

Analisis Keragaman dan Filogenetik Spesies Cabai (*Capsicum* sp) Berdasarkan Karakter Morfologi

Variability and Phylogenetic Analysis of Pepper Species (*Capsicum* sp) Based Morphological Characters

Salsabila Ramadhanti, Budi Waluyo*)

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

ABSTRAK

Terdapat beberapa jenis cabai yang banyak dibudidayakan di Indonesia antara lain cabai rawit, cabai besar, cabai keriting, hingga paprika. *Capsicum annuum*, *Capsicum eximium* dan *Capsicum frutescens* merupakan spesies yang banyak dikembangkan dan dibudidayakan di Indonesia. Karakter yang dimiliki setiap jenis cabai dapat menunjukkan hubungan kekerabatan dari cabai tersebut. Informasi mengenai jarak genetik antara genotipe cabai sangatlah penting dalam pemuliaan tanaman. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui keragaman dan jarak genetik dari 5 spesies cabai. Penelitian dilaksanakan pada Januari-Juli 2020 di *Seed and Nursery Industry Agro Techno Park* Universitas Brawijaya. Alat yang digunakan antara lain timbangan, jangka sorong, penggaris, roll meter, selang irigasi, cangkul, kamera, alat tulis dan deskriptor. Bahan yang digunakan adalah 84 genotipe cabai dari 5 spesies, media semai, *mini bag*, pupuk, pestisida, kertas label, *alpha board* dan *form* pengamatan. Penelitian ini bersifat *non-experimental*. Keragaman dianalisis menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Metode analisis pengelompokan menggunakan UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic*) pendekatan *Gower's Similarity Index* dengan *software* PAST3. Hasil PCA menunjukkan keragaman total sebesar 79,71% dengan 10 komponen utama dan 26 karakter yang berkontribusi pada keragaman genotipe cabai. Terdapat 3 kelompok utama hasil analisis hubungan

kekerabatan yang menyebar pada jarak genetik 0,00-0,45. Kelompok pertama terdiri dari genotipe spesies *Capsicum baccatum* dengan jarak genetik 0,10. Kelompok kedua memiliki jarak genetik 0,33 yang terdiri dari *Capsicum annuum*. Kelompok ketiga memiliki jarak genetik 0,22 yang terdiri dari *Capsicum frutescens*, *Capsicum eximium*, dan *Capsicum chinense*.

Kata Kunci: Cabai, Filogenetik, Jarak genetik, Kekerabatan, Keragaman

ABSTRACT

There are several types of peppers are widely cultivated in Indonesia, including cayenne pepper, large chili, curly chili, to paprika. *Capsicum annuum*, *Capsicum eximium* and *Capsicum frutescens* species are widely developed and cultivated in Indonesia. The characters of each type of pepper indicate the relationship between them. Information of genetic distances between pepper genotypes is very important in plant breeding. The aim of this study was to determine the variability and genetic distance of 5 peppers species. The research was conducted in January to July 2020 at the *Seed and Nursery Industry Agrotechno Park* Universitas Brawijaya. The tools used include scales, calipers, rulers, roll meters, irrigation hoses, hoes, cameras, stationery and descriptors. The materials used were 84 pepper genotypes from 5 species, seedlings media, minibags, fertilizers, pesticides, label paper, alphaboard and observation forms. This research is non-experimental. Variability was analyzed using *Principal*

Component Analysis (PCA). The method of cluster analysis uses UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic) approach to Gower's Similarity Index with PAST3 software. PCA results showed a total variability 79.71% with 10 main components and 26 characters contributing to the variability. There are 3 main clusters as a result of the genetic relationship analysis that spreads at genetic distance 0.00-0.45. The first cluster consisted of the *Capsicum baccatum* species genotype with a genetic distance 0,10. The second cluster has a genetic distance of 0,33 which consists *Capsicum annuum*. The third cluster had a genetic distance 0,22 consisting of *Capsicum frutescens*, *Capsicum eximium*, and *Capsicum chinense*.

Key Words: Genetic distance, Genetic relationship, Pepper, Phylogenetic, Variability

PENDAHULUAN

Tanaman cabai menjadi salah satu komoditas utama hortikultura di Indonesia yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Terdapat beberapa jenis cabai yang banyak dibudidayakan di Indonesia antara lain cabai rawit, cabai besar, cabai keriting, hingga paprika. Di Indonesia cabai dikenal dengan berbagai macam nama daerah seperti cabai rawit yang juga dikenal sebagai lombok japlak (Jawa), cengek (Sunda), lada limi (Nias), leudeu pentek (Gayo), rica gufu (Ternate), dan lain-lain. Cabai mengandung banyak nutrisi baik makro maupun mikro yang bermanfaat bagi tubuh. Nutrisi makro yang terkandung dalam tiap 100 g *Capsicum annuum* dapat mencapai 4,82 g karbohidrat, 1,2 g protein, dan 0,95 g lemak (Guil-Guerrero *et al.*, 2006). Kandungan vitamin C pada tiap 100 g cabai berkisar antara 11,9-195,8 mg dan vitamin A berkisar 20,84-303 IU (Kantar *et al.*, 2016). Kandungan vitamin C pada cabai dipengaruhi oleh warna dan tingkat kematangan buah. Cabai merah mengandung vitamin C tiga kali lebih tinggi dan vitamin E empat kali lebih tinggi daripada cabai yang berwarna hijau (Osuna-García *et al.*, 1998).

