

## Kekerabatan Fenetik *Heliconia* spp. Koleksi Kebun Raya Purwodadi Berdasarkan Deskriptor Kualitatif

### (Phenetic Relationships of *Heliconia* spp. Collection in Purwodadi Botanic Garden Based on Qualitative Descriptor)

Siti Faiqotul Kholqiyah<sup>1\*</sup>, Didik Wahyudi<sup>1</sup>, dan Lia Hapsari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Jl. Gajayana No. 50, Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia  
Telp. (0341) 551-354

<sup>2</sup>Kebun Raya Purwodadi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jl. Raya Surabaya-Malang Km. 65, Sembung Lor, Parerejo, Kec. Purwodadi, Pasuruan 67163, Jawa Timur, Indonesia

\*E-mail: kholqiyahsitiqiyah@gmail.com

Diajukan: 15 Desember 2021; Direvisi: 24 April 2022; Diterima: 25 Juni 2022

#### ABSTRACT

*Heliconia* spp. is a flowering perennial herb, it was known as ornamental banana. The large morphological variations among and within species were potentially for conservation, characterization, and evaluation of germplasm as basic material for the development and breeding program of *Heliconia* spp. This study was aimed to analyze the phenetic relationships based on morphological characters of 8 *Heliconia* spp. (Heliconiaceae) were as ingroup and 2 species of Strelitziaceae were as outgroup (taxa groups outside the ingroup). There were collected in Purwodadi Botanic Garden, National Research and Innovation Agency (KRP BRIN). Morphological characters were observed to refer to qualitative descriptors, subsequently the data was analyzed by multivariate clustering and apomorphy (a specialized character that is unique to a group or a species) character analyses. The results showed that 91.18% of morphological characters were polymorphic among ingroup and outgroup accessions. Clustering analysis revealed that the phenetic relationship was divided into 4 clusters, and clearly separated Heliconiaceae and Strelitziaceae (monophyletic). Species ingroup separation was paraphyletic, species were grouped according to subgenus and nested. Cluster 1 consisted of *H. chartacea*, *H. collinsiana*, and *H. rostrata* (subgenus *Griggsia*). Cluster 2 consisted of *H. bihai*, *H. wagneriana*, *H. hirsute*, and *H. psittacorum* (subgenus *Heliconia* and *Stenochlamys*). Species *H. metallica* was separated from subgenus *Stenochlamys* to cluster 3. Cluster 4 consisted of outgroup species, there were *R. madagascariensis* and *P. guyannense*. Apomorphic character analysis indicated that subgenus and species were synapomorphic and autapomorphic characters. These characters were the distinguishing characters in each cluster.

**Keywords:** *Heliconia*, phenogram, clustering, apomorphic character.

#### ABSTRAK

*Heliconia* spp. merupakan tanaman herba tahunan berbunga, dikenal dengan pisang hias. Variasi morfologi yang besar antar dan dalam spesies memiliki potensi untuk dilakukan konservasi, karakterisasi dan evaluasi plasma nutfah sebagai material dasar program pengembangan dan pemuliaan *Heliconia* spp. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan fenetik berdasarkan karakter morfologi 8 *Heliconia* spp. (Heliconiaceae) sebagai *ingroup* dan 2 spesies dari Strelitziaceae sebagai *outgroup* (kelompok taksa di luar *ingroup*), koleksi Kebun Raya Purwodadi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (KRP BRIN). Pengamatan karakter morfologi mengacu pada deskriptor kualitatif, dengan menggunakan *clustering multivariat* dan analisis karakter apomorfik (karakter khusus yang unik suatu kelompok atau spesies). Hasil penelitian menunjukkan 91,18% karakter morfologi ialah polimorfik antaraksesi *ingroup* dan *outgroup*. Analisis *cluster* menunjukkan bahwa hubungan fenetik terbagi menjadi 4 *cluster*, dan secara jelas memisahkan antara Heliconiaceae dan Strelitziaceae (monofiletik). Pemisahan *ingroup* bersifat parafiletik, spesies dikelompokkan menurut subgenus dan bersarang. *Cluster* 1 terdiri dari *H. chartacea*, *H. collinsiana* dan *H. rostrata* (subgenus *Griggsia*). *Cluster* 2 terdiri dari *H. bihai*, *H. wagneriana*, *H. hirsuta* dan *H. psittacorum* (subgenus *Heliconia* dan *Stenochlamys*). Spesies *H. metallica* terpisahkan dari subgenus *Stenochlamys* membentuk *cluster* 3. *Cluster* 4 terdiri dari spesies *outgroup* yaitu *R. madagascariensis* dan *P. guyannense*. Analisis karakter apomorfik menunjukkan bahwa subgenus dan spesies memiliki karakter sinapomorfik dengan autapomorfik. Karakter-karakter tersebut ialah karakter pembeda di setiap *cluster*.

**Kata kunci:** *Heliconia*, fenogram, pengelompokan, karakter apomorfik.

## PENDAHULUAN

*Heliconia* spp. merupakan tanaman herba berbunga yang dikenal dengan nama pisang hias atau pisang-pisangan. Tanaman ini memiliki karakteristik morfologi seperti pisang dan dimanfaatkan sebagai tanaman hias (Hapsari et al. 2019). Tanaman ini juga dikenal dengan nama cakar lobster (Malakar et al. 2015). Karakteristik morfologi *Heliconia* spp. menarik dan berpotensi bersaing di pasar global (Guimaraes et al. 2014). Di Indonesia, *Heliconia* spp. dikenal sebagai tanaman hias *outdoor*, *indoor*, maupun bunga potong. Data Kementerian Pertanian RI (2021), menunjukkan terjadi peningkatan produksi tangkai *Heliconia* spp. sebagai bunga potong sekitar 14,26% pada tahun 2019 dibanding dengan tahun 2018, mencapai 1,58 juta tangkai. Namun, terjadi penurunan produksi selama tiga tahun terakhir (2020–2022), mencapai 854,5 ribu tangkai.

