

ANALISIS HUBUNGAN KEKERABATAN 20 SPESIES ANGREK *DENDROBIUM* BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI

RELATIONSHIP ANALYSIS 20 SPECIES OF *DENDROBIUM* ORCHID BASED ON MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS

Noer Zein Hidayati^{*)}, Darmawan Saptadi, dan Lita Soetopo

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

^{*)} E-mail: zein.az.zahra@gmail.com

ABSTRAK

Kekerabatan antar spesies angrek *Dendrobium* perlu diketahui dalam program pemuliaan, dan hubungan kekerabatan berdasarkan sifat morfologi bisa dijadikan dasar dalam perakitan genotip yang lebih potensial. Sehingga, kajian mendalam terkait potensi keragaman genetik dan hubungan kekerabatannya melalui karakterisasi penting dilakukan untuk menunjang keberhasilan perakitan genotip baru dalam persilangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kekerabatan antar 20 spesies angrek *Dendrobium* berdasarkan karakter morfologi. Penelitian dilaksanakan di Handoyo Budi Orchid, Jl. Bondowoso 9A, Malang dan DD Nursery di Jl. Dadaprejo No. 48, Batu, yaitu pada bulan April hingga Mei 2014. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan teknik pengamatan langsung terhadap 20 spesies *Dendrobium* dengan menggunakan panduan karakterisasi tanaman hias angrek kemudian diolah menjadi data biner dan dikomputasikan dalam program Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System (NTSYS) Spc 21. Hasil pengklasteran didapatkan bahwa kekerabatan berdasarkan karakter morfologi 20 spesies angrek *Dendrobium* membentuk dua klaster besar yaitu klaster A dan B yang mengelompok berdasarkan *section*nya, *section* tersebut adalah *section pedilonum*, *crumenata*, *dendrobium*, *phalaenanthe*, dan *spatulatha*. Pada dendrogram variabel karakter umum, *pseudobulb*, dan daun memiliki pola pengklasteran yang sama, namun dengan jarak koefisien yang berbeda. Pada variabel karakter bunga untuk karakter pembungaan, sepal dan

petal membentuk pola dendrogram yang sama dengan koefisien yang sama yaitu 0.28-1.00, namun untuk karakter *labellum* membentuk pola yang berbeda dengan koefisien kemiripan 0.07-0.27, yang menunjukkan bahwa karakter *labellum* pada bunga merupakan karakter unik yang membedakan antar spesies tersebut.

Kata kunci: Angrek *Dendrobium*, Analisis Kekerabatan, Karakter Morfologi, dan Dendrogram

ABSTRACT

Relationship among *Dendrobium* need to know in plant breeding program, and relationship based on morphological characteristics can be used as basis in the assembly of more potential genotypes. So the associated potential depth study of genetic diversity and relationship of *Dendrobium* orchid germplasm through characterization is important in hybridization program. The purpose of this research is to know the relationship among 20 species of *Dendrobium* orchid based on morphological characteristics. This study conducted in Handoyo Budi Orchid is located at Jl. Bondowoso 9A, Malang and DD Nursery located in Jl. Dadaprejo No. 48, Batu, in April to May 2014. This study used a descriptive method with direct observation of the 20 species of *Dendrobium* by looking at the morphological characteristics with using characterization guidelines of orchid, then is processed into binary data and computed in the program Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System (NTSYS) Spc 21. Clustering results showed that grouping based on morphological

characteristics among 20 species of *Dendrobium* classified into two major clusters namely clusters A and B which grouping according the section, those section is *pedilonum*, *crumenata*, *dendrobium*, *phalaenanthe*, and *spatulatha*. For general characters of orchid, pseudobulb, and leaves had same clustering pattern but with different coefficients distance. For the flower characters, consisting of flowering characters, sepals and petals had similar grouping pattern with the same coefficient which had similarity coefficient between 0.28-1.00, but different for labellum character which had similarity coefficient between 0.07-0.27. It showed that labellum is a unique characters that distinguishes from other species.

Keywords: *Dendrobium* Orchids, Relationship Analysis, Morphological Characteristics, and Dendrogram.

