 9. Contoh Perhitungan Persamaan $(\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y/n) / (\Sigma X^2 - \Sigma X^2/n)$

Gambar 10. Contoh Perhitungan *Parent-OffSpring* dalam Persen

c. *Standard Unit*

Heritabilitas metode *standard unit* diperoleh nilai heritabilitas berkisar antara 95,09-99,74% dengan kriteria tinggi. Tabel 4

menunjukkan bahwa karakter berat biji memiliki heritabilitas 99,20%, panjang biji 99,74%, lebar biji 99,54%, tebal biji dan



diameter geometrik biji 99,71%, volume biji 99,67%, dan luas permukaan biji 98,89%.

Tabel 4. Nilai *Standard Unit* pada Populasi Karakter Biji

No.	Karakter	r	h ² (NS) (%)	Kriteria
1.	Berat biji (g)	0,992	99,20	Tinggi
2.	Panjang biji (mm)	0,997	99,74	Tinggi
3.	Lebar biji (mm)	0,995	99,54	Tinggi
4.	Tebal biji (mm)	0,997	99,71	Tinggi
5.	Diameter geometrik biji	0,997	99,71	Tinggi
6.	Volume biji (mm ³)	0,967	99,67	Tinggi
7.	Luas permukaan biji (mm ²)	0,989	98,89	Tinggi

Sumber: Data Primer, 2022

Keterangan: r (koefisien korelasi), h²(NS) (heritabilitas arti sempit). Kriteria tinggi (h² ≥ 50%), sedang (h² = 20-50%), dan rendah (h² ≤ 20%).

Cara menghitung nilai *standatd unit* menggunakan Microsoft excel:

1. Membuka Microsoft excel dan membuat tabel.
2. Memasukkan data populasi terseleksi (X) dan data turunan hasil terseleksi (Y). Kemudian, menghitung nilai X², Y², dan XY.
3. Menghitung jumlah masing-masing data X, Y, X², Y², dan XY.
4. Menghitung nilai *standard unit*: hitung dulu persamaan $\Sigma X \Sigma Y / n$ dengan rumus excel =F29/A29 (Gambar 11), dan persamaan $\Sigma X^2 / n$ dengan rumus excel =D29/A29

(Gambar 12). Hitung persamaan $(\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y / n)$ dengan rumus excel =(F29-B31) (Gambar 13), dan persamaan $\sqrt{\Sigma X^2 - (\Sigma X^2 / n)(\Sigma Y^2 / n)}$ dengan rumus excel =SQRT(D29-D31*D33) (Gambar 14). SQRT digunakan untuk mendapatkan hasil perhitungan akar kuadrat (akar pangkat dua) pada excel. Selanjutnya hitung persamaan $(\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y / n) / (\sqrt{\Sigma X^2 - (\Sigma X^2 / n)(\Sigma Y^2 / n)})$ dengan rumus excel =(B33/B34) (Gambar 15). Untuk mengubah nilai *standard unit* dalam persen, maka nilai *standard unit* dikalikan dengan 100 dengan rumus excel =C36*100 (Gambar 16).

	B	C	D	E	F
23	0.242	0.237	0.059	0.056	0.057
24	0.245	0.217	0.060	0.047	0.053
25	0.250	0.240	0.063	0.058	0.060
26	0.271	0.203	0.073	0.041	0.055
27	0.241	0.227	0.058	0.052	0.055
28			X ²		
29	25	6.280	6.014	1.588	1.459
30			x ² /n	y ² /n	
31	ΣXY	0.060	0.064	0.058	
32					
33	r (x,y)	1.449	1.235	1.183	Cov
34		1.461			
35					
36	H	0.9920			H
37					
38					

Gambar 11. Contoh Perhitungan Persamaan $\Sigma X \Sigma Y / n$

	B	C	D	E	F
23	0.242	0.237	0.059	0.056	0.057
24	0.245	0.217	0.060	0.047	0.053
25	0.250	0.240	0.063	0.058	0.060
26	0.271	0.203	0.073	0.041	0.055
27	0.241	0.227	0.058	0.052	0.055
28			X ²		
29	25	6.280	6.014	1.588	1.459
30			x ² /n	y ² /n	
31	ΣXY	0.060	0.064	0.058	
32					
33	r (x,y)	1.449	1.235	1.183	Cov
34		1.461			
35					
36	H	0.9920			H
37					
38					

