

**Divergensi Galur-Galur Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Berdasarkan Keragaman Karakter Kualitatif dan Kuantitatif***Divergence of the Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Lines Based on Qualitative and Quantitative Characters Variability*Puguh Irkhamulhuda<sup>1\*)</sup> dan Budi Waluyo<sup>2)</sup><sup>1)</sup> Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya  
Jalan Veteran, Kota Malang, Provinsi Jawa Timur, Kode Pos 65145<sup>2)</sup> Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya  
Jalan Veteran, Kota Malang, Provinsi Jawa Timur, Kode Pos 65145\*Penulis untuk korespondensi: [budiwaluyo@ub.ac.id](mailto:budiwaluyo@ub.ac.id)**ABSTRACT**

Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) is a popular horticultural commodities, because in addition to nutrition and economics it also has more benefits for human health. Qualitative and quantitative superior characters must be approved by the elders in trials of superior varieties of okra. The characters that have been identified are expected to be made as a basis on the lines to be developed. This research was to study variations in character and genetic distance of 27 okra lines based on qualitative and quantitative traits. This research carried at the Agrotechno Park, Universitas Brawijaya, Jatikero Village, Malang Regency in December 2018-April 2019. The treatments given were 24 approved lines and 3 lines as standards planted in 3 blocks. The standard lines are repeated as many blocks. Observation variables were 36 quantitative and qualitative characters. Character variability studied based on Principal Component Analysis (PCA). Lines grouping based on agglomerative hierarchical clustering (AHC) with Pearson correlation coefficient and un-weighted pair-group method average (UPGMA). The results of variability analysis obtained 5 principal components with a cumulative 89.41%. The okra lines are divided into 6 groups that spread with a coefficient of 94% -99%. In the first cluster consists of 3 lines, the second cluster consists of 16 lines, the third cluster consists of 1 line, cluster consists of 5 lines, cluster consists of 1 line, and the sixth class consists of one line. The finite genetic distance in the first class is 0.02 and the finite genetic distance in the second class is 0.01.

Keywords: Genetic Distance, Kualitatif, Kuantitatif, Okra, Variability

**ABSTRAK**

Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) menjadi komoditas hortikultura unggulan masyarakat karena selain bernilai gizi dan ekonomis tinggi juga memiliki manfaat lebih bagi kesehatan manusia. Karakter unggul kualitatif dan kuantitatif harus dimiliki oleh tetua dalam upaya perakitan varietas unggul tanaman okra. Karakter-karakter yang telah teridentifikasi diharapkan dapat dijadikan sebagai dasar seleksi pada galur-galur yang berpotensi untuk dikembangkan. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari keragaman karakter dan jarak genetik 27 galur okra berdasarkan sifat kualitatif dan kuantitatif. Penelitian dilaksanakan di Seed Bank Agrotechno Park, Universitas Brawijaya, Desa Jatikero, Kabupaten Malang pada bulan Desember 2018-April 2019. Perlakuan yang diberikan ialah 24 galur yang diuji dan 3 galur sebagai standar yang ditanam pada 3 blok. Galur standar diulang sebanyak jumlah blok. Pengulangan dilakukan hanya pada galur standar sebanyak jumlah blok yang ada. Variabel pengamatan sebanyak 36 karakter kuantitatif dan kualitatif. Keragaman karakter dipelajari berdasarkan Principal Component Analysis (PCA). Pengelompokan galur berdasarkan agglomerative hierarchical clustering (AHC) dengan similaritas koefisien korelasi pearson dan metode aglomerasi un-weighted pair-group method average (UPGMA). Berdasarkan hasil analisis keragaman diperoleh 5 komponen utama dengan nilai keragaman kumulatif sebesar 89,41%. Galur-galur okra terbagi menjadi 6 kelompok yang menyebar dengan nilai koefisien 94%-99%. Pada klaster pertama terdapat 3 galur, klaster kedua terdiri dari 16 galur, klaster ketiga terdiri dari 1 galur, klaster keempat terdiri dari 5 galur, klaster kelima terdiri 1 galur, dan kelas keenam terdiri dari satu galur. Jarak genetik terjauh terdapat pada kelas pertama yaitu 0,02 dan jarak genetik terdekat pada kelas kedua dan kelima yaitu sebesar 0,01.