*Heliconia* spp. merupakan satu-satunya genus dalam famili Heliconiaceae. Pada awalnya, genus *Heliconia* termasuk dalam famili Musaceae dan banyak dikaitkan dengan famili Strelitziaceae karena kemiripan morfologinya, namun kemudian dipisahkan menjadi famili tersendiri yaitu famili Heliconiaceae karena perbedaan karakter perbungaan dan tipe buah (Kress 1990; Marouelli et al. 2010). *Heliconia* spp. berasal dari Amerika tropis dan Melanesia, terdiri dari 200–250 spesies (Andersson 1998; Marouelli et al. 2010). *Heliconia* spp. terdistribusi luas di berbagai negara tropis di dunia, salah satunya Indonesia (Guimaraes et al. 2014). Sebaran *Heliconia* spp. di Indonesia di antaranya Jawa Timur, Jawa Barat, Maluku, Bali, Jakarta Timur, dan Kalimantan Timur (Silalahi 2016; Hapsari et al. 2019; Azizah dan Utami 2021; Arimbawa et al. 2022).

*Heliconia* spp. memiliki tingkat keragaman spesies yang tinggi dengan variasi morfologi besar, baik antarspesies maupun dalam spesies hingga tingkat varietas dan hibrida (Loges et al. 2013). Keragaman morfologi yang tinggi dan potensi *Heliconia* spp. sebagai tanaman hias tersebut menjadi dasar perlunya upaya konservasi, karakterisasi, dan evaluasi plasma nutfah *Heliconia* spp. sebagai material dasar untuk program pengembangan dan

pemuliaan. Kebun Raya Purwodadi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (KRP-BRIN) sebagai lembaga konservasi *ex situ* memiliki koleksi *Heliconia* spp. sebanyak 17 nomor koleksi, terdiri dari 8 spesies dan 3 subgenus. Spesimen koleksi *Heliconia* spp. dikumpulkan melalui kegiatan eksplorasi, pertukaran materi tanaman, maupun berasal dari perorangan dan kebun raya lainnya (Hapsari et al. 2019). Variasi morfologi yang luas di antara dan di dalam *Heliconia* spp. selain menjadi peluang sekaligus menjadi tantangan, terutama dalam identifikasi dan pembedaan spesies dalam koleksi plasma nutfah.

Karakterisasi merupakan kegiatan mendasar dalam studi keragaman suatu koleksi plasma nutfah. Karakterisasi dapat dilakukan dengan penanda morfologi dan molekuler (Arrazate et al. 2017). Karakterisasi morfologi dapat dilakukan dengan deskriptor morfologi kualitatif. Sifat kualitatif merupakan karakter yang tidak atau sedikit dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan dikendalikan oleh gen sederhana serta lebih mudah diwariskan (Nurhuda et al. 2017). Deskriptor kualitatif tidak memiliki nilai kuantitatif sehingga hasil pengamatan bersifat subjektif (Lima et al. 2017). Beberapa studi sebelumnya menunjukkan deskriptor morfologi kualitatif telah berhasil digunakan untuk mempelajari keragaman fenotipik dan membedakan beberapa *Heliconia* spp. dan hibrida interspesies (Loges et al. 2013; Guimaraes et al. 2014; Hapsari et al. 2019). Dua puluh enam dari 45 deskriptor morfologi kualitatif digunakan untuk analisis keragaman *Heliconia* spp. di Brasil karena relatif mudah, praktis, dan pengamatan secara visual dapat digunakan (Handayani et al. 2006; Arrazate et al. 2017).

*Clustering* merupakan metode pengelompokan data ke dalam beberapa kelompok (*cluster*) berdasarkan tingkat kemiripan data (Anju dan Gulia 2016). Dalam klasifikasi fenetik, *cluster* dapat berupa jumlah kelompok spesies spesifik dengan kemiripan karakteristik yang terbentuk sama dan berbeda dengan *cluster* lainnya (Amir dan Manoko 2018). Spesies *ingroup* menjadi kelompok yang diminati–fokus utama yang dipelajari, sedangkan *outgroup* merupakan taksa di luar *ingroup*–sebagai pelengkap dan pembanding (Mai et al. 2017; Grant

2019). Fenogram adalah diagram pohon dalam klasifikasi fenetik yang merepresentasikan hasil *clustering* tanpa mempertimbangkan sejarah evolusi (Rohlf 2013; Li 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan fenetik *Heliconia* spp. koleksi KRP BRIN menggunakan deskriptor kualitatif. Deskriptor pisang (*Musa* sp.) dimodifikasi dapat digunakan untuk karakterisasi morfologi *Heliconia* spp. karena adanya kemiripan karakter kedua spesies tersebut (Guimaraes et al. 2014). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dasar identifikasi dan karakterisasi morfologi antar-subgenus dan *Heliconia* spp., deteksi karakter kualitatif khusus untuk tujuan pengembangan, identifikasi aksesi yang terduplikasi, dan penataan populasi untuk konservasi.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan Genetik

Bahan genetik tanaman yang digunakan adalah 8 *Heliconia* spp. yang terdiri dari 3 subgenus sebagai *ingroup* dan 2 spesies dari famili Strelitziaceae sebagai *outgroup* (Tabel 1). Tanaman ini berlokasi di Vak V.D.II, kebun koleksi Heliconiaceae KRP BRIN (Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur). Dua spesies *outgroup* tersebut dipilih karena merupakan kerabat primitif dari *Heliconia* spp. secara evolusi (Kress 1990; Kress et al. 2002). Kelompok *outgroup* dibutuhkan untuk memberikan polarisasi karakter yaitu karakter apomorfi (yang diwariskan) dan plesiomorfi (primitif) (Hidayat dan Pancoro 2008).