Produksi cabai di Dunia pada tahun 2018 sebesar 36,77 juta ton. Produksi cabai tertinggi berasal dari Asia yaitu sebesar 66,6% dari produksi dunia, diikuti dengan Amerika, Eropa, Afrika, dan Oceania (FAO, 2020). Konsumsi cabai di Indonesia sangatlah besar. Setiap tahun kebutuhan cabai cenderung mengalami peningkatan. Hal itu harus diimbangi dengan meningkatnya produksi cabai di Indonesia. Pada tahun 2014 produksi cabai besar sebesar 1,07 juta ton dan mengalami penurunan pada tahun 2015 menjadi 1,04 juta ton, sedangkan produksi cabai rawit tahun 2015 sebesar 869,95 ribu (Yanuarti dan Afsari, 2016). Data tersebut menunjukkan adanya penurunan produksi cabai besar 2,74% dari tahun 2014 ke tahun 2015. Produksi cabai besar pada tahun 2018 sebesar 1,20 juta ton dan cabai rawit sebesar 1,33 juta ton.

Di Indonesia tersebar berbagai macam jenis cabai mulai dari varietas lokal, varietas unggul hingga jenis introduksi yang ada di masyarakat. *Capsicum annuum*, *Capsicum eximium* dan *Capsicum frutescens* merupakan spesies yang banyak dikembangkan dan dibudidayakan di Indonesia. *C. annuum*, *C. chinense*, dan *C. frutescens* memiliki karakter yang hampir sama sehingga identifikasi terhadap karakter tersebut sulit diketahui (Zhigila *et al.*, 2014). Karakter yang dimiliki setiap jenis cabai dapat menunjukkan hubungan kekerabatan dari cabai tersebut. Analisis keragaman karakter dan jarak genetik antar spesies maupun genotipe turut berkontribusi dalam pengembangan pemuliaan tanaman cabai. Hal itu disebabkan karena analisis hubungan kekerabatan dapat memberikan informasi mengenai kesamaan genetik dan mengelompokkannya dalam kelompok yang memiliki nilai kesamaan (Mahatma *et al.*, 2009). Pendugaan hubungan kekerabatan dapat dilakukan menggunakan marka morfologi, isoenzim dan molekuler. Adanya informasi mengenai jarak genetik antar spesies maupun genotipe cabai dapat memudahkan pemulia menentukan kombinasi tetua persilangan untuk memperoleh karakter yang diinginkan. Hal itu dikarenakan persilangan yang dilakukan pada genotipe yang memiliki hubungan

kekerabatan dekat dapat menyebabkan penurunan sifat. Oleh karena itu, informasi mengenai jarak genetik antara genotipe cabai sangatlah penting dalam pemuliaan tanaman. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui keragaman dan jarak genetik dari 5 spesies cabai.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di *Seed and Nursery Industry Agro Techno Park* Universitas Brawijaya yang berlokasi di Jatikerto, Kecamatan Kromengan Kabupaten Malang. Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan dari bulan Januari hingga Juli 2020. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: timbangan, jangka sorong, penggaris, roll meter, selang irigasi, cangkuk, kamera, alat tulis dan deskriptor. Bahan yang digunakan adalah 84 genotipe cabai dari 5 spesies (Tabel 1) yaitu *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*, *Capsicum eximium*, dan *Capsicum baccatum*, media semai, *mini bag*, pupuk, pestisida, kertas label, *alpha board* dan *form* pengamatan.

Penelitian yang dilaksanakan bersifat *non-experimental*. Metode observasi dilaksanakan untuk memperoleh data kualitatif dengan cara menilai secara visual pada sekelompok tanaman atau bagian-bagian tanaman. Data kuantitatif diperoleh

dari pengukuran individu atau bagian-bagian tanaman. Data yang diperoleh dikategorikan sesuai dengan kriteria pada deskriptor. Pelaksanaan penelitian menggunakan 5 spesies cabai yang ditanam secara baris tunggal dan setiap genotipe terdiri dari 2 tanaman.

Pengamatan dilakukan berdasarkan deskriptor cabai dan terdiri dari 54 variabel pengamatan. Variabel pengamatan yang bersifat kualitatif meliputi antosianin pada hipokotil, intensitas antosianin pada hipokotil, tipe tumbuh, antosianin pada ruas, intensitas antosianin pada ruas, bentuk batang, rambut pada ruas, posisi tangkai daun, intensitas hijau daun, bentuk daun, bentuk tepi daun, tekstur permukaan daun, profil melintang daun, permukaan mengkilap daun, posisi tangkai bunga, warna kelopak bunga, posisi bunga, warna anther, warna filamen, posisi stigma terhadap anther, warna buah sebelum masak, intensitas warna buah sebelum masak, antosianin pada buah, posisi buah, bentuk memanjang buah, bentuk melintang buah, bentuk buah pada bagian basal, bentuk buah tanpa bagian basal, permukaan buah, warna buah saat masak, intensitas warna buah saat masak, permukaan mengkilap buah, rongga tangkai buah, kedalaman *apex*, bentuk ujung buah, kelopak buah, dan kepadatan plasenta (IPGRI, 1995; SAGARPA, 2015, 2018; UPOV, 2018).

