

Analisis Keragaman Morfologi dan Filogenetik Ciplukan (*Physalis* sp.)

Morphological Variability and Phylogenetic Analysis of Ciplukan (*Physalis* sp.)

Alfia Nurfajrin Rohmatillah dan Budi Waluyo*

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur
*)Email : budiwaluyo@ub.ac.id

ABSTRAK

Ciplukan (*Physalis* sp.) tumbuh dan menyebar di wilayah Indonesia dengan nama lokal yang bervariasi dan dimanfaatkan sebagai bahan baku obat tradisional. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juni 2020 di *Seed and Nursery Industry Agro Techno Park* Universitas Brawijaya, yang berlokasi di Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Bahan yang digunakan adalah 57 genotipe ciplukan koleksi Universitas Brawijaya yang terdiri dari spesies *P. angulata*, *P. peruviana* dan *P. pubescens*, media semai, plastik ukuran 25x20x10 cm, talang, pupuk kandang, pupuk anorganik, pestisida dan tali rafia. Penelitian dilakukan dengan metode survei terhadap karakter pada setiap genotipe. Penelitian dilakukan observasi pada 37 karakter kualitatif dan pengukuran pada 17 karakter kuantitatif. Pengamatan dilakukan berdasarkan deskriptor *Manual Gráfico para la Descripción Varietal De Tomate de Cascara* (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm), keragaman dengan pendekatan koefisien korelasi Pearson, sedangkan analisis filogenetik menggunakan analisis kluster dan *index similarity* Gower. Keragaman total yang diperoleh adalah sebesar 82,165% berdasarkan 13 komponen utama dan 22 karakter yang berpengaruh terhadap keragaman, hasil analisis filogenetik menunjukkan bahwa *Physalis* sp. terbagi menjadi 3 kelompok yang menunjukkan spesies berbeda, yaitu *P. peruviana*, *P. angulata* dan *P. pubescens*. Jarak genetik seluruh genotip menyebar antara 0,42 hingga 0,05 atau indeks similaritas sebesar

58% hingga 95%.. Jarak genetik terdekat ditunjukkan oleh genotip PAN-77211-02 dan PAN-78111-03, yaitu 0,05 atau 95%. Sementara untuk genotip yang memiliki jarak genetik terjauh adalah pada genotip PPB-68154-04-U, yaitu 0,28 atau 72%.

Kata Kunci: Hubungan Filogenetik, Jarak Genetik, Keragaman, PCA, *P. angulata*, *P. peruviana*, *P. pubescens*.

ABSTRACT

Ciplukan (*Physalis* sp.) grows and spreads throughout Indonesia with various local names and used as raw material for traditional medicine. The research was conducted from January to June 2020 at the *Seed and Nursery Industry Agro Techno Park* Universitas Brawijaya, which is located in Jatikerto Village, Kromengan District, Malang Regency, East Java. The materials used were 57 ciplukan genotypes from the collection of Brawijaya University consisting of *P. angulata*, *P. peruviana* and *P. pubescens*, seedling media, plastic measuring 25x20x10 cm, gutters, manure, anorganic fertilizers, pesticides and raffia. The research was conducted by surveying the characters in each genotype. The research was carried out by observing 37 qualitative and measuring 17 quantitative characters. Observations based on descriptor *Manual Gráfico para la Descripción Varietal De Tomate de Cascara* (*Physalis ixocarpa* Brot. Ex Horm), the variability approached by the Pearson correlation coefficient, while the phylogenetic analysis used cluster analysis and the Gower similarity index. The total

variability obtained is 82.165% based on the 13 main components and 22 characters that affect variability, the results of phylogenetic analysis show that *Physalis* sp. divided into 3 groups different species, namely *P. peruviana*, *P. angulata* and *P. pubescens*. The genetic distance of all genotypes spreads between 0.42 to 0.05 or similarity index of 58% to 95%. The closest genetic distance shown by the PAN-77211-02 and PAN-78111-03, namely 0.05 or 95%. Meanwhile, the farthest genetic distance shown by PPB-68154-04-U, which is 0.28 or 72%.

Keywords: Phylogenetic Relationship, Genetic Distance, Variability, PCA, *P. angulata*, *P. peruviana*, *P. pubescens*.

PENDAHULUAN

Ciplukan (*Physalis* sp.) merupakan salah satu jenis tumbuhan yang banyak menyebar di berbagai wilayah di Indonesia dengan nama daerah yang berbeda-beda, yaitu seperti ciplukan, ceplukan, ceplokan, ciciplukan (Jawa), cecendet (Sunda), leletop (Sumatera), karuhux, antokap (Kalimantan), daun kopo-kopo, leletopan, leletokan (Sulawesi), lapinonat (Maluku), kakuta (Papua), nyornyoran (Madura), kaciputan (Bawean), telak (Flores), dedes (Lombok), angket serta ceceplukan (Bali) (Waluyo et al., 2019).

Ciplukan telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional dan sumber buah segar. Banyak penelitian menyebutkan bahwa ciplukan dapat digunakan sebagai antidiabetes dengan mengoptimalkan fungsi insulin (El-Mehiry et al., 2012), antitumor, antikanker (Chiang et al., 1992), analgesik, antiinflamasi (Ukwubile & Oise, 2016), antibakteri (Soares et al., 2003), antihepatitis (Lin et al., 1992), antiasma, diuretik (Sharma et al., 2012), dermatitis dan rematik (Kan, 1986). Pemanfaatan tersebut terkait dengan kandungan kimia di dalam tanaman ciplukan, antara lain adalah fenol, antioksidan (Kusumaningtyas et al., 2015), asam asetat, metanol (Ukwubile & Oise, 2016), glikosida flavonoid (Bastos et al., 2008), etil asetat (Dos Santos et al., 2003),

alkaloid, saponin, protein, asam falmitat, *physalins* B, F dan G (Soares et al., 2003), *physalin* D (Januário et al., 2002), flavonoid (Krishna et al., 2013), provitamin A, vitamin B kompleks, vitamin C, *kriptoxantin* dan asam malat (Verheij & Coronel, 1997).

Penelitian terkait tanaman ciplukan telah banyak dilakukan, baik dari aspek keanekaragaman (Effendy et al., 2018), keragaman karakter (Rukmi & Waluyo, 2019), pengobatan yaitu sebagai antidiabetes (Sunaryo & Amalia, 2011), antiasma (Priyantoro et al., 2004), maupun pangan sebagai bahan baku pembuatan *marsmallow* (Jariyah et al., 2019). Namun, penelitian terkait dengan hubungan filogenetik antar spesies ciplukan di Indonesia belum pernah dilakukan. Universitas Brawijaya mempunyai koleksi ciplukan yang berasal dari beberapa wilayah di Indonesia yang terdiri dari beberapa spesies, yaitu *P. angulata* (Faronny et al., 2018), *P. peruviana* (Shandila et al., 2019), *P. ixocarpa* (Zanetta et al., 2019), serta beberapa spesies yg belum teridentifikasi yang diduga terdiri dari jenis *P. minima*, *P. pubescens* dan *P. pruinosa*.

