

## Seleksi Kegenjahan dan Hasil Tinggi pada Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Berdasarkan Nilai Kemajuan Genetik

Silvia Rizky Novita<sup>1</sup>, Sri Lestari Purnamaningsih<sup>2</sup>, Lulu Lazimatul Khairiyah<sup>3</sup>, dan Budi Waluyo<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya  
<sup>2,3,4</sup> Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

<sup>1</sup> Email: silviarizky76@gmail.com

<sup>2</sup> Email: srilestari.fp@ub.ac.id

<sup>3</sup> Email: lululazimatul@gmail.com

<sup>4</sup> Email: budiwaluyo@ub.ac.id

\*Penulis korespondensi: budiwaluyo@ub.ac.id

Submit: 17-3-2022

Revisi: 23-5-2022

Diterima: 2-6-2022

### ABSTRACT

*The development of cutleaf groundcherry (Physalis angulata L.) in a plant breeding program required information on genetic parameters. The goal of this study is to study variability, heritability, and genetic advance, as well as cutleaf groundcherry selection based on days to maturity and yield character. The research was conducted in the greenhouse experimental field of the Faculty of Agriculture, Universitas Brawijaya, which is located on Jatimulyo, Malang City from July to September 2021. A Randomized Block Design (RBD) was used in this study, with 30 cutleaf groundcherry accessions and three replications. Cutleaf groundcherry was selected using a statistical method involving a z-test and a 20 percent selection intensity ( $i=1,40$ ). Most agronomic characters on 30 cutleaf groundcherry accessions were significantly different according to analysis of variance. Number of flowers per plant, number of fruits per plant, fruit weight with calyx per plant, and fresh fruit weight per plant were all identified as agronomic characters with a high GCV and PCV. Number of flowers per plant and days to maturity were found to have high heritability, while number of flowers per plant and fresh fruit weight per plant had high genetic advance. Five accessions were chosen phenotypically based on days to maturity and yield character, namely A0103, B0201, B0302, B2003, and E0201. Through phenotypic selection, selected accessions can be considered as having favorable attributes for cutleaf groundcherry improvement.*

**Keywords:** Agroindustry, Genetic Advance, *Physalis angulata*, Selection, Variability

### ABSTRAK

Parameter genetik merupakan komponen penting dalam pengembangan tanaman ciplukan (*Physalis angulata* L.) pada program pemuliaan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman, heritabilitas dan kemajuan genetik serta seleksi tanaman ciplukan berdasarkan karakter kegenjahan dan hasil panen. Penelitian dilaksanakan di *greenhouse* lahan percobaan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang berada di Desa Jatimulyo, Malang dari bulan Juli hingga September 2021. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan 30 aksesori ciplukan dengan pengulangan 3 kali. Seleksi ciplukan dilakukan dengan metode statistik menggunakan uji-z dan intensitas seleksi 20% ( $i=1,40$ ). Analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan nyata untuk sebagian besar karakter agronomi ciplukan. Karakter agronomi dengan nilai KVG dan KVF tinggi yaitu jumlah bunga per tanaman, jumlah buah per tanaman, bobot buah dengan kelobot per tanaman dan bobot buah segar per tanaman. Karakter jumlah bunga per tanaman dan waktu panen pertama memiliki nilai heritabilitas tinggi sedangkan karakter dengan nilai kemajuan genetik tinggi yaitu jumlah bunga per tanaman dan bobot buah tanpa kelobot per tanaman.

Seleksi fenotipik berdasarkan karakter waktu panen dan hasil diperoleh lima aksesori terpilih yaitu, aksesori A0103, B0201, B0302, B2003 dan E0201.

**Kata kunci:** Agroindustri, Ciplukan, Kemajuan Genetik, Keragaman, Seleksi

## 1 Pendahuluan

Ciplukan (*Physalis angulata* L.) adalah tanaman dari famili *Solanaceae* yang tumbuh di seluruh wilayah di Indonesia dan memiliki sebutan yang berbeda-beda di setiap daerah diantaranya leletop, depuk-depuk (Sumatera), cecendet, ciplukan (Jawa), roiye, toto (Sulawesi), antokop, daun leletup (Kalimantan), kepok-kepokan, keceplokkan (Bali), lapunonat, dagameme (Maluku), nyornyoran, yoryoran, (Madura), kaciputan (Bawean), kenampokan, dedes (Lombok), telak (Flores) and kakuto, gekatomato (Papua) (Waluyo *et al.*, 2019). Ciplukan memiliki kandungan nutrisi tinggi (Sharma *et al.*, 2015). Hasil dari penelitian terkait farmakologi menunjukkan *P. angulata* dapat digunakan sebagai antiinflamasi, antibakteri, antidiabetes, antikanker dan untuk mengobati diabetes, malaria, anemia, demam dan hipertensi (Yu *et al.*, 2010; Rengifo-Salgado & Vargas-Arana, 2013; Fathurrahman *et al.*, 2016; Valdivia-Mares *et al.*, 2016; Sun *et al.*, 2017). Bagian organ tanaman ciplukan dapat digunakan sebagai bahan obat-obatan tradisional sehingga berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia sebagai sumber buah eksotik dan bahan baku agroindustri berbasis nutra dan farmaseutikal (Faronny *et al.*, 2019; Waluyo *et al.*, 2019; Zanetta *et al.*, 2019; Sadiyah *et al.*, 2020).

Pengembangan tanaman ciplukan sebagai bahan baku agroindustri di Indonesia memerlukan kontinuitas secara kualitatif dan kuantitatif namun dihadapkan pada keterbatasan bahan baku. Penyediaan varietas ciplukan dengan meningkatkan kapasitas genetik dapat dilakukan melalui program pemuliaan tanaman dengan cara seleksi dilanjutkan dengan rekombinasi melalui persilangan terarah (Faronny *et al.*, 2019; Waluyo *et al.*, 2019; Sadiyah *et al.*, 2020; Nurfajrin & Waluyo, 2021).

