

# KERAGAMAN DAN ANALISIS KEKERABATAN 30 JENIS *BEGONIA* BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI

## *Diversity and relationship analysis of 30 species of Begonia based on morphological characters*

Sri Wahyuni\*, Hartutiningsih-M. Siregar

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – LIPI  
Jl. Ir. H. Juanda No.13 Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16003

\*Email: [sriwahyuni.krbogor@gmail.com](mailto:sriwahyuni.krbogor@gmail.com)

Diterima/Received: 10 Maret 2020; Disetujui/Accepted: 26 Juni 2020

### Abstract

The living collection of *Begonia* in the Bogor Botanic Gardens has been used in hybridization to produce new varieties. This study aimed to describe the morphological characters, diversity, and relationship between species. The research was arranged in a randomized complete design with three replications. Observations included 39 qualitative and eight quantitative variables. Differences between species were tested using the F test at 5% and 1% significance level, followed by Duncan's Multiple Range tests. The relationship between genotypes were analyzed using cluster analysis, and principal component analysis by SPSS version 23. Analysis of variance showed that species significantly affected all quantitative characters. Principal components analysis on 30 *Begonia* species showed four components with initial eigenvalues >1. This value obtained from the reduction of 13 variables, and explained 65.50% diversity. Cluster analysis showed that the 30 *Begonia* species were clustered into six groups. The *Begonia* breeding program at Bogor Botanic Gardens referred to the classification of *Begonia*s with ornamental foliage. *Begonia* species recommended for use for further breeding program are *B. holocericeoides*, *B. kudoensis*, and *B. rex* from group I; *B. puspitae* from group II; *B. coriacea* from group V; and *B. masoniana* from group VI.

**Keywords:** *Begonia*, cluster analysis, principal component analysis

### Abstrak

Koleksi *Begonia* di Kebun Raya Bogor (KRB) telah dimanfaatkan pada kegiatan hibridisasi untuk menghasilkan varietas baru. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh deskripsi karakter morfologi, keragaman morfologi, dan pola kekerabatan antar jenis *Begonia*. Bahan yang digunakan adalah 30 jenis *Begonia* koleksi KRB. Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Peubah yang diamati sebanyak 39 peubah kualitatif dan delapan peubah kuantitatif. Perbedaan antara jenis diuji menggunakan uji F pada taraf nyata 5%, dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range test*. Keragaman dan pola hubungan kekerabatan dianalisis dengan analisis gerombol dan analisis komponen utama menggunakan *software* SPSS versi 23. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis *Begonia* berpengaruh nyata pada semua karakter peubah kuantitatif. Hasil analisis komponen utama pada 30 jenis *Begonia* terdapat empat komponen yang mempunyai akar ciri >1 yang merupakan hasil reduksi dari 13 peubah yang dapat menerangkan keragaman morfologi sebesar 65,50%. Analisis gerombol menghasilkan dendrogram yang mengelompokkan *Begonia* koleksi KRB menjadi enam kelompok pada tingkat kemiripan 85%. Program pemuliaan *Begonia* di KRB merujuk pada klasifikasi pemuliaan *Begonia* berdaun indah. Jenis *Begonia* yang direkomendasikan untuk digunakan dalam program pemuliaan selanjutnya yaitu *B. holocericeoides*, *B. kudoensis*, dan *B. rex* dari kelompok I; *B. puspitae* dari kelompok II; *B. coriacea* dari kelompok V; and *B. masoniana* dari kelompok VI.

**Kata kunci:** analisis gerombol, analisis komponen utama, *Begonia*

## PENDAHULUAN

*Begonia* (Begoniaceae) merupakan salah satu marga terbesar tumbuhan berbunga. Marga ini terdiri atas 1870 jenis yang diketahui tersebar di daerah subtropis dan tropis Afrika, Amerika, dan Asia (Moonlight *et al.* 2018). Benua Asia, khususnya kawasan Malesia merupakan pusat keragaman *Begonia*, yaitu sekitar 450 jenis, dan hampir setengahnya ditemukan di Indonesia (Kiew 2005; Girmansyah 2008; Hughes 2008; Hughes *et al.* 2009; Thomas *et al.* 2012). *Begonia* termasuk tumbuhan yang mudah dikenali, karena mempunyai ciri-ciri spesifik yaitu berupa terna tegak, semak atau menjalar, dengan batang yang berair, dan helaian daun yang tidak simetris (*begoniifolia*) (Tebbutt 2005; Dewitte *et al.* 2011).

Sampai tahun 2019 Kebun Raya Bogor (KRB) telah berhasil mengkoleksi 124 jenis *Begonia* yang terdiri atas 31 *Begonia* eksotik dan 93 jenis *Begonia* alam. *Begonia* alam diperoleh dari hasil eksplorasi tumbuhan ke seluruh wilayah hutan di Indonesia. *Begonia* eksotik adalah *Begonia* yang telah dikenal dan banyak dibudidayakan secara luas oleh hobiis dan pecinta tanaman hias (Siregar & Siregar 2013).

Upaya konservasi *Begonia* yang terkelola dengan baik sangat penting dilakukan. Berbagai aktivitas manusia telah menimbulkan ancaman serius terhadap kelangsungan jenis-jenis dari marga ini. Ancaman utama terhadap kelangsungan hidup *Begonia* adalah penurunan dan pengurangan kualitas habitat alami, akibat tingginya aktivitas konversi hutan dan penebangan ilegal. Dari jenis-jenis *Begonia* yang ada di dunia, terdapat satu jenis yang berasal dari Malaysia yang diyakini telah punah di habitat alam akibat alih fungsi lahan, yaitu *B. eiromischa* Ridl. Beberapa jenis lain termasuk ke dalam kategori langka, yaitu *B. socotrana* Hook.f. dan *B. samhaensis* M.Hughes & A.G.Mill. dari Pulau Socotra, Yaman (Lucas & Syngé 1978; Hughes & Miller 2002). Oleh karena itu, konservasi *Begonia* perlu dilakukan. Marga ini telah dapat menjadi salah satu kelompok takson prioritas utama konservasi tumbuhan di Indonesia, sebab: (1) tingkat endemisitasnya tinggi; (2) dapat direintroduksi ke alam; (3) berpotensi untuk dikonservasi secara *ex situ*; dan (4) bernilai ekonomi sebagai tanaman hias karena keunikan dan keindahan daunnya.

Budidaya dan pemuliaan *Begonia* telah banyak dilakukan di Indonesia. Salah satu varietas baru yang berhasil dirakit dan telah mendapat sertifikat Hak PVT adalah *Begonia* Lovely Jo, yang merupakan hasil persilangan interspesifik antara *B. puspitae* Ardi & *B. pasamanensis* M.Hughes (Siregar & Ardi 2015). Varietas-varietas baru lainnya akan dirakit dengan menggunakan koleksi jenis-jenis *Begonia* yang ada di Kebun Raya Bogor (KRB). Kendala dalam perakitan varietas baru adalah terbatasnya informasi mengenai pewarisan sifat ciri, baik ciri-ciri kuantitatif maupun kualitatif. Hibridisasi telah digunakan secara luas pada *Begonia* untuk memperbaiki karakter pada bunga dan daun. Di negara-negara subtropis, hibridisasi interspesifik dilakukan pada *Begonia* untuk mendapatkan kultivar baru dengan sifat-sifat agronomi penting seperti: (1) kemampuan berbunga pada musim dingin; (2) bentuk dan warna bunga dan daun yang baru; dan (3) ketahanan terhadap hama dan penyakit (Kroon 1993; Horn 2004; Ciolakowska *et al.* 2010; Chen & Mii 2012).