Studi filogenetik dinilai perlu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hubungan kekerabatan sebagai usaha dalam pelestarian plasma nutfah ciplukan dengan melihat kedekatan hubungan kekerabatan masing-masing spesies karena adanya evolusi pada tiap spesies akibat adanya perubahan iklim dan geografi yang terjadi, salah satunya adalah berdasarkan karakter morfologi (Morrone, 2006) yang merupakan hasil ekspresi gen masing-masing tanaman dan interaksinya dengan ekosistem tumbuhnya. Pelaksanaan penelitian ini juga terkait dengan belum adanya penelitian sebelumnya tentang hubungan filogenetik antar genotip ciplukan hasil koleksi yang berasal dari seluruh wilayah Indonesia.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Januari 2020 hingga Juni 2020 di *Seed and Nursery Industry Agrotechno Park* Universitas Brawijaya yang berlokasi di Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan,

Tabel 1. Genotip Bahan Tanam

No	Genotip	Spesies	No	Genotip	Spesies
1	PPB - 68154-04-U	<i>P. pubescens</i>	30	PAN - 66171-01	<i>P. angulata</i>
2	PPB - 68154-01	<i>P. pubescens</i>	31	PAN - 66171-KSU	<i>P. angulata</i>
3	PPV - 45311-03	<i>P. peruviana</i>	32	PAN - 66171-KS	<i>P. angulata</i>
4	PPV - 67311-B6	<i>P. peruviana</i>	33	PAN - 66171-HB	<i>P. angulata</i>
5	PPV - 67311-(-)	<i>P. peruviana</i>	34	PAN - 66284-02-02	<i>P. angulata</i>
6	PPV - 67311-B4	<i>P. peruviana</i>	35	PAN - 66382	<i>P. angulata</i>
7	PPV - 67311-02-(01)	<i>P. peruviana</i>	36	PAN - 67291	<i>P. angulata</i>
8	PAN - 12530	<i>P. angulata</i>	37	PAN - 67290	<i>P. angulata</i>
9	PAN - 21163-01	<i>P. angulata</i>	38	PAN - 67352	<i>P. angulata</i>
10	PAN - 21163-04	<i>P. angulata</i>	39	PAN - 68282	<i>P. angulata</i>
11	PAN - 21163-07	<i>P. angulata</i>	40	PAN - 68484	<i>P. angulata</i>
12	PAN - 34588-03	<i>P. angulata</i>	41	PAN - 69271-01	<i>P. angulata</i>
13	PAN - 44181-MH	<i>P. angulata</i>	42	PAN - 69311-01-01	<i>P. angulata</i>
14	PAN - 46151-B-01	<i>P. angulata</i>	43	PAN - 75682-01	<i>P. angulata</i>
15	PAN - 61151	<i>P. angulata</i>	44	PAN - 75682-04	<i>P. angulata</i>
16	PAN - 61181 #2-03	<i>P. angulata</i>	45	PAN - 75682-06	<i>P. angulata</i>
17	PAN - 61181 #1-05	<i>P. angulata</i>	46	PAN - 77211-02	<i>P. angulata</i>
18	PAN - 61182 #1	<i>P. angulata</i>	47	PAN - 77211-03	<i>P. angulata</i>
19	PAN - 61382-U	<i>P. angulata</i>	48	PAN - 78111-08	<i>P. angulata</i>
20	PAN - 61382-K	<i>P. angulata</i>	49	PAN - 78111-02	<i>P. angulata</i>
21	PAN - 62282	<i>P. angulata</i>	50	PAN - 78111-03	<i>P. angulata</i>
22	PAN - 62356	<i>P. angulata</i>	51	PAN - 83553-04	<i>P. angulata</i>
23	PAN - 64129	<i>P. angulata</i>	52	PAN - 90511-01	<i>P. angulata</i>
24	PAN - 64112	<i>P. angulata</i>	53	PAN - 90511-02	<i>P. angulata</i>
25	PAN - 64175	<i>P. angulata</i>	54	PAN - 98312-B	<i>P. angulata</i>
26	PAN - 65156	<i>P. angulata</i>	55	PAN - 98312-03-02	<i>P. angulata</i>
27	PAN - 65152 #1	<i>P. angulata</i>	56	PAN - 98131-02	<i>P. angulata</i>
28	PAN - 65152 #2-02	<i>P. angulata</i>	57	PAN - 98131-03	<i>P. angulata</i>
29	PAN - 65145-10	<i>P. angulata</i>			

Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Alat yang digunakan dalam penelitian, yaitu, alat tulis, deskriptor tanaman ciplukan, kamera, cangkul, cetok, ajir bambu, selang irigasi, gunting, jangka sorong, penggaris, *sprayer* dan timbangan. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah lima puluh tujuh aksesori tanaman ciplukan dari spesies *P. angulata*, *P. peruviana* dan *P. pubescens* (**Tabel. 1**), media semai, plastik ukuran 25 x 20 x 10 cm,

talang, pupuk kandang, pupuk Fortifosfat, ZA, KCl, MKP, KNO₃, pestisida dan tali rafia.

Penelitian dilakukan dengan metode survei terhadap karakter genotipe ciplukan. Pengamatan dilakukan melalui observasi pada 37 karakter kualitatif dan pengukuran pada 17 karakter kuantitatif. pengamatan berdasarkan *Manual Gráfico para la Descripción Varietal De Tomate de Cascara (Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm) (Peña-Lomelí et al., 2011) dan *Guidelines for The Conduct of Test for Distinctness, Uniformity*

and Stability: Husk Tomato (*Physalis philadelphica* Lam., *Physalis ixocarpa* Brot., *Physalis pruinosa* L. and *Physalis angulata* L.) (UPOV, 2007).. Keragaman karakter ditentukan melalui *Principal Component Analysis* (PCA) dengan pendekatan koefisien korelasi Pearson, sedangkan analisis filogenetik menggunakan analisis klaster dan jarak fenetik dengan *index similarity* Gower. Analisis data dilakukan dengan menggunakan PAST3 (*Paleontological Statistics*) (Hammer et al., 2001).

Variable kualitatif terdiri dari antosianin pada hipokotil, trikoma pada hipokotil, tipe pertumbuhan, tinggi percabangan pertama, panjang internode, keberadaan antosianin pada internode, trikoma pada internode, trikoma pada batang, bentuk helai daun, gerigi tepi helai daun, warna helai daun, intensitas warna helai daun, trikoma pada helai daun, trikoma pada tangkai daun, posisi tangkai daun, posisi bunga, jumlah *anther*, warna *anther*, keberadaan antosianin pada bunga, kekuatan *calyx*, tingkat penutupan *calyx*, keberadaan trikoma pada *calyx*, keberadaan pita *calyx*, keberadaan antosianin pada *calyx*, intensitas antosianin pada *calyx*, ketebalan tangkai buah, kepadatan daging buah, ukuran buah, bentuk bagian melintang buah, bentuk bagian membujur buah, permukaan mengkilap buah, warna utama buah, intensitas warna utama buah, kedalaman tangkai buah, warna daging buah, tekstur daging buah, jumlah lokul, ukuran dan warna biji. Sedangkan variable kuantitatif terdiri dari panjang internode, tinggi percabangan pertama, panjang helai daun, lebar helai daun panjang tangkai daun, waktu pembungaan, waktu panen pertama, panjang *calyx*, diameter *calyx*, berat buah dengan *calyx*, berat buah tanpa *calyx*, panjang tangkai buah, Panjang buah, diameter buah, rasio panjang dan diameter buah, serta ukuran biji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada hasil analisis komponen utama dengan menggunakan PCA dari 44 karakter yang meliputi karakter kualitatif dan kuantitatif diketahui bahwa

terdapat 13 komponen utama yang berkontribusi terhadap total keragaman pada 57 genotip ciplukan sebesar 82,165%. *Principal Component* 1 (PC1) dengan *eigenvalue* 12.949 berkontribusi terhadap keragaman sebesar 29.430%, meliputi karakter bentuk helai daun (Gambar 1), lebar helai daun (Gambar 2), gerigi tepi helai daun (Gambar 3), warna dan intensitas warna hijau daun (Gambar 4), trikoma pada helai daun, trikoma pada tangkai daun, waktu pembungaan, posisi bunga (Gambar 5), waktu kematangan pada panen pertama, intensitas antosianin pada *calyx*, panjang tangkai buah (Gambar 6), ketebalan tangkai buah, diameter buah (Gambar 7), warna daging buah, tekstur daging buah dan ukuran biji (Gambar 8).