Kata kunci: Jarak Genetik, Keragaman, Kualitatif, Kuantitatif, Okra

## PENDAHULUAN

Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) ialah salah satu komoditas hortikultura yang ditanam di bagian tropis dan subtropis dunia. Okra ditanam secara komersial di India, Turki, Iran, Afrika Barat, Yugoslavia, Bangladesh, Pakistan, Burma, Jepang, Malaysia, Brasil, Ghana, Ethiopia, Siprus dan Amerika Serikat (Makhdoomi *et al.* 2018). Okra memiliki nama lain diberbagai negara, di Inggris dikenal dengan sebutan “*lady finger*”, di India dikenal dengan nama bhindi, di Thailand dikenal dengan krajiab kheaw serta di Asia Tenggara dikenal dengan sebutan tanaman okra, ochro, okoro, quimgombo, quingumbo, gombo, kopi arab, kacang bendi dan bhindi (Singh *et al.* 2014). Okra termasuk tanaman multiguna, terutama ditanaman untuk diambil buah mudanya baik dikonsumsi segar maupun dalam bentuk olahan (Vincent, Rubatzky, dan Mas Yamaguchi 1999).

Okra menjadi komoditas hortikultura unggulan masyarakat karena selain bernilai gizi dan ekonomis tinggi juga memiliki manfaat lebih bagi kesehatan manusia. Komoditas dengan manfaat lebih bagi kesehatan tertentu dipilih masyarakat sebagai alternatif pencegahan atau bahkan pengobatan penyakit yang diderita. Buah okra menghasilkan lendir yang dapat dimanfaatkan untuk membantu menstabilkan kadar gula dalam darah pada penderita diabetes militus (National Research Council 2006). Tanaman okra memiliki banyak manfaat yang dapat diambil sehingga perlu dibudidayakan dan diperkenalkan lebih intensif kepada masyarakat (Ikrawati; dan Rohmah 2016).

Keragaman genetik pada suatu program pemuliaan tanaman menjadi syarat mutlak untuk mencapai keberhasilan. Mengetahui perbedaan karakter-karakter individu dengan individu lain diharapkan akan didapatkan satu atau beberapa genotip potensial untuk dikembangkan (Sutahjo *et al.* 2015). Keragaman genetik tanaman memberikan peluang bagi pemulia tanaman untuk mengembangkan kultivar baru yang lebih baik dengan karakteristik yang diinginkan. Karakter tersebut mencakup keduanya karakteristik yang disukai petani (potensi hasil dan biji besar, dan karakter lainnya) dan sifat-sifat yang disukai pemulia (resistensi hama dan penyakit serta fotosensitifitas, dan karakter lainnya.). Dari awal mula pertanian, variabilitas genetik alami telah dieksploitasi dalam spesies tanaman untuk memenuhi kebutuhan pangan subsisten, dan sekarang ini sedang difokuskan untuk peningkatan pertumbuhan populasi (Govindaraj, Vetriventhan, dan Srinivasan 2015)

Selain keragaman genetik, informasi tentang jarak genetik dan hubungan kekerabatan diperlukan dalam upaya perakitan varietas unggul baru. Jarak genetik yang semakin kecil menunjukkan tingkat kekerabatannya semakin dekat, sedangkan semakin jauh jarak genetik maka semakin jauh kekerabatan suatu individu (Bertan *et al.* 2009). Perbedaan susunan genetik pada tanaman, diasumsikan dapat ditunjukkan melalui perbedaan karakter pada individu-individu tanaman didalam sebuah populasi dan hasil dari perbedaan tersebut digunakan untuk