Tabel 1. Daftar 84 genotipe dari 5 spesies cabai

Spesies	Genotip
<i>Capsicum frutescens</i>	Cfru-10, Cfru-22, Cfru-26, Cfru-25, Cfru-11, Cfru-52(4), Cfru-52(4), Cfru-49, Cfru-06(5), Cfru-27(6), Cfru-08(Ka), Cfru-68, Cfru-12(7), Cfru-03(5), Cfru-58, Cfru-09(K)(2), Cfru-17(2), Cfru-A, Cfru-07(5), Cfru-61, Cfru-14(6), Cfru-30, Cfru-50
<i>Capsicum annuum</i>	Cann(B)-17(U)(1), Cann(B)-31, Cann(B)-154(U), Cann(B)-35(2), Cann(B)-04(T), Cann(B)-52-39(I)(1), Cann(B)-83-02(T), Cann(B)-U, Cann(B)-40-02(B), Cann(B)-10(T), Cann(B)-36(1), Cann(B)-BW58-06, Cann(B)-38(U2-2)-07, Cann(B)-41(1), Cann(B)-48(1), Cann(B)-30, Cann(B)-B, Cann(B)-14(P), Cann(B)-42(1), Cann(B)-21(T)(2), Cann(B)-33, Cann(B)-407, Cann(B)-03(T), Cann(B)-89-09(T), Cann(B)-12-01(R)(1), Cann(B)-25-03(B)(1), Cann(B)-22-02(T)(1), Cann(B)-02-03(B), Cann(B)-93-11(P), Cann(B)-26-04(P)(1), Cann(B)-01(J), Cann(B)-23(B), Cann(C)-38-02(T)(2), Cann(C)-08(M), Cann(C)-09(P)(2), Cann(C)-12(G1), Cann(C)-22(5), Cann(C)-13, Cann(C)-04(L1), Cann(C)-18(P1), Cann(C)-19(2), Cann(C)-16(Q2), Cann(C)-11(5), Cann(C)-15(J)(3), Cann(C)-07(N), Cann(C)-Q3(3), Cann(C)-14(L2), Turki-1, Cabe Hot
<i>Capsicum chinense</i>	Cchi-X(3), Cchi-06-12(2), Cchi-02, Cchi-13, Cchi-05(R)(2), Cchi-06-12(1)
<i>Capsicum eximium</i>	Cexi-01, Cexi-02
<i>Capsicum baccatum</i>	Cbac-24, Cbac-A-01, Cbac-17(B), Cbac-09(S)(1), Cbac-A-095

Variabel pengamatan yang bersifat kuantitatif meliputi panjang batang, panjang ruas, diameter batang, panjang daun, lebar daun, panjang tangkai daun, panjang buah, diameter buah, rasio panjang dan diameter buah, jumlah lokul, panjang tangkai buah, jumlah biji, waktu muncul bunga, waktu masak buah, dan bobot buah (IPGRI, 1995; SAGARPA, 2015, 2018; UPOV, 2018).

Keragaman dianalisis menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Metode analisis pengelompokan yang digunakan adalah UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic*) pendekatan *Gower's Similarity Index* menggunakan *software* PAST3 (Hammer *et al.*, 2001). Hasil analisis pengelompokan ditampilkan dalam bentuk dendrogram. Matriks kesamaan dengan dendrogram dianalisis dengan koefisien korelasi fenetik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman karakter kualitatif dan kuantitatif 84 genotipe cabai didapatkan melalui Analisis Komponen Utama atau *Principal Component Analysis* (PCA) dari 54 karakter kualitatif dan kuantitatif cabai. Tujuan dari PCA yaitu untuk mengelompokkan data dengan cara mereduksi jumlah karakter pengamatan tanpa banyak kehilangan informasi (Singh *et al.*, 2020). Hasil analisis menunjukkan adanya 10 komponen utama yang memiliki *eigenvalue* >1 dengan kontribusi keragaman total 79,71% (Tabel 2).

Principal Component 1 (PC1) mempunyai nilai *eigenvalue* 14,79 dan memberikan kontribusi terhadap keragaman maksimum sebesar 29,58%. Karakter yang berkontribusi terhadap PC1 meliputi tipe tumbuh tanaman, panjang batang, diameter batang, antosianin pada ruas, intensitas antosianin pada ruas, bentuk batang, panjang helai daun, lebar helai daun, intensitas hijau daun, bentuk daun, posisi tangkai bunga, warna mahkota bunga, panjang buah, rasio panjang:diameter buah, dan bentuk permukaan buah tanpa basal. Penelitian yang dilakukan oleh Belay *et al.*, (2019) menunjukkan karakter diameter batang dan panjang daun memberikan kontribusi pada keragaman. Penelitian yang