Para pemulia mempunyai kecenderungan yang berbeda-beda dalam memuliakan tanaman hias. Pada umumnya, kombinasi sifat-sifat karakter yang dituju tergantung dari permintaan pasar. Usaha pemuliaan tanaman hias *Begonia* di Eropa yang telah berlangsung cukup lama, sehingga memungkinkan para pemulia mengelompokkan *Begonia* budidaya berdasarkan sifat-sifat karakter yang dituju. Terkait dengan kegiatan pemuliaan *Begonia*, Hvoslef-Eide & Munster (2006) mengklasifikasikan *Begonia* menjadi enam kelompok yaitu, (1) *Begonia* berbunga indah dan berumbi (*Tuberous hybrid Begonias*), dengan nama ilmiah *Begonia* × *tuberhybrida* Voss, jenis ini dikenal sebagai *Begonia* berbunga di musim panas (*summer-flowering begonias*); (2) *Lorraine Begonia* (*B. socotrana* Hook.f. × *B. dregei* Otto & Dietr.), dengan nama ilmiah *B. × cheimantha* Everett ex C.Weber; tanaman hibrid ini dikenal dengan *Scandinavian-Norwegian* atau *Christmas Begonia*, dan termasuk ke dalam kelompok *Begonia* berbunga di musim dingin; (3) *Elatior Begonia* (*B. socotrana* × *tuberous hybrid*), dengan nama ilmiah *Begonia* × *hiemalis* Fotsch; tanaman ini dikenal sebagai *Begonia* musim gugur dan termasuk dalam kelompok *Begonia* musim dingin; (4) *Semperflorens Begonia* (*B. cucullata* Willd. × *B. cheimantha*) dengan nama ilmiah

*B. semperflorens cultorum*. Kelompok ini juga disebut dengan nama '*Semperflorens gracilis*' (Eropa) dan '*Wax begonias*' (USA); (5) *Begonia* berdaun indah (*Begonias with ornamental foliage*), yang beranggotakan kultivar *B. rex* Putz. (*B. rex cultorum*, *B. masoniana* (*B. 'Iron Cross'*)) dan jenis-jenis hibrid Meksiko lainnya; dan (6) Kelompok lainnya, yaitu kelompok yang tidak termasuk dalam kategori di atas.

Informasi keragaman genetik sangat mempengaruhi keberhasilan suatu kegiatan pemuliaan (Sleper & Poehlman 2006). Keberhasilan program pemuliaan ditentukan oleh pemilihan materi bahan tetua yang akan digunakan, karakter dan pewarisan karakter yang akan dikembangkan serta identifikasi keberadaan sumber-sumber plasma nutfah yang membawa karakter yang dituju (Syukur *et al.* 2012). Informasi karakter-karakter yang dimiliki dari setiap genotipe koleksi plasma nutfah dan hubungan kekerabatan dapat digunakan sebagai dasar dalam rekomendasi tetua yang akan dipilih pada pembentukan populasi dalam program pemuliaan terutama dalam studi pewarisan sifat. Hal ini juga penting bagi kegiatan konservasi dan pemanfaatan plasma nutfah secara berkelanjutan.

Penelitian tentang hubungan kekerabatan *Begonia* telah banyak dilakukan oleh para peneliti terutama untuk klasifikasi *Begonia* secara taksonomi berdasarkan keragaman morfologi dan molekular (Rajbhandary *et al.* 2011; Chung *et al.* 2014; Harrison *et al.* 2016; Moonlight *et al.* 2018). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh deskripsi karakter morfologi, keragaman morfologi dan pola kekerabatan antar jenis *Begonia*. Hasil penelitian dapat digunakan untuk melihat perbedaan yang signifikan untuk perakitan varietas baru.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan mulai bulan Mei sampai Oktober 2019 di Rumah Kaca Pembibitan Gedung IX, Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI. Bahan yang digunakan adalah 30 jenis *Begonia* koleksi KRB hasil dari eksplorasi ke berbagai wilayah di Indonesia dan beberapa koleksi sumbangan (Tabel 1). Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap faktor tunggal (jenis *Begonia*) dengan tiga ulangan. Setiap satuan

percobaan terdiri atas tiga pot, dan masing-masing pot terdapat satu tanaman.

## Pengamatan morfologi

Peubah yang diamati adalah peubah kuantitatif dan peubah kualitatif. Peubah kuantitatif meliputi tinggi tanaman (cm), diameter batang (mm), lebar tajuk (cm), panjang daun (cm), lebar daun (cm), tebal daun (mm), panjang tangkai daun (cm), dan diameter tangkai daun (mm). Peubah kualitatif yang diamati sebanyak 39 peubah berdasarkan Panduan Pelaksanaan Uji (PPU) BUSS Kebaruan, Keunikan, Keseragaman dan Kestabilan *Begonia* (UPOV 2007; Kementerian Pertanian Republik Indonesia 2014).

## Analisis data

Data keragaman morfologi 30 jenis *Begonia* diuji dengan menggunakan uji F pada taraf nyata 5% dan 1%. Jika terdapat perbedaan yang nyata, maka untuk mengetahui jenis yang berpenampilan lebih baik dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Sidik ragam yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan Mattjik & Sumertajaya (2006). Keragaman morfologi dan pola hubungan kekerabatan dianalisis dengan analisis komponen utama (AKU) dan analisis gerombol (*Cluster analysis*) menggunakan software SPSS versi 23.

Analisis gerombol termasuk dalam teknik analisis multivariate metode interdependen. Teknik ini bertujuan untuk mengatur informasi atau meringkas data dengan cara mengelompokkan objek-objek berdasarkan kesamaan karakteristik tertentu. Dengan demikian, analisis gerombol atau clustering memiliki tujuan untuk mengelompokkan data dari serangkaian pengamatan ke subset (disebut cluster). Pengelompokan ini didasarkan pada ukuran kemiripan menggunakan sebuah indeks dengan makna tertentu seperti jarak euclidean (akar ciri) atau jarak lain, sejenis indeks peluang, atau lainnya. Jarak akar ciri antar objek perlakuan akan menentukan kemiripan dari setiap objek perlakuan (Mattjik & Sumertajaya 2011).

Ukuran jarak genetik (*genetic distance*) berdasarkan karakter fenotipe adalah salah satu teknik multivariat utama yang digunakan untuk memberikan kriteria untuk memilih tetua. Jarak genetik antara genotipe adalah cara untuk memprediksi variabilitas genetik di antara

kombinasi hibrida. Alat utama yang digunakan dalam memperkirakan jarak genetik adalah analisis multivariate. Analisis ini memungkinkan untuk mengumpulkan banyak variabel menjadi satu. Analisis jarak mahalanobis ( $D^2$ ) dan jarak euclidean adalah prosedur statistik yang paling banyak digunakan untuk memperkirakan jarak genetik (Bertan *et al.* 2007). Analisis gerombol merupakan salah satu analisis yang dapat mengelompokkan objek perlakuan berdasarkan setiap data

pengamatannya ke dalam beberapa kelas (gerombol), sehingga setiap kelas terdiri atas objek perlakuan yang lebih homogen atau mirip (Yunianti *et al.* 2007; Bertan *et al.* 2007; Mattjik & Sumertajaya 2011).

Informasi hubungan kekerabatan akan digunakan sebagai dasar dalam penentuan tetua yang akan dipilih dalam program perkawinan silang untuk menghasilkan hibrid baru *Begonia*.