mengetahui hubungan kekerabatan genetik antar genotip (Sukartini 2008). Hubungan kekerabatan memberikan informasi tentang karakter yang menjadi ciri dari tiap kelompok genotipe yang terbentuk (Tresniawati dan Randriani, 2008). Jarak genetik berperan pada tingkat kemiripan gen antar individu maupun populasi. Jarak genetik yang kecil dapat diasumsikan bahwa terdapat banyak kemiripan karakter antar individu maupun populasi (Higgs dan Derrida, 1992).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian bertempat di Seed Bank Agro Techno Park Badan Usaha Akademik (BUA) Universitas Brawijaya, Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 sampai dengan April 2019. Alat yang digunakan ialah seperangkat alat budidaya tanaman okra dan alat pengukuran seperti, penggaris, meteran, timbangan analitik dan jangka sorong.

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini ialah 27 galur okra (*Abelmoschus esculentus* L Moench.), yang terdiri dari 24 galur yang akan diuji yaitu, SDA-1, Aesc(BW)-02-02, SDA-2, Aesc(BW)-02-04, Aesc(Tlg)-1, Aesc(BW)-02-05, NAILA IPB, Aesc(BW)-6-5-8, Hijau-OR-01, Aesc(BW)-02-03, Aesc(BW)-4, Aesc(BW)-01-03, Aesc(BW)-5, Aesc(BW) PJG-0-1, Aesc(BW)-6, Aesc(BW)-02-01-02, AescKed (BW)-02, Aesc(BW)-02-01-01, Aesc(BW)-3-5-5, Aesc(BW)-02-03-5-6, Aesc(BW)-5-5-2, Aesc (BW)-02-01-02-5-4, Aesc(BW)-2-5-2, Aesc (BW)-02-01-01-5-4 dan 3 galur sebagai standar yaitu, Aesc(BW)-1, Aesc(BW)-2, Aesc(BW)-3. Bahan lain yang digunakan ialah pupuk kandang, pupuk NPK 16:16:16, pupuk ZA, pestisida, trai, kertas label dan papan label.

Metode yang digunakan ialah *augmented design* (Petersen 1994), dengan ulangan hanya dilakukan pada galur standar. Pemilihan galur sebagai standar berdasarkan karakter-karakter yang lebih stabil dari galur-galur yang diuji atau galur yang telah beradaptasi di wilayah Jatikerto. Percobaan ini menggunakan 27 (24 galur diuji dan 3 galur sebagai standar) yang terdiri dari 4 tanaman setiap galurnya (2 untuk panen komersial dan 2 untuk panen benih). Satuan percobaan berupa 3 blok dan pada setiap blok terdapat 3 galur sebagai standar, sehingga terdapat 33 satuan percobaan beserta galur yang berfungsi sebagai standar. Karakter kuantitatif yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm), panjang petiol (cm), diameter petiol (cm), jumlah buku, diameter batang (cm), umur awal berbunga (hst), umur panen konsumsi (hst), umur panen buah kering (benih) (hst), jumlah buah, bobot buah (g), panjang buah (cm), diameter buah (cm), jumlah lekukan buah, jumlah lokul, berat biji, berat 100 biji. Karakter kualitatif yang diamati meliputi Warna hipokotil, Warna batang, Intensitas warna batang, Warna daun, Bentuk pinggir daun, Ukuran daun, Warna tulang daun, Intensitas warna tulang daun, Warna petiol, Warna bunga, Warna buah konsumsi, Intensitas warna buah, Tingkat percabangan, Bentuk lekukan daun, Bentuk ujung buah, Bentuk pangkal buah, Bentuk permukaan buah.