dilakukan Orobiyi *et al.*, (2018) juga menunjukkan karakter bentuk daun, panjang daun, lebar daun, warna mahkota bunga, dan panjang buah berkontribusi terhadap keragaman pada cabai. PC2 mempunyai *eigenvalue* 8,79 dan keragaman maksimum sebesar 17,58%. Terdapat 10 karakter yang berkontribusi terhadap PC2 yaitu tipe tumbuh tanaman, permukaan mengkilap daun, diameter buah, bentuk memanjang buah, kedalaman *apex*, bentuk ujung buah, jumlah lokul, kepadatan plasenta buah, jumlah biji, dan bobot buah. Penelitian yang dilakukan oleh Agustina dan Waluyo (2017) menunjukkan karakter jumlah lokul buah, diameter buah, jumlah biji per buah, bentuk buah, dan bentuk ujung buah memberikan kontribusi pada keragaman. PC3 memiliki *eigenvalue* 3,49 dan keragaman maksimum sebesar 6,98%. PC4 memiliki *eigenvalue* 3,00 dengan keragaman maksimum sebesar 5,99% dan karakter yang berkontribusi yaitu karakter antosianin pada anther dan bentuk permukaan buah tanpa basal. PC5 mempunyai *eigenvalue* 2,37 dengan keragaman maksimum sebesar 4,73%. PC6 mempunyai *eigenvalue* 1,83 dan keragaman maksimum sebesar 3,67%. Nilai *eigenvalue* dan keragaman maksimum yang dimiliki PC7 yaitu sebesar 1,63 dan 3,27%. Nilai *eigenvalue* dan keragaman maksimum yang dimiliki PC8 yaitu sebesar 1,49 dan 2,98%. PC9 mempunyai *eigenvalue* 1,30 dan keragaman maksimum 2,60%. Nilai *eigenvalue* dan keragaman maksimum yang dimiliki PC10 yaitu 1,16 dan 2,32%.

Analisis fenetik pada 84 genotipe cabai berdasarkan *index similarity gower* dan metode aglomerasi *Unweighted Pair-Group Method Average* (UPGMA). Hasil analisis menunjukkan adanya pengelompokan 84 genotipe cabai berdasarkan 54 karakter kualitatif dan kuantitatif. Pengelompokan menyebar pada jarak genetik 0,00-0,45 atau pada koefisien kemiripan 55%-100% (Gambar 1). Semakin besar nilai koefisien kemiripan berarti semakin tinggi kesamaan individu dalam satu kelompok. Pengelompokan dilakukan pada jarak genetik 0,33 sehingga membagi menjadi tiga kelompok.

Tabel 2. Eigenvalue, keragaman, keragaman kumulatif, dan komponen utama 51 karakter morfologi 84 genotipe cabai

Karakter dan Komponen	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8	PC 9	PC 10
<i>Eigenvalue</i>	14,8	8,8	3,5	3,0	2,4	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2
<i>Variability (%)</i>	29,6	17,6	7,0	6,0	4,7	3,7	3,3	3,0	2,6	2,3
<i>Cumulative variance (%)</i>	29,6	47,2	54,1	60,1	64,9	68,5	71,8	74,8	77,4	79,7
Antosianin pada Hipokotil	-0,36	0,41	0,30	0,13	-0,23	0,50	-0,03	0,02	-0,31	-0,17
Intensitas Warna Antosianin pada Hipokotil	-0,17	0,56	0,48	0,16	-0,29	0,40	-0,10	0,07	-0,16	-0,05
Tipe Tumbuh	-0,66*	0,65*	-0,15	-0,04	0,02	-0,04	0,03	0,01	-0,07	0,02
Panjang Batang	0,64*	-0,36	-0,16	-0,12	-0,04	-0,15	0,12	0,10	-0,15	0,03
Panjang Ruas	0,45	0,11	-0,11	-0,35	0,12	0,08	0,35	0,22	0,12	0,04
Antosianin pada Ruas	-0,95*	0,07	0,08	-0,05	0,01	0,00	0,02	0,05	0,14	0,01
Intensitas Warna Antosianin pada Ruas	-0,80*	0,08	0,23	-0,16	-0,09	0,08	0,01	0,16	0,16	0,02
Diameter Batang	0,67*	-0,02	0,07	-0,04	-0,01	0,18	0,34	0,22	0,09	0,09
Bentuk Batang	0,98*	-0,07	-0,07	0,05	-0,02	0,00	0,00	-0,02	-0,03	0,02
Rambut pada Ruas	0,46	0,58	0,09	0,22	-0,19	-0,31	0,38	-0,11	0,02	-0,09
Posisi Tangkai Daun	0,44	0,30	0,25	0,12	0,27	-0,37	0,26	-0,16	-0,36	-0,01
Panjang Helai Daun	0,69*	-0,10	-0,35	-0,18	-0,33	0,24	0,15	0,29	0,07	-0,01
Lebar Helai Daun	0,78*	0,03	-0,27	-0,15	-0,28	0,19	0,09	0,24	0,03	-0,10
Intensitas Hijau Daun	-0,90*	0,07	0,09	-0,09	-0,05	-0,01	0,08	0,12	0,05	0,04
Bentuk Daun	0,93*	0,27	-0,07	0,09	0,01	0,00	-0,01	0,03	0,03	-0,01
Bentuk Bergelombang Tepi Daun	0,37	-0,14	0,08	-0,27	0,53	0,00	-0,11	0,28	-0,14	-0,28
Tekstur Permukaan Daun	0,60	0,44	0,06	-0,05	0,40	-0,07	-0,08	0,13	0,16	-0,23
Permukaan Mengkilap Daun	0,07	-0,77*	-0,07	-0,09	-0,20	-0,15	0,01	-0,24	-0,10	-0,08
Panjang Tangkai Daun	-0,16	0,34	-0,39	0,06	-0,36	0,26	0,33	0,22	-0,09	-0,19
Posisi Tangkai Bunga	-0,94*	0,15	-0,10	0,04	0,07	0,02	0,08	0,02	-0,03	-0,04
Warna Mahkota Bunga	0,77*	-0,48	0,22	-0,15	-0,16	-0,07	-0,12	-0,03	0,03	0,00
Posisi Bunga	-0,28	0,18	-0,22	0,00	-0,44	-0,25	0,22	0,05	-0,16	0,36
Warna Anther	-0,47	0,01	0,20	-0,52	0,24	0,08	0,33	-0,15	0,27	-0,10
Warna Filamen Bunga	0,59	-0,41	0,16	-0,16	0,04	-0,04	-0,07	0,36	0,09	0,08
Posisi Stigma diantara Anther	-0,13	-0,54	0,18	-0,05	-0,03	-0,02	0,14	0,40	-0,29	0,10
Antosianin pada Anther	-0,44	0,25	0,13	-0,63*	0,27	0,14	0,22	-0,09	0,26	-0,01
Warna Buah Sebelum Masak	-0,21	0,15	0,48	-0,06	-0,10	-0,22	-0,01	0,45	-0,11	-0,25
Intensitas Warna Buah Sebelum Masak	-0,47	0,14	0,54	0,15	-0,09	-0,17	0,39	0,07	-0,05	0,04
Antosianin pada Buah	-0,01	0,01	0,72	-0,25	-0,35	-0,10	-0,34	0,04	0,16	0,09
Posisi Buah	-0,36	0,14	-0,47	0,13	0,23	0,34	-0,39	0,14	-0,14	0,17
Panjang Buah	-0,88*	0,05	-0,23	-0,16	0,11	-0,07	0,02	0,08	0,05	-0,01