PENDAHULUAN

Anggrek *Dendrobium* merupakan salah satu genus dari famili *Orchidaceae* terbesar ketiga yang mencapai sekitar 1184 spesies di dunia, (Leitch *et al.*, 2009 dalam Chattopadhyay, Banerjee, dan Chaudhary, 2012). Di Indonesia genus anggrek ini merupakan kekayaan sumber daya genetik yang banyak terdapat di kawasan Timur, seperti Papua dan Maluku. Sumber daya genetik tersebut belum dimanfaatkan secara optimal sebagai tetua dalam persilangan untuk menghasilkan keturunan yang memiliki karakteristik sesuai dengan yang diinginkan konsumen (Widiastoety, Solvia, dan Soedarjo, 2010).

Antara spesies *Dendrobium* yang satu dengan yang lain tentu memiliki perbedaan yang menunjukkan keunikan atau ciri khas masing-masing, diantaranya perbedaan dari segi morfologi. Karakterisasi membantu dalam memahami perbedaan tersebut. Walaupun banyak pendekatan yang dipakai dalam sistem klasifikasi, namun semuanya berpangkal pada karakter morfologi. Karakterisasi berdasarkan karakter morfologi (daun, batang, umbi, buah, akar) dapat menentukan jenis pemanfaatan dari tanaman yang dikarakter-

isasi. Koleksi plasma nutfah dapat dimanfaatkan lebih baik apabila karakteristik tanaman tersebut diketahui (Setyowati, Hanarida, dan Sutoro, 2007).

Kelemahan dari analisis hubungan kekerabatan berdasarkan morfologi adalah penanda ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan (Farooq dan Azam, 2002), namun walaupun demikian Tuberosa *et al.* (2010) menyatakan bahwa karakterisasi yang memadai untuk karakter agronomis dan morfologi diperlukan untuk memfasilitasi pemanfaatan plasma nutfah oleh pemulia. Untuk mencapai hal tersebut, akses plasma nutfah dari semua tanaman selanjutnya diberi penanda (marka) untuk karakter-karakter yang penting dan selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan tanaman. Rahayu dan Handayani (2008) menyatakan bahwa karakter morfologi merupakan karakter-karakter yang mudah dilihat dan bukan karakter-karakter yang tersembunyi, sehingga variasinya dapat dinilai dengan cepat jika dibandingkan dengan karakter-karakter lainnya. Karakterisasi keragaman genetik dan hubungan kekerabatan anggrek *Dendrobium* sangat penting untuk keberlanjutan konservasi dan meningkatkan kegunaan dari sumber genetik tanaman (Wang *et al.*, 2009).

Anggrek *Dendrobium* sangat potensial di Indonesia, namun di pasaran untuk anggrek ini masih didominasi oleh Thailand (Harahap, 1996 dalam Widiastoety *et al.*, 2010). Oleh karena itu, untuk mengembangkan anggrek di masa mendatang, anggrek-anggrek alam ini dapat dimanfaatkan sebagai induk silangan, sehingga kajian mendalam terkait potensi keragaman genetik dan hubungan kekerabatan plasma nutfah anggrek *Dendrobium* menjadi penting untuk menunjang keberhasilan perakitan varietas baru dalam persilangan.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 spesies anggrek *Dendrobium*, yaitu terdiri dari *D. bracteosum* (ungu), *D. bracteosum* (putih), *D. superbum*, *D. anosmum*, *D. liniale*, *D. strepsiceros*, *D. laxiflorum*, *D. discolor*, *D. affine*, *D. calo-*

phyllum, *D. nindii*, *D. antennatum*, *D. sylvanum*, *D. schulleri*, *D. phalaenopsis*, *D. faciferum*, *D. linearifolium*, dan *D. secundum* "alba".