Keragaman maksimum karakter morfologi yang terdiri dari karakter kualitatif dan kuantitatif ditentukan berdasarkan *principal component analysis* (PCA) dengan tipe korelasi pearson. Komponen utama yang berpengaruh pada keragaman total ditentukan dengan *eigenvalue* >1 menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2013 dan XLSTAT version 2015.3.02. Karakter yang berkontribusi terhadap keragaman maksimum ditentukan berdasarkan *factor loading*  $\geq 0,6$  (Peres-Neto, Jackson, dan Somers 2003). Analisis pengelompokan dan jarak genetik dilakukan dengan melibatkan karakter kualitatif dan kuantitatif dilakukan dengan analisis kluster. Data dianalisis menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2016 dan XLSTAT version 2016.3.02. Pengelompokan dan jarak genetik dilakukan dengan analisis kluster berdasarkan agglomerative hierarchical clustering (AHC). Pengelompokan/klustering dilakukan berdasarkan nilai kemiripan (similarity) menggunakan ukuran korelasi Pearson dan metode aglomerasi un-weighted pair-group method average (UPGMA).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil evaluasi Keragaman berdasarkan Principal Component Analysis (PCA) pada 36 karakter kualitatif dan kuantitatif dari 27 galur okra terdapat 6 komponen utama (PC) yang memiliki *eigenvalue* >1 dan berkontribusi keragaman total sebesar 89,41% (Tabel 1). PC1 yang memiliki *eigenvalue* sebesar 12,66 berkontribusi 37,24% terhadap keragaman total, PC2 dengan *eigenvalue* 10,83 berkontribusi 31,87% terhadap keragaman total, PC3 dengan *eigenvalue* 3,16 berkontribusi 9,29% terhadap keragaman total, PC4 dengan *eigenvalue* 2,45 berkontribusi 7,22% terhadap keragaman total, dan PC5 dengan *eigenvalue* sebesar 1,29 berkontribusi 3,80% terhadap keragaman total.

Karakter yang berkontribusi pada PC1 ialah berat buah konsumsi, diameter buah konsumsi, panjang buah konsumsi, berat buah kering, diameter buah kering berat 100 biji, intensitas warna batang, bentuk pinggir daun, bentuk lekukan daun, bentuk ujung buah, bentuk permukaan buah, warna petiole, jumlah lokul buah, jumlah lekukan buah, jumlah buku, umur panen konsumsi, bentuk permukaan buah. Karakter yang berkontribusi pada PC2 ialah warna batang, warna tulang daun, warna buah konsumsi, warna hipokotil, warna daun, warna bunga, tinggi tanaman, panjang buah kering, berat biji, ukuran daun, ukuran buah. Karakter yang berkontribusi pada PC 3 ialah jumlah buku, diameter batang. Karakter yang berkontribusi pada PC 4 karakter jumlah buah, intensitas warna buah konsumsi. . PCA menjadikan serangkaian data yang relatif besar menjadi sejumlah komponen yang lebih kecil dengan mencari kelompok-kelompok yang memiliki inter-korelasi yang sangat kuat dalam serangkaian variabel dan masing-masing komponen menjelaskan kontribusi keragaman terhadap keragaman total. Komponen utama pertama

adalah penyumbang terbesar terhadap total keragaman dalam populasi diikuti oleh komponen selanjutnya (Das, Sarma, dan Roy 2017).

Hasil analisis kluster pada 27 galur okra berdasarkan 36 sifat kualitatif dan kuantitatif diperoleh enam kluster yang menebar dengan nilai koefisien 94% (0,94) sampai dengan 99% (0,99) dan jarak genetik 0,06 sampai dengan 0,01 (Gambar 1). Kelas pertama memiliki nilai koefisien sebesar 98% (0,98) terbagi menjadi tiga galur yaitu Aesc(Tlg)-1, Hijau-OR-01 dan Aesc(BW) PJG-0-1 dengan jarak genetik 0,02. Kelas kedua memiliki nilai koefisien 99% (0,99) terbagi menjadi Aesc(BW)-02-03, Aesc(BW)-02-05, Aesc(BW)-6-5-8, Aesc(BW)-02-04, Aesc(BW)-3-5-5, Aesc(BW)-6, Aesc(BW)-5-5-2, Ked(BW)-0-2, Aesc(BW)-02-01-02-5-4, Aesc (BW)-4, Aesc(BW)-02-01-01, Aesc(BW)-02-03-5-6, Aesc(BW)-5, Aesc(BW)-2-5-2, Aesc(BW)-02-01-01-5-4 dan Aesc(BW)-2 dengan jarak genetik 0,01. Kelas ketiga memiliki nilai koefisien 98,5% (0,985) terbagi menjadi satu galur yaitu SDA-2 dengan jarak genetik 0,015.