### Karakterisasi Morfologi

Pengamatan karakter morfologi dilakukan berdasarkan deskriptor kualitatif *Heliconia* spp. yang disusun oleh Guimaraes et al. (2014). Pengamatan dilakukan terhadap 34 karakter kualitatif terpilih pada organ vegetatif dan generatif. Karakter pada organ vegetatif meliputi warna batang semu (*pseudostem*), ukuran bercak dan warna bercak *pseudostem*, ada atau tidaknya lilin pada *pseudostem*, tipe daun, bentuk helai daun, bentuk helai atas dan bawah daun, warna daun, ada atau tidaknya lilin pada permukaan atas dan bawah daun, tekstur permukaan atas dan bawah daun, robekan permukaan daun, susunan tangkai daun (*petiole*), warna *petiole*, tekstur *petiole*, warna ligula, ada atau tidaknya bercak pada ligula. Karakter generatif yang diamati meliputi tipe perbungaan (*inflorescence*), warna ibu tangkai bunga (*peduncle*), tekstur *peduncle*, bentuk tangkai bunga (*rachis*), warna *rachis*, tekstur *rachis*, bentuk braktea (*bract*), susunan *bract*, tampilan *bract*, warna *base bract*, warna *cheek bract*, warna *keel bract*, warna *tip bract*, warna tepi *bract*, dan ada atau tidaknya lilin pada *bract* (Guimaraes et al. 2014; Hapsari et al. 2019).

### Analisis Data

Data hasil karakterisasi kualitatif dikonversi menggunakan skoring data. Skoring data karakter morfologi dilakukan dengan memberi skor 1 (karakter yang muncul) dan 0 (karakter tidak muncul). Tidak ada pembobotan dalam pemberian skor. Data karakter morfologi dianalisis multivariat similaritas dan pengelompokan (*clustering*) untuk

**Tabel 1.** Bahan tanaman Heliconiaceae (*ingroup*) dan Strelitziaceae (*outgroup*) koleksi KRP BRIN yang digunakan dalam penelitian.

No.	Kode sampel	Nama spesies	Subgenus	Asal koleksi
<i>Ingroup</i>				
1.	H1	<i>H. bihai</i> (L.) L	<i>Heliconia</i>	Jawa Timur
2.	H2	<i>H. wagneriana</i> Petersen	<i>Heliconia</i>	Jawa Timur
3.	H3	<i>H. collinsiana</i> Griggs	<i>Griggsia</i> L. Anderss.	Guatemala
4.	H4	<i>H. chartacea</i> Lane ex Barreiros	<i>Griggsia</i> L. Anderss.	Brasil
5.	H5	<i>H. rostrata</i> Ruiz & Pav.	<i>Griggsia</i> L. Anderss.	Amerika (bagian tropis)
6.	H6	<i>H. metallica</i> Planch & Linden ex Hook.	<i>Stenochlamys</i> Baker	Brasil, Venezuela
7.	H7	<i>H. hirsuta</i> L.f.	<i>Stenochlamys</i> Baker	Pulau Seram, Maluku
8.	H8	<i>H. psittacorum</i> L.f.	<i>Stenochlamys</i> Baker	Malagasi
9.	S1	<i>Ravenala madagascariensis</i> Soon.		Malagasi
10.	S2	<i>Phenakospermum guyanense</i> (A.Rich.) Endl. Ex Miq.		Brasil

mengetahui besarnya kemiripan antar-*Heliconia* spp. dan fenogram pola pengelompokannya. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak *Paleontological Statistics* (PAST) versi 3.0 dengan algoritma *unweighted pair group method with arithmetic mean* (UPGMA), indeks similaritas Jaccard, *bootstrap* 1000. Pengkategorian dukungan *bootstrap* yaitu tinggi (>85%), sedang (70–85%), lemah (50–69%), atau sangat lemah (<50%) (Kress et al. 2002). Analisis multivariat-ordinasi-*principal coordinate* (PCoA) juga dilakukan untuk menentukan zona pengelompokan *Heliconia* spp. dan *outgroup* (Hammer et al. 2001).

Pola pengelompokan pada fenogram dianalisis karakter morfologi khusus yang diwariskan (apomorfi) pada *ingroup* dan karakter primitif (plesiomorfi) pada *outgroup*. Karakter apomorfi berupa sinapomorfi dan autapomorfi dapat digunakan sebagai karakter pembeda dan persamaan setiap kelompok takson yang diamati. Karakter sinapomorfi adalah karakter yang berubah dan diwariskan, yang terdapat pada kelompok monofiletik, dua atau lebih takson keturunan. Karakter autapomorfi adalah karakter yang berubah dan diwariskan, ditemukan hanya pada satu individu (Hidayat dan Pancoro 2008; Arbi 2016; Matzke dan Irmis 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Morfologi *Heliconia* spp.

Karakterisasi morfologi kualitatif *ingroup* dan *outgroup* koleksi KRP BRIN menunjukkan variasi morfologi kualitatif yang besar baik pada organ vegetatif maupun generatif. Karakterisasi morfologi kualitatif dari 34 karakter, diperoleh 3 karakter seragam atau monomorfi (8,82%) dan 31 karakter beragam atau polimorfi (91,18%). Karakter seragam tersebut merupakan karakter sinapomorfi dari *Heliconia*. Tiga karakter sinapomorfi yang diamati dari 8 spesies *Heliconia* tersebut antara lain warna *pseudostem* hijau dan berlilin, serta susunan *petiole* tidak berbentuk seperti kipas (Gambar 1A dan 1B).