Penelitian terkait keragaman tanaman ciplukan yang telah banyak dilakukan melaporkan terdapat keragaman pada karakter ciplukan yang menunjukkan keanekaragaman tinggi pada aksesori ciplukan di Indonesia (Effendy *et al.*, 2018; Lestari *et al.*, 2018; Rukmi & Waluyo, 2019; Shandila *et al.*, 2019; Zanetta *et al.*, 2019). Keragaman yang tinggi pada karakter ciplukan membuka peluang bagi peningkatan kapasitas genetik melalui pemuliaan tanaman sehingga bisa dimanfaatkan oleh industri. Komponen penting yang perlu ditingkatkan dalam pengelolaan ciplukan untuk pembentukan varietas ialah hasil (Waluyo *et al.*, 2019) dan umur panen (Sadiyah *et al.*, 2020; Nurfajrin & Waluyo, 2021). Oleh karena itu, keragaman tinggi pada karakter umur panen dan hasil panen merupakan parameter penting untuk merakit varietas unggul tanaman ciplukan.

Ciplukan jenis *P. angulata* memerlukan waktu awal panen hingga 90 hari setelah tanam (Saavedra *et al.*, 2019). Penggunaan tanaman berumur genjah akan lebih

memberikan keuntungan karena dapat meningkatkan indeks hasil pertanaman/tahun. Seleksi merupakan kegiatan mengidentifikasi dan memilih individu tanaman dengan genotipe unggul yang diinginkan (Acquaah, 2012). Pendugaan parameter genetik berupa keragaman, heritabilitas dan kemajuan genetik tanaman dalam proses seleksi merupakan hal penting sebagai pertimbangan agar kegiatan seleksi efektif dan efisien (Kearsey & Pooni, 1996). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman berdasarkan nilai koefisien keragaman genetik (KVG), koefisien keragaman fenotipe (KVF), heritabilitas, dan kemajuan genetik pada karakter agronomi tanaman ciplukan yang dapat digunakan sebagai dasar seleksi ciplukan berumur genjah dan hasil tinggi.

## 2 Metode Penelitian

### Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan di *greenhouse* Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang berada di Desa Jatimulyo, Kecamatan Lowokwaru, Malang, Jawa Timur dari bulan Juli hingga September 2021.

### Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan 30 aksesi ciplukan, tanah, pupuk kompos 150 kg ha<sup>-1</sup>, pupuk Urea 120 kg ha<sup>-1</sup>, SP-36 115 kg ha<sup>-1</sup>, dan KCl 120 kg ha<sup>-1</sup>. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tempat semai, polybag ukuran 25x30 cm, cangkul, ajir bambu, tali, label, timbangan, penggaris, jangka sorong, timbangan analitik refraktometer dan alat tulis.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan 30 aksesi ciplukan (Tabel 1) dan 3 kali ulangan. Satu unit percobaan terdiri dari tiga tanaman.

**Tabel 1.** Tiga puluh aksesi ciplukan (*P. angulata* L.) koleksi Universitas Brawijaya

No.	Kode Aksesi	Asal	No.	Kode Aksesi	Asal
1	A0101	Sumatera	16	B2201	Jawa
2	A0103	Sumatera	17	C0101	Bawean
3	B0201	Jawa	18	C0102	Bawean
4	B0205	Jawa	19	C0105	Bawean
5	B0301	Jawa	20	C0106	Bawean
6	B0302	Jawa	21	C0108	Bawean
7	B0401	Jawa	22	C0109	Bawean
8	B0501	Jawa	23	C0110	Bawean
9	B1101	Jawa	24	C0111	Bawean
10	B1301	Jawa	25	E0201	Madura
11	B1401	Jawa	26	G0101	Masakambing
12	B1402	Jawa	27	G0102	Masakambing
13	B1701	Jawa	28	H0101	Kalimantan
14	B2003	Jawa	29	H0201	Kalimantan
15	B2102	Jawa	30	H0301	Kalimantan

Pengamatan dilakukan terhadap karakteristik agronomi, mengacu kepada (Silva *et al.*, 2018), yaitu:

1. Tinggi tanaman pada percabangan utama (cm), diukur dari permukaan tanah hingga percabangan pertama tanaman.
2. Diameter batang (mm), diukur bagian batang pada ketinggian 10 cm dari permukaan tanah.
3. Jumlah cabang tersier per tanaman, dihitung jumlah keseluruhan cabang tersier atau cabang produktif pada setiap tanaman ciplukan.
4. Jumlah daun per tanaman, dihitung jumlah total daun dari setiap tanaman ciplukan.
5. Waktu berbunga 50% (HST), diamati ketika tanaman telah memasuki fase generatif, yaitu saat 50% tanaman dari setiap aksesori telah muncul bunga dan mencatat waktu kejadian.
6. Waktu bunga mekar (hst), diamati pada saat setidaknya 50% tanaman dari setiap aksesori bunganya telah mekar sempurna dan mencatat waktu kejadian.
7. Jumlah bunga per tanaman, dihitung jumlah bunga yang telah mekar sempurna pada setiap tanaman ciplukan.
8. Waktu panen pertama (hst), diamati pada saat dilakukannya panen pertama yaitu ketika buah dari setiap tanaman telah dipanen secara keseluruhan dan mencatatkan waktu kejadian.
9. Jumlah buah per tanaman, dihitung total buah ciplukan per tanaman dari awal hingga akhir panen pertanaman.
10. Panjang kelobot buah (cm), diukur mulai dari pangkal kelobot buah hingga ujung kelobot buah.
11. Panjang buah (mm), diukur panjang buah dari pangkal atas sampai ujung bawah buah ciplukan.
12. Diameter buah (mm), diukur lebar buah dari sisi yang tegak lurus dengan panjang buah.
13. Bobot buah dengan kelobot per tanaman (g), ditimbang bobot total seluruh buah ciplukan yang masih terbungkus kelobot pada setiap tanaman ciplukan.
14. Bobot buah tanpa kelobot per tanaman (g), ditimbang bobot total seluruh buah ciplukan tanpa kelobot pada setiap tanaman ciplukan.
15. Rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah (g), ditimbang rata-rata bobot setiap buah ciplukan yang masih terbungkus kelobot dari setiap tanaman ciplukan.
16. Rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah (g), ditimbang rata-rata bobot setiap buah ciplukan tanpa kelobot dari setiap tanaman ciplukan.