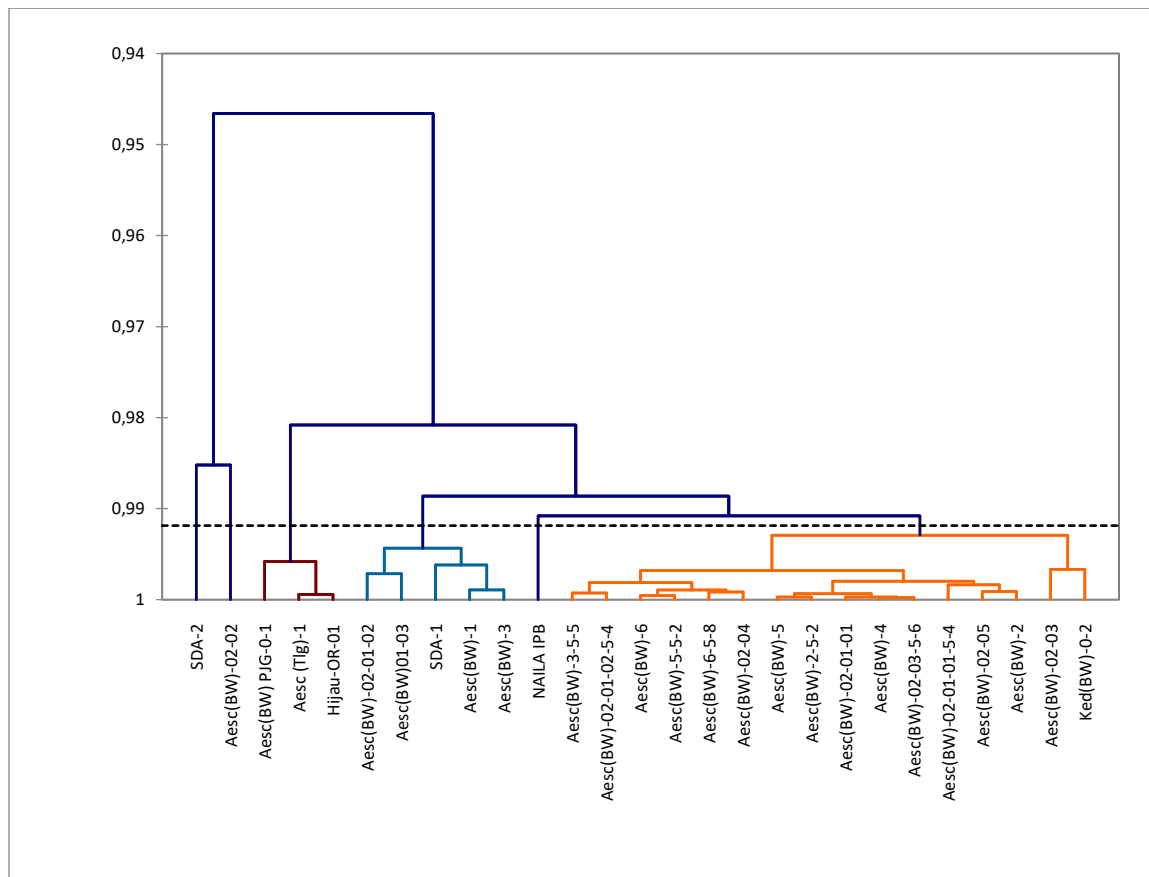
Kelas keempat memiliki nilai koefisien sebesar 98,8% (0,012) terbagi menjadi lima galur yaitu Aesc(BW)-02-01-02, Aesc(BW)01-03, SDA-1, Aesc(BW)-1 dan Aesc(BW)-3 dengan jarak genetik 0,01. Kelas kelima memiliki nilai koefisien kemiripan 99% terbagi menjadi satu galur yaitu NAILA IPB. Kelas keenam dengan nilai koefisien 98,5% terbagi menjadi satu galur yaitu Aesc(BW)-02-02. Jarak genetik yang semakin kecil menunjukkan tingkat kekerabatannya semakin dekat, sedangkan semakin jauh jarak genetik maka semakin jauh kekerabatan suatu genotipe. Jarak genetik membantu pemuliaan tanaman dalam mengelola plasma nutfah, meningkatkan efisiensi genotipe yang diteliti serta menunjukkan kombinasi tetua dalam persilangan tanaman.