Famili *Strelitziaceae* memiliki susunan *petiole* berbentuk kipas yang merupakan salah satu karakter plesiomorfi khususnya (Gambar 1C dan 1D). Karakterisasi morfologi kualitatif lengkap 8 *Heliconia* spp. dan 2 spesies *outgroup* (Tabel 2), dapat digunakan sebagai acuan untuk identifikasi tingkat spesies pada *Heliconia* spp.

### Pengelompokan *Heliconia* spp.

Nilai koefisien similaritas pada *ingroup* dan *outgroup* berdasarkan karakter morfologi kualitatif berkisar antara 0,11–0,74 (Tabel 3). Nilai koefisien similaritas tertinggi terdapat pada 2 spesies *outgroup* yaitu *R. madagascariensis* dan *P. guyannense* dengan 29 karakter yang sama. Nilai



**Gambar 1.** Karakter sinapomorfi *Heliconia* spp. A = warna *pseudostem* hijau dan berlilin, B = susunan *petiole* tidak berbentuk seperti kipas; karakter plesiomorfi tipe *petiole* berbentuk seperti kipas pada *Strelitziaceae*, C = *P. guyannense*, D = *R. madagascariensis*.

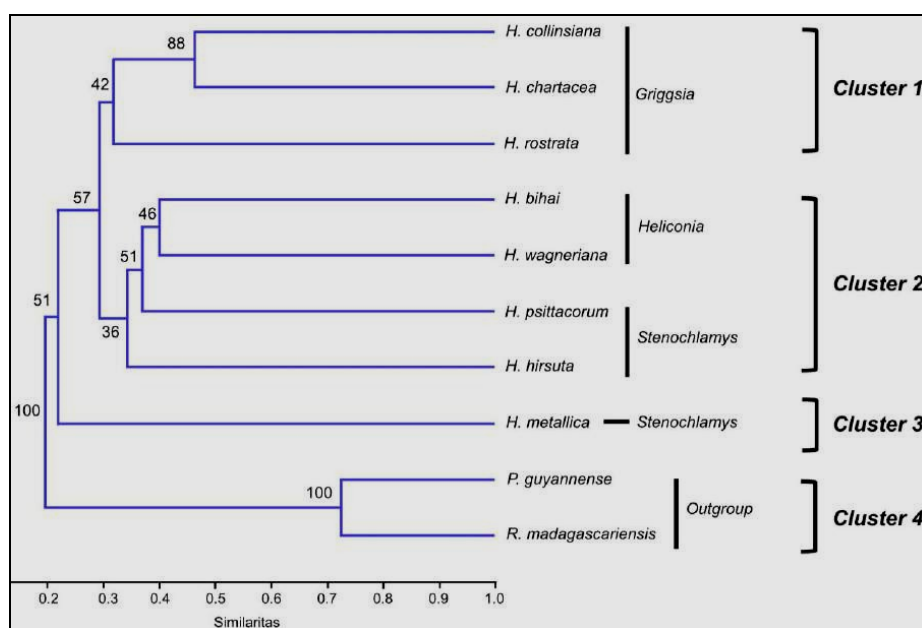
**Tabel 2.** Hasil karakterisasi morfologi kualitatif 8 spesies *Heliconia* dan 2 spesies *outgroup*.