PC2 dengan *eigenvalue* 5.212 berkontribusi terhadap keragaman sebesar 11.846% yang meliputi karakter bobot buah dengan kelobot, panjang dan diameter buah (Gambar 9), serta tekstur daging buah. PC3 dengan *eigenvalue* 3,646 berkontribusi terhadap keragaman sebesar 8.286% yang meliputi karakter warna utama buah saat matang fisiologis (Gambar 10). PC4 dengan *eigenvalue* 2,167 berkontribusi terhadap keragaman sebesar 4,924% yang meliputi karakter rasio panjang dan diameter buah, serta ukuran buah. PC11 dengan *eigenvalue* 1,123 berkontribusi terhadap keragaman sebesar 2,552% yang meliputi karakter warna *anther* (Gambar 11).

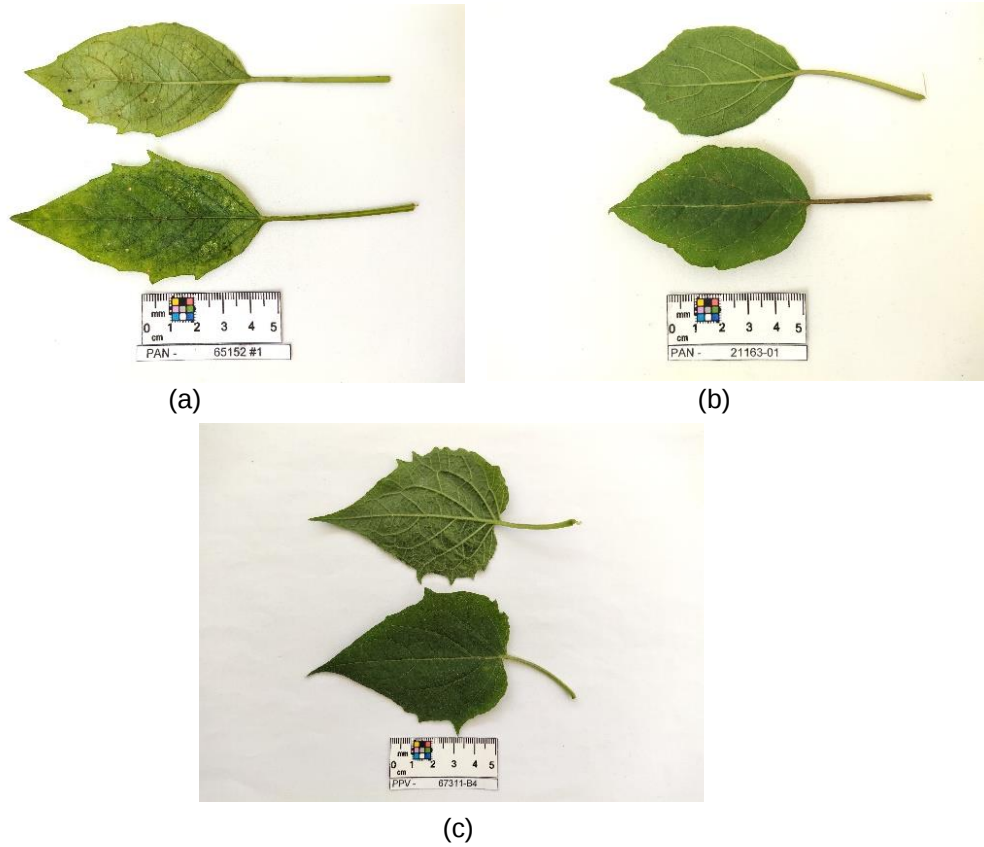
PC ditentukan berdasarkan nilai *eigenvalue* >1 dan menunjukkan nilai tertentu yang berkontribusi terhadap nilai total keragaman. Karakter yang memiliki nilai faktor loading <-0,6 dan >0,6 menunjukkan bahwa karakter tersebut memiliki kontribusi terhadap nilai total keragaman, semakin besar nilai *loading*, maka semakin besar pula pengaruhnya terhadap keragaman (Woolford, 2015). Karakter-karakter yang berpengaruh itulah yang kemudian dapat digunakan dalam perakitan genotipe tanaman baru, sehingga keragaman tanaman dapat semakin diperluas. Pemilihan PC yang sesuai dari hasil analisis keragaman genetik tanaman yang tinggi sangat berpengaruh terhadap seleksi yang akan dilakukan pada proses

Tabel 2. *Eigenvalue*, keragaman, keragaman kumulatif dan *factor loading* 57 genotipe ciplukan berdasarkan 44 karakter kualitatif dan kuantitatif.