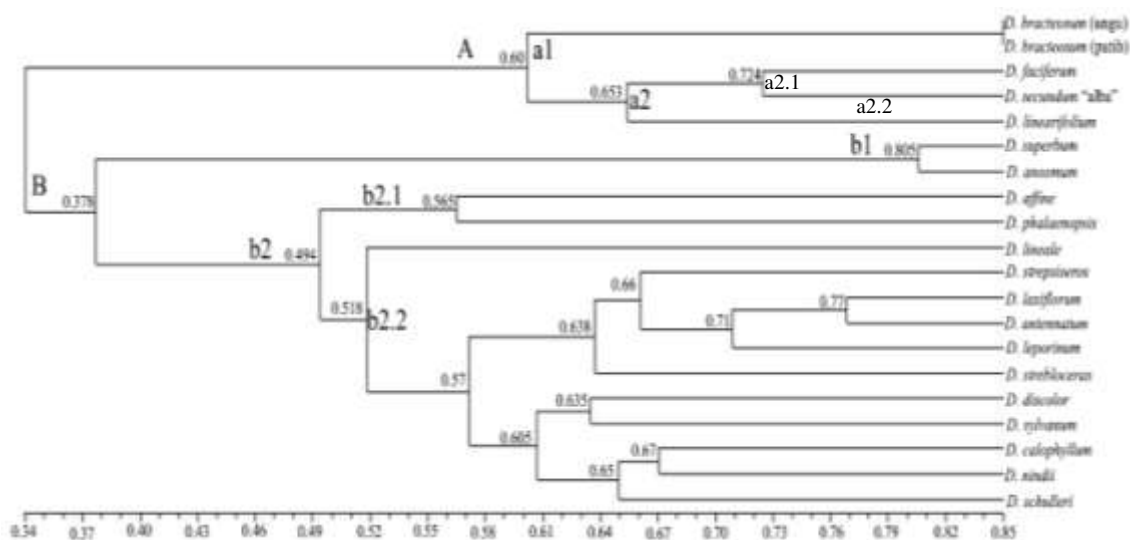
Peralatan yang digunakan antara lain: jangka sorong, penggaris, meteran, panduan deskriptor angrek, form deskripsi, kamera digital dan alat tulis-menulis. Penelitian dilaksanakan di Handoyo Budi Orchid yang terletak di Jalan Bondowoso 9A, Malang dan di DD Nursery yang terletak di Jl. Dadaprejo No. 48, Batu, yaitu pada bulan April hingga Mei 2014.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan teknik pengamatan langsung, melalui karakterisasi dan dokumentasi morfologi spesies dengan menggunakan panduan karakterisasi tanaman hias angrek dari Balai Penelitian Tanaman Hias kemudian data yang diperoleh diolah menjadi data biner dan dikomputasikan dalam program *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System* (NTSYS) Spc 21 hingga diperoleh dendrogram hubungan kekerabatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekerabatan berdasarkan Karakter Umum, *Pseudobulb*, dan Daun

Hasil pengklasteran dari masing-masing variabel karakter umum, *pseudobulb*, dan daun menunjukkan tipe pengklasteran sama dengan koefisien kemiripan yang berbeda. Variabel pengamatan karakter umum angrek meliputi bentuk pertumbuhan, jumlah *pollinia*, penampang melintang daun, tipe *callus*, posisi pembungaan, *spur*, jumlah *pollinia*, dan posisi pembungaan, variabel pengamatan karakter *pseudobulb* meliputi ketegakan *pseudobulb* (cm), panjang *pseudobulb*, ketebalan *pseudobulb* (cm), dan penampang melintang *pseudobulb*, dan variabel pengamatan karakter daun meliputi panjang daun (cm), lebar daun (cm), bentuk daun, bentuk ujung daun, simetri ujung daun, tekstur permukaan daun, susunan daun, dan antosianin daun. Karakter umum, *pseudobulb*, dan daun jika dikombinasikan membentuk dendrogram seperti pada gambar 1, dimana ketiga karakter tersebut mengelompok pada koefisien kemiripan 0.34-0.85.