Ramadhanti, dan Waluyo, Analisis Keragaman dan Filogenetik Spesies Cabai...

Diameter Buah	0,16	0,92*	-0,09	-0,17	0,11	-0,01	-0,13	-0,02	-0,06	0,07
Rasio Panjang/Diameter Buah	-0,74*	-0,20	-0,06	0,24	0,11	-0,06	0,09	0,14	0,16	0,01
Bentuk Memanjang Buah	0,51	0,64*	0,31	0,06	0,17	-0,10	0,14	0,03	0,00	0,05
Bentuk Melintang Buah (Plasenta)	0,41	-0,15	0,16	0,35	-0,12	-0,20	-0,16	0,13	0,38	0,06
Bentuk Permukaan Buah pada Bagian Basal	-0,61*	-0,12	0,03	0,53	0,20	-0,05	0,04	0,13	0,20	-0,03
Bentuk Permukaan Buah Tanpa Bagian Basal	-0,54	-0,14	0,11	0,61*	0,16	-0,02	0,01	0,19	0,18	0,01
Bentuk menggelombang buah secara melintang	0,53	0,40	0,00	0,08	0,33	-0,07	-0,28	0,21	-0,07	0,01
Permukaan Buah	-0,45	-0,57	-0,11	0,41	0,11	-0,08	0,03	0,27	-0,11	-0,11
Permukaan Mengkilat Buah	-0,10	-0,02	0,48	-0,08	0,35	0,29	0,08	0,02	-0,35	0,49
Kedalaman Apex	0,34	0,88*	0,01	0,26	-0,02	-0,03	-0,03	-0,02	0,01	0,05
Bentuk Ujung Buah	0,47	0,82*	0,15	0,11	0,09	-0,05	-0,02	0,08	0,08	-0,03
Jumlah Lokul	0,31	0,77*	0,08	0,13	0,17	0,00	0,04	-0,06	0,02	0,16
Panjang Tangkai Buah	-0,15	0,18	-0,35	-0,14	0,00	-0,37	-0,05	0,28	0,07	0,50
Kelopak Buah	0,09	-0,06	-0,53	0,35	0,39	0,11	0,31	-0,12	-0,06	-0,06
Kepadatan Plasenta Buah	0,12	0,74*	-0,15	0,28	-0,39	0,02	-0,06	-0,06	0,22	-0,03
Jumlah Biji	-0,51	0,62*	-0,25	-0,34	-0,12	-0,03	-0,13	-0,02	-0,01	0,05
Waktu Muncul Bunga	0,55	-0,30	0,06	-0,05	0,09	0,28	0,01	-0,14	0,16	0,26
Waktu Masak	0,42	-0,07	0,21	0,37	0,12	0,47	0,18	0,05	0,28	0,21
Bobot Buah	-0,24	0,69*	-0,33	-0,29	0,05	-0,13	-0,14	0,24	-0,01	-0,04