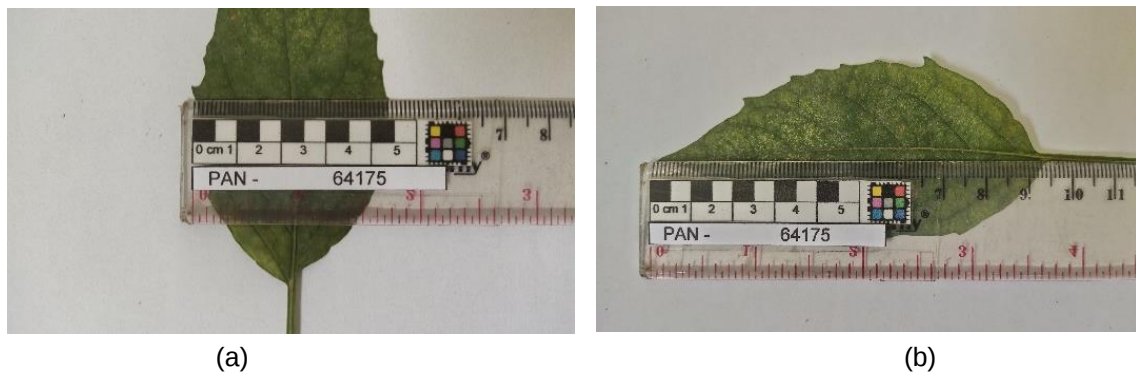
Variabel	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8	PC 9	PC 10	PC 11	PC 12	PC 13
Vr01	-0.298	0.188	0.241	0.341	0.047	0.199	0.161	-0.296	0.162	-0.435	-0.182	0.156	-0.066
Vr02	0.035	-0.060	-0.182	0.489	0.027	0.510	0.282	-0.166	0.215	-0.230	0.180	-0.282	-0.085
Vr04	0.389	0.119	-0.197	0.131	0.339	-0.181	0.198	-0.140	0.472	0.281	0.033	-0.091	-0.187
Vr05	0.505	0.214	-0.118	-0.064	-0.284	-0.011	-0.272	-0.127	0.098	0.193	-0.354	0.054	0.383
Vr06	0.112	-0.027	0.117	0.046	0.125	-0.333	0.353	0.289	-0.006	0.058	0.287	-0.159	0.477
Vr07	0.303	-0.614	0.503	0.007	0.235	-0.011	-0.211	0.121	0.021	-0.017	0.108	0.110	-0.096
Vr10	*0.667	-0.479	0.000	0.079	-0.032	-0.006	-0.090	-0.034	-0.107	0.068	0.023	-0.062	0.044
Vr11	0.494	0.362	0.432	0.064	-0.355	-0.053	0.197	-0.238	-0.164	0.245	0.059	-0.006	-0.053
Vr12	*0.891	0.069	0.164	0.031	-0.171	0.018	0.113	-0.163	-0.017	0.138	0.052	0.027	0.041
Vr13	0.315	0.247	0.583	0.147	-0.349	0.007	0.184	-0.246	-0.153	0.280	0.003	0.026	-0.135
Vr14	*0.751	-0.252	-0.106	0.189	-0.133	-0.075	-0.115	0.010	-0.074	-0.024	-0.231	-0.030	0.041
Vr15	*0.749	-0.437	0.142	-0.046	-0.005	0.119	-0.021	0.251	-0.137	-0.068	0.053	0.137	0.017
Vr16	*0.869	-0.185	-0.228	0.157	0.070	-0.100	-0.062	-0.005	0.123	0.044	0.008	0.093	-0.040
Vr17	*0.652	-0.254	0.063	0.039	0.196	0.104	0.144	0.127	-0.088	0.088	0.157	0.019	0.224
Vr18	0.127	0.091	0.043	-0.394	0.221	-0.570	0.022	0.085	0.085	-0.078	0.061	0.229	-0.448
Vr19	*0.890	-0.289	0.019	0.037	0.032	0.040	-0.147	-0.003	0.002	-0.030	0.018	0.021	0.112
Vr20	*0.844	-0.084	-0.275	-0.150	-0.023	-0.040	0.004	-0.161	0.091	-0.028	0.032	-0.027	-0.018
Vr21	*0.790	-0.108	0.129	-0.276	0.033	0.116	0.050	-0.092	-0.045	-0.161	0.202	-0.079	-0.085
Vr22	0.054	-0.203	0.487	-0.176	0.077	0.311	0.042	-0.085	0.175	-0.253	0.265	0.483	0.227
Vr23	-0.093	0.291	-0.406	0.100	-0.077	-0.145	0.097	-0.278	0.253	0.084	0.083	*0.609	0.181
Vr25	*0.779	-0.272	-0.273	-0.195	-0.103	0.149	0.133	-0.055	0.058	0.085	-0.072	-0.080	-0.100
Vr26	0.564	0.502	0.384	-0.116	-0.003	0.181	0.115	0.145	0.089	-0.132	-0.086	0.007	-0.109
Vr27	0.477	0.514	0.431	-0.147	0.202	0.047	-0.073	0.230	0.010	-0.240	-0.150	0.017	0.044
Vr28	0.268	*0.662	0.399	0.075	-0.205	-0.068	-0.243	0.228	0.231	-0.053	0.173	-0.053	-0.062
Vr34	*-0.713	0.430	-0.048	-0.050	-0.021	-0.156	0.126	-0.121	0.173	-0.082	-0.062	-0.004	0.113
Vr35	*0.738	0.329	0.038	0.018	0.019	0.148	-0.047	0.009	0.091	0.000	-0.154	-0.058	0.112
Vr36	*0.703	0.190	-0.123	-0.022	0.042	0.026	0.008	-0.220	-0.241	-0.136	0.261	-0.070	-0.101

Variabel	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8	PC 9	PC 10	PC 11	PC 12	PC 13
Vr37	0.127	0.346	0.326	0.387	0.238	-0.056	-0.144	-0.272	-0.272	0.183	0.180	0.017	-0.179
Vr38	0.047	*0.606	-0.534	-0.071	-0.076	0.227	-0.166	0.201	-0.196	-0.002	0.177	0.132	-0.065
Vr39	-0.018	0.253	0.176	0.173	-0.478	-0.033	-0.280	0.336	0.455	0.101	0.364	-0.150	-0.025
Vr40	0.477	*0.680	0.099	-0.073	0.240	-0.117	0.269	0.073	-0.154	0.040	-0.090	-0.010	0.119
Vr41	*0.633	*0.601	0.160	0.017	0.165	-0.165	0.090	0.030	-0.103	-0.082	-0.169	-0.022	0.104
Vr42	-0.454	0.075	-0.221	-0.257	0.129	0.176	0.442	0.088	-0.104	0.323	0.229	0.010	0.018
Vr43	0.164	0.016	0.096	-0.124	0.277	0.446	-0.121	0.166	0.096	0.430	-0.293	0.129	-0.192
Vr44	-0.012	-0.206	-0.074	0.112	-0.532	-0.020	0.361	0.292	-0.338	-0.177	-0.128	0.244	-0.160
Vr45	0.090	-0.052	0.096	0.731	0.246	-0.197	-0.184	0.077	-0.205	0.078	0.112	0.217	0.041
Vr46	-0.109	0.504	-0.014	0.005	0.389	0.271	-0.148	-0.027	-0.128	0.000	-0.009	-0.091	0.122
Vr47	-0.157	-0.156	0.354	0.287	0.027	0.176	0.350	0.432	0.208	0.240	-0.185	0.144	-0.074
Vr48	-0.366	-0.167	0.598	-0.384	-0.039	-0.114	-0.045	-0.172	-0.019	-0.083	-0.015	-0.144	0.060
Vr49	-0.443	-0.084	0.307	-0.334	-0.068	0.255	-0.206	-0.249	-0.005	0.284	0.176	0.117	0.048
Vr50	*-0.910	0.154	0.228	-0.130	-0.056	0.083	0.073	0.026	-0.098	-0.007	-0.016	-0.063	0.017
Vr51	0.047	*0.606	-0.534	-0.071	-0.076	0.227	-0.166	0.201	-0.196	-0.002	0.177	0.132	-0.065
Vr53	*-0.802	0.003	0.111	0.367	0.038	-0.063	-0.184	0.046	-0.144	-0.003	-0.055	-0.036	-0.005
Vr54	*0.869	0.139	-0.195	0.002	-0.072	-0.037	0.076	0.019	0.121	-0.171	0.013	0.003	-0.080
Eigenvalue	12.893	5.001	3.628	2.171	1.754	1.667	1.512	1.475	1.362	1.307	1.159	1.118	1.039
Variance (%)	29.303	11.366	8.244	4.934	3.987	3.789	3.436	3.351	3.094	2.971	2.633	2.540	2.362
Cumulative (%)	29	40.669	48.913	53.847	57.834	61.623	65.059	68.410	71.505	74.475	77.109	79.649	82.011

Keterangan: Vr01; Antosianin pada hipokotil, Vr02; Trikona pada hipokotil, Vr04; Tinggi percabangan pertama (cm), Vr05; Panjang internode (cm), Vr06; Antosianin pada internode, Vr07; Intensitas antosianin pada internode, Vr10; Bentuk helai daun, Vr11; Panjang helai daun (cm), Vr12; Lebar helai daun (cm), Vr13; Panjang tangkai daun, Vr14; Gerigi tepi helai daun, Vr15; Warna helai daun, Vr16; Trikona pada helai daun, Vr17; Intensitas warna hijau daun, Vr18; Posisi tangkai daun, Vr19; Trikona pada tangkai daun, Vr20; Waktu pembungaan, Vr21; Posisi bunga, Vr22; Jumlah *anther*, Vr23; Warna *anther*, Vr25; Waktu kematangan pada panen pertama (hss), Vr26; Panjang *calyx*, Vr27; Diameter *calyx*, Vr28; Bobot buah dengan kelobot (gram), Vr34; Intensitas antosianin pada *calyx*, Vr35; Panjang tangkai buah, Vr36; Ketebalan tangkai buah, Vr37; Bobot buah tanpa kelobot (gram), Vr38; Tingkat kekerasan buah, Vr39; Ukuran buah, Vr40; Panjang buah (mm), Vr41; Diameter buah (mm), Vr42; Rasio Panjang dan diameter buah, Vr43; Bentuk bagian membujur buah, Vr44; Bentuk bagian melintang buah, Vr45; Kedalaman rongga tangkai buah, Vr46; Bentuk bagian bawah buah, Vr47; Permukaan mengkilap buah, Vr48; Warna utama buah saat matang fisiologis, Vr49; Intensitas warna utama buah saat matang fisiologis, Vr50; Warna daging buah, Vr51; Tekstur daging buah, Vr53; Warna biji, Vr54; Ukuran biji.