Nilai koefisien kemiripan kecil (mendekati 0) mengindikasikan hubungan kekerabatan jauh, sedangkan nilai koefisien kemiripan besar (mendekati 1) mengindikasikan hubungan kekerabatan dekat antar kelompok yang terbentuk (Higgs dan Derrida 1992; Bertan *et al.* 2009). Galur-galur yang terdapat pada satu kluster dan banyak memiliki kemiripan karakter mempunyai jarak genetik yang kecil. Kemiripan karakter-karakter yang ada pada galur dalam satu kluster mengindikasikan bahwa masing-masing galur memiliki kedekatan hubungan kekerabatan (Osawaru, Ogwu, dan Aiwansoba 2015). Galur-galur yang terdapat pada kluster yang sama dan memiliki banyak kemiripan karakter dapat dimanfaatkan untuk tujuan yang sama. Sedangkan galur-galur yang tidak terdapat pada kluster lain dapat dimanfaatkan untuk tujuan lain dalam kaitannya dalam pemilihan tetua persilangan pada bidang pemuliaan tanaman sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Tujuan yang hendak dicapai terutama dalam upaya perbaikan tanaman okra berpedoman pada sifat masing-masing galur okra pada kelompok-kelompok yang telah diperoleh (Priyanka *et al.* 2017).

Tabel 1. *Eigenvalue*, keragaman, keragaman kumulatif dan *factor loading* pada 27 galur-galur okra berdasarkan sifat kuantitatif dan kualitatif