**Tabel 1.** Koleksi *Begonia* di KRB yang diteliti

No	Nama jenis	Kolektor	Asal
1	<i>Begonia × argenteoguttata</i> M.Lemoine	HT 39	Argentina
2	<i>B. augustae</i> Irmsch.	DW 1328	Waigeo-Papua
3	<i>B. bipinnatifida</i> J.J.Sm.	HT 88	Papua
4	<i>B. breviformis</i> subsp. <i>exotica</i> Tebbitt	Mr. 329	Papua
5	<i>B. chloroneura</i> P.Wilkie & Sands	HT83	Kalimantan
6	<i>B. coriacea</i> Hassk	DM 1267	Karangasem-Bali
7	<i>B. galeolepis</i> Ardi & D.C. Thomas	KRE	Seram-Maluku
8	<i>B. goegoensis</i> N.E. Br	HT 16	Sumatra
9	<i>B. handelii</i> Irmsch.	HT 84	Indochina
10	<i>B. holosericea</i> (Teijs. & Binn.) Teijs.& Binn	YY 64	Halmahera- Maluku
11	<i>B. holosericeoides</i> Ardi & D.C. Thomas	YY 137	Halmahera- Maluku
12	<i>B. imperialis</i> Lem.	HT 25	Meksiko
13	<i>B. isoptera</i> Dryand. ex Sm.	WA 11	Taman Nasional Ujung Kulon Jawa
14	<i>B. kingiana</i> Irmsch.	HT 86	Semenanjung Malaya
15	<i>B. kudoensis</i> Girm.	CP 66	Sumatra Barat
16	<i>B. kui</i> C.-I Peng	HT 85	Vietnam
17	<i>B. lepida</i> Blume	PW520	Bodogol-Jawa
18	<i>B. longifolia</i> Blume	HT 03	Bogor-Jawa
19	<i>B. masoniana</i> Irmsch. ex Ziesenh	HT 26	China
20	<i>B. metallica</i> W.G.Sm.	HT 31	Brazil
21	<i>B. natunaensis</i> C. W. Lin & C.-I Peng	HT 16	Sumatra Barat
22	<i>B. pasamanensis</i> M. Hughes	TT972	Sumatra Barat
23	<i>B. puspitae</i> Ardi	DM 1742	Sumatra Barat
24	<i>B. rachmatii</i> Tebbitt	HT 17	Sulawesi Selatan
25	<i>B. rex</i> Putz	HT 45	Assam-India
26	<i>B. sageaensis</i> Wiriad.	YY 202	Halmahera-Maluku
27	<i>B. sublobata</i> Jack	CP 33	Sumatra
28	<i>B. sudjanae</i> C.-A.Jansson	HT 199	Sumatra
29	<i>B. thelmae</i> L.B.Sm. & Wassh.	HT 50	Brazil
30	<i>B. trigintcolium</i> Girm.	HT 87	Taman Nasional Bukit Tiga Puluh-Sumatra

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keragaman karakter morfologi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis *Begonia* berpengaruh nyata pada semua karakter kuantitatif yang diamati, yaitu tinggi tanaman, diameter batang, lebar tajuk, panjang daun, lebar daun, tebal daun, panjang tangkai daun, dan diameter tangkai daun (Tabel 2). Hal ini

menunjukkan bahwa koleksi *Begonia* di KRB mempunyai keragaman karakter vegetatif. Keragaman karakter ini dapat dijadikan sumber tetua dalam program pemuliaan tanaman *Begonia* pada karakter yang akan diperbaiki atau kombinasi karakter baru, sehingga diperoleh varietas baru yang berbeda dari tetuanya. Sifat atau karakter tertentu yang ingin diperbaiki dapat berasal dari varietas lain, jenis liar yang sekerabat atau jenis lain. Ketersediaan keragaman genetik akan menentukan

keberhasilan program pemuliaan (Yunianti *et al.* 2007).

Jenis-jenis yang menunjukkan karakter tertinggi dibandingkan dengan jenis lain ditunjukkan pada Tabel 3. Tanaman tertinggi ditunjukkan oleh *Begonia x argenteoguttata*. Diameter batang terbesar ditunjukkan oleh *B. x argenteoguttata*, *B. masoniana*, *B. puspitae*, dan *B. sudjanae*. Lebar tajuk terbesar ditunjukkan oleh *B. x argenteoguttata*, *B. longifolia*, dan *B. natunaensis*. Daun terpanjang ditunjukkan oleh *B. brevirimosa*. Daun terlebar ditunjukkan oleh *B. goegoensis*. Daun paling tebal ditunjukkan oleh *B. kingiana* dan *B. lepida*. Tangkai daun terpanjang ditunjukkan oleh *B. goegoensis*. Diameter tangkai daun terbesar ditunjukkan oleh *B. puspitae*.

Hasil penelitian menunjukkan keragaman yang terdapat di antara 30 jenis koleksi KRB merupakan sumber plasma nutfah yang nantinya dapat digunakan sebagai sumber tetua dalam pemuliaan tanaman *Begonia*. Keragaman karakter-

karakter kuantitatif ini akan dikombinasikan dengan karakter-karakter kualitatif seperti warna dan bentuk daun. *Begonia* yang sudah berhasil populer menjadi komoditi tanaman hias dan cukup digemari seperti *B. brevirimosa* dan *B. imperialis* dapat langsung dinikmati sebagai tanaman hias tanpa atau tidak melalui tahapan hibridisasi (Krempin 1993). Jenis-jenis ini mempunyai warna daun yang menarik, sehingga dapat digunakan sebagai tetua. Sedangkan jenis yang berdaun indah hasil eksplorasi dari hutan alam di Indonesia memerlukan proses adaptasi terlebih dahulu seperti *B. bipinnatifida*, *B. chloroneura*, *B. holosericea*, *B. holosericeoides*, dan *B. goegoensis* (Hughes & Peng 2018). Mengingat keragaman koleksi jenis *Begonia* di KRB yang tersedia, maka program pemuliaan *Begonia* di KRB diarahkan pada jenis dataran rendah untuk pengembangan *Begonia* hias daun (Siregar *et al.* 2015) sesuai dengan klasifikasi *Begonia* berdaun indah (*Begonias with ornamental foliage*).

**Tabel 2.** Kuadrat tengah karakter vegetatif *Begonia*

Sumber keragaman	db	Tinggi (cm)	Diameter batang (mm)	Lebar tajuk (cm)	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Tebal daun (mm)	Panjang tangkai daun (cm)	Diameter tangkai daun (mm)
Jenis	29	3435,05**	35,36**	671,71**	64,42**	52,88**	0,04**	382,28**	9,23**
Galat	60	29,29	1,58	120,12	4,84	2,81	0,09	22,15	0,36