17. Tingkat kemanisan buah ( $^{\circ}$ Brix), diukur kadar kemanisan buah dengan mengambil sari buah ciplukan kemudian dilihat derajat kemanisannya menggunakan refraktometer.

Data karakter agronomi tanaman ciplukan diuji menggunakan analisis varians untuk menguji perbedaan dari 30 aksesori yang diuji (Tabel 2).

**Tabel 2.** Analisis Varians Rancangan Acak Kelompok

Sumber Ragam	DB	JK	KT	KTH	F hit
Ulangan	r-1	JKr	KTr		
Aksesori	a-1	Jka	KTa	$\sigma^2_e + r\sigma^2_g$	KTa/KTr
Galat	(r-1)(a-1)	Jke	KTe	$\sigma^2_e$	
Total	ra-1	JKt			

Dimana:  $\sigma^2_e = \text{KT galat}$

$$\sigma^2_g = \frac{\text{KT genotip} - \text{KT galat}}{r}$$

$$\sigma^2_f = \sigma^2_g + \sigma^2_e$$

Keragaman karakter agronomi ciplukan ditentukan berdasarkan pada nilai koefisien variasi genotipik (KVG) dan koefisien variasi fenotipik (KVF) (Kearsey & Pooni, 1996):

$$\text{KVG} = \frac{\sqrt{\sigma^2_g}}{\bar{x}} \times 100\% \quad (1)$$

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

Dimana  $\sigma^2_g$  = Varians genetik;  $\sigma^2_f$  = Varians fenotip;  $\bar{x}$  = Rata-rata tiap karakter tanaman. Kriteria nilai KVG dan KVF berdasarkan Okasa *et al.*, (2021) yaitu, rendah (<10%), sedang (10%-25%), tinggi (>25%).

Nilai duga heritabilitas dalam arti luas ( $h^2$ ) digunakan untuk mengetahui proporsi ragam genetik terhadap ragam fenotip. Nilai duga heritabilitas dapat dihitung menggunakan rumus (Bos & Caligari, 1995).

$$h^2 = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_g + \sigma^2_e} \quad (2)$$

Kriteria nilai heritabilitas menjadi tiga yaitu rendah ( $H < 20\%$ ), sedang ( $20 \leq H \leq 50\%$ ) dan tinggi ( $H > 50\%$ ) (Stansfield, 1991).

Nilai kemajuan genetik digunakan untuk melihat respons seleksi pada tanaman ciplukan. Nilai kemajuan genetik dihitung menggunakan rumus (Acquaah, 2012):

$$\text{KG} = i \cdot H \cdot \sigma_f \quad (3)$$

$$\text{KG} (\%) = \frac{\text{KG}}{\bar{x}} \times 100\%$$

Dimana  $i$  = Intensitas seleksi;  $H$  = Heritabilitas,  $\sigma_f$  = Standar deviasi fenotipik. Kriteria nilai

kemajuan genetik yaitu, rendah (<10%), sedang (10%-20%), tinggi (>20%) (Nagaraju *et al.*, 2018).

Seleksi ciplukan berumur genjah dan hasil tinggi dilakukan dengan metode statistik menggunakan uji-z. Penentuan aksesi terpilih dilakukan dengan menghitung nilai batas seleksi sebagai penentu aksesi terpilih. Nilai batas seleksi dihitung dengan rumus (Singh & Chaudhary, 1979):

$$X_s = \bar{x} + i \cdot \sigma_f \quad (4)$$

Dimana  $X_s$  = Nilai batas seleksi;  $i$  = Intensitas seleksi (1,40 untuk intensitas seleksi 20%);  $\sigma_f$  = standar deviasi fenotipik

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### Keragaman Karakter Agronomi 30 Aksesi Ciplukan

Hasil analisis ragam 17 karakter agronomi pada 30 aksesi tanaman ciplukan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada aksesi-aksesi ciplukan untuk semua karakter, kecuali karakter rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat keragaman pada karakter yang diamati pada 30 aksesi ciplukan yang menjadi indikator adanya keanekaragaman di antara aksesi yang diuji sehingga dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk peningkatan potensi genetik tanaman ciplukan melalui program pemuliaan tanaman.

**Tabel 3.** Nilai minimum, maksimum, rerata dan kuadrat tengah pada 17 karakter agronomi tanaman ciplukan

No.	Karakter	Min	Maks	Rerata	KT	Fhit
1	Tinggi tanaman pada percabangan utama (cm)	7,03	22,86	16,12	39,26	**
2	Diameter batang (mm)	6,22	11,93	9,56	8,34	**
3	Jumlah cabang tersier per tanaman	19,00	63,22	37,80	313,37	*
4	Jumlah daun per tanaman	41,39	161,89	93,44	2341,80	**
5	Waktu berbunga 50% (hst)	20,33	30,00	24,02	25,79	**
6	Waktu bunga mekar (hst)	22,00	35,33	27,96	28,25	*
7	Jumlah bunga per tanaman	12,06	69,22	36,59	647,68	**
8	Waktu panen pertama (hst)	61,00	74,89	66,15	30,01	**
9	Jumlah buah per tanaman (buah)	5,22	49,44	15,19	245,12	*
10	Bobot buah dengan kelobot per tanaman (g)	4,24	26,24	14,04	88,19	**
11	Bobot buah segar per tanaman (g)	4,13	28,58	10,94	78,21	**
12	Rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah (g)	0,89	1,75	1,24	0,08	tn
13	Rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah (g)	0,80	1,70	1,26	0,15	**
14	Panjang kelobot buah (cm)	2,25	3,31	2,89	0,13	*
15	Panjang buah (mm)	10,25	13,26	11,97	1,83	**
16	Diameter buah (mm)	9,06	12,60	10,89	2,20	**
17	Tingkat kemanisan buah (°Brix)	9,54	14,91	11,68	6,02	**

Keterangan: KT = kuadrat tengah, Fhit = uji F pada analisis varians; (\*); berbeda nyata pada taraf 0,05 dan (\*\*); berbeda sangat nyata pada taraf 0,01, tn : tidak berbeda nyata