No.	Karakter	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	S1	S2
1.	Warna <i>pseudostem</i>	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau muda	Hijau muda
2.	Bercak <i>pseudostem</i>	Besar	Medium	Kecil	Kecil	Kecil	Besar	Kecil	Besar	Tidak berbercak	Tidak berbercak
3.	Warna bercak <i>pseudostem</i>	Cokelat	Cokelat	Cokelat	Cokelat	Cokelat	Cokelat keunguan	Cokelat	Merah keunguan	Tidak berwarna	Tidak berwarna
4.	Lilin pada <i>pseudostem</i>	Berlilin	Berlilin	Berlilin	Berlilin	Berlilin	Berlilin	Berlilin	Berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin
5.	Tipe pertumbuhan daun	<i>Musoid</i>	<i>Musoid</i>	<i>Musoid</i>	<i>Musoid</i>	<i>Musoid</i>	<i>Cannoid</i>	<i>Zingiberoid</i>	<i>Musoid</i>	<i>Musoid, palm-like</i>	<i>Musoid, palm-like</i>
6.	Bentuk daun	<i>Oblong</i>	<i>Oblong, sempit</i>	<i>Oblong</i>	<i>Oblong, sempit</i>	<i>Oblong, sempit</i>	<i>Oblong, sempit</i>	<i>Oblong</i>	<i>Oblong, sempit</i>	<i>Oblong</i>	<i>Oblong</i>
7.	Bentuk pangkal daun	<i>Oblique</i>	<i>Oblique</i>	<i>Rounded</i>	<i>Rounded</i>	<i>Rounded</i>	<i>Acute</i>	<i>Rounded</i>	<i>Rounded</i>	<i>Cordate</i>	<i>Cordate</i>
8.	Bentuk ujung daun	<i>Mucronate</i>	<i>Acuminate</i>	<i>Acuminate</i>	<i>Acuminate</i>	<i>Acuminate</i>	<i>Acuminate</i>	<i>Acuminate</i>	<i>Acute</i>	<i>Rounded</i>	<i>Rounded</i>
9.	Warna daun	Hijau gelap, hijau pucat	Hijau, hijau pucat	Hijau, hijau pucat	Hijau, hijau pucat	Hijau gelap, hijau	Hijau gelap, keunguan, hijau muda, keunguan	Hijau, hijau pucat	Hijau, hijau pucat	Hijau gelap, hijau	Hijau gelap, hijau
10.	Lilin pada bagian atas helai daun	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin
11.	Lilin pada bagian bawah helai daun	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin
12.	Tekstur permukaan atas daun	Pucat	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap
13.	Tekstur permukaan bawah daun	Pucat	Mengkilap	Mengkilap	Pucat	Pucat	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap
14.	Robekan pada permukaan daun	Tidak robek	Robek	Robek	Robek	Robek	Tidak robek	Tidak robek	Tidak robek	Robek	Tidak robek
15.	Susunan <i>petiole</i>	Tidak berbentuk kipas	Tidak berbentuk kipas	Tidak berbentuk kipas	Tidak berbentuk kipas	Tidak berbentuk kipas	Tidak berbentuk kipas	Tidak berbentuk kipas	Tidak berbentuk kipas	Berbentuk kipas	Berbentuk kipas
16.	Warna <i>petiole</i>	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau muda	Hijau
17.	Tekstur <i>petiole</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Pubescent</i>	<i>Pubescent</i>	<i>Pubescent</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>
18.	Warna ligula	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Cokelat dan kering	Hijau	Hijau	Hijau muda	Hijau muda
19.	Bercak ligula	Cokelat	Cokelat	Cokelat kemerahan	Tidak berbercak	Cokelat	Tidak berbercak	Cokelat	Cokelat	Tidak berbercak	Tidak berbercak
20.	Tipe perbungaan	Tegak	Tegak	Menjuntai	Menjuntai	Menjuntai	Tegak	Tegak	Tegak	Tegak	Tegak
21.	Warna <i>peduncle</i>	Merah, oranye	Hijau	Merah	Pink	Merah	Hijau muda	Kuning, hijau muda	Hijau	Kuning, hijau muda	Hijau
22.	Tekstur <i>peduncle</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Pubescent</i>	<i>Glabrous</i>	Sangat berambut	<i>Glabrous</i>	<i>Pubescent</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>
23.	Bentuk <i>rachis</i>	Lurus	Sedikit fleksibel	Sedikit fleksibel	Sedikit fleksibel	Lurus	Sedikit fleksibel	Lurus	Lurus	Lurus	Lurus
24.	Warna <i>rachis</i>	Merah, oranye	Hijau	Merah	Pink	Merah	Hijau muda	Kuning, hijau muda	Oranye	Hijau, hijau muda	Hijau
25.	Tekstur <i>rachis</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>	Sedikit <i>pubescent</i>	<i>Glabrous</i>	Sangat berambut	<i>Glabrous</i>	<i>Pubescent</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>	<i>Glabrous</i>
26.	Bentuk braktea	<i>Deeply boat-shaped</i>	<i>Deeply boat-shaped</i>	<i>Boat-shaped</i>	<i>Boat-shaped</i>	<i>Like a lobster claw</i>	<i>Shallow narrow-boat shaped</i>	<i>Shallow and narrow-boat shaped</i>	<i>Shallow and narrow-boat-shaped</i>	<i>Stiff boat-shaped</i>	<i>Stiff boat-shaped</i>
27.	Susunan braktea	<i>Distichous</i>	<i>Distichous</i>	<i>Spiral</i>	<i>Spiral</i>	<i>Distichous</i>	<i>Distichous</i>	<i>Distichous</i>	<i>Distichous</i>	<i>Distichous</i>	<i>Distichous</i>
28.	Tampilan braktea	Padat	Padat	Longgar	Longgar	Padat	Longgar	Padat	Longgar	Longgar	Longgar
29.	Warna <i>base</i> braktea	Merah, oranye	Hijau muda, Hijau	Merah, oranye	Pink pucat	Merah	Hijau muda	Kuning pucat	Oranye	Hijau muda	Hijau muda
30.	Warna <i>cheek</i> braktea	Merah	Merah	Merah, oranye	Pink pucat	Merah	Hijau	Kuning pucat	Oranye	Hijau muda	Hijau muda
31.	Warna <i>keel</i> braktea	Merah, oranye	Hijau	Merah, oranye	Pink pucat	Merah	Hijau muda	Kuning pucat	Oranye	Hijau	Hijau
32.	Warna <i>tip</i> braktea	Hijau	Hijau muda	Merah, oranye	Kuning, hijau muda	Kuning	Cream	Hijau muda	Oranye, kuning	Hijau muda	Hijau muda
33.	Warna margin braktea	Kuning, hijau	Hijau	Merah	Krem, hijau muda	Kuning, hijau muda	Cokelat muda	Kuning pucat	Kuning	Hijau	Hijau, hijau muda
34.	Lilin pada permukaan braktea	Berlilin	Tidak berlilin	Berlilin	Berlilin	Tidak berlilin	Tidak berlilin	Berlilin	Berlilin	Berlilin	Berlilin

H1 = *H. bihai*, H2 = *H. wagneriana*, H3 = *H. collinsiana*, H4 = *H. chartacea*, H5 = *H. rostrata*, H6 = *H. metallica*, H7 = *H. hirsuta*, H8 = *H. psittacorum*, S1 = *R. madagascariensis*, S2 = *P. guyanense*.