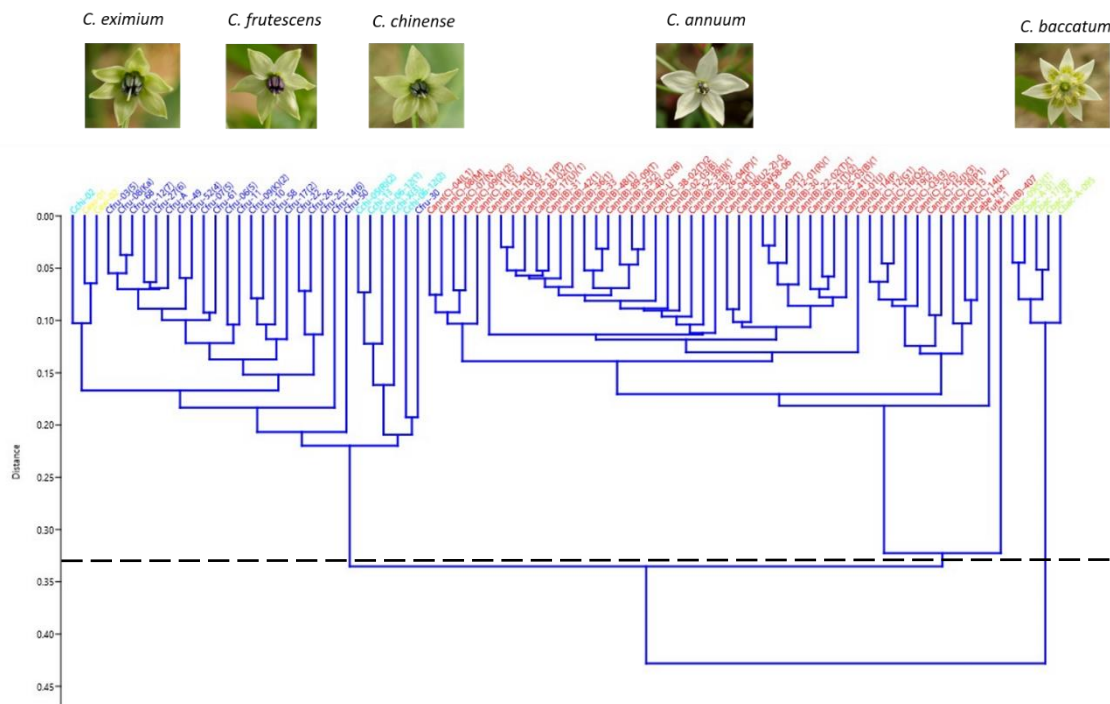
Keterangan: *) Karakter yang berkontribusi terhadap keragaman total pada 10 komponen utama

Kelompok pertama mengelompok pada jarak genetik 0,10 atau koefisien kemiripan 90% yang terdiri dari 5 genotipe yaitu Cbac-A-095, Cbac-09(S)(1), Cbac-A-01, Cbac-17(B), dan Cbac-24 dari spesies *C. baccatum*. Beberapa karakter yang memiliki kesamaan pada kelompok pertama antara lain antosianin pada hipokotil, tipe tumbuh, antosianin pada ruas, bentuk batang, posisi tangkai daun, bentuk daun, tekstur permukaan daun, permukaan mengkilap daun, warna *corolla*, posisi stigma terhadap anther, posisi buah, warna buah sebelum dan sesudah masak, bentuk memanjang buah, bentuk melintang buah, bentuk permukaan buah pada dan tanpa basal, permukaan buah, permukaan mengkilap buah, bentuk ujung buah, kelopak buah, dan kepadatan plasenta biji. Buah *C. baccatum* memiliki bentuk lonceng (Cardoso *et al.*, 2018). Genotipe Cbac-09(S)(1) dengan Cbac-A-01 memiliki jarak genetik paling dekat dalam kelompok pertama yaitu sebesar 0,05.

Kelompok kedua dengan jarak genetik 0,33 atau koefisien kemiripan 67% terdiri dari 49 genotipe yang terdiri dari *C. annuum*. Genotipe yang termasuk dalam kelompok kedua yaitu Cann(C)-11(5), Cann(C)-07(N), Cann(C)-09(P)(2), Cann(C)-04(L1), Cann(C)-08(N), Cann(B)-14(P), Cann(B)-154(U), Cann(B)-04(T), Cann(B)-26-04(P)(1), Cann(B)-23(B), Cann(B)-52-39(I)(1), Cann(B)-02-03(B), Cann(C)-38-02(T)(2), Cann(B)-36(1), Cann(B)-42(1), Cann(B)-17(U)(1), Cann(B)-31, Cann(B)-10(T), Cann(B)-93-11(P), Cann(B)-83-02(T), Cann(B)-33, Cann(B)-89-09(T), Cann(B)-48(1), Cann(B)-40-02(B), Cann(B)-U, Cann(B)-35(2), Cann(B)-B, Cann(B)-38(U2-2)-07, Cann(B)-BW58-06, Cann(B)-12-01(R)(1), Cann(B)-03(T), Cann(B)-30, Cann(B)-22-02(T)(1), Cann(B)-01(J), Cann(B)-21(T)(2), Cann(B)-41(1) Cann(B)-25-03(B)(1), Cabe Hot, Cann(C)-14(L2), Cann(C)-13, Cann(C)-15(J)(3), Cann(C)-18(P1), Cann(C)-22(5), Cann(C)-Q3(3), Cann(C)-16(Q2), Cann(C)-19(2), Cann(C)-12(G1), dan Cann(B)-407. Beberapa kesamaan karakter pada kelompok ketiga antara lain antosianin pada ruas, bentuk batang, rambut pada ruas, posisi tangkai

daun, bentuk daun, tekstur permukaan daun, posisi tangkai bunga, warna *corolla*, warna buah sebelum dan sesudah masak, dan kepadatan plasenta buah. Warna bunga *C. annuum* adalah putih dengan warna filamen putih hingga ungu (Olatunji & Afolayan, 2019). Genotipe Cann(B)-12-01(R)(1) dengan Cann(B)-03(T) memiliki jarak genetik paling dekat dalam kelompok ketiga dan juga diantara semua kelompok. Besarnya jarak genetik antara kedua genotipe tersebut yaitu 0,03. Peneliti mengidentifikasi bahwa *Capsicum annuum* kompleks terdiri dari *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*, *Capsicum cacoense*, dan *Capsicum galapagoense* yang diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi, kromosom, dan studi hibridisasi (Ince *et al.*, 2010).