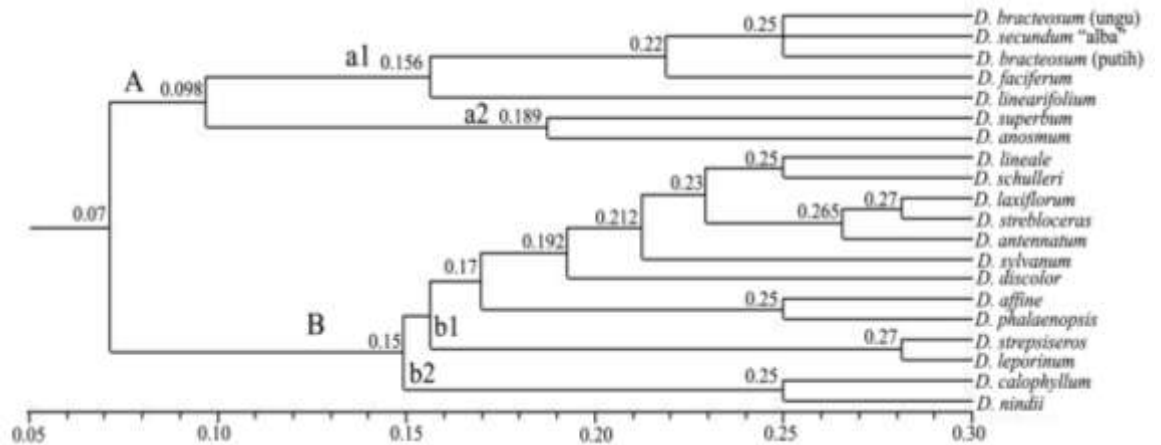
Gambar 1 Dendrogram kekerabatan 20 spesies angrek *Dendrobium* hasil pengamatan berdasarkan kombinasi variabel karakter Umum-*Pseudobulb*-Daun

Keterangan : A-B: klaster; a1-a2-b1-b2: sub klaster; a2.1-a2.2-b2.1-b2.2: sub sub klaster.

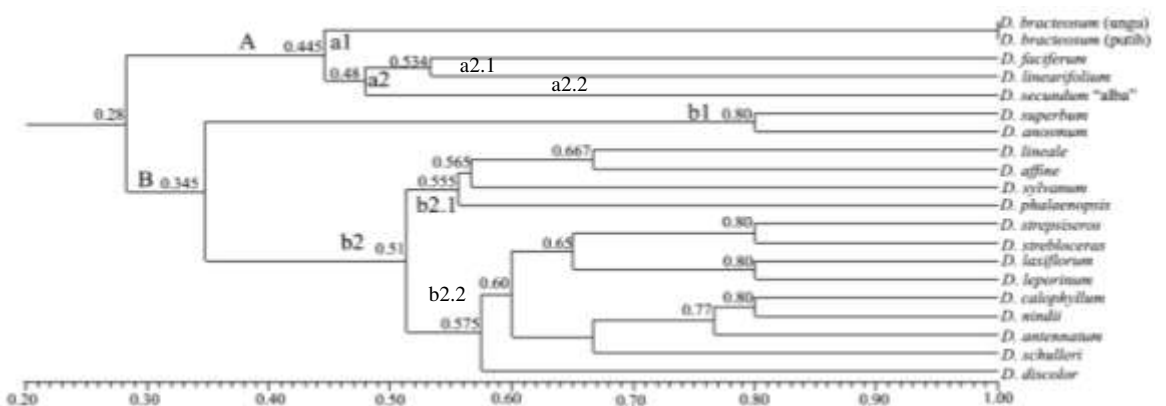
Kekerabatan berdasarkan Karakter Bunga

Hasil pengklasteran pada karakter bunga, variabel karakter *labellum* (gambar 2) yang meliputi panjang keping tengah (cm), lebar keping tengah (cm), ada tidaknya keping sisi, bentuk bibir, bentuk keping sisi, bentuk keping tengah, tonjolan pada keping tengah, corak keping tengah, corak keping sisi dan ada tidak adanya *callus* membentuk pola pengelompokan yang berbeda dibandingkan dengan karakter pembungaan, sepal, dan petal (gambar 3), dimana membentuk klaster pada koefisien 0.28-1.00, hal tersebut menunjukkan perbedaan utama pada masing-masing spesies tersebut dibedakan

atas bentuk *labellum*nya. Attenborough (2012) menyatakan bahwa bibir bawah bunga (*labellum*) dikendalikan oleh satu set khusus dari gen. Hal tersebut dapat berkembang dan berubah bentuk dan warna. Apriyanti, Arymurthy, dan Handoko (2013) menyatakan Anggrek adalah bunga yang unik. Memiliki bagian dari bunga yang disebut bibir (*labellum*) yang membedakannya dari bunga lain bahkan dari jenis anggrek. Dari penelitian Apriyanti, Arymurthy, dan Handoko (2013) menunjukkan identifikasi anggrek berdasarkan bunga menggunakan *labellum* meningkatkan keakuratan dalam identifikasi dua kali lebih besar dibandingkan hanya menggunakan bunga (tanpa *labellum*).