**Tabel 3.** Nilai koefisien similaritas 8 *Heliconia* spp. dan 2 spesies *outgroup*.

Kode	Spesies	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	S1	S2
H1	<i>H. bihai</i>	1									
H2	<i>H. wagneriana</i>	0,42	1								
H3	<i>H. collinsiana</i>	0,24	0,26	1							
H4	<i>H. chartacea</i>	0,26	0,33	<b>0,45</b>	1						
H5	<i>H. rostrata</i>	0,28	0,33	0,31	0,33	1					
H6	<i>H. metallica</i>	0,19	0,31	<b>0,15</b>	0,24	0,19	1				
H7	<i>H. hirsuta</i>	0,31	0,36	0,31	0,26	0,33	0,24	1			
H8	<i>H. psittacorum</i>	0,39	0,39	0,24	0,31	0,24	0,28	0,33	1		
S1	<i>R. madagascariensis</i>	0,17	0,21	0,13	0,17	<b>0,11</b>	0,19	0,19	0,19	1	
S2	<i>P. guyannense</i>	0,21	0,28	0,13	0,17	<b>0,11</b>	0,24	0,21	0,26	<b>0,74</b>	1

**Gambar 2.** Fenogram pengelompokan *Heliconia* spp. koleksi KRP BRIN.

koefisien similaritas terendah terdapat pada *H. rostrata* dan *R. madagascariensis* dengan 11 karakter yang sama, dan antara *H. rostrata* dan *P. guyannense* dengan 12 karakter yang sama. Nilai koefisien similaritas dalam *ingroup* antara 0,15–0,45 (Tabel 3). Nilai koefisien tertinggi terdapat pada *H. chartacea* dan *H. collinsiana* dengan 15 karakter yang sama, keduanya tergolong dalam satu subgenus yaitu *Griggsia*. Nilai koefisien similaritas terendah terdapat pada *H. collinsiana* dan *H. metallica* dengan 8 karakter yang sama; berasal dari subgenus yang berbeda yaitu *Griggsia* dan *Stenochlamys*. Pengelompokan hubungan kekerabatan berdasarkan jauh dekatnya hubungan kekerabatan, semakin jauh kekerabatan maka nilai koefisien similaritas semakin kecil (mendekati 0)

dan sebaliknya, dikategorikan dekat apabila nilai koefisien similaritas semakin besar (mendekati 1) (Wijayanto et al. 2013).

Analisis pengelompokan menunjukkan fenogram yang memisahkan *ingroup* dan *outgroup* secara jelas dengan *bootstrap* yang tinggi (100). Dua spesies *P. guyannense* dan *R. madagascariensis* memisah sebagai *outgroup* pada *cluster IV* (Gambar 2). Hasil penelitian ini menggambarkan monofili dari kedua famili yaitu Heliconiaceae dan Strelitziaceae (Kress et al. 2002). Kelompok pada *ingroup*, terbagi menjadi 3 *cluster*, dengan sebagian spesies mengelompok berdasarkan pembagian subgenus dan saling bersarang.

Pembagian subgenus *Heliconia* bersifat parafiletik (Hörandl 2006). *Cluster 1* terdiri dari 3

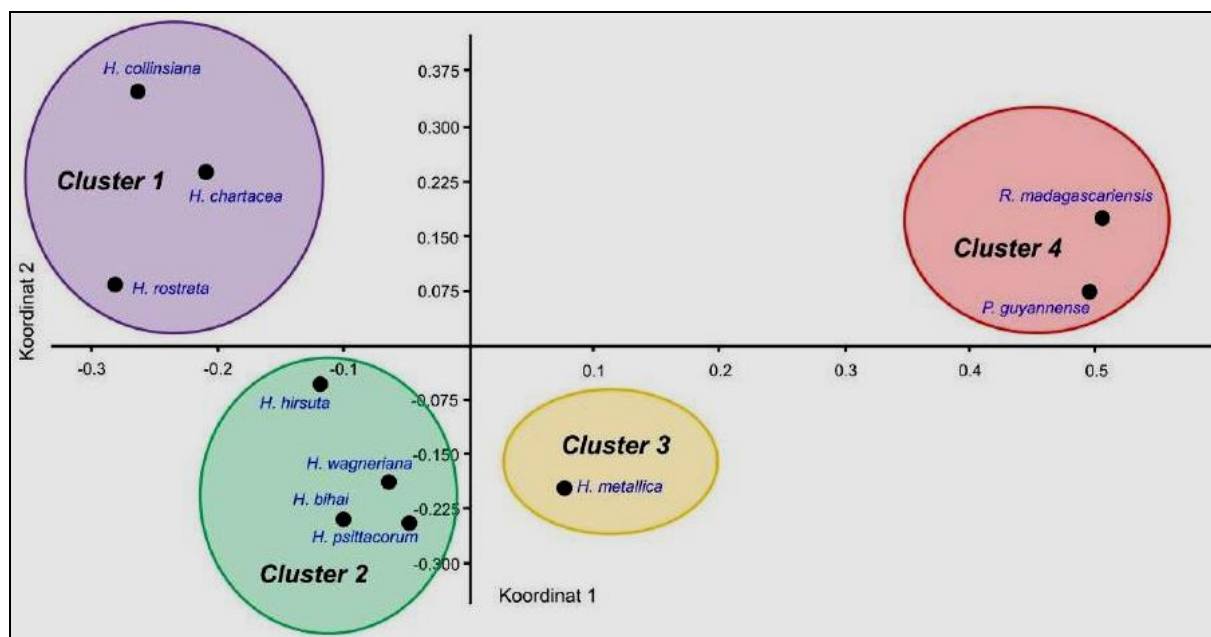
*Heliconia* spp. dari subgenus *Griggsia* dengan nilai similaritas berkisar antara 0,31–0,45. *Cluster 2* terdiri dari 4 *Heliconia* spp. dari subgenus *Heliconia* dan *Stenochlamys* dengan nilai similaritas berkisar antara 0,31–0,42. *Cluster 3* terdiri atas 1 spesies dari subgenus *Stenochlamys* yaitu *H. metallica*, terpisah dari *cluster 2* dengan nilai similaritas sebesar 0,24. (Gambar 2). Pengelompokan pada *ingroup* didukung oleh nilai koefisien similaritas dan *bootstrap* yang sangat lemah (36–57), yang menunjukkan tingginya variasi morfologi pada *Heliconia* spp. yang diamati.