Kelompok ketiga terdiri dari 30 genotipe yaitu Cfru-30, Cchi-06-12(2), Cchi-06-12(1), Cchi-05(R)(2), Cchi-13, Cchi-X(3), Cfru-50, Cfru-14(6), Cchi-02, Cexi-02, Cexi-01, Cfru-25, Cfru-26, Cfru-22, Cfru-61, Cfru-07(5), Cfru-03(5), Cfru-68, Cfru-08(Ka), Cfru-A, Cfru-12(7), Cfru-27(6), Cfru-49, Cfru-52(4), Cfru-06(5), Cfru-11, Cfru-17(2), Cfru-58, Cfru-09(K)(2), dan Cfru-10. Kelompok ketiga mengelompok pada jarak genetik 0,22 atau koefisien kemiripan 78%. Kelompok ini terdiri dari spesies *C. frutescens*, *C. eximium*, dan *C. chinense*. Kelompok kedua memiliki beberapa kesamaan karakter antara lain tipe tumbuh, antosianin pada ruas, intensitas antosianin pada ruas, bentuk batang, rambut pada ruas, intensitas hijau daun, posisi tangkai bunga, antosianin pada buah, kedalaman apex, dan kelopak buah. Kesamaan karakter tersebut menyebabkan ketiga spesies cabai berada pada kelompok yang sama. *C. frutescens* memiliki buah berbentuk memanjang dan warna mahkota bunga putih hingga putih kekuningan (Carvalho *et al.*, 2014; Zhani *et al.*, 2015). *C. chinense* memiliki bunga berwarna kuning hingga kuning kehijauan dengan bentuk buah bervariasi (Bianchi *et al.*, 2020). Jarak genetik paling dekat dalam kelompok kedua yaitu sebesar 0,04 antara genotipe Cfru-68 dengan Cfru-08(Ka).



Gambar 1. Dendrogram analisis filogenetik 84 genotipe cabai berdasarkan karakter morfologi

Nilai koefisien korelasi kofenetik dari hasil analisis filogenetik yaitu sebesar 0,94. Koefisien kofenetik menunjukkan besarnya derajat korespondensi antara matriks kesamaan dengan dendrogram yang dihasilkan (Villota-Cerón *et al.*, 2012). Koefisien kofenetik ($r > 0,9$) menunjukkan tingkat kesesuaian yang baik.

Informasi yang diperoleh dari analisis filogenetik pada 84 genotipe cabai dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan tetua unggul persilangan. Tetua unggul yang dapat dipilih dari 84 genotipe tersebut adalah genotipe Cann(B)-14(P) dengan Cann(B)-154(U). Genotipe Cann(B)-14(P) unggul dalam hal ketahanannya terhadap hama kutu kebul dan waktu berbunga lebih cepat namun memiliki jumlah buah sedikit. Sebaliknya, genotipe Cann(B)-154(U) memiliki buah yang lebat namun waktu berbunga yang cukup lama. Selain itu, kedua genotipe tersebut memiliki jarak genetik yang tidak dekat sehingga dapat meningkatkan keragaman hasil persilangan. Semakin besar jarak genetik yang dimiliki tetua maka

akan menghasilkan keragaman yang semakin tinggi dan frekuensi rekombinasi yang tinggi pula (Kumari *et al.*, 2019). Diharapkan dengan menyilangkan kedua tetua tersebut akan diperoleh cabai dengan sifat waktu berbunga cepat, jumlah buah banyak, dan tahan terhadap hama kutu kebul.

KESIMPULAN

Hasil analisis komponen utama karakter morfologi pada 84 genotipe cabai mempunyai keragaman total sebesar 79,71% dengan 10 komponen utama dan 26 karakter yang berkontribusi pada keragaman genotipe cabai. Terdapat 3 kelompok utama hasil analisis hubungan kekerabatan berdasarkan karakter morfologi cabai yang menyebar pada jarak genetik 0,00-0,45. Kelompok pertama terdiri dari genotipe spesies *C. baccatum* dengan jarak genetik 0,10. Kelompok kedua memiliki jarak genetik 0,33 yang terdiri dari *C. annum*. Kelompok ketiga memiliki jarak genetik 0,22

yang terdiri dari *C. frutescens*, *C. eximium*, dan *C. chinense*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada Direktur *Agro Techno Park* yang telah memfasilitasi penelitian ini di *Seed Bank, Seed and Nursery Industry* Universitas Brawijaya.