Ket: \*\* = berpengaruh nyata pada  $\alpha$  0.01

**Tabel 3.** Nilai tengah peubah kuantitatif vegetatif pada *Begonia*

Jenis	Tinggi (cm)	Diameter batang (mm)	Lebar Tajuk (cm)	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Tebal daun (mm)	Panjang tangkai daun (cm)	Diameter tangkai daun (mm)
<i>Begonia x argenteoguttata</i>	<b>179,00 a</b>	<b>14,11 a</b>	<b>75,00 a</b>	16,33 c-g	5,00 hij	0,31b	2,83 ji	25,63 hij
<i>B. augustae</i>	63,33 d	8,43 c-f	46,33 b-e	16,26 c-g	9,56 ef	0,18b	3,1 ji	25,27 hij
<i>B. bipinnatifida</i>	26,67 g-k	8,37 c-f	17,26 h-k	7,43 kl	6,16 gh	0,17b	2,50 ji	26,50 ghi
<i>B. brevirimosa</i>	72,67 c	8,58 c-f	30,66 e-k	<b>23,67 a</b>	11,76 cde	0,22b	5,60 hij	55,00 bc
<i>B. chloroneura</i>	47,67 e	8,18 d-g	43,33 b-f	15,56 c-g	11,60 de	0,18b	31,67 bc	53,17 bc
<i>B. coriacea</i>	26,00 g-k	5,67 hij	14,00 jk	9,26 jkl	8,50 efg	0,28b	20,33 def	35,43 e-h
<i>B. galeolepis</i>	23,63 h-l	5,91 hij	37,00 c-h	16,06 c-g	13,86bcd	0,2b	11,57 f-i	35,53 e-h
<i>B. goegoensis</i>	42,67 ef	10,12 bcd	55,33 bc	17,50 b-e	<b>19,00 a</b>	0,28b	<b>48,77 a</b>	40,93 def
<i>B. handelii</i>	14,33 m-o	5,04 hij	30,33 d-k	12,00 hij	9,00 efg	0,23b	17,66 d-g	25,63 hij
<i>B. holosericea</i>	18,33 k-o	6,39 f-i	33,66 d-k	12,67 g-j	11,50 de	0,25b	12,66 fgh	32,30 f-i
<i>B. holosericeoides</i>	17,17 k-o	7,23 e-h	29,33 d-k	13,60 e-i	10,10 ef	0,22b	94,00 g-j	31,07 f-i
<i>B. imperialis</i>	12,33 mno	5,07 hij	33,66 d-k	12,00 hij	8,66 ef	0,23b	22,33 de	25,56 hij
<i>B. isoptera</i>	60,67 d	5,14 hij	21,66 f-k	15,90 c-g	7,11 efg	0,24b	1,03 j	24,83 hij
<i>B. kingiana</i>	15,23 l-o	5,32 b-e	25,50 f-k	10,90 ijk	7,10 fgh	<b>0,74a</b>	12,13 fgh	30,6 f-i
<i>B. kudoensis</i>	42,17 ef	9,26 b-e	49,33 bcd	19,50 bc	14,40 bcd	0,26b	17,33 d-g	61,73 b
<i>B. kui</i>	22,17 i-m	11,04 b	42,33 c-g	14,77 d-i	14,83 bc	0,30b	16,33 efg	55,23 bc
<i>B. lepida</i>	31,33 ghi	3,74 jk	12,667 k	7,60 kl	4,03 hij	<b>0,67a</b>	0,63 j	0,93 k
<i>B. longifolia</i>	110,67 b	5,88 g-j	<b>61,67 a</b>	17,33 b-e	11,23 de	0,20b	10,70 ghi	22,53 ij
<i>B. masoniana</i>	29,67 gh	<b>13,87 a</b>	29,33 d-k	12,10 g-i	13,90 bcd	0,19b	17,66 d-g	46,667 cd
<i>B. metallica</i>	59,33 d	5,08 hij	50,33 bcd	16,33 c-g	8,93 efg	0,23b	10,90 ghi	27,90 ghi

Jenis	Tinggi (cm)	Diameter batang (mm)	Lebar Tajuk (cm)	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Tebal daun (mm)	Panjang tangkai daun (cm)	Diameter tangkai daun (mm)
<i>B. natunaensis</i>	31,67 gh	10,38 bcd	<b>62,67 a</b>	17,16 b-e	14,00 bcd	0,28b	34,33 b	58,10 b
<i>B. pasamanensis</i>	8,13 o	4,75 j	15,67 ijk	7,43 kl	6,06 ghi	0,22b	2,33 j	22,30 ij
<i>B. puspitae</i>	33,93 fgh	<b>15,79 a</b>	34,67 c-j	16,76 c-f	11,50 ed	0,27b	23,66 cde	<b>81,87 a</b>
<i>B. rachmatii</i>	33,00 fgh	2,20 k	20,67 g-k	5,96 l	3,10 ij	0,19b	4,13 hij	0,58 k
<i>B. rex</i>	28 g-j	10,65 bc	45,00 b-e	21,20 ab	14,40 bcd	0,25b	12,24 fgh	61,83 b
<i>B. sageaensis</i>	11,33 no	5,74 hij	28,67 e-k	13,26 e-j	9,83 ef	0,28b	5,33 hij	44,40 cde
<i>B. sublobata</i>	36,33 fg	11,37 b	37,00 c-i	16,83 c-f	13,40 bcd	0,27b	16,56 efg	37,63 d-g
<i>B. sudjanae</i>	41,66 ef	<b>14,48 a</b>	37,00 c-i	18,53 bcd	15,43 b	0,24b	25,54 cd	27,67 ghi
<i>B. thelmae</i>	47,66 e	7,3 e-h	39 c-h	5,33 l	2,50 j	0,23b	0,967 j	14,50 jk
<i>B. trigintcolium</i>	33,66 fgh	7,06 e-i	36,67 c-i	7,83kl	2,83 j	0,22b	1,10 j	14,33 jk

Ket: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%

**Analisis kekerabatan jenis *Begonia***

Berdasarkan hasil uji normalitas data pada semua peubah yang digunakan, terdapat 16 peubah yang memenuhi asumsi dalam analisis faktor. Hasil analisis menunjukkan nilai *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy* (KMO MSA) >0,50 yaitu 0,583, uji *Bartlett's Test of Sphericity* (Sig)

<0,05 yaitu 0,000 (Tabel 4) dan terdapat 13 peubah yang menunjukkan hubungan atau korelasi yang kuat antar peubah yang ditunjukkan oleh nilai korelasi anti image matrik (*Anti-image Correlation*) antar variabel lebih besar dari 0,50 (Tabel 5), sehingga 13 peubah ini yang dianalisis lebih lanjut dalam analisis komponen utama.

**Tabel 4.** Hasil uji KMO dan Bartlett

Uji	Nilai
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	.583
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square
	df
	Sig.
	.000

**Tabel 5.** Nilai anti image matrik

Anti-image Matrices																	
Anti-image Correlation	K2	.495 <sup>a</sup>	-.387	.221	-.348	.195	.089	-.029	.131	-.014	-.043	.094	.035	-.231	-.030	.214	-.286
	K8	-.387	<b>.599<sup>a</sup></b>	.084	.100	-.107	.012	.014	-.025	.130	.020	-.143	.410	.022	.114	-.034	.147
	K10	.221	.084	<b>.605<sup>a</sup></b>	-.058	.031	.132	-.242	.059	.506	.192	.152	.373	.263	.054	.090	-.115
	K11	-.348	.100	-.058	<b>.550<sup>a</sup></b>	-.103	.012	.001	.012	-.127	-.177	.138	-.359	.298	.195	-.016	-.074
	K13	.195	-.107	.031	-.103	<b>.528<sup>a</sup></b>	-.015	-.106	-.077	-.207	.202	.244	-.034	.014	.062	.141	-.261
	K18	.089	.012	.132	.012	-.015	<b>.580<sup>a</sup></b>	.050	-.575	-.124	-.064	-.476	.181	.136	.084	.179	.019
	K23	-.029	.014	-.242	.001	-.106	.050	<b>.603<sup>a</sup></b>	-.295	.002	-.332	.044	-.373	-.202	-.078	-.286	.286
	K26	.131	-.025	.059	.012	-.077	-.575	-.295	<b>.673<sup>a</sup></b>	.017	-.176	.200	-.142	-.091	-.062	.109	-.226
	K28	-.014	.130	.506	-.127	-.207	-.124	.002	.017	.463 <sup>a</sup>	.242	.023	.258	-.020	.081	-.049	.081
	K29	-.043	.020	.192	-.177	.202	-.064	-.332	-.176	.242	<b>.600<sup>a</sup></b>	-.035	.384	-.087	.035	.148	-.130
	K31	.094	-.143	.152	.138	.244	-.476	.044	.200	.023	-.035	<b>.621<sup>a</sup></b>	-.209	.169	-.357	-.286	.034
	K32	.035	.410	.373	-.359	-.034	.181	-.373	-.142	.258	.384	-.209	.477 <sup>a</sup>	.011	.020	.142	-.037
	K33	-.231	.022	.263	.298	.014	.136	-.202	-.091	-.020	-.087	.169	.011	<b>.738<sup>a</sup></b>	-.326	-.313	.126
	K34	-.030	.114	.054	.195	.062	.084	-.078	-.062	.081	.035	-.357	.020	-.326	<b>.634<sup>a</sup></b>	.474	-.467
	K37	.214	-.034	.090	-.016	.141	.179	-.286	.109	-.049	.148	-.286	.142	-.313	.474	<b>.507<sup>a</sup></b>	-.844
	K39	-.286	.147	-.115	-.074	-.261	.019	.286	-.226	.081	-.130	.034	-.037	.126	-.467	-.844	<b>.556<sup>a</sup></b>