Gambar 2 Dendrogram kekerabatan 20 spesies anggrek *Dendrobium* hasil pengamatan berdasarkan variabel karakter bunga (*labellum*)
Keterangan : A-B: klaster; a1-a2-b1-b2: sub klaster.



Gambar 3 Dendrogram kekerabatan 20 spesies anggrek *Dendrobium* hasil pengamatan berdasarkan variabel karakter bunga (pembungaan, sepal, dan petal)
Keterangan : A-B: klaster; a1-a2-b1-b2: sub klaster; a2.1-a2.2-b2.1-b2.2: sub sub klaster.

Pembahasan Umum

Pola pengklasteran yang didapat menunjukkan bahwa anggrek-anggrek tersebut dibagi berdasarkan *section*nya. Dalam sistem klasifikasi anggrek, genus *Dendrobium* memiliki keragaman yang sangat besar, baik habitat, ukuran, bentuk *pseudobulb*, daun, maupun bentuk dan warna bunganya, sehingga para ahli botani berusaha untuk membagi bagian (*section*) (Widiastoety *et al.*, 2010). Pada spesies anggrek *Dendrobium* yang diamati, anggrek-anggrek tersebut dibagi menjadi *section crumenata*, *section pedilonum*, *section phalaenanthe*, *section dendrobium*, dan *section spatulata*. Dimana *section pedilonum* terdiri dari *D. bracteosum* (ungu), *D. bracteosum* (putih), dan *D. secundum* "alba", *section crumenata* terdiri dari *D. faciferum* dan *D. linearifolium*, *section dendrobium* terdiri dari *D. superbum* dan *D. anosmum*. Sedangkan *section phalaenanthe* terdiri dari *D. phalaenopsis* dan *D. affine*, sedangkan dari *section spatulata* terdiri dari *D. lineale*, *D. calophyllum*, *D. sylvanum*, *D. strepsiceros*, *D. laxiflorum*, *D. antennatum*, *D. leporinum*, *D. schulleri*, *D. strebloceras*, *D. nindii*, dan *D. discolor*.

Section Pedilonum dan *Section Crumenata* berada pada satu klaster yang sama (klaster A) yang menandakan kedekatan hubungan kekerabatan antar *section* tersebut karena beberapa karakter yang menunjukkan kemiripan yang dimiliki bersama. Untuk *D. bracteosum* (ungu) dan *D. bracteosum* (putih) selalu berada dalam sub klaster yang sama, hal tersebut karena secara morfologi kedua spesies ini mirip, perbedaan yang nyata hanya pada warna bunga, sehingga memiliki nilai koefisien kemiripan yang tinggi, yang menjadi ciri khas pada spesies ini adalah pada tipe pembungaannya dimana titik tumbuh bunga di ruas-ruas atau di ketiak daun. Berdasarkan Seidenfaden dan Wood (1992) perbungaan berada di banyak *node* (titik), memiliki sedikit bunga dan beberapa banyak, bibirnya tidak memiliki keping sisi, warna bibir mencolok, kadang ditemukan terdapat callus kecil tapi sangat jarang.

Namun, untuk *D. secundum* "alba" pada keseluruhan dendrogram (sub klaster) kecuali pada sub klaster variabel karakter

labellum tidak berada pada klaster yang sama dengan *D. bracteosum* (ungu) dan *D. bracteosum* (putih) walaupun ketiganya merupakan spesies dari *section* yang sama (*pedilonum*). Perbedaan itu dikarenakan perbedaan pada keseluruhan karakter spesies kecuali pada bentuk bibirnya (*labellum*), pada beberapa pengamatan karakter, spesies ini justru memiliki kesamaan karakter dengan spesies lain, terlebih berdekatan dengan *D. linearifolium* dan *D. faciferum* yang merupakan spesies dari *section Crumenata*. Lavarack, Harris, dan Stocker (2000) *section* dari *Crumenata* memiliki ciri batang panjang dan ramping, daun berdaging dan *overlapping*. Bunga-bunga diproduksi sepanjang batang, biasanya tunggal, dan pendek. Pengklasteran bisa terjadi demikian, karena sifat karakter morfologi yang dipengaruhi lingkungan, dalam salah satu penelitian menyatakan bahwa kedudukan bunga *D. secundum* "alba" sangat rapat yang menyebabkan nilai perbandingan jumlah kuntum bunga dalam setiap tangkainya besar (Purwantoro *et al.*, 2005), dan signifikan berjumlah lebih banyak dari pada *D. bracteosum* (ungu) dan *D. bracteosum* (putih). Purwantoro *et al.* (2005) menambahkan *D. secundum* "alba" memiliki ukuran bunga yang mini, tersusun sangat rapat, dan dalam satu tangkai bunga terdiri atas kuntum bunga yang banyak.