Gambar 12. Contoh Perhitungan Persamaan $\Sigma X^2 / n$



	A	B	C	D	E	F
23		0.242	0.237	0.059	0.056	0.057
24		0.245	0.217	0.060	0.047	0.053
25		0.250	0.240	0.063	0.058	0.060
26		0.271	0.203	0.073	0.041	0.055
27		0.241	0.227	0.058	0.052	0.055
28				x^2		
29	25	6.280	6.014	1.588	1.459	1.510
30				x^2/n	y^2/n	
31	ΣXY	0.060		0.064	0.058	
32						
33	r (x,y)	1.449	1.235	1.183		Cov
34		1.461				
35						
36	H	0.9920				H
37						
38						

Gambar 13. Contoh Perhitungan Persamaan $(\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y/n)$

	A	B	C	D	E	F
23		0.242	0.237	0.059	0.056	0.057
24		0.245	0.217	0.060	0.047	0.053
25		0.250	0.240	0.063	0.058	0.060
26		0.271	0.203	0.073	0.041	0.055
27		0.241	0.227	0.058	0.052	0.055
28				x^2		
29	25	6.280	6.014	1.588	1.459	1.510
30				x^2/n	y^2/n	
31	ΣXY	0.060		0.064	0.058	
32						
33	r (x,y)	1.449	1.230	1.183		Cov
34		1.455				
35						
36	H	0.9959				H
37						
38						

Gambar 14. Contoh Perhitungan Persamaan $(\sqrt{\Sigma X^2 - (\Sigma X^2/n)}(\Sigma Y^2/n))$

	A	B	C	D	E	F
23		0.242	0.237	0.059	0.056	0.057
24		0.245	0.217	0.060	0.047	0.053
25		0.250	0.240	0.063	0.058	0.060
26		0.271	0.203	0.073	0.041	0.055
27		0.241	0.227	0.058	0.052	0.055
28				x^2		
29	25	6.280	6.014	1.588	1.459	1.510
30				x^2/n	y^2/n	
31	ΣXY	0.060		0.064	0.058	
32						
33	r (x,y)	1.449	1.224	1.400		Cov
34		1.714				
35						
36	H	0.8454				H
37						
38						

Gambar 15. Contoh Perhitungan Persamaan $(\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y/n) / (\sqrt{\Sigma X^2 - (\Sigma X^2/n)}(\Sigma Y^2/n))$

	A	B	C	D	E	F
23		0.242	0.237	0.059	0.056	0.057
24		0.245	0.217	0.060	0.047	0.053
25		0.250	0.240	0.063	0.058	0.060
26		0.271	0.203	0.073	0.041	0.055
27		0.241	0.227	0.058	0.052	0.055
28				x^2		
29	25	6.280	6.014	1.588	1.459	1.510
30				x^2/n	y^2/n	
31	ΣXY	0.060		0.064	0.058	
32						
33	r (x,y)	1.449	1.224	1.400		Cov
34		1.714				
35						
36	H	0.8454				H
37	H (%)	84.54				
38						

Gambar 16. Contoh Perhitungan Standard Unit dalam Persen

Berdasarkan beberapa metode untuk estimasi heritabilitas arti sempit, diperoleh bahwa semua metode estimasi yang digunakan memiliki nilai heritabilitas yang berbeda-beda, tetapi masih dalam satu kriteria, yaitu kriteria tinggi. Nilai heritabilitas suatu karakter nilainya tidak tetap karena banyak faktor yang dapat mempengaruhinya seperti populasi yang digunakan, metode estimasi, pautan gen, pelaksanaan percobaan, generasi populasi yang diuji, dan kondisi lingkungan (Fehr, 1998). Tingginya nilai heritabilitas dapat disebabkan oleh metode evaluasi. Jika evaluasi berdasarkan individu tanaman, maka nilai heritabilitas relatif rendah. Sebaliknya, nilai heritabilitas relatif tinggi apabila dievaluasi berdasarkan pada