**Tabel 6.** Nilai akar ciri komponen utama berdasarkan analisis komponen utama

Komponen	Akar Ciri			Ekstraksi Akar Kuadrat			Rotasi Akar Kuadrat		
	Total	% Keragaman	Kumulatif %	Total	% Keragaman	Kumulatif %	Total	% Keragaman	Kumulatif %
1	3,664	28,183	28,183	3,664	28,183	28,183	2,729	20,992	20,992
2	2,083	16,023	44,207	2,083	16,023	44,207	2,276	17,509	38,500
3	1,627	12,516	56,722	1,627	12,516	56,722	1,831	14,085	52,586
4	1,141	8,779	65,502	1,141	8,779	65,502	1,679	12,916	65,502
5	,956	7,351	72,852						
6	,853	6,559	79,412						
7	,765	5,886	85,298						
8	,557	4,282	89,580						
9	,466	3,582	93,163						
10	,389	2,990	96,153						
11	,246	1,892	98,044						
12	,180	1,386	99,431						
13	,074	,569	100,000						

Berdasarkan analisis komponen utama terdapat empat komponen yang mempunyai akar ciri >1 (Tabel 6). Empat komponen tersebut merupakan hasil reduksi dari 13 peubah yang dapat menerangkan keragaman sebesar 65,50%. Analisis

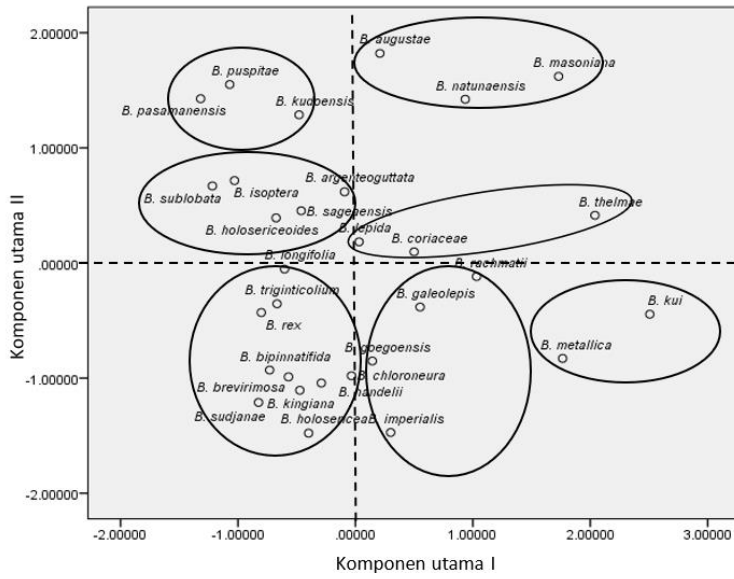
data untuk mengelompokkan 30 jenis *Begonia* yang dipelajari digunakan tiga Komponen Utama (KU) yang dapat menjelaskan 56,72% dari variabilitas 13 peubah.

**Tabel 7.** Nilai vektor ciri tiga komponen utama berdasarkan analisis komponen utama

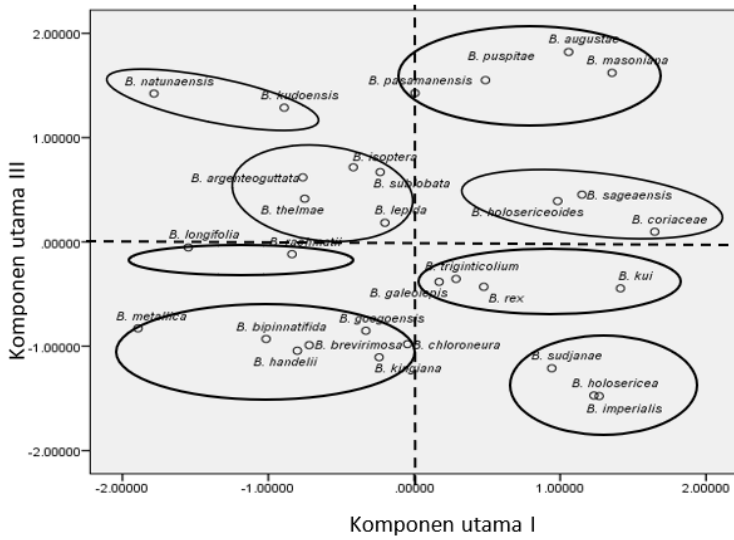
No	Peubah	Komponen		
		1	2	3
1	Bentuk daun	-0,156	-0,312	-0,374
2	Pangkal daun	-0,527	0,331	-0,374
3	Ujung daun	-0,248	0,341	<b>0,534</b>
4	Pinggiran daun	-0,118	0,269	<b>0,668</b>
5	Distribusi warna sekunder permukaan atas daun	0,335	-0,772	0,231
6	Pewarnaan pada pertulangan daun pada permukaan atas	0,497	0,250	0,174
7	Warna pertulangan daun pada permukaan atas	<b>0,624</b>	-0,273	0,352
8	Warna primer permukaan bagian bawah daun	0,019	-0,294	<b>0,626</b>
9	Warna sekunder permukaan bagian bawah daun	<b>0,506</b>	-0,173	-0,163
10	Panjang tangkai bunga/perbungaan	<b>0,730</b>	0,245	-0,106
11	Warna tangkai bunga/perbungaan	<b>0,726</b>	-0,056	-0,208
12	Warna bunga jantan	<b>0,609</b>	<b>0,598</b>	-0,039
13	Warna bunga betina	<b>0,682</b>	<b>0,550</b>	0,006

Berdasarkan nilai vektor ciri (Tabel 7), komponen I terdiri atas enam peubah yaitu warna pertulangan daun pada permukaan atas, warna sekunder permukaan bagian bawah daun, panjang tangkai bunga/perbungaan, warna tangkai bunga/perbungaan, warna bunga jantan, dan warna bunga betina. Komponen II terdiri atas dua peubah yaitu warna bunga jantan dan warna bunga betina. Komponen III terdiri atas tiga peubah yaitu