Keragaman pada karakter agronomi ciplukan dianalisis berdasarkan nilai koefisien variasi genotipik (KVG) dan koefisien variasi fenotipik (KVF). Koefisien variasi genotipik merupakan nilai yang menunjukkan proporsi keragaman yang disebabkan oleh faktor genetik sedangkan nilai koefisien variasi fenotipik menunjukkan proporsi keragaman yang disebabkan oleh faktor fenotip. Nilai varians genetik karakter ciplukan berkisar

antara 0,01 pada karakter rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah sampai 407,13 pada karakter jumlah daun per tanaman. Begitu pula pada nilai varians fenotipe karakter ciplukan berkisar antara 0,06 pada karakter rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah sampai 1527,53 pada karakter jumlah daun per tanaman. Pada hasil penelitian, nilai KVG dan KVF pada karakter agronomi ciplukan diperoleh dengan kriteria rendah, sedang sampai tinggi (Tabel 4). Nilai KVG berkisar antara 4,34% pada karakter panjang buah sampai 39,90% pada karakter jumlah bunga per tanaman sedangkan nilai KVF berkisar antara 5,34% pada karakter waktu panen pertama sampai 86,21% pada karakter jumlah buah per tanaman.

Keragaman genetik rendah terdapat pada karakter waktu berbunga 50%, waktu bunga mekar, waktu panen pertama, rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah, panjang kelobot buah, panjang buah, diameter buah dan tingkat kemanisan buah. Keragaman genetik sedang terdapat pada karakter tinggi tanaman pada percabangan utama, diameter batang, jumlah cabang tersier per tanaman, jumlah daun per tanaman dan rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah sedangkan keragaman genetik tinggi terdapat pada karakter jumlah bunga per tanaman, jumlah buah per tanaman, bobot buah dengan kelobot per tanaman dan bobot buah segar per tanaman. Nilai KVG yang tinggi pada karakter-karakter tersebut juga dilaporkan pada hasil penelitian sebelumnya (Effendy *et al.*, 2018; Zanetta *et al.*, 2019). Karakter yang memiliki nilai KVG tinggi merupakan indikator adanya variasi genetik yang tinggi dalam populasi tanaman sehingga upaya untuk perbaikan karakter tersebut melalui seleksi sederhana akan lebih baik (Kendra, 2014).

Nilai KVF rendah yaitu pada karakter waktu panen pertama dan panjang buah. Nilai KVF sedang yaitu pada karakter diameter batang, waktu berbunga 50%, waktu bunga mekar, rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah, rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah, panjang kelobot buah, diameter buah dan tingkat kemanisan buah. Nilai KVF dengan kriteria tinggi yaitu pada karakter tinggi tanaman pada percabangan utama, jumlah cabang tersier per tanaman, jumlah daun per tanaman, jumlah bunga per tanaman, jumlah buah per tanaman, bobot buah dengan kelobot per tanaman dan bobot buah segar per tanaman. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya (Effendy *et al.*, 2018; Zanetta *et al.*, 2019). Karakter dengan kriteria KVF yang tinggi menunjukkan adanya pengaruh yang kuat dari faktor lingkungan terhadap penampilan karakter tersebut (Nagaraju *et al.*, 2018).

Keragaman karakter agronomi tanaman ciplukan berdasarkan nilai KVG dan KVF pada suatu karakter tanaman dapat menunjukkan kriteria yang berbeda-beda. Pada beberapa karakter terdapat keragaman yang disebabkan oleh nilai KVF sedang dengan nilai KVG yang rendah, yaitu pada karakter waktu berbunga 50%, waktu bunga mekar,

rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah, panjang kelobot buah, diameter buah dan tingkat kemanisan buah. Terdapat pula karakter yang memiliki nilai KVF tinggi dengan nilai KVG sedang, yaitu karakter tinggi tanaman pada percabangan utama, jumlah cabang tersier per tanaman, jumlah daun per tanaman. Hal tersebut menunjukkan bahwa keragaman pada karakter-karakter tersebut disebabkan oleh faktor lingkungan yang lebih tinggi daripada faktor genetik. Apabila nilai KVF lebih tinggi daripada nilai KVG maka hal tersebut merupakan indikator adanya pengaruh aditif lingkungan terhadap ekspresi sifat pada tanaman (Kumar *et al.*, 2017). Jika karakter yang akan ditingkatkan potensi genetiknya memiliki nilai KVF lebih tinggi dari pada KVG maka hal yang harus diperhatikan yaitu penentuan metode seleksi yang tepat agar karakter tersebut dapat diwariskan dan diidentifikasi keunggulannya, serta memastikan bahwa karakter tersebut dikendalikan oleh faktor genetik, bukan faktor non-genetik (Waluyo *et al.*, 2019).

Karakter jumlah bunga per tanaman, jumlah buah per tanaman, bobot buah dengan kelobot per tanaman dan bobot buah segar per tanaman memiliki nilai KVG dan KVF dengan kriteria yang sama tinggi. Nilai KVG dan KVF yang sama-sama tinggi merupakan indikator adanya variabilitas yang cukup besar pada karakter tersebut. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Kumar *et al.*, (2017) bahwa karakter dengan nilai KVG dan KVF yang tidak berbeda secara signifikan menunjukkan bahwa karakter tersebut tidak mendapat pengaruh yang kuat oleh faktor lingkungan. Kegiatan seleksi akan lebih efektif karena variasi diantara genotipe sebagian besar dikendalikan oleh faktor genetik.