Pengelompokan dilakukan dengan menggunakan analisis *clustering* dan analisis PCoA. Pengelompokan dengan analisis PCoA menunjukkan hasil yang sama dengan fenogram (Gambar 3). Koordinat utama terbagi menjadi 4 *cluster*; dengan nilai eigen pada 2 koordinat utama masing-masing sebesar 0,73 dan 0,4. Hasil ini memberikan kontribusi kumulatif sebesar 46,3% dari total keragaman. Delapan *Heliconia* spp. yang diamati mengelompok menjadi 3 *cluster* dan spesies *outgroup* memisah jauh pada *cluster 4*. *Cluster 1* terdiri dari *H. chartacea*, *H. collinsiana* dan *H. rostrata* (subgenus *Griggsia*) mengelompok di koordinat 2. *Cluster 2* terdiri dari *H. bihai*, *H. wagneriana*, *H. hirsuta* and *H. psittacorum* (subgenus *Heliconia*

and *Stenochlamys*) mengelompok di koordinat 2, sebagai *sister* dengan *cluster 1*. *H. metallica* terpisah dari subgenus *Stenochlamys* (*cluster 2*) di koordinat 1 (berlawanan). Hasil ini menunjukkan adanya diferensiasi morfologi yang diwariskan akibat perubahan genetik yang disebabkan oleh mutasi dan rekombinasi gen (Sembiring et al. 2016). Kemungkinan faktor lain yang mendukung peningkatan keragaman tanaman dalam proses evolusi antara lain adaptasi, kompetisi, seleksi, domestikasi, dan lainnya (Anderson et al. 2011).

### Analisis Apomorfi Karakter Morfologi *Heliconia*

Pola pengelompokan *Heliconia* spp. berdasarkan subgenus, spesies *outgroup* dan famili dalam satu *cluster* disebabkan adanya karakter morfologi yang sama dan diwariskan (sinapomorfi). Demikian halnya dengan karakter khusus yang tidak terdapat pada spesies lain (autapomorfi). Pada *cluster 1*, spesies *H. chartacea*, *H. collinsiana*, dan *H. rostrata* mengelompok sesuai subgenusnya, yaitu subgenus *Griggsia* (Gambar 2 dan 3). Ketiga spesies tersebut memiliki 15 karakter sinapomorfi dan memiliki ciri khusus yang tidak terdapat pada subgenus lain, yaitu bercak *pseudostem* sedikit,

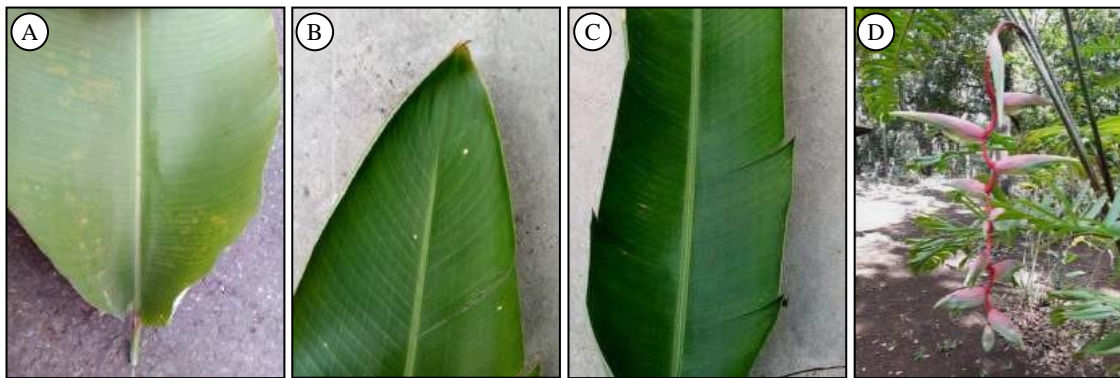


Gambar 3. Scatter plot hasil analisis PCoA spesies *Heliconia* dan *outgroup*.

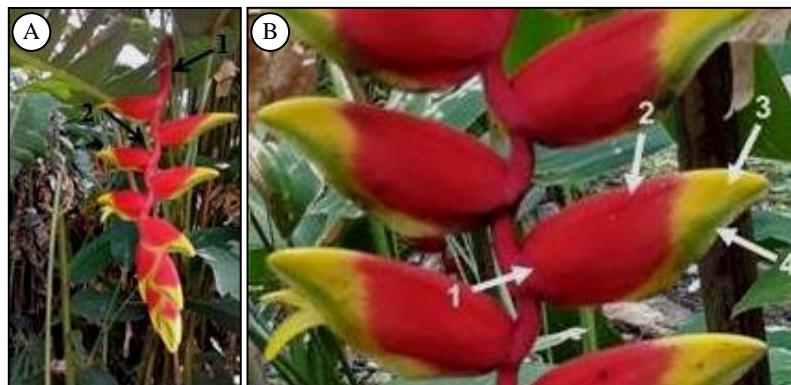
pangkal daun *rounded*, ujung daun *acuminate*, helai daun ada robekan dan tipe perbungaan menjuntai (Gambar 4). Tipe perbungaan menjuntai dan bentuk braktea *boat-shaped* atau *claw-shaped* merupakan kunci menuju spesies dari subgenus *Griggsia* (Kress 1990; Hapsari et al. 2019). *H. rostrata* memiliki karakter autapomorfi yaitu bentuk braktea seperti cakar lobster (*like a lobster claw*), ibu tangkai bunga dan tangkai bunga bertekstur sangat berambut (*very hairy*), warna braktea *base* dan *keel* merah, *tip* kuning dan *margin* kuning-hijau muda (Gambar 5).