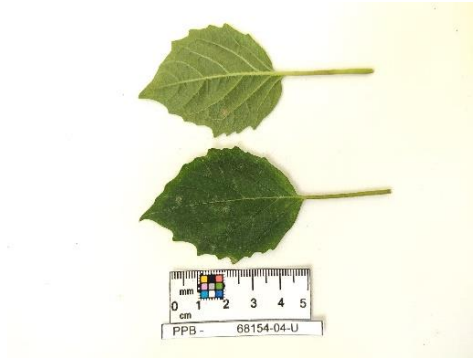


Gambar 1. Bentuk helai daun, (a); *narrow elliptic*, (b); *medium elliptic*, (c); *broad elliptic*



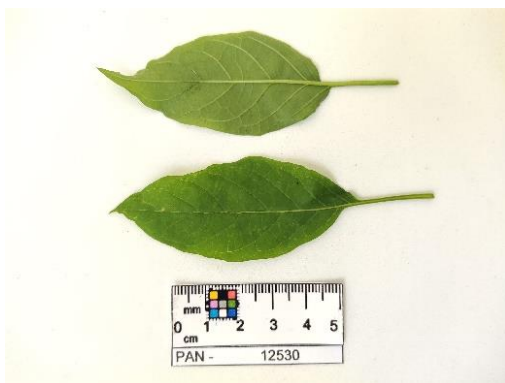
Gambar 2. (a); lebar helai daun, (b); panjang helai daun



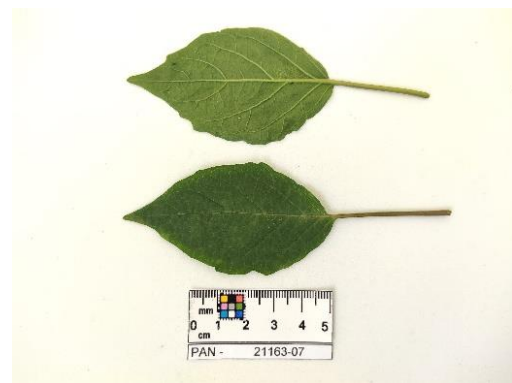


(c)

Gambar 3. Gerigi tepi helai daun, (a); tidak ada atau lemah, (b); sedang, (c); kuat



(a)



(b)

Gambar 4. Warna helai daun, (a); hijau kekuningan, (b); hijau



(a)

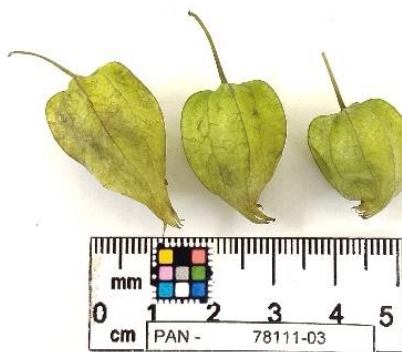


(b)



(c)

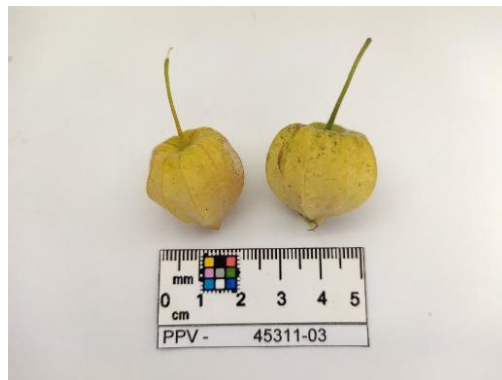
Gambar 5. Posisi bunga, (a); tegak, (b); agak tegak, (c); jatuh



(a)

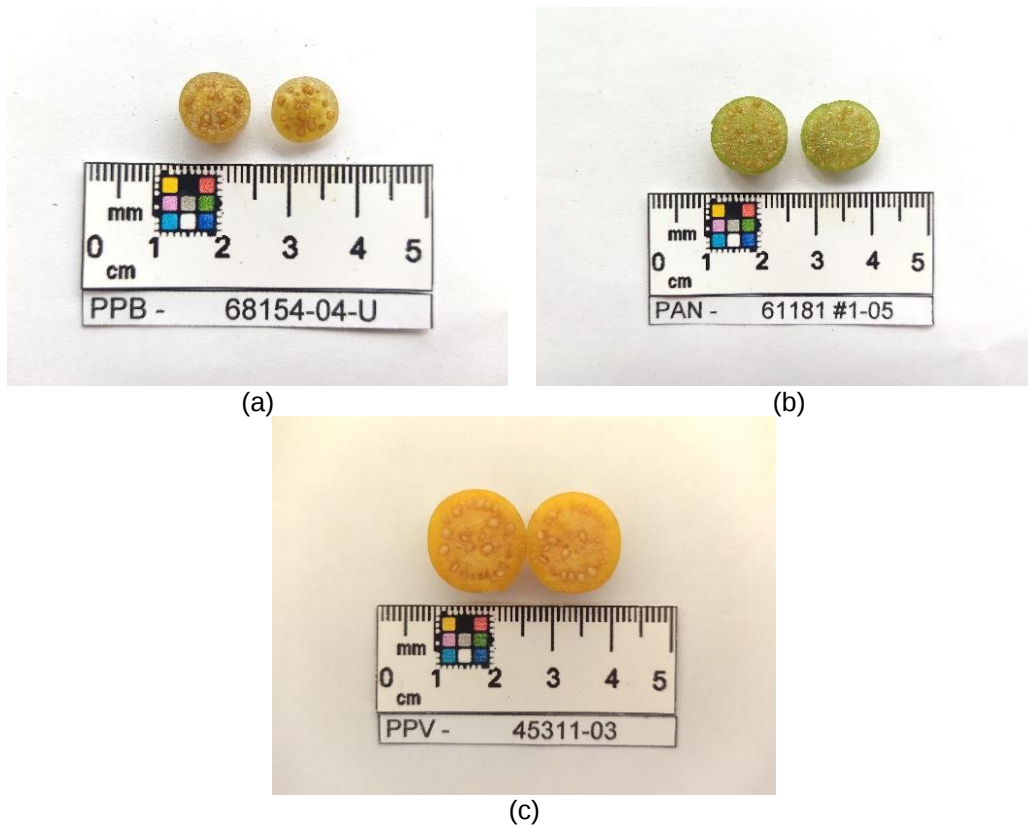


(b)