**Tabel 4.** Nilai KVG dan KVF pada 17 karakter agronomi tanaman ciplukan

No.	Karakter	$\sigma^2_g$	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_f$	KVG (%)	KVF (%)
1	Tinggi tanaman pada percabangan utama (cm)	7,14	17,84	24,98	16,58	31,00
2	Diameter batang (mm)	1,84	2,82	4,66	14,18	22,58
3	Jumlah cabang tersier per tanaman	48,56	167,72	216,28	18,44	38,91
4	Jumlah daun per tanaman	407,13	1120,40	1527,53	21,60	41,83
5	Waktu berbunga 50% (HST)	4,51	12,25	16,77	8,84	17,04
6	Waktu bunga mekar (HST)	3,84	16,72	20,56	7,01	16,22
7	Jumlah bunga per tanaman	180,54	106,06	286,60	36,72	46,27
8	Waktu panen pertama (hst)	8,76	3,74	12,50	4,47	5,34
9	Jumlah buah per tanaman (buah)	36,76	134,83	171,60	39,90	86,21
10	Bobot buah dengan kelobot per tanaman (g)	16,34	39,17	55,51	28,80	53,08
11	Bobot buah segar per tanaman (g)	16,05	30,08	46,12	36,61	62,06
12	Rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah (g)	0,01	0,06	0,06	7,21	20,51
13	Rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah (g)	0,03	0,07	0,10	13,35	24,90
14	Panjang kelobot buah (cm)	0,02	0,07	0,09	5,06	10,44
15	Panjang buah (mm)	0,27	1,02	1,29	4,34	9,51
16	Diameter buah (mm)	0,45	0,85	1,30	6,16	10,46
17	Tingkat kemanisan buah ( $^{\circ}$ Brix)	1,20	2,42	3,62	9,37	16,29

Keterangan:  $\sigma^2_g$  = ragam genetik;  $\sigma^2_e$  = ragam lingkungan;  $\sigma^2_f$  = ragam fenotipe; KVG = koefisien variasi genotipik; KVF = koefisien variasi fenotipik; kriteria KVG dan KVF: rendah (<10%), sedang (10%-25%), tinggi (>25%).



## **Heritabilitas dan Kemajuan Genetik Karakter Agronomi 30 Aksesi Ciplukan (*Physalis angulata* L.)**

Heritabilitas merupakan nilai yang digunakan untuk mengetahui proporsi pengaruh genetik terhadap keragaman suatu karakter pada tanaman. Seleksi untuk suatu karakter yang diinginkan akan lebih berarti jika karakter tersebut mudah diwariskan dan dapat diketahui dari besarnya nilai heritabilitas. Hasil penelitian menunjukkan nilai heritabilitas berkisar antara 12,36% pada karakter rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah sampai 70,10% pada karakter waktu panen pertama (Tabel 5). Nilai heritabilitas rendah terdapat pada karakter waktu bunga mekar dan rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah. Nilai heritabilitas sedang terdapat pada karakter tinggi tanaman pada percabangan utama, diameter batang, jumlah cabang tersier per tanaman, jumlah daun per tanaman, waktu berbunga 50%, jumlah buah per tanaman, bobot buah dengan kelobot per tanaman, bobot buah segar per tanaman, rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah, panjang kelobot buah, panjang buah, diameter buah dan tingkat kemanisan buah. Nilai heritabilitas tinggi terdapat pada karakter jumlah bunga per tanaman dan waktu panen pertama. Nilai heritabilitas tinggi pada karakter tersebut menunjukkan bahwa penampilan suatu karakter lebih ditentukan oleh faktor genetik sehingga seleksi pada populasi akan efisien dan efektif karena akan memberikan harapan kemajuan genetik yang besar (Peña-Lomelí *et al.*, 2008; Peña-Lomelí *et al.*, 2014).

Dalam pemuliaan tanaman yang diharapkan ialah karakter dengan nilai keragaman genetik yang tinggi diikuti dengan nilai heritabilitas yang tinggi pula. Namun pada hasil penelitian, karakter waktu panen pertama memiliki nilai KVG dan KVF yang rendah tetapi memiliki nilai heritabilitas yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa nilai heritabilitas suatu karakter tidak selalu berbanding lurus dengan nilai keragamannya. Hal ini sesuai dengan pendapat Effendy *et al.*, (2018), bahwa karakter dengan nilai keragaman genetik yang rendah tetapi nilai heritabilitasnya tinggi menunjukkan bahwa penampilan karakter pada bahan genetik yang diuji menunjukkan rentang penampilan yang sempit namun sempitnya keragaman ini masih merupakan ekspresi faktor genotipik yang tinggi sehingga perbaikan karakter masih dapat dilakukan dan kemungkinan capaian kemajuan genetiknya akan cepat diperoleh.

Kemajuan genetik yang tinggi menunjukkan perbaikan karakter yang diinginkan melalui seleksi memiliki peluang besar untuk berhasil. Pada hasil penelitian karakter dengan nilai kemajuan genetik rendah yaitu karakter tinggi tanaman pada percabangan utama, diameter batang, jumlah cabang tersier per tanaman, waktu berbunga 50%, waktu bunga mekar, waktu panen pertama, rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah, rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah, panjang kelobot buah, panjang buah, diameter buah dan tingkat kemanisan buah. Pada hasil penelitian, karakter-karakter tersebut

memiliki nilai heritabilitas dari sedang sampai rendah pula kecuali pada karakter waktu panen pertama yang memiliki nilai heritabilitas yang tinggi. Menurut Arifiana *et al.*, (2017), rendahnya nilai kemajuan genetik tidak selalu disebabkan oleh nilai heritabilitas yang rendah, namun sebagian dapat dipengaruhi bukan oleh gen aditif. Pengendalian karakter oleh gen bukan aditif dapat menyebabkan rendahnya kemajuan genetik dan tidak dapat diwariskan pada generasi berikutnya. Hal tersebut dikarenakan sifat penampilannya tergantung pada dominansi alel atau interaksi dengan alel lainnya sehingga ekspresinya tergantung dari pasangan alel pada generasi tertentu.