Karakter	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Tinggi tanaman (cm)	0,02	<b>-0,69</b>	0,59	-0,23	0,27
Diameter batang (cm)	-0,21	-0,57	<b>0,65</b>	0,06	0,22
Jumlah buku	<b>-0,60</b>	-0,10	<b>0,71</b>	0,07	0,02
Panjang petiole (cm)	-0,15	-0,33	<b>0,80</b>	-0,28	-0,14
Diameter petiole (cm)	-0,22	-0,11	-0,46	-0,50	-0,37
Umur awal berbunga (hst)	-0,56	-0,01	-0,36	-0,40	0,49
Umur panen konsumsi (hst)	<b>-0,69</b>	-0,17	-0,12	-0,32	-0,16
Umur panen buah kering (hst)	-0,58	-0,13	0,22	-0,48	0,46
Jumlah buah pertanaman	0,01	-0,20	<b>0,63</b>	<b>0,66</b>	-0,22
Berat buah konsumsi (g)	<b>0,82</b>	-0,49	-0,11	0,14	-0,08
Diameter buah konsumsi (cm)	<b>0,77</b>	-0,15	-0,11	0,36	0,03
Panjang buah konsumsi (cm)	<b>0,69</b>	<b>-0,62</b>	-0,07	-0,05	-0,18
Berat buah kering (g)	<b>0,72</b>	<b>-0,66</b>	0,01	-0,17	0,04
Diameter buah kering (cm)	<b>0,90</b>	-0,23	-0,02	0,21	0,19
Panjang buah kering (cm)	<b>0,62</b>	<b>-0,68</b>	0,04	-0,35	-0,01
Jumlah lokul buah	<b>0,80</b>	-0,51	-0,15	-0,07	0,12
Jumlah lekukan buah	<b>0,80</b>	-0,51	-0,15	-0,07	0,12
Berat biji per tanaman (g)	<b>0,64</b>	<b>-0,71</b>	0,03	-0,13	0,10
Berat biji 100 biji (g)	<b>0,72</b>	-0,56	0,08	-0,22	0,05
Warna hipokotil	0,43	<b>0,88</b>	0,16	-0,07	0,03
Warna batang	0,43	<b>0,88</b>	0,16	-0,07	0,03
Intensitas warna batang	<b>0,80</b>	0,16	0,15	-0,38	-0,31
Ukuran daun	0,32	<b>-0,81</b>	0,10	-0,18	-0,14
Warna daun	0,43	<b>0,88</b>	0,16	-0,07	0,03
Bentuk pinggiran daun	<b>0,74</b>	-0,25	0,23	-0,10	-0,30
Warna tulang daun	0,43	<b>0,88</b>	0,16	-0,07	0,03
Intensitas warna tulang daun	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Warna petiole	<b>0,77</b>	0,53	0,12	-0,31	-0,02
Warna bunga	0,43	<b>0,88</b>	0,16	-0,07	0,03
Warna buah konsumsi	0,43	<b>0,88</b>	0,16	-0,07	0,03
Intensitas warna buah konsumsi	-0,08	0,50	0,25	<b>-0,62</b>	-0,23
Tipe percabangan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bentuk lekukan daun	<b>0,83</b>	0,37	-0,01	0,07	0,24
Bentuk ujung buah	<b>0,83</b>	0,21	-0,06	0,15	0,14
Bentuk pangkal buah	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bentuk permukaan buah	<b>-0,90</b>	-0,10	0,04	0,03	-0,17
<i>Eigenvalue</i>	12,66	10,83	3,16	2,45	1,29
<i>Variability (%)</i>	37,24	31,87	9,29	7,22	3,80
<i>Cumulative (%)</i>	37,24	69,10	78,39	85,61	89,41

Keterangan: angka dengan cetak tebal berkontribusi nyata terhadap keragaman total



Gambar 1. Dendrogram analisis kelas (kluster) galur-galur okra berdasarkan sifat kualitatif dan kuantitatif

**KESIMPULAN**

Keragaman karakter kualitatif dan kuantitatif tanaman okra berdasarkan pada 5 komponen utama pertama mempunyai nilai keragaman kumulatif sebesar 89,41%. Karakter-karakter yang berkontribusi terhadap keragaman pada setiap komponen ialah berat buah konsumsi , diameter buah konsumsi , panjang buah konsumsi , berat buah kering, diameter buah kering berat 100 biji, intensitas warna batang, bentuk pinggiran daun, bentuk lekukan daun, bentuk ujung buah, bentuk permukaan buah, warna petiole, jumlah lokul buah, jumlah lekukan buah, jumlah buku, umur panen konsumsi, bentuk permukaan buah, warna batang, warna tulang daun, warna buah konsumsi, warna hipokotil, warna daun, warna bunga, tinggi tanaman, panjang buah kering, berat biji, ukuran daun, ukuran buah, jumlah buku, diameter batang, jumlah buah dan intensitas warna buah konsumsi.

Berdasarkan sifat kualitatif dan kuantitatif galur-galur okra terbagi menjadi 6 kelompok yang menyebar dengan nilai koefisien kemiripan sebesar 99%. Pada kluster pertama terdapat tiga galur, kluster kedua terdiri dari enam belas galur, kluster ketiga terdiri dari satu galur, kluster keempat terdiri dari lima galur, kluster kelima terdiri satu galur, dan kelas keenam terdiri dari satu galur. Jarak genetik terjauh terdapat pada kelas pertama yaitu 0,02 dan jarak genetik terdekat pada kelas kedua dan kelima yaitu sebesar 0,01.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini didanai oleh *Seed Bank and Nursery Industry, Academic Business Entity* Universitas Brawijaya dengan ketua peneliti Dr. Budi Waluyo SP., MP.