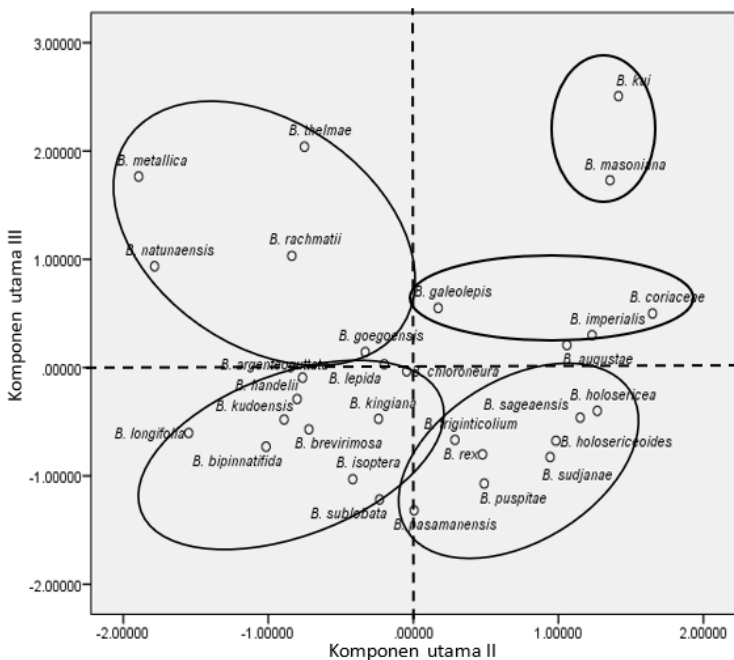
ujung daun, tepi daun, dan warna primer permukaan bagian bawah daun. Berdasarkan pengelompokan KU I dan KU II jenis *Begonia* dapat dikelompokkan menjadi tujuh kelompok (Gambar 1). Berdasarkan pengelompokan KU I dan KU III, jenis *Begonia* dapat dikelompokkan menjadi delapan kelompok (Gambar 2). Berdasarkan pengelompokan KU II dan KU III jenis *Begonia* dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok (Gambar 3).



Gambar 1. Analisis komponen utama 30 jenis Begonia KU I dan KU II



Gambar 2. Analisis komponen utama 30 jenis Begonia KU I dan KU III



Gambar 3. Analisis komponen utama 30 jenis Begonia KU II dan KU III

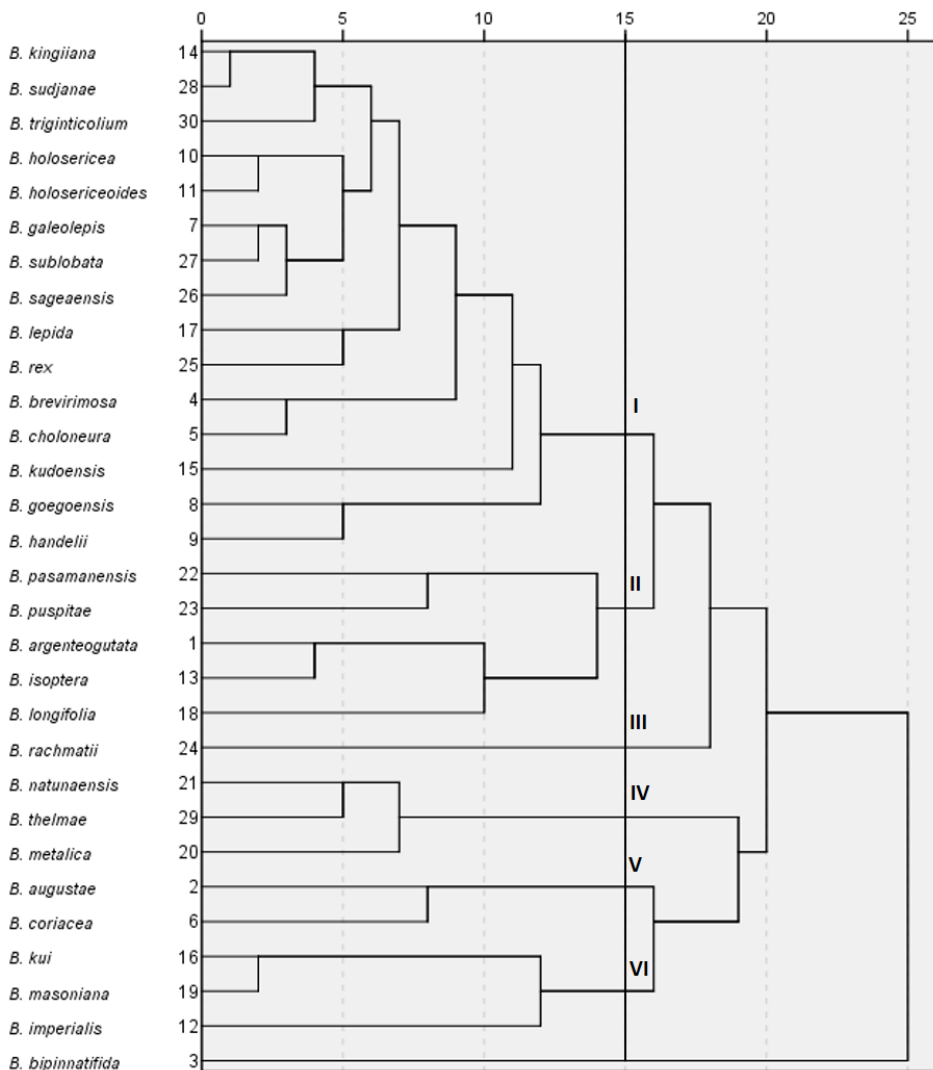


Salah satu kunci keberhasilan dari suatu program pemuliaan tanaman adalah pemilihan tetua yang tepat. Pemilihan tetua yang memiliki tingkat keragaman yang besar akan mempermudah pemulia untuk mendapatkan informasi mengenai pewarisan sifat untuk karakter penting pada suatu tanaman (Bertan *et al.* 2007; Istiqlal *et al.* 2019).

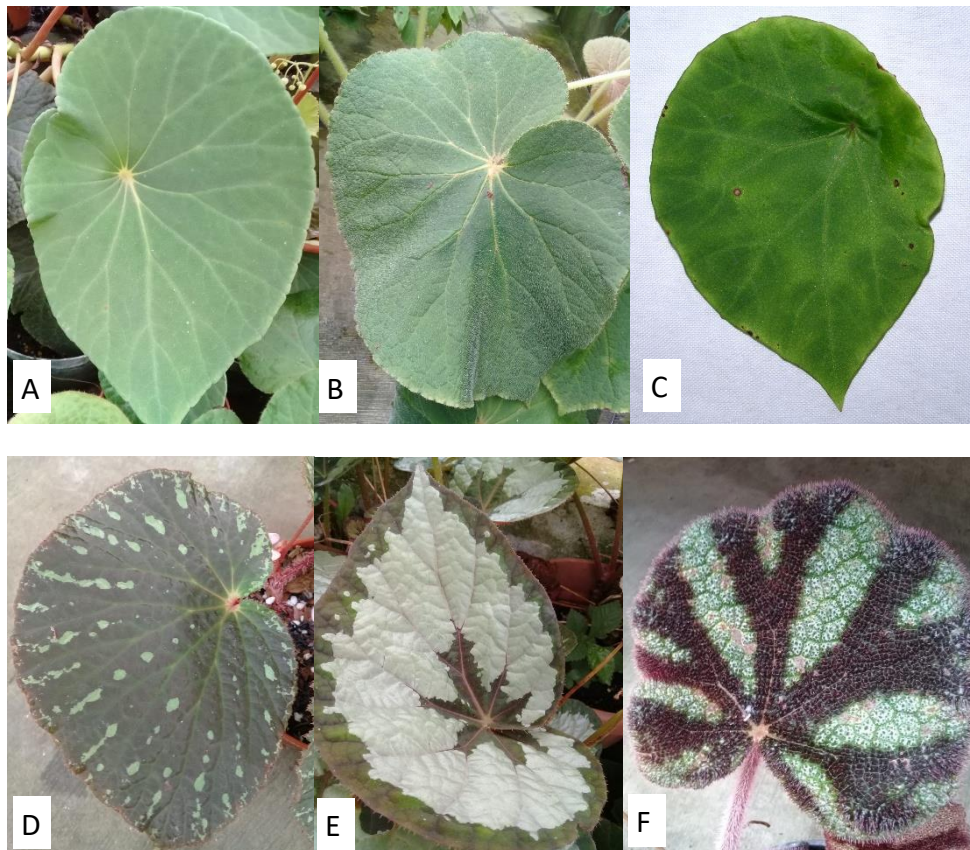
Berdasarkan hasil analisis gerombol (*cluster analysis*) yang dilakukan pada 30 jenis dengan 39 peubah menghasilkan dendrogram seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Jenis *Begonia* dikelompokkan menjadi enam kelompok besar pada tingkat kemiripan 85% atau ketidakmiripan 15%. Jenis-jenis yang mengelompok pada kelompok I terdiri atas 15 Jenis, yaitu *B. kingiana*, *B. sudjanae*, *B. trigina*, *B. holosericea*, *B. holosericeoides*, *B. galeolepis*, *B. sublobata*, *B. sagaensis*, *B. lepida*, *B. rex*, *B. brevirimosa*, *B. chloroneura*, *B. kudoensis*, *B. goegoensis*, dan *B. handelii*. Kelompok II terdiri