**Tabel 5.** Nilai heritabilitas dan kemajuan genetik pada 17 karakter agronomi tanaman Ciplukan

No.	Karakter	H (%)	KG	KGH (%)
1.	Tinggi tanaman pada percabangan utama (cm)	28,59	1,45	8,98
2.	Diameter batang (mm)	39,46	0,92	9,63
3.	Jumlah cabang tersier per tanaman	22,45	3,21	8,50
4.	Jumlah daun per tanaman	26,65	10,43	11,16
5.	Waktu berbunga 50% (HST)	26,92	1,10	4,60
6.	Waktu bunga mekar (HST)	18,70	0,80	2,87
7.	Jumlah bunga per tanaman	62,99	12,96	35,41
8.	Waktu panen pertama (HST)	70,10	3,10	4,69
9.	Jumlah buah per tanaman (buah)	21,42	2,87	18,86
10.	Bobot buah dengan kelobot per tanaman (g)	29,43	2,23	15,92
11.	Bobot buah segar per tanaman (g)	34,79	2,49	22,73
12.	Rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah (g)	12,36	0,03	2,29
13.	Rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah (g)	28,73	0,09	7,26
14.	Panjang kelobot buah (cm)	23,49	0,07	2,40
15.	Panjang buah (mm)	20,82	0,23	1,90
16.	Diameter buah (mm)	34,68	0,42	3,81
17.	Tingkat kemanisan buah (°Brix)	33,09	0,66	5,62

Keterangan: H = heritabilitas dalam arti luas, kriteria nilai heritabilitas: rendah ( $H < 20\%$ ), sedang ( $20 < H < 50\%$ ) dan tinggi ( $H > 50\%$ ); KG = Kemajuan Genetik; KGH = Kemajuan Genetik Harapan, kriteria nilai kemajuan genetik harapan: rendah ( $< 10\%$ ), sedang ( $10\% - 20\%$ ), tinggi ( $> 20\%$ )

Karakter dengan nilai kemajuan genetik sedang yaitu jumlah daun per tanaman, jumlah buah per tanaman dan bobot buah dengan kelobot per tanaman. Karakter dengan nilai kemajuan genetik tinggi yaitu jumlah bunga per tanaman dan bobot buah segar per tanaman. Pada hasil penelitian, karakter-karakter tersebut memiliki nilai heritabilitas sedang sampai tinggi pula. Hal tersebut menunjukkan karakter pada tanaman bahwa sebagian besar variasi fenotipe tanaman disebabkan oleh keragaman genetik, maka seleksi yang dilakukan pada karakter tersebut akan memperoleh kemajuan genetik yang tinggi. Karakter dengan nilai heritabilitas dan kemajuan genetik yang tinggi menunjukkan adanya efek gen aditif secara dominan dan seleksi berdasarkan karakter fenotipik efektif dilakukan dalam peningkatan karakter tersebut sehingga dapat dipertahankan pada generasi berikutnya (Kendra, 2014).

### **Seleksi Ciplukan Berumur Genjah dan Hasil Tinggi**

Seleksi karakter pada 30 aksesori ciplukan dengan intensitas seleksi 20% didapatkan 5 aksesori terpilih. Tiap aksesori yang diuji mempunyai karakteristik pertumbuhan yang berbeda-beda yang disebabkan adanya perbedaan sifat genetik (Tabel 6). Waktu

panen tanaman ciplukan ditandai dengan buahnya yang telah masak panen dengan warna buah hijau kekuningan sampai kuning serta bagian kelobot buah yang mengering serta berubah warna menjadi coklat.

Seleksi berdasarkan waktu panen pertama menunjukkan bahwa aksesori A0103, B0201 dan B0302 dan E0201 memiliki umur panen yang lebih singkat dibanding aksesori-aksesori lainnya. Aksesori A0103 dan B0201, selain unggul pada karakter waktu panen pertama juga unggul pada karakter waktu berbunga 50%, waktu bunga mekar dan tingkat kemanisan buah. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman yang memiliki waktu panen genjah juga memiliki waktu berbunga yang lebih cepat. Hal ini sesuai dengan pendapat Arifiana *et al.*, (2017) bahwa umur panen tanaman dipengaruhi pula oleh kecepatan pembungaan tanaman tersebut. Sedangkan aksesori B0302 selain memiliki waktu panen genjah juga unggul pada karakter waktu bunga mekar, panjang buah dan diameter buah. Hasil penelitian sebelumnya mengenai keragaman karakter agronomi tanaman ciplukan melaporkan bahwa karakter tingkat kemanisan buah, panjang buah dan diameter buah berkontribusi terhadap keragaman maksimum pada tanaman ciplukan (Rukmi *et al.*, 2019; Widyaelina *et al.*, 2019).

Seleksi berdasarkan karakter bobot buah segar per tanaman menunjukkan bahwa aksesori B2003 dan E0201 memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan aksesori-aksesori lain. Aksesori B2003 selain memiliki hasil yang tinggi juga unggul pada karakter diameter batang, jumlah daun per tanaman, jumlah buah per tanaman dan bobot buah dengan kelobot per tanaman. Karakter-karakter tersebut merupakan karakter komponen hasil yang berkontribusi terhadap potensi hasil tanaman ciplukan. Menurut Novrika *et al.*, (2016), semakin banyak jumlah daun yang terbentuk pada tanaman, maka semakin banyak jumlah cahaya yang diserap untuk proses fotosintesis sehingga karbohidrat untuk pertumbuhan tanaman juga semakin banyak. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian sebelumnya bahwa karakter komponen hasil seperti, diameter batang dan jumlah buah per tanaman berkontribusi nyata terhadap karakter bobot buah per tanaman ciplukan (Khoiriyah *et al.*, 2018).

Aksesori E0201 selain memiliki waktu panen yang genjah, hasil yang tinggi unggul pada karakter jumlah cabang tersier per tanaman, jumlah daun per tanaman, bobot buah dengan kelobot per tanaman, rata-rata bobot buah dengan kelobot per buah, rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah, panjang buah dan diameter buah. Cabang tersier adalah merupakan cabang produktif tempat tumbuhnya bunga dan bakal buah. Semakin banyak jumlah cabang produktif maka jumlah bunga pada tanaman yang dihasilkan sehingga dapat menyebabkan peningkatan hasil (Khoiriyah *et al.*, 2018). Karakter-karakter unggul lain pada setiap aksesori terpilih merupakan karakter agronomi yang dapat menjadi karakteristik khusus dari setiap aksesori terpilih dan dapat mendukung kegenjahan

dan berkontribusi pada potensi hasil aksesori terpilih. Aksesori-aksesori terpilih ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampilan tanaman aksesori terpilih