*Cluster 2* terdiri dari spesies anggota subgenus *Heliconia* dan *Stenochlamys* (Gambar 2 dan 3). Spesies anggota subgenus *Heliconia* yang mengelompok adalah *H. bihai* dan *H. wagneriana*. Keduanya memiliki 21 karakter sinapomorfi dan karakter khusus yang tidak terdapat pada subgenus lain. Karakter khusus tersebut antara lain pangkal

daun *oblique* dan bentuk braktea seperti perahu yang dalam atau *deeply-boat shaped* (Gambar 6A dan 6B). Spesies anggota subgenus *Stenochlamys* pada *cluster 2* antara lain *H. psittacorum* dan *H. hirsuta* (Gambar 2 dan 3). Kedua spesies tersebut memiliki 8 karakter seragam dengan karakter spesies anggota subgenus *Heliconia*. Namun, masing-masing spesies anggota subgenus *Stenochlamys* pada *cluster 2* memiliki karakter autapomorfi. Pada spesies *H. psittacorum* terdapat 8 karakter autapomorfi yaitu warna bercak *pseudostem* cokelat kemerah-merahan, ujung daun berbentuk *acute*, warna *rachis* jingga; warna braktea *base*, *cheek* dan *keel* jingga; warna braktea *tip* jingga kekuningan, dan braktea *margin* berwarna kuning. Spesies *H. hirsuta* memiliki 7 karakter autapomorfi, yaitu sifat tumbuh bertipe zingiberoid, *rachis* berwarna kuning kehijau-mudaan dengan tekstur berambut; braktea *base*, *cheek*, *keel* dan *margin* berwarna



**Gambar 4.** Karakter sinapomorfi dan ciri khusus subgenus *Griggsia*. A = pangkal daun *rounded*, B = ujung daun *acuminate*, C = helai daun ada robekan, D = tipe perbungaan menjuntai.



**Gambar 5.** Karakter autapomorfi *H. rostrata*. A = bentuk braktea *like a lobster claw*. 1 = ibu tangkai bunga dan 2 = tangkai bunga bertekstur sangat berambut (*very hairy*); B = warna braktea. 1 = *base* merah, 2 = *keel* merah, 3 = *tip* kuning, 4 = *margin* kuning-hijau muda.



kuning pucat (Gambar 6C dan 6D). *H. hirsuta* merupakan satu-satunya spesies yang memiliki tipe pertumbuhan zingiberoid yaitu daunnya mirip dengan tanaman jahe-jahean (famili Zingiberaceae), posisi daun agak horizontal dengan tangkai daun pendek (Hapsari et al. 2019).

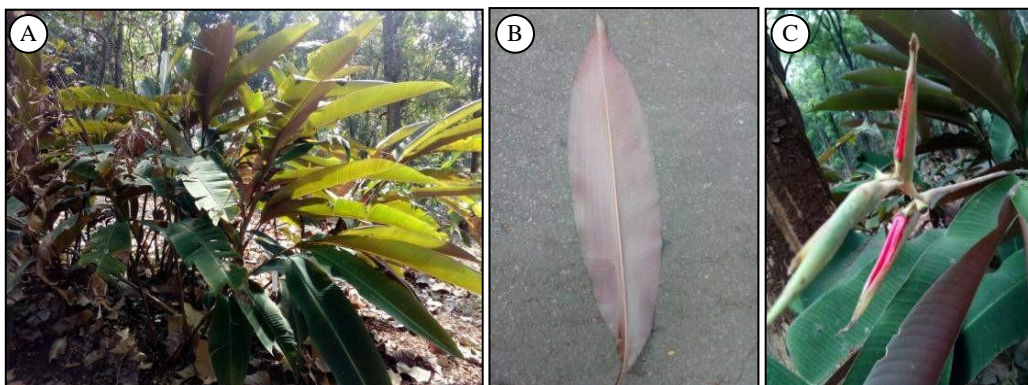
Spesies *H. metallica* merupakan satu-satunya anggota subgenus *Stenochlamys* yang tidak mengelompok mengikuti pembagian subgenusnya dan memisah tersendiri dalam cluster 3 (Gambar 2 dan 3). Spesies tersebut memiliki 11 karakter autapomorf pembeda spesies, yaitu bercak *pseudostem* berwarna cokelat keunguan, sifat tumbuh bertipe *cannoid*, pangkal helai daun berbentuk *acute*, warna helai daun bagian atas hijau gelap keunguan, sedangkan bagian bawah berwarna hijau muda keunguan, bagian atas helai daun berlilin, warna ligula cokelat dan kering, *peduncle* dan *rachis* berwarna hijau muda, warna braktea *keel* hijau muda,

*tip* berwarna krem dan *margin* berwarna cokelat muda (Gambar 7). *H. metallica* merupakan satu-satunya spesies yang memiliki tipe pertumbuhan *cannoid* yaitu daunnya mirip dengan tanaman kana (famili Cannaceae), posisi daunnya miring (*oblique*) dengan tangkai daun pendek hingga sedang (Hapsari et al. 2019).

Cluster 4 terdiri dari 2 spesies *outgroup*, yaitu *R. madagascariensis* dan *P. guyannense* membentuk satu kelompok tersendiri, famili Strelitziaceae (Gambar 2 dan 3). Kedua spesies *outgroup* memiliki 29 karakter seragam dan karakter khusus yang tidak terdapat pada spesies anggota famili Heliconiaceae. Karakter khusus pada spesies *outgroup* sebagai karakter *plesiomorfi* yaitu sifat tumbuh bertipe *musoid* (seperti tanaman pisang) dan *palm-like* (seperti tanaman palem), *pseudostem* berwarna hijau pucat, tidak berbercak dan tidak berlilin; susunan *petiole* seperti kipas



**Gambar 6.** Karakter sinapomorf dan ciri khusus subgenus *Heliconia*. A = pangkal daun *oblique*, B = bentuk braktea