**DAFTAR PUSTAKA**

Bertan, Ivandro, Fernando Iraja Felix Carvalho, Antonio Costa Oliveira, Giovani Benin, Eduardo Alano Vieira, and Igor Pirez Valerio. 2009. "Morphological, Pedigree, and Molecular Distances and Their Association with Hybrid Wheat Performance." *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44 (2): 155–63. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000200007>.

Das, Shantanu, Debojit Sarma, and Nabarun Roy. 2017. "Principal Component Analysis in Plant Breeding." *Biomolecule Reports an International Enewsletter*, 1–3.

Govindaraj, M., M. Vetriventhan, and M. Srinivasan. 2015. "Importance of Genetic Diversity Assessment in Crop Plants and Its Recent Advances: An Overview of Its Analytical Perspectives." *Genetics Research International*

- 2015: 14. <https://doi.org/10.1155/2015/431487>.
- Higgs, Paul G., and Bernard Derrida. 1992. "Genetic Distance and Species Formation in Evolving Populations." *Journal of Molecular Evolution* 35 (5): 454–65. <https://doi.org/10.1007/BF00171824>.
- Ikrarwati;, and Nofi Anisatur Rohmah. 2016. *Budidaya Okra Dan Kelor dalam Pot*. Edited by Yudi Sastro. Jakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP).
- Makhdoomi, M I, Kouser P Wani, Jabeen, Nayeema, and Ambreen Nabi. 2018. "Variability Analysis in Okra (*Abelmoschus Esculentus*(L.) Moench)." *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7 (2): 177–80.
- National Research Council. 2006. *Lost Crops of Africa*. Vol. II. Washington,D.C.: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/2305>.
- Osawaru, M E, M C Ogwu, and R O Aiwansoba. 2015. "Hierarchical Approaches to the Analysis of Genetic Diversity in Plants: A Systematic Overview." *University of Maur Research Journal* 21: 1–36.
- Peres-Neto, Pedro R., Donald A. Jackson, and Keith M. Somers. 2003. "Giving Meaningful Interpretation to Ordination Axes: Assessing Loading Significance in Principal Component Analysis." *Ecology* 84 (9): 2347–63. <https://doi.org/10.1890/00-0634>.
- Petersen, Roger G. 1994. *Agricultural Field Experiments Design and Analysis*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Priyanka, D Vishnu, M Thirupathi Reddy, H Begum, N Sunil, and M Jayaprada. 2017. "Genetic Divergence Analysis of Inbred Lines of Okra (*Abelmoschus Esculentus* L.) Moench)." *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6 (11): 379–88. <https://doi.org/https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.611.043>.
- Singh, Priya, Varun Chauhana, Brahm Kumar Tiwari, Shubhendra Singh Chauhan, S. Bilal Sobita Simon, and A. B. Abidia. 2014. "Research Article Biological Sciences in Iron Deficient School Age Children." *International Journal Of Pharmacy And Biological Sciences* 4 (2): 227:233.
- Sukartini. 2008. "Analisis Jarak Genetik Dan Kekerabatan Aksesori-Aksesori Pisang Berdasarkan Primer Random Amplified Polymorphic DNA." *Jurnal Hortikultura* 18 (3): 261–66.
- Sutjahjo, SH, C Herison, I Sulastrini, and S Marwiyah. 2015. "Pendugaan Keragaman Genetik Beberapa Karakter Pertumbuhan Dan Hasil Pada 30 Genotipe Tomat Lokal (The Estimation of Genetic Variability of Growth and Yield Traits on 30 Local Tomato Genotypes)." *J. Hort* 25 (4): 304–10.
- Vincent, E., Rubatzky, and Mas Yamaguchi. 1999. *Sayuran Dunia Jilid 3: Prinsip, Produksi Dan Gizi*. 2nd ed. Bandung: ITB Press.