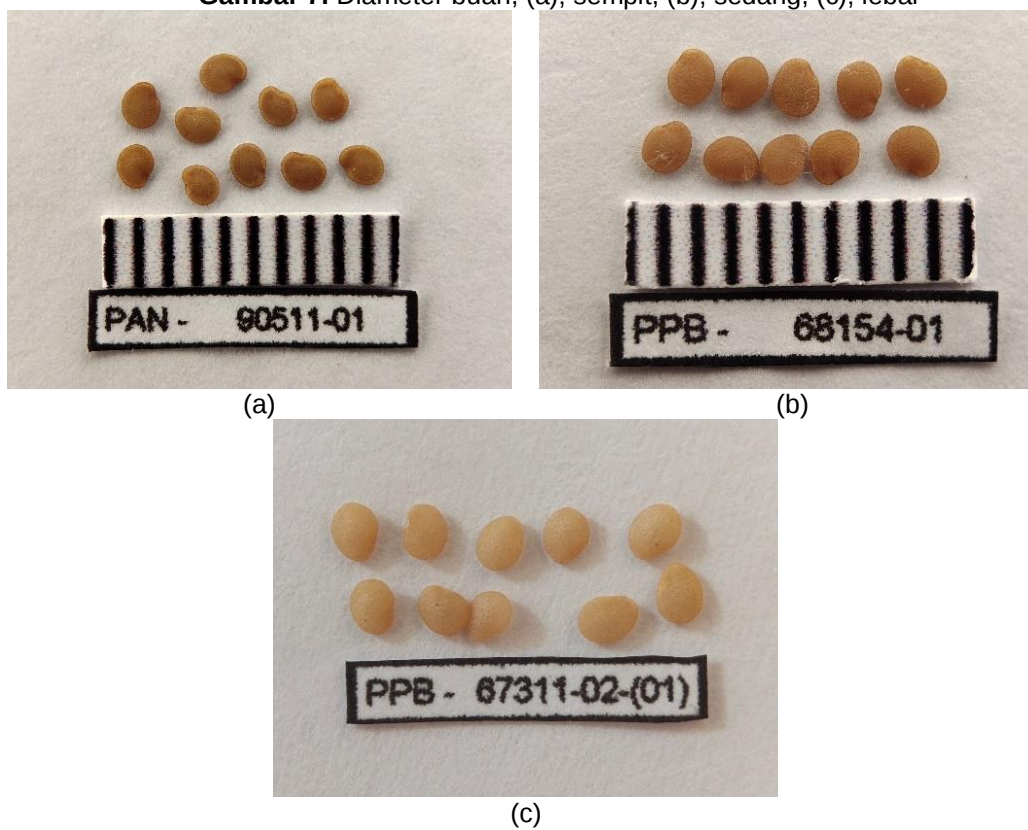


(c)

Gambar 6. Panjang tangkai buah, (a); pendek, (b); sedang, (c); panjang



Gambar 7. Diameter buah, (a); sempit, (b); sedang, (c); lebar



Gambar 8. Ukuran biji, (a); kecil, (b); sedang, (c); besar



(a)



(b)

Gambar 9. Pengukuran, (a); diameter buah, (b); panjang buah

(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 10. Warna buah saat matang fisiologis, (a); kuning, (b); hijau kekuningan, (c); kuning kehijauan, (d); hijau



(a)



(b)

Gambar 11. Warna anther, (a); Kuning, (b); Biru

pembentukan varietas baru (Agustina & Waluyo, 2017). PC pada hasil PCA dapat berpengaruh pada setidaknya 75% total keragaman untuk dapat digunakan dalam analisis kluster dan cukup untuk menggambarkan total keragaman dari karakter morfologi yang diamati dan dianalisis (Morrison, 2004). Pada penelitian ini didapatkan total keragaman sebesar 82,165%, sehingga data yang ada sudah lebih dari cukup untuk digunakan dalam analisis filogenetik.

Berdasarkan pada hasil analisis keragaman tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat 22 karakter atau variable yang memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai keragaman total, yaitu bentuk helai daun, lebar helai daun, gerigi tepi helai daun, warna dan intensitas warna hijau daun, trikoma pada helai daun, trikoma pada tangkai daun, waktu pembungaan, posisi, waktu kematangan pada panen pertama, panjang tangkai buah, ketebalan tangkai

buah, diameter buah, ukuran biji, bobot buah dengan kelobot, panjang buah, diameter buah, tekstur daging buah, warna utama buah saat matang fisiologis, rasio panjang dan diameter buah, ukuran buah dan warna anther.

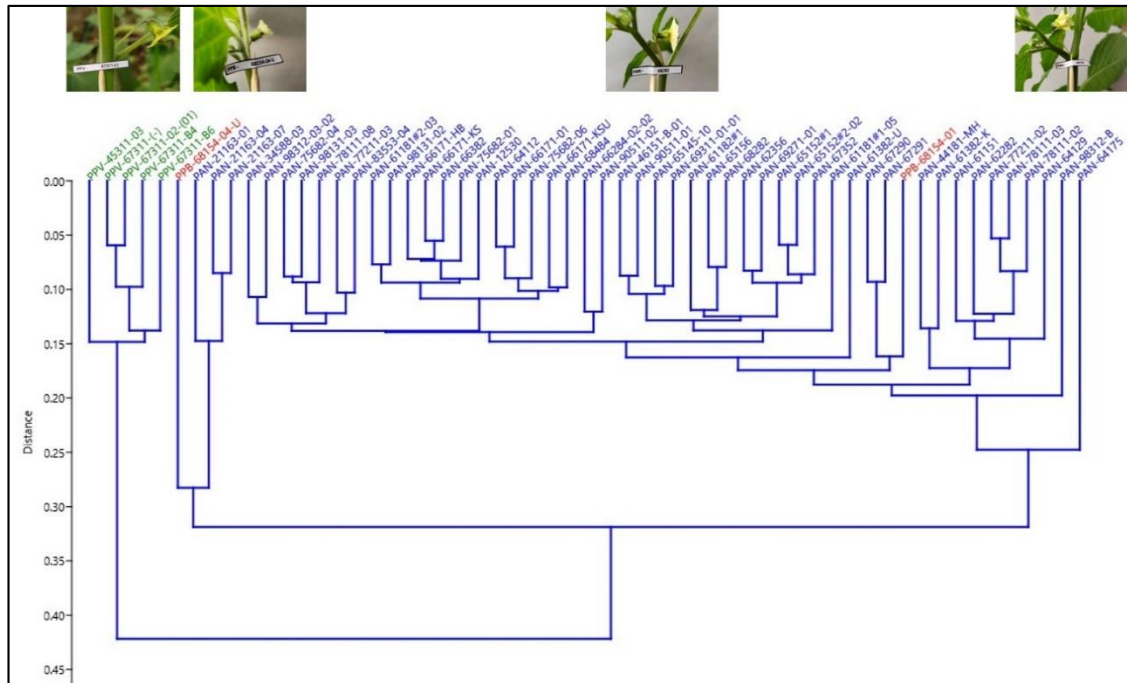
Berdasarkan pada hasil akhir analisis dan dendrogram yang disajikan diperoleh informasi bahwa 57 genotip tanaman ciplukan yang diamati terbagi ke dalam 3 kelompok filogenik dengan sebaran jarak genetik antara 0,42 hingga 0,05. Data tersebut juga dapat diartikan bahwa indeks similaritas antar genotip menyebar antara 58% hingga 95%. Genotip dengan jarak genetik atau hubungan kekerabatan yang dekat dan berada pada satu kluster pada umumnya memiliki persamaan karakter yang lebih banyak secara morfologi dibandingkan dengan genotip yang memiliki jarak genetik atau hubungan kekerabatan lebih jauh, baik pada karakter kualitatif maupun kuantitatif (Axelius, 1996).