Pada dendrogram variabel pengamatan kombinasi karakter umum-*pseudobulb*-daun, dan bunga (pembungaan-sepal-petal kecuali *labellum*) menunjukkan pola pengelompokan yang sama, walaupun jarak koefisien kemiripan yang berbeda, dimana *section Dendrobium*, *Section Phalaenanthe*, dan *Section Spatulatha* mengelompok menjadi 1 klaster (klaster B). *D. superbum* dan *D. anosmum* selalu berada pada sub klaster b1, dimana keduanya merupakan *section* dari *Dendrobium*. *Section* spesies ini memiliki kekhasan dimana tipe pembungaannya yang merupakan bunga tunggal atau soliter dengan titik tumbuh bunga di ruas-ruas atau di ketiak daun dan berbau sangat harum, perbedaan mencolok dari kedua spesies ini adalah pada ukuran spesies dan ada tidaknya callus pada bunga dimana *Dendrobium*

superbum memiliki *callus* sedangkan *Dendrobium anosmum* tidak, sehingga nilai koefisien kemiripannya tinggi. Apabila akan dilakukan persilangan antar *section* ini kemungkinan keberhasilan persilangannya lebih besar. *Section* dari *spatulata* atau dikenal dengan tipe bunga *Antelope* ini memiliki kekhasan pada bunganya dimana sepal dan petalnya cenderung melintir, selain itu memiliki bentuk *pseudobulb* yang cenderung tegak/*erect*. Teoh (2005) *Section* ini dikenal sebagai anggrek tanduk atau *Dendrobium* kijang, istilah tersebut karena bentuk petalnya, sering disebut juga *Dendrobium* tebu karena bentuk *pseudobulb*-nya. Sedangkan *section* dari *Phalaenantha* memiliki kekhasan pada bunganya dimana sepal dan petalnya cenderung lebar. Henuhili (2009) *Section* dari *Phalaenantha* mempunyai bunga yang berbentuk bundar yang ternyata bersifat dominan. Pola pengelompokan pada klaster B tersebut, juga pernah disebutkan Sender's List di buku karya Lavarack, Harris, dan Stocker (2000) yang berjudul "Dendrobium and Its Relatives" dimana antar ketiga *section* tersebut bisa dilakukan persilangan dan kemungkinan keberhasilannya pun cukup tinggi.

Perbaikan genetik spesies hanya bisa dilakukan jika terdapat perbedaan genetik di antara tetuanya. Novarianto (2008) mengemukakan bahwa keberhasilan suatu program pemuliaan tidak terlepas dari ada tidaknya keragaman genetik plasma nutfah yang digunakan. Julisaniah *et al.*, (2008) menyatakan bahwa semakin jauh hubungan kekerabatan antar sampel, maka semakin kecil keberhasilan persilangan, tetapi kemungkinan untuk memperoleh genotip unggul lebih besar jika persilangan berhasil. Semakin beragam genetik, maka semakin besar kemungkinan diperoleh genotip unggul. Perkawinan antara individu berjarak genetik dekat atau hubungan kekerabatannya sama mempunyai efek peningkatan homozigositas, sebaliknya perkawinan antara individu berjarak genetik besar atau kekerabatannya jauh mempunyai efek peningkatan heterozigositas. Informasi ini berdampak baik bagi proses pembuatan genotipe unggul. Perkawinan tetua dengan variasi genetik yang relatif

tinggi akan menghasilkan individu dengan heterozigositas lebih tinggi. Rahayu dan Handayani (2010) menyatakan semakin jauh jarak genetik antar aksesi, maka akan memiliki efek heterosis yang tinggi apabila disilangkan.