atas *B. pasamanensis*, *B. puspitae*, *B. x argenteoguttata*, *B. isoptera*, dan *B. longifolia*. Kelompok III terdiri atas *B. rachmatii*. Kelompok IV terdiri atas *B. natunaensis*, *B. thelmae* dan *B. metalica*. Kelompok V terdiri atas *B. augustae* dan *B. coriacea*. Kelompok VI terdiri atas *B. kui* dan *B. masoniana*, *B. imperialis* dan *B. bipinnatifida*. Pengelompokan jenis dengan menggunakan analisis gerombol telah digunakan oleh pemulia-pemulia untuk membatu proses pemilihan tetua yang akan digunakan dalam kegiatan hibridisasi selanjutnya. Metode pengelompokan memiliki tujuan untuk memisahkan jenis yang diamati dengan banyak subkelompok untuk mendapatkan homogenitas di dalamnya dan antara subkelompok yang terbentuk (Bertan *et al.* 2007).

Pemilihan tetua yang akan digunakan pada program selanjutnya juga dikombinasikan dengan informasi kuantitatif yang diperoleh.



Gambar 4. Dendrogram hasil analisis gerombol 30 jenis *Begonia*



**Gambar 5.** Daun dari jenis *Begonia* yang direkomendasikan untuk program pemuliaan selanjutnya. (A) *B. kudoensis*, (B) *B. puspitae*, (C) *B. coriacea*, (D) *B. holocericeoides*, (E) *B. rex*, dan (F) *B. masoniana*.

Jenis *Begonia* yang direkomendasikan untuk digunakan dalam program pemuliaan selanjutnya, yaitu *B. kudoensis*, *B. holocericeoides*, dan *B. rex* dari kelompok I; *B. puspitae* dari kelompok II; *B. coriacea* dari kelompok V; dan *B. masoniana* dari Kelompok VI (Gambar 5). Jenis-jenis tersebut dipilih karena berasal dari kelompok yang berbeda pada dendrogram yang dihasilkan. Berdasarkan klasifikasi taksonomi, *B. coriacea*, *B. kudoensis*, dan *B. puspitae* termasuk dalam seksi *Jackia*; *B. holocericeoides* termasuk dalam seksi *Petermannia*; *B. rex* termasuk dalam seksi *Platycentrum*; dan *B. masoniana* termasuk dalam seksi *Coelocentrum* (Moonlight *et al.* 2018). Pemilihan jenis yang berada dalam satu kelompok atau mempunyai jarak genetik yang dekat akan memudahkan dalam proses persilangan dan pemilihan jenis dari kelompok yang berbeda atau jarak genetiknya jauh adalah cara untuk memprediksi mendapatkan keragaman yang luas pada kombinasi hibrida yang akan dihasilkan (Bertan *et al.* 2007).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, beberapa jenis *Begonia* alam koleksi KRB dan Kebun Raya Eka Karya Bali yang mempunyai karakteristik morfologi daun (bentuk, warna, tekstur) menarik dan dapat dinikmati sebagai tanaman hias tanpa melalui tahapan hibridisasi antara lain *B. holocericeoides* Ardi & D.C. Thomas, *B. puspitae* Ardi, dan *B. sudjanae* C.A. Jansson. Jenis tersebut berpotensi untuk dikembangkan sebagai tanaman hias daun dan dapat dijadikan induk silangan untuk merakit varietas unggul *Begonia* berdaun indah (Siregar *et al.* 2018). Program pemuliaan *Begonia* di KRB ini merujuk pada klasifikasi pemuliaan *Begonia* berdaun indah (Hvoslef-Eide & Munster 2006). *B. rex* dan *B. masoniana* diharapkan dapat menghasilkan varietas baru dengan memperbaiki karakter *Begonia* yang berasal dari Indonesia seperti *B. puspitae*, *B. kudoensis*, *B. holocericeoides*, dan *B. coriacea* yang direkomendasikan digunakan pada program pemuliaan. Hvoslef-Eide & Munster (2006) menjelaskan bahwa *B. rex* ditanam terutama karena berdaun indah. Jenis ini memiliki batang yang membentuk rizhoma (*rhizomatous*), daun

besar (hingga 30x20 cm), bunga kecil, dan berwarna pink pucat. Kultivar *B. rex* telah dirakit dengan menyilangkan kelompok jenis *B. rex* Cultorum dengan jenis *Begonia* lainnya. Banyak varietas *Begonia* berdaun indah telah ditanam dari galur keturunan *B. rex* Cultorum. Kultivar dan hibrida *Begonia* berdaun indah dikumpulkan dengan nama *B. rex*, misalnya *B. masoniana* yang lebih dikenal sebagai *B. 'Iron cross'*, tanaman ini dikembangkan karena daunnya indah bermotif merah kecokelatan. Popularitas *B. rex* dan *Begonia* rhizomatous lainnya merupakan kelompok *Begonia* yang paling besar.

## KESIMPULAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis *Begonia* berpengaruh nyata pada semua karakter vegetatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis komponen utama pada 30 jenis *Begonia* terdapat empat komponen yang mempunyai akar ciri >1 yang merupakan hasil reduksi dari 13 peubah yang dapat menerangkan keragaman sebesar 65,50%. Berdasarkan nilai vektor, ciri komponen I terdiri atas tujuh peubah yaitu warna pertulangan daun pada permukaan atas, warna sekunder permukaan bagian bawah daun, warna tangkai daun, panjang tangkai bunga/perbungaan, warna tangkai bunga/perbungaan, warna bunga jantan, dan warna bunga betina. Komponen II terdiri atas satu peubah yaitu warna bunga jantan. Komponen III terdiri atas tiga peubah, yaitu ujung daun, pinggir daun, dan warna primer permukaan bagian bawah daun. Jenis *Begonia* dikelompokkan menjadi enam kelompok besar pada tingkat kemiripan 85%. Dari hasil penelitian ini, *Begonia* yang akan direkomendasikan untuk program pemuliaan yaitu *B. holocericeoides*, *B. kudoensis*, *B. rex*, *B. puspitae*, *B. coriacea*, dan *B. masoniana*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI melalui kegiatan *In house research* tahun 2019. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI, rekan-rekan di Unit Kerja Pembibitan Kebun Raya Bogor, terutama kepada Sdr. Wisnu H. Ardi atas sharing ilmunya, Akbar Taufik dan rekan-