Kelompok pertama dengan jarak genetik sebesar 0,15 atau koefisien kemiripan sebesar 85% terdiri dari 5 genotipe *P. peruviana*, yaitu PPV-45311-03, PPV-67311-B6, PPV-67311(-), PPV-67311-02(01) dan PPV-67311-B4. Kelompok ketiga memiliki jumlah karakter yang memiliki persamaan paling banyak, yaitu karakter antosianin pada hipokotil, trikoma pada hipokotil, tipe pertumbuhan, antosianin pada internode, trikoma pada internode, trikoma pada batang, bentuk helai daun, gerigi tepi helai daun, warna helai daun, jumlah *anther*, warna *anther*, antosianin pada bunga, kekuatan *calyx*, tingkat penutupan *calyx*, trikoma pada *calyx*, pita *calyx*, antosianin pada *calyx*, tingkat kekerasan buah, bentuk bagian membujur-melintang buah, kedalaman rongga tangkai buah, warna utama buah saat matang fisiologis, intensitas warna utama buah saat matang fisiologis, warna daging buah, tekstur daging buah, jumlah rongga buah, warna biji dan ukuran biji.

Kelompok kedua dengan jarak genetik sebesar 0,28 atau koefisien kemiripan sebesar 72% terdiri dari 4 genotipe *P. pubescens* dan *P. angulata*, yaitu PPB-68154-04-U, PAN-21163-01, PAN-21163-04 dan PAN-21163-07. Hal ini menunjukkan bahwa *P. pubescens* dan *P. angulata* memiliki hubungan filogenetik yang dekat, serta memungkinkan bahwa adanya beberapa spesies *P. angulata* yang memiliki ciri morfologi mirip dengan *P. pubescens*, sehingga pengelompokan yang terlihat pada biplot masih terdapat *P. angulata* yang bergerombol dengan *P. pubescens*, yaitu PPB-68154-04-U, PAN-21163-01, PAN-21163-04 dan PAN-21163-07. Keempat genotip tersebut memiliki persamaan pada beberapa karakter, yaitu antosianin pada internode, intensitas antosianin pada internode, trikoma pada internode, trikoma pada batang, warna helai daun, intensitas warna hijau daun, posisi tangkai daun, antosianin pada bunga, kekuatan *calyx*, tingkat penutupan *calyx*, trikoma pada *calyx*, pita *calyx*, antosianin pada *calyx*, ketebalan tangkai buah, tingkat kekerasan buah, bentuk bagian membujur-melintang buah, permukaan mengkilap buah, tekstur daging buah, jumlah rongga buah dan ukuran biji. Dari karakter adanya trikoma, maka kemungkinan besar kelompok ini merupakan kelompok *P. pubescens*.

Kelompok ketiga dengan jarak genetik sebesar 0,25 atau indeks similaritas sebesar 75% terdiri dari 48 genotipe, yaitu PAN-83553-04, PAN-77211-03, PAN-78111-08, PAN-75682-04, PAN-98131-03, PAN-98312-03-02, PAN-34588-03, PAN-75682-01, PAN-66382, PAN 66171-KS, PAN-66171-HB, PAN-12530, PAN-98131-02, PAN-61181 #2-03, PAN-75682-06, PAN-64112, PAN- 66171-01, PAN-68484, PAN-66171-KSU, PAN-90511-02, PAN-66284-02-02, PAN-90511-01, PAN-45145-B-01, PAN-69311-01-01, PAN-66145-10, PAN-61182 #1, PAN-68282, PAN-65156, PAN-69271-01, PAN-62356, PAN-67352, PAN-65152 #1, PAN-65152 #2-02, PAN-61181 #1-05, PAN-61382-U, PPB-68154-01, PAN-67291, PAN-67290, PAN-78111-02, PAN-78111-03, PAN-77211-02, PAN-62282, PAN-64129, PAN-44181-MH, PAN-61382-K, PAN-98312-B dan PAN-64175. Genotipe-genotipe tersebut terbagi lagi menjadi 2 sub klaster yang pada salah satu sub klasternya terdapat genotipe yang berasal dari spesies *P. pubescens*. Kelompok filogenetik kedua memiliki beberapa karakter yang sama, yaitu pada karakter trikoma pada hipokotil, tipe pertumbuhan, antosianin pada internode, intensitas antosianin pada internode, trikoma pada internode, trikoma pada batang, warna helai daun, trikoma pada helai daun, trikoma pada tangkai daun, jumlah *anther*, warna *anther*, antosianin pada bunga, kekuatan *calyx*, tingkat penutupan *calyx*, trikoma pada *calyx*, pita *calyx*, antosianin pada *calyx* saat matang fisiologis, intensitas antosianin pada *calyx* saat matang fisiologis, kedalaman rongga tangkai buah, warna daging buah dan jumlah rongga buah. Kelompok ini merupakan anggota dari spesies *P. angulata*.

Jarak genetik terdekat yang berhasil diperoleh dari hasil analisis ditunjukkan oleh genotip PAN-77211-02 dan PAN-78111-03, yaitu 0,05 atau 95%. Sementara untuk genotip yang memiliki jarak genetik terjauh adalah pada genotip PPB-68154-04-U, yaitu 0,28 atau 72%. Berdasarkan hubungan filogenetik tersebut ciplukan terbagi pertama pada *P. peruviana*, kedua pada *P. angulata*, serta ketiga adalah *P. pubescens* yang semuanya masih dalam jalur yang linier.



Gambar 12. Dendrogram hubungan filogenetik 57 genotip ciplukan

Data hasil analisis filogenetik tersebut dapat dijadikan pertimbangan pemilihan tetua dalam pembentukan varietas unggul baru. Genotip PAN-64175 dapat dijadikan sebagai tetua karena produktivitasnya yang tergolong tinggi jika dibandingkan dengan genotip lain. Sementara dalam hal ketahanan terhadap penyakit embun tepung genotip yang direkomendasikan adalah PPB-68154-04-U, PAN-21163-01, PAN-21163-04 dan PAN-21163-07, namun genotip-genotip tersebut memiliki produktivitas yang cenderung rendah karena ukuran buahnya yang kecil.

KESIMPULAN

Keragaman karakter dari 3 spesies ciplukan (*Physalis* sp.) yang terdiri dari 57 genotip adalah sebesar 82,165%, terdapat 13 komponen utama dan 22 karakter morfologi yang berpengaruh terhadap keragaman secara total. Sedangkan hubungan filogenetik 57 genotip *Physalis* sp. menunjukkan terdapat 3 kelompok filogenetik dari 3 spesies berbeda dengan hasil jarak genetik menyebar antara 0,42 hingga 0,05 atau indeks similaritas sebesar 58% hingga 95%. *P. angulata* dan *P. pubescens* mempunyai hubungan yang dekat dibandingkan dengan *P. peruviana*.