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>
- Belay, F., Abate, B., & Tsehaye, Y. (2019).** Genetic diversity studies for morphological traits of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes in Central Zone of Tigray Region, Northern Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 14(33), 1674–1684. <https://doi.org/10.5897/AJAR2019.14256>
- Bianchi, P. A., Silva, L. R. A. da, Alencar, A. A. da S., Santos, P. H. A. D., Pimenta, S., Sudré, C. P., Corte, L. E.-D., Gonçalves, L. S. A., & Rodrigues, R. (2020).** Biomorphological characterization of Brazilian *Capsicum Chinense* Jacq. germplasm. *Agronomy*, 10(3), 447. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030447>
- Cardoso, R., Ruas, C. F., Giacomini, R. M., Ruas, P. M., Ruas, E. A., Barbieri, R. L., Rodrigues, R., & Gonçalves, L. S. A. (2018).** Genetic variability in Brazilian *Capsicum baccatum* germplasm collection assessed by morphological fruit traits and AFLP markers. *PLoS ONE*, 13(5), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196468>
- Carvalho, S. I. C., Ragassi, C. F., Bianchetti, L. B., Reifschneider, F. J. B., Buso, G. S. C., & Faleiro, F. G. (2014).** Morphological and genetic relationship between wild and domesticated forms of peppers (*Capsicum frutescens* L. and *C. chinense* Jacquin). *Genetics and Molecular Research*, 13(3), 7447–7464. <https://doi.org/10.4238/2014.September.12.11>
- FAO. (2020).** Crop. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- Guil-Guerrero, J. L., Martínez-Guirado, C., Del Mar Reboloso-Fuentes, M., & Carrique-Pérez, A. (2006).** Nutrient composition and antioxidant activity of 10 pepper (*Capsicum annuum*) varieties. *European Food Research and Technology*, 224(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0281-5>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001).** PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1–9.
- Ince, A. G., Karaca, M., & Onus, A. N. (2010).** Genetic relationships within and between *Capsicum* species. *Biochemical Genetics*, 48(1–2), 83–95. <https://doi.org/10.1007/s10528-009-9297-4>
- IPGRI. (1995).** Descriptors for *Capsicum* (*Capsicum* spp.). International Plant Genetic Resources Institute.
- Kantar, M. B., Anderson, J. E., Lucht, S. A., Mercer, K., Bernau, V., Case, K. A., Le, N. C., Frederiksen, M. K., DeKeyser, H. C., Wong, Z. Z., Hastings, J. C., & Baumler, D. J. (2016).** Vitamin variation in *capsicum* spp. provides opportunities to improve nutritional value of human diets. *PLoS ONE*, 11(8), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161464>
- Kumari, N., Kumar, R., Kumar, A., & Singh, U. K. (2019).** Principal component analysis of morpho-physiological traits in mutants lines of rice under submerged condition. *The Pharma Innovation Journal*, 8(4), 402–407.

- Mahatma, M. K., Khandelwal, V., Jha, S. K., Kumar, V., & Shah, R. R. (2009).** Genetic diversity analysis of elite parental lines of cotton using RAPD, ISSR and isozyme markers. *Indian Journal of Plant Physiology (India)*, 14(2), 105–110.
- Olatunji, T. L., & Afolayan, A. J. (2019).** Contributions to the classification of *Capsicum annum* L. and *Capsicum frutescens* L. in West Africa using morphological traits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 47(1), 135–142.
<https://doi.org/10.15835/nbha47111204>
- Orobiyi, A., Loko, L. Y., Sanoussi, F., Agré, A. P., Korie, N., Gbaguidi, A., Adjatin, A., Agbangla, C., & Dansi, A. (2018).** Agro-morphological characterization of chili pepper landraces (*Capsicum annum* L.) cultivated in Northern Benin. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65(2), 555–569.
<https://doi.org/10.1007/s10722-017-0553-x>
- Osuna-García, J. A., Wall, M. M., & Waddell, C. A. (1998).** Endogenous levels of tocopherols and ascorbic acid during fruit ripening of New Mexican-type chile (*Capsicum annum* L.) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(12), 5093–5096.
<https://doi.org/10.1021/jf980588h>
- SAGARPA. (2015).** Graphic Handbook for variety description of *Capsicum chinense* Jacq (p. 68). SAGARPA.
- SAGARPA. (2018).** Graphic handbook for variety description of *Capsicum pubescens* Ruiz y Pavon. SAGARPA.
- Singh, P., Jain, P. K., & Tiwari, A. (2020).** Principal component analysis approach for yield attributing traits in Chili (*Capsicum annum* L.) genotypes. *Chemical Science Review and Letters*, 9(33), 87–91.
<https://doi.org/10.37273/chesci.cs232050121>
- UPOV. (2018).** International Union for the Protection of New Varieties of Plants (*Capsicum annum*). http://www.upov.int/en/publications/tg-rom/tg106/tg_106_4.pdf%5Chttp://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/caj_ag_10_5/tg_1_3.pdf
- Villota-Cerón, D., Bonilla-Betancourt, M. L., Carmen-Carrillo, H., Jaramillo, J., & García-Dávila, M. A. (2012).** Morphological characterization of *Capsicum* spp. accessions from the germplasm collection of Corpoica C. I. *Acta Agronómica Universidad de Nariño, Colombia*, 61, 16–26.
- Yanuarti, A. R., & Afsari, M. D. (2016).** Profil komoditas barang kebutuhan pokok dan barang penting komoditas cabai. Kementerian Perdagangan.
- Zhani, K., Hamdi, W., Sedraoui, S., Fendri, R., & Lajimi, O. (2015).** A comparative study of morphological characterization of Tunisian accessions of Chili pepper (*Capsicum frutescens* L.). *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2(4), 87–94.
- Zhigila, D. A., AbdulRahaman, A. A., Kolawole, O. S., & Oladele, F. A. (2014).** Fruit morphology as taxonomic features in five varieties of *Capsicum annum* L. Solanaceae. *Journal of Botany*, 2014(June), 1–6.
<https://doi.org/10.1155/2014/540868>