**Tabel 6.** Penampilan aksesori terpilih

No.	Aksesori	Tinggi tanaman pada percabangan utama (cm)	Diameter batang (mm)	Jumlah cabang tersier per tanaman	Jumlah daun per tanaman	Waktu berbunga 50% (hst)	Waktu bunga mekar (hst)	Jumlah bunga pertanaman (bunga)	Waktu panen pertama (hst)	Jumlah buah per tanaman
1	A0103	7,03	6,25	25,67	80,84	20,33	22,00	12,06	61,00	17,50
2	B0201	18,87	10,36	37,33	110,00	20,67	22,67	50,00	61,33	5,22
3	B0302	13,84	10,31	47,67	118,22	21,33	23,00	48,78	61,33	15,89
4	B2003	9,69	11,90	50,17	159,67	22,33	27,00	35,44	70,00	35,00
5	E0201	13,27	8,76	53,51	133,22	21,00	25,00	27,67	62,67	23,67
	Xs	21,19	11,90	52,11	132,56	19,92	23,66	57,16	61,72	28,57
	$\bar{x}$	16,12	9,56	37,80	93,43	24,02	27,96	36,59	66,15	15,19
	Std.Dev	3,62	1,67	10,22	27,95	2,93	3,07	14,69	3,16	9,56

Bersambung ...

Sumbangan **Tabel 6.** Penampilan aksesi ciplukan terseleksi

No.	Aksesi	Bobot buah dengan kelobot per tanaman (g)	Bobot buah segar per tanaman (g)	Rata-rata bobot buah dengan kelobot per tanaman	Rata-rata bobot buah tanpa kelobot per buah(g)	Panjang kelobot buah (cm)	Panjang buah (mm)	Diameter buah (mm)	Tingkat kemanisan buah (°Brix)
1	A0103	12,63	4,40	0,89	0,80	2,71	10,29	9,34	13,75
2	B0201	12,64	7,04	1,15	1,15	2,69	11,14	9,85	13,92
3	B0302	14,67	12,73	1,44	1,50	3,00	13,36	12,60	11,00
4	B2003	26,24	21,55	1,27	1,11	2,25	11,49	10,47	10,46
5	E0201	26,14	28,58	1,75	1,68	3,31	13,22	12,59	10,24
	Xs	28,57	18,09	1,47	1,57	3,19	13,06	12,09	13,66
	$\bar{x}$	14,04	10,94	1,24	1,26	2,89	11,97	10,89	11,68
	Std.Dev	5,42	5,11	0,16	0,23	0,21	0,78	0,86	1,42

#### 4 Kesimpulan

Karakter yang mempunyai keragaman berdasarkan KVG dan KVF tinggi yaitu, jumlah bunga per tanaman, jumlah buah per tanaman, bobot buah dengan kelobot per tanaman dan bobot buah segar per tanaman. Karakter yang mempunyai heritabilitas tinggi yaitu jumlah bunga per tanaman dan waktu panen pertama. Karakter yang mempunyai kemajuan genetik tinggi yaitu jumlah bunga per tanaman dan bobot buah segar per tanaman. Aksesi A0103, B0201 dan B0302 terseleksi berdasarkan waktu panen genjah, B2003 mempunyai hasil tinggi dan E0201 dengan waktu panen genjah dan hasil tinggi.

#### 5 Daftar Pustaka

- Acquaah, G. (2012). Principles of Plant Genetics and Breeding. In *Principles of Plant Genetics and Breeding*. UK: Wiley.
- Arifiana, N. B., & Sjamsijah, N. (2017). Respon Seleksi Tanaman F3 pada Beberapa Genotipe Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 1(1), 50–58. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v1i1.10>
- Bos, I., & Caligari, P. (1995). *Selection Methods in Plant Breeding* (Vol. 38). London — Glasgow — Weinheim — New York — Tokyo — Melbourne — Madras: Chapman & Hall.
- Effendy, Respatijarti, & Waluyo, B. (2018). Keragaman Genetik dan Heritabilitas Karakter Komponen Hasil dan Hasil Ciplukan (*Physalis* sp.). *Jurnal Agro*, 5(1), 30–38. <https://doi.org/10.15575/1864>
- Faronny, D. I., Ardiarini, N. R., Zanetta, C. U., & Waluyo, B. (2019). Penampilan Karakter Ciplukan (Cutleaf Ground Cherry: *Physalis angulata* L.) Hasil Seleksi Galur Murni dari Populasi Lokal Sebagai Sumber Buah Eksotis. In R. R. R. Brotodjojo, D. A. Puspitaningrum, & R. A. Widodo (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional "Pembangunan Pertanian Indonesia dalam Memperkuat Lumbung Pangan, Fundamental Ekonomi, dan Daya Saing Global"* (pp. 1169–1177). Yogyakarta: Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Fathurrahman, F., Nursanto, J., Madjid, A., & Ramadani, R. (2016). Ethnobotanical Study