rekan yang membantu dalam pemeliharaan koleksi dan rekan peneliti yang telah membawa koleksi *Begonia* dari hasil eksplorasi di hutan seluruh Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bertan I, de Carvalho FIF, de Oliveira AC. 2007. Parental selection strategies in plant breeding programs. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 10(4): 211–222.
- Chen YM, Mii M. 2012. Interspecific hybridization of *Begonia semperflorens* (section *Begonia*) with *B. pearcei* (section *Eupetalum*) for introducing yellow flower color. *Plant Biotechnology* 29: 77–85.
- Chung KF, Leong WC, Rubite RR, Repin R, Kiew R, Liu Y, Peng CI. 2014. Phylogenetic analyses of *Begonia* sect. *Coelocentrum* and allied limestone species of China shed light on the evolution of Sino-Vietnamese karst flora. *Botanical Studies* 55: 1–15. <http://www.asbotanicalstudies.com/content/55/1/1>.
- Ciolakowska AM, Ramanna MS, ter Laak WA, van Tuyl JM. 2010. Genome composition of 'Elatior'-begonias hybrids analyzed by genomic in situ hybridization. *Euphytica* 171: 273–282.
- Dewitte AAD, Twyford DC, Thomas CA, Kidner J, Van Huylbroeck. 2011. The origin of diversity in *Begonia*: Genome dynamism, population processes and phylogenetic patterns, the dynamical processes of biodiversity - Case studies of evolution and spatial distribution, PhD. Oscar Grillo (Ed.). InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/the-dynamical-processes-of-biodiversitycase-studies-of-evolution-and-spatial-distribution/the-origin-of-diversity-in-begonia-genome-dynamism-population-processes-and-phylogenetic-patterns>. (accessed 11 February 2020).
- Girmansyah D. 2008. A taxonomic study of Bali and Lombok *Begonia* (Begoniaceae). *Reinwardtia* 12(5): 419 – 434.
- Harrison N, Harrison RJ, Kidner CA. 2016. Comparative analysis of *Begonia* plastid genomes and their utility for species-level phylogenetics. *PLoS ONE* 11(4): e0153248. doi:10.1371/journal.pone.0153248.

- Horn W. 2004. The patterns of evolution and ornamental plant breeding. Proceeding 21<sup>st</sup> IS on Breeding Ornamentals, Part II. Eds: Forkmann G, Michaelis S. Acta Hort 651: 19–31.
- Hughes M, Miller AG. 2002. A new endemic species of *Begonia* (Begoniaceae) from the Socotra archipelago. Edinburgh Journal of Botany 59(2): 273–281.
- Hughes M. 2008. An annotated checklist of Southeast Asian *Begonia*. Royal Botanic Gardens Edinburgh, Edinburgh.
- Hughes M, Girmansyah D, Ardi WH, Nurainas. 2009. Seven new species of *Begonia* from Sumatra. Gardens' Bulletin Singapore 61(1): 29–44.
- Hughes M, Peng CI. 2018. 300 Species portraits Asian *Begonia*. Published of De. Cecilia Koo Botanic Conservation and Environmental Protection Foundation Conservation Centre (KBCC Press), Taipei.
- Hvoslef-Eide AK, Munster C. 2006. Chapter 9. *Begonia*: History and breeding. In: Anderson NO (Ed.). Flower breeding and genetics issues, challenges and opportunities for the 21<sup>st</sup> century. University of Minnesota, St. Paul, Minnesota.
- Istiqlal MRA, Syukur M, Wahyu Y. 2019. Keragaman genetik karakter kuantitatif pada tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). Comm. Horticulturae Journal 3(1):6–12. DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/chj.3.1.6-12>.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Pusat Perlindungan Varietas Tanaman. 2014. Buku panduan pelaksanaan uji (PPU) BUSS. Kebaruan, keunikan, keseragaman dan kestabilan "Guidelines for the conduct of test for distinctness, uniformity and stability *Begonia*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta. (tidak dipublikasikan).
- Kiew R. 2005. *Begonias of Peninsular Malaysia*. National History Publication and Singapore Botanic Gardens National Parks Broad, Singapore.
- Krempin J. 1993. Know your *Begonias*. Krempin Books 25 Beverley Crescent Broadbeach Waters, Queensland.
- Kroon GH. 1993. Breeding research in *Begonia*. Acta Horticulture 337: 53–58.
- Lucas G, Synge H. 1978. The IUCN plant red data book. The World Wildlife Fund, The Herbarium Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2006. Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab. IPB Press, Bogor.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2011. Sidik peubah ganda dengan menggunakan SAS. IPB Press, Bogor.
- Moonlight PW, Ardi WH, Padilla LA, Chung KF, Fuller D, Girmansyah D, Hollands R, Jara-Muñoz A, Kiew R, Leong WC, Liu Y, Mahardika A, Marasinghe LDK, O'Connor M, Peng CI, Pérez AJ, Phutthai T, Pullan M, Rajbhandary S, Reynel C, Rubite RR, Sang J, Scherberich D, Shui YM, Tebbitt MC, Thomas DC, Wilson HP, Zaini NH, Hughes M. 2018. Dividing and conquering the fastest-growing genus: Towards a natural sectional classification of the mega-diverse genus *Begonia* (Begoniaceae). Taxon 67(2): 267–323.
- Rajbhandary S, Hughes M, Phutthai T, Thomas DC, Shrestha KK. 2011. Asian *Begonia*: out of Africa via the Himalayas? Gardens' Bulletin Singapore 63(1 & 2): 277–286.
- Siregar HM, Wahyuni S, Ardi WH. 2015. Pendugaan nilai heritabilitas dan heterosis karakter vegetatif pada generasi F1 hasil persilangan interspesifik *Begonia natunaensis* C. W. Lin & C.-I Peng x *Begonia puspitae* Ardi. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Unggulan Bidang Pangan Nabati: Bioresources untuk Pembangunan Ekonomi Hijau. Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI, Bogor. hal. 555–564.
- Siregar HM, Siregar M. 2013. Seratus jenis *Begonia* eksotik kebun raya siap bersaing mendukung bisnis florikultura di masa yang akan datang. Prosiding Seminar Inovasi Florikultura Nasional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Kementerian Pertanian, Jakarta. hal. 91-98.
- Siregar HM, Wahyuni S, Ardaka IM. 2018. Karakterisasi morfologi daun *Begonia* alam (Begoniaceae): Prospek pengembangan koleksi tanaman hias daun di Kebun Raya Indonesia. Jurnal Biologi Indonesia 14(2): 201–211.
- Siregar HM, Wisnu H, Ardi. 2015. Sertifikasi PVT *Begonia* "Lovely Jo" Persilangan Interspesifik *B. puspitae* Ardi X *B. pasamanensis* M. Hughes. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 1(3): 484–489.

- Sleper DA, Poehlman JM. 2006. Breeding field crops. Fifth Edition. Blackwell Publishing, Oxford.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yuniarti R. 2012. Teknik pemuliaan tanaman. (1). Penebar Swadaya, Jakarta.
- Tebbitt MC. 2005. Begonias, Cultivation, Identification, and Natural History. Timber Press, Oregon.
- Thomas DC, Hughes M, Phutthai T, Ardi WH, Rajbhandary S, Rubite R, Twyford AD, Richardson JE. 2012. West to east dispersal and subsequent rapid diversification of the mega-diverse genus *Begonia* (Begoniaceae) in the Malesian archipelago. *Journal of Biogeography* 39(1): 98–113. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02596.x>
- UPOV. 2007. International union for the protection of new varieties of plants (UPOV). *Elatior Begonia* UPOV Code: *Begonia* – HIE *Begonia x hiemalis* Fotsch. Guidelines for the conduct of test for distinctness, uniformity and stability. Geneva.
- Yuniarti R, Sastrosumarjo S, Sujiprihati S, Surahman M, Hidayat SH. 2007. Ketahanan 22 genotipe cabai (*Capsicum* spp.) terhadap *Phytophthora capsici* leonian dan keragaman genetiknya. *Buletin Agronomi* 35: 103–111.