Hasil pengklusteran 20 spesies anggrek *Dendrobium* ini dapat dimanfaatkan sebagai calon tetua dalam perakitan anggrek yang lebih potensial. Lokho dan Kumar (2012) menyatakan bahwa data karakterisasi sangat bermanfaat untuk pengelolaan sumber daya dan konservasi spesies individu tetapi juga untuk pemulia anggrek ataupun petani yang membudidayakan. Karakter yang didapat menjadi prasyarat untuk studi ilmiah dalam persilangan, propagasi, dan juga untuk konservasi plasma nutfah dan perbaikan genetik.

KESIMPULAN

Pengklusteran 20 spesies *Dendrobium* berdasarkan karakter morfologi memberikan hasil bahwa hampir keseluruhan anggrek tersebut membentuk klaster berdasarkan *section*-nya, pada variabel karakter umum-pseudobulb, dan daun membentuk pola pengklusteran yang sama begitu juga dengan karakter bunga meliputi pembungaan, sepal, dan petal kecuali *labellum* juga membentuk pola pengklusteran yang sama, hal tersebut menunjukkan bahwa *labellum* merupakan karakter unik yang membedakan antar spesies tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dede Setia Santoso (DD Nursery) dan Bapak Handoyo (Handoyo Budi Orchid) yang telah memberikan fasilitas dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti, D. H., Arymurthy A. M., Handoko L. T. 2013. Identification of Orchid Species Using Content-Based Flower Image Retrieval. *IEEE Journal*. 11 (1): 53-57.

- Chattopadhyay P., Banerjee N., dan Chaudhary. 2012.** Characterization of Selected Medical *Dendrobium* (Orchidaceae) Species Using Molecular Markers. *Research Journal of Biology*. 2 (2): 117-125.
- Farooq, S., and F. Azam. 2002.** Molecular Markers in Plant Breeding-I: Concepts and Characterization. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 5 (10): 1135-1140.
- Henuhili, V. 2009.** Potensi Anggrek Spesies *Dendrobium* Asal Indonesia Sebagai Tanaman Induk Bunga Potong. *Prosiding: Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta. 267-272.
- Lavarack PS, Harris W, Stocker G. 2000.** *Dendrobium* and Its Relatives. Timber Press. Portland.
- Lokho, A. dan Kumar, Y. 2012.** Reproductive Phenology and Morphological Analysis of Indian *Dendrobium* Sw. (Orchidaceae) from the Northeast Region. *International Journal of Scientific and Research Publications*. 2 (9): 1-14.
- Purwanto, A., Ambarwati E., dan Setyaningsih, F. 2005.** Kekerbatan Antar Anggrek Spesies Berdasarkan Sifat Morfologi Tanaman dan Bunga. *Ilmu Pertanian*. 1 (12): 1-12.
- Rahayu, S. E. dan Handayani. 2008.** Keanekaragaman Morfologi dan Anatomi *Pandanus* (Pandanaceae) di Jawa Barat. *Vis Vitalis*. 1 (2): 29-44.
- Seidenfaden, G. dan Wood, JJ. 1992.** The Orchids of Peninsular Malaysia and Singapore. Olsen & Olsen. Fredensbog.
- Setyowati, M., I. Hanarida, dan Sutoro. 2007.** Karakteristik Umbi Plasma Nutfah Talas (*Colocasia esculenta*). *Buletin Plasma Nutfah*. 13 (2): 49-55.
- Teoh, E. 2005.** Orchid of Asia. Marshall Cavendish. Singapore.
- Tuberosa R., A. Graner, and R. K. Varshney. 2010.** Genomics of plant genetic resources: an Introduction. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization. *Journal of Agriculture*. 9 (2): 151-154.
- Wang, H.Z., Feng S., Lu, J., Shi, N., Liu, J. 2009.** Phylogenetic study and molecular identification of 31 *Dendrobium* species using inter-simple sequence repeat (ISSR) markers. *Scientia Horticulturae*. 8 (6): 1-8.
- Widiastoety, D., Solvia N. dan Soedarjo, M. 2010.** Potensi Anggrek *Dendrobium* dalam Meningkatkan Variasi dan Kualitas Anggrek Bunga Potong. *Jurnal Litbang Pertanian*. 29 (3): 101-106.