- of “Kaili Inde” Tribe in Central Sulawesi Indonesia. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(5), 337–347. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2015-06-463>
- Kearsey, M. J., & Pooni, H. S. (1996). *The Genetical Analysis of Quantitative Traits*. London: Chapman and Hall.
- Kendra, K. V. (2014). Genetic Variability and Correlation Studies for Growth and Yield Characters in Chilli (*Capsicum annum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 23(2), 170–177.
- Khoiriyah, L. L., Waluyo, B., & Respatijarti. (2018). Hubungan Antar Karakter Komponen Hasil dengan Hasil pada Tanaman Ciplukan (*Physalis* sp.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(12), 3116–3124.
- Kumar, V., Sahay, S., Nirgude, V., Kumari, A., Singh, R. S., Mir, H., Mahesh, Shiv, S., & Kumar, V. (2017). Assessment of Genetic Variability Among Different Genotypes of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in India. *Journal of Applied and Natural Science*, 9(3), 1735–1739. <https://doi.org/10.31018/jans.v9i3.1430>
- Lestari, L. D., Adiredjo, A. L., & Waluyo, B. (2018). Penampilan Fenotipik dan Analisa Korelasi pada 10 galur Ciplukan (*Physalis angulata* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(12), 3039–3047.
- Nagaraju, M. M., Reddy, R., Reddy, K. M., Naram, L., Rani, A. S., & Krishna, K. U. (2018). Assessment of Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance for Quantitative, Qualitative Traits and ChLCV Resistance in Chilli (*Capsicum annum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(6), 1467–1472.
- Novrika, D., Herison, C., & Fahrurrozi. (2016). Korelasi Antar Komponen Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif dengan Hasil pada Delapan Belas Genotipe Gandum di Dataran Tinggi. *Akta Agrosia*, 19(2), 93–103.
- Nurfajrin, A. R., & Waluyo, B. (2021). Analisis Keragaman Morfologi dan filogenetik Ciplukan (*Physalis* sp.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 9(3), 183–193.
- Okasa, A. M., Sjahril, R., & Riadi, M. (2021). Correlation and Path Coefficient Analysis of Grain Yield and Its Components in Toraja Land-race Aromatic Rice Mutants Induced by Heavy Ion Beam. *Asian Journal of Plant Sciences*, 20(3), 406–413. <https://doi.org/10.3923/ajps.2021.406.413>
- Peña-Lomelí, A., Molina-Galán, J. D., Sahagún-Castellanos, J., Ortiz-Cereceres, J., Márquez-Sánchez, F., Cervantes-Santana, T., & Hernández-Santiguillo, J. . (2008). Parámetros Genéticos en la Variedad CHF1 Chapingo (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(1), 5–11.
- Peña-Lomelí, A., Ponce-Valerio, J., Sánchez-del-Castillo, F., & Magaña-Lira, N. (2014). Desempeño Agronómico de Variedades de Tomate de Cáscara en Invernadero y Campo Abierto. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(4), 381–391.
- Rengifo-Salgado, E., & Vargas-Arana, G. (2013). *Physalis angulata* L. (Bolsa Mullaca): a review of its traditional uses, chemistry and pharmacology. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 12(5), 431–445. <https://doi.org/10.1155/2013/340215>
- Rukmi, K., & Waluyo, B. (2019). Keragaman Genetik Akses Ciplukan (*Physalis* sp.) Berdasarkan Karakter Morfologi dan Agronomi. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(2), 209–219.
- Saavedra, J. C. M., Zaragoza, F. A. R., Toledo, D. C., Hernández, C. V. S., & Vargas-Ponce, O. (2019). Agromorphological Characterization of Wild and Weedy Populations of *Physalis angulata* in Mexico. *Scientia Horticulturae*, 246, 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.055>

- Sadiyah, H., Soegianto, A., Waluyo, B., & Ashari, S. (2020). Short Communication: Preliminary Characterization of Groundcherry (*Physalis angulata*) from East Java Province, Indonesia Based on Morpho-Agronomic Traits. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(2), 759–769. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210244>
- Shandila, P., Zanetta, C. U., & Waluyo, B. (2019). Pengukuran Keragaman dan Identifikasi Aksesori Ciplukan (Cape gooseberry: *Physalis peruviana* L.) Hasil Seleksi Galur Murni Sebagai Buah Eksotis. *Prosiding Seminar Nasional “Pembangunan Pertanian Indonesia Dalam Memperkuat Lumbung Pangan, Fundamental Ekonomi, Dan Daya Saing Global,”* 1160–1168. Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Sharma, N., Bano, A., Dhaliwal, H. S., & Sharma, V. (2015). A Pharmacological Comprehensive Review on “Rassbhary” *Physalis angulata* (L.). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7(8), 34–38.
- Silva, H. K. da, Passos, A. R., Schnadelbach, A. S., Moreira, R. F. C., Conceição, A. L. da S., & Lima, A. P. (2018). Selection of Morphoagronomic Descriptors in *Physalis angulata* L. Using Multivariate Techniques. *Journal of Agricultural Science*, 11(1), 289. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n1p289>
- Singh, R. K., & Chaudhary, B. D. (1979). *Biometrical Method In Quantitative Genetic Analysis*. New Delhi: Kalyani Publisher.
- Stansfield, W. D. (1991). *Schaum’s Outline of Theory and Problems of Genetics*. New York: McGraw-Hill.
- Sun, C. P., Nie, X. F., Kang, N., Zhao, F., Chen, L. X., & Qiu, F. (2017). A New Phenol Glycoside from *Physalis angulata*. *Natural Product Research*, 31(9), 1059–1065. <https://doi.org/10.1080/14786419.2016.1269102>
- Valdivia-Mares, L. E., Zaragoza, F. A. R., González, J. J. S., & Vargas-Ponce, O. (2016). Phenology, Agronomic and Nutritional Potential of Three Wild Husk Tomato Species (*Physalis*, Solanaceae) from Mexico. *Scientia Horticulturae*, 200, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.005>
- Waluyo, B., Zanetta, C. U., & Haesaert, G. (2019). Assessment of Variability, Heritability and Divergence of Ciplukan [Cutleaf Ground Cherry: (*Physalis angulata* L.)] to Increase Exotic Fruit Genetic Capacity in Indonesia. *Proceedings of the Emerging Challenges and Opportunities in Horticulture Supporting Sustainable Development Goals - ISH 2018 (Kuta, Bali, Indonesia 27-30 November 2018)*, 89–98. Bologna, Italy: Filodiritto Editore.
- Widyaelina, E., & Waluyo, B. (2019). Seleksi Tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem) untuk Hibridisasi Berdasarkan Karakter Morfologi. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 7(2), 152–165.
- Yu, Y., Sun, L., Ma, L., Li, J., Hu, L., & Liu, J. (2010). Investigation of the Immunosuppressive Activity of Physalin H on T lymphocytes. *International Immunopharmacology*, 10(3), 290–297. <https://doi.org/10.1016/J.INTIMP.2009.11.013>
- Zanetta, C. U., Waluyo, B., & Haesaert, G. (2019). Exploitation of Variability and Genetic Divergence of Tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot) as Tool for Further Breeding. *Proceedings of the Emerging Challenges and Opportunities in Horticulture Supporting Sustainable Development Goals - ISH 2018 (Kuta, Bali, Indonesia 27-30 November 2018)*, 58–65. Bologna, Italy: Filodiritto Editore.