populasi tanaman (Acquaah, 2012). Nilai heritabilitas yang tinggi dari karakter-karakter yang diamati mengindikasikan seleksi dapat diterapkan secara efisien. Seleksi karakter yang diinginkan akan lebih berarti jika mudah diwariskan. Hal ini sesuai dengan penelitian Jameela *et al.* (2014). Karakter-karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi, terutama heritabilitas dalam arti sempit, umumnya menunjukkan karakter tersebut merupakan karakter yang dikendalikan oleh sedikit gen (oligogenic), sehingga diwariskan secara sederhana (*simpelgenic inheritance*) (Fehr, 1998).



Heritabilitas Arti Luas

Heritabilitas arti luas diduga berdasarkan komponen varians. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai heritabilitas pada karakteristik fisik biji bervariasi. Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai heritabilitas berkisar antara 30,00-65,54%. Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai heritabilitas kriteria sedang terdapat pada karakter berat biji

30,00%, panjang biji 47,26%, tebal biji 43,21%, luas permukaan biji 44,47%, berat biji per polong 33,33%, berat biji per tanaman 43,92%, dan berat 100 biji 49,65%. Sedangkan nilai heritabilitas kriteria tinggi terdapat pada karakter lebar biji 65,54%, diameter geometrik biji 58,80%, volume biji 62,22%, jumlah biji per polong 58,31%, dan jumlah biji per tanaman 52,74%.

Tabel 5. Nilai Heritabilitas Arti Luas Berdasarkan Komponen Varians.

No.	Karakter	σ_e^2	σ_g^2	σ_f^2	$h^2_{(BS)} (%)$	Kriteria
1.	Berat biji (g)	0,001	0,000	0,001	30,00	Sedang
2.	Panjang biji (mm)	0,154	0,138	0,292	47,26	Sedang
3.	Lebar biji (mm)	0,183	0,348	0,531	65,54	Tinggi
4.	Tebal biji (mm)	0,343	0,261	0,604	43,21	Sedang
5.	Diameter geometrik biji	0,161	0,238	0,398	59,80	Tinggi
6.	Volume biji (mm ³)	837,8	1380	2218	62,22	Tinggi
7.	Luas permukaan biji (mm ²)	405,6	324,9	730,6	44,47	Sedang
8.	Jumlah biji per polong	0,138	0,193	0,331	58,31	Tinggi
9.	Berat biji per polong (g)	0,010	0,005	0,015	33,33	Sedang
10.	Jumlah biji per tanaman (g)	44,03	49,15	93,18	52,74	Tinggi
11.	Berat biji per tanaman (g)	1,310	1,026	2,336	43,92	Sedang
12.	Berat 100 biji kering (g)	2,950	2,909	5,859	49,65	Sedang

Sumber: Data Primer, 2022

Keterangan: σ_e^2 (ragam lingkungan), σ_g^2 (ragam genetik), σ_f^2 (ragam fenotipe), $h^2_{(BS)}$ (heritabilitas arti luas). Kriteria tinggi ($h^2 \geq 50\%$), sedang ($h^2 = 20-50\%$), dan rendah ($h^2 \leq 20\%$).

Cara menghitung nilai heritabilitas arti luas berdasarkan komponen varians menggunakan Microsoft excel:

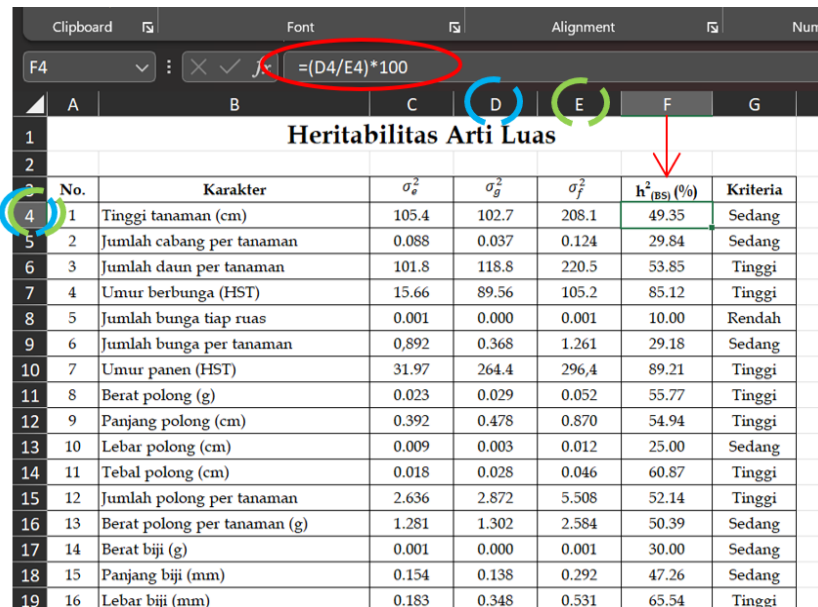
1. Membuka Microsoft Excel dan membuat tabel.
2. Memasukkan data ragam lingkungan (σ_e^2), ragam genotipik (σ_g^2), dan ragam fenotipik (σ_f^2) yang diperoleh dari hasil perhitungan anova.

Menghitung persamaan $(\sigma_g^2/\sigma_f^2) \times 100$ dengan rumus excel =(D4/E4)*100 (Gambar 17). Persamaan $(\sigma_g^2/\sigma_f^2) \times 100$ merupakan

rumus untuk menghitung nilai heritabilitas dalam persen. Nilai heritabilitas arti luas berdasarkan komponen varians pada penelitian ini memiliki heritabilitas kriteria sedang sampai tinggi. Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa penampilan suatu karakter banyak dipengaruhi oleh faktor genetik dibandingkan faktor lingkungan (Syukur *et al.*, 2011). Nilai heritabilitas dalam arti luas akan membantu pemulia untuk memilih genotipe unggul berdasarkan penampilan fenotipik sifat-sifat kuantitatif (Barcchiya *et al.*, 2018). Beberapa penelitian juga ditemukan heritabilitas kriteria tinggi

pada karakter biji yaitu jumlah biji per polong, jumlah biji per tanaman, berat biji per polong, berat biji per tanaman, berat 100 biji,

panjang biji, dan lebar biji (Saxesena *et al.*, 2014; Yumkhaibam *et al.*, 2019; Pathak *et al.*, 2019; Saptadi *et al.*, 2019).



No.	Karakter	σ_a^2	σ_g^2	σ_f^2	$h^2_{BSI} (\%)$	Kriteria
1	Tinggi tanaman (cm)	105.4	102.7	208.1	49.35	Sedang
2	Jumlah cabang per tanaman	0.088	0.037	0.124	29.84	Sedang
3	Jumlah daun per tanaman	101.8	118.8	220.5	53.85	Tinggi
4	Umur berbunga (HST)	15.66	89.56	105.2	85.12	Tinggi
5	Jumlah bunga tiap ruas	0.001	0.000	0.001	10.00	Rendah
6	Jumlah bunga per tanaman	0.892	0.368	1.261	29.18	Sedang
7	Umur panen (HST)	31.97	264.4	296.4	89.21	Tinggi
8	Berat polong (g)	0.023	0.029	0.052	55.77	Tinggi
9	Panjang polong (cm)	0.392	0.478	0.870	54.94	Tinggi
10	Lebar polong (cm)	0.009	0.003	0.012	25.00	Sedang
11	Tebal polong (cm)	0.018	0.028	0.046	60.87	Tinggi
12	Jumlah polong per tanaman	2.636	2.872	5.508	52.14	Tinggi
13	Berat polong per tanaman (g)	1.281	1.302	2.584	50.39	Sedang
14	Berat biji (g)	0.001	0.000	0.001	30.00	Sedang
15	Panjang biji (mm)	0.154	0.138	0.292	47.26	Sedang
16	Lebar biji (mm)	0.183	0.348	0.531	65.54	Tinggi

Gambar 17. Contoh Perhitungan Heritabilitas Arti Luas Berdasarkan Komponen Varians dalam Persen.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh karakter berat biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, diameter geometrik biji, volume biji, dan luas permukaan biji memiliki nilai heritabilitas kriteria tinggi berdasarkan beberapa metode *realized heritability*, *parent-offspring*, dan *standard unit*. Sedangkan estimasi nilai heritabilitas berdasarkan komponen varians kriteria tinggi terdapat pada karakter lebar biji, diameter geometrik biji, volume biji, jumlah biji per polong, dan jumlah biji per tanaman.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Hibah Penelitian Dosen Fakultas Pertanian

Universitas Brawijaya Tahun Anggaran 2022 dengan ketua peneliti Dr. Budi Waluyo, S.P., M.P.

DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah, G. (2012). *Principles of Plant Genetics and Breeding The Book is Accompanied by a Companion Resources Site : With Figures and Tables from The Book. Companion Website.*
- Ahmad, S., Kaur, S., Lamb-Palmer, N. D., Lefsrud, M., & Singh, J. (2015). Genetic diversity and population structure of *Pisum sativum* accessions for marker-trait association of lipid content. *Crop Journal*, 3(3), 238–245. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2015.03.005>
- 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.). *International Journal of Chemical Studies*, 6(2), 3324–3327.
- Department of Agriculture Forestry Fisheries. (2016). *Garden peas (Pisum sativum) guide agriculture*. 1–24.
- Endres, G. (2016). *Field Pea Production*. NDSU North Central Research Extension.
- FAOSTAT. (2018). World Food and Agriculture Statistical Pocketbook. In *The Lancet* (Vol. 274, Issue 7102).
- Fehr, W. R. (1998). *Principles of Cultivar Development*. MacMillan Publishing Company.
- Jameela, H., Noor, A., & Soegianto, A. (2014). Keragaman genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil pada populasi F2 buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) hasil persilangan varietas introduksi dengan varietas lokal. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2, 324–329.
- Karkanis, A., Ntatsi, G., Kontopoulou, C. K., Pristeri, A., Bilalis, D., & Savvas, D. (2016). Field pea in european cropping systems: adaptability, biological nitrogen fixation and cultivation practices. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(2), 325–336. <https://doi.org/10.15835/nbha44210618>
- Khodapanahi, E., Lefsrud, M., Orsat, V., Singh, J., & Warkentin, T. D. (2012). Study of pea accessions for development of an oilseed pea. *Energies*, 5(10), 3788–3802. <https://doi.org/10.3390/en5103788>
- Pathak, V. N., Pandey, R. K., Ray, J., Singh, B., Jee, C., & Verma, S. P. (2019). Studies of genetic variability, heritability and genetic advance for yield contributing traits in field pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 2587–2589.
- Saptadi, D., Handini, M. A., & Waluyo, B. (2019). Genetic parameters estimation and selection of *Pisum sativum* accessions in lowland. *Transactions of Persatuan Genetik Malaysia*, 10.
- Saxesena, R. R., Vidyakar, V., Vishwakarma, K., Yadav, P. S., Meena, M. L., & Lala, G. M. (2014). Genetic variability and heritability analysis for some quantitative traits in field pea (*Pisum sativum* L.). *International Quarterly Journal of Life Science*, 9(2), 895–898.
- Soedomo, P. (2006). Pengaruh tiga macam pupuk daun pada berbagai konsentrasi terhadap hasil tunas kacang kapri (*Pisum Sativum* L.). *Agrijati*, 3(1), 34–41.
- Solis, V., Manuel, I., Patel, A., Orsat, V., Singh, J., & Lefsrud, M. (2013). Fatty acid profiling of the seed oils of some varieties of field peas (*Pisum sativum*) by RP-LC/ESI-MS/MS: Towards the development of an oilseed pea. *Food Chemistry*, 139(1–4), 986–993. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.12.052>
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Yuniarti, R., & Kusumah, D. (2011). Pendugaan ragam genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil beberapa genotipe cabai. *Jurnal Agri*, 10(2), 148–156.
- Yumkhaibam, T., Deo, C., Ramjan, M., Chanu, N. B., & Semba, S. (2019). Estimation of genetic variability, heritability and genetic advance for yield and its component traits of garden pea (*Pisum sativum* L.) in North East India. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 4034–4039. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4aq.10187>