Jarak genetik terdekat ditunjukkan oleh genotip PAN-77211-02 dan PAN-78111-03, yaitu 0,05 atau 95%. Sementara untuk genotip yang memiliki jarak genetik terjauh adalah pada genotip PPB-68154-04-U, yaitu 0,28 atau 72%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur *Agro Techno Park* Universitas Brawijaya yang telah memfasilitasi penelitian ini melalui *Seed and Nursery Industry*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N. I., & Waluyo, B. 2017.** Keragaman karakter morfo-agronomi dan keanekaragaman galur-galur cabai besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Agro*, 4(2), 120–130. <https://doi.org/10.15575/1608>
- Axelius, B. 1996.** The phylogenetic relationships of the physaloid genera (Solanaceae) based on morphological data. *American Journal of Botany*, 83(1), 118–124. <https://doi.org/10.2307/2445964>
- Bastos, G. N. T., Silveira, A. J. A., Salgado, C. G., Picanço-Diniz, D. L.**

- W., & do Nascimento, J. L. M. 2008.** *Physalis angulata* extract exerts anti-inflammatory effects in rats by inhibiting different pathways. *Journal of Ethnopharmacology*, 118(2), 246–251. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.04.005>
- Chiang, H., Jaw, S., Chen, C., & Kan, W. 1992.** Antitumor agent, physalin F from *Physalis angulata* L. *Anticancer Research*, 12(3), 837–843. https://www.researchgate.net/scientific-contributions/2032604058_C_F_Chen
- Dos Santos, J. A. A., Tomassini, T. C. B., Xavier, D. C. D., Ribeiro, I. M., Da Silva, M. T. G., & De Moraes Filho, Z. B. 2003.** Molluscicidal activity of *Physalis angulata* L. extracts and fractions on *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835) under Laboratory Conditions. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 98(3), 425–428. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762003000300024>
- Effendy, E., Respatijarti, R., & 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>
- El-Mehiry, H. F., Helmy, H. M., & Abd El-Ghany, M. A. 2012.** Antidiabetic and antioxidative activity of *Physalis* powder or extract with Chromium in rats. *World Journal of Medical Sciences*, 7(1), 27–33. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjms.2012.7.1.335>
- Faronny, D. I., Ardiarini, N. R., Zanetta, C. U., & Waluyo, B. 2018.** 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* (Issues 16-17 November, pp. 1169–1177). Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. <https://www.researchgate.net/publication/335149981>
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. 2001.** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1–9.
- Januário, A. H., Rodrigues Filho, E., Pietro, R. C. L. R., Kashima, S., Sato, D. N., & França, S. C. 2002.** Antimycobacterial physalins from *Physalis angulata* L. (Solanaceae). *Phytotherapy Research*, 16(5), 445–448. <https://doi.org/10.1002/ptr.939>
- Jariyah, Rosida, & Nisa, D. C. 2019.** Karakteristik marshmallow dari perlakuan proporsi ciplukan (*Physalis Peruviana* L) dan jeruk manis (*Citrus Sinensis*) serta penambahan gelatin. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(1). <https://doi.org/10.33005/jtp.v13i1.1506>
- Kan, W. S. 1986.** *Pharmaceutical botany*. National Research Institute of Chinese Medicine.
- Krishna, T. M., Kumar, E. M., & Vadluri, R. 2013.** In vitro determination of antioxidant activity of *Physalis angulata* Inn. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 4(3), 541–549.
- Kusumaningtyas, R., Laily, N., & Limandha, P. 2015.** Potential of ciplukan (*Physalis angulata* L.) as source of functional ingredient. *Procedia Chemistry*, 14, 367–372. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.03.050>
- Lin, Y. S., Chiang, H. C., Kan, W. S., Hone, E., Shih, S. J., & Won, M. H. 1992.** Immunomodulatory activity of various fractions derived from *Physalis angulata* L extract. *American Journal of Chinese Medicine*, 20(3–4), 233–240. <https://doi.org/10.1142/S0192415X92000242>
- Morrison, D. F. 2004.** *Multivariate Statistical Methods* (4th ed.). Duxbury Press. <https://www.amazon.com/Multivariate-Statistical-Methods-Donald-Morrison/dp/0534387780>
- Morrone, J. J. 2006.** Biogeographic areas and transition zones of latin america and the Caribbean Islands based on

- Panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology*, 51(1), 467–494.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.50.071803.130447>
- Peña-Lomelí, A., Lira, N. M., Hernández, S. M., Martínez, J. S., Hernández, J. F. S., Juárez, O. G., & Rodríguez, A. C. 2011.** Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.). <http://www.chapingo.mx>
- Priyantoro, S. T. Y., Sudjari, & S. Karyono, S. 2004.** Efek ekstrak daun ciplukan (*Physalis minima* L) terhadap relaksasi otot polos terpisah trakea marmut (*Cavia porcellus*). *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 20(1), 35–37.
<https://doi.org/10.21776/ub.jkb.2004.020.01.7>
- Rukmi, K., & Waluyo, B. 2019.** Keragaman genetik akses ciplukan (*Physalis* sp.) berdasarkan karakter morfologi dan agronomi variability genetic accession of ciplukan (*Physalis* sp.) based on agronomic and morphological characters. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(2), 209–217.
- Shandila, P., Zanetta, C. U., & Waluyo, B. 2019.** Pengukuran keragaman dan identifikasi akses ciplukan (cape gooseberry: *Physalis peruviana* L.) hasil seleksi galur murni sebagai buah eksotis. *August*.
- Sharma, J., Gairola, S., Gaur, R. D., & Painuli, R. M. 2012.** The treatment of jaundice with medicinal plants in indigenous communities of the Sub-Himalayan region of Uttarakhand, India. *Journal of Ethnopharmacology*, 143(1), 262–291.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.06.034>
- Soares, M. B. P., Bellintani, M. C., Ribeiro, I. M., Tomassini, T. C. B., & Ribeiro dos Santos, R. 2003.** Inhibition of macrophage activation and lipopolysaccharide-induced death by seco-steroids purified from *Physalis angulata* L. *European Journal of Pharmacology*, 459(1), 107–112.
[https://doi.org/10.1016/S0014-2999\(02\)02829-7](https://doi.org/10.1016/S0014-2999(02)02829-7)
- Sunaryo, H., & Amalia, N. 2011.** Efek Antidiabetes Dan Identifikasi Sen-Yawa Dominan Fraksi Kloroformherba Ciplukan (*Physalis Angulata* L.). *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 8(1), 1–56.
- Ukwubile, C. A., & Oise, I. E. 2016.** Analgesic and anti-inflammatory activity of *Physalis angulata* Linn. (Solanaceae) leaf methanolic extract in Swiss albino mice. *International Biological and Biomedical Journal*, 2(4), 167–170.
http://ibbj.org/browse.php?a_code=A-10-106-3&sid=1&slc_lang=en
- UPOV. 2007.** Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability: *Physalis ixocarpa* Brot. *International Union for The Protection of New Varieties of Plants*, 1–26.
<http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg236.pdf>
- Verheij, E. W. M., & Coronel, R. E. 1997.** *Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 2: Buah-Buahan yang Dapat Dimakan* (S. Danimiharja (ed.); 2nd ed.). Gramedia Pustaka Utama.
<http://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=364736>
- Waluyo, B., & Zanetta, C. U. 2018.** The assessment of characters variability, heritability, and divergence of ciplukan cutleaf ground cherry: (*Physalis angulata* L.) genotypes as a basic for the increasing of exotic fruit genetic capacity. *International Symposia on Horticulture*, 27–30 November, November.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26936.60167/2>
- 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.
<https://www.filodiritto.com/node/36464>
- Woolford, S. 2015.** (Factor) Analyse This PCA or EFA.
- 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), March 2020, 58–65.
<https://www.filodiritto.com/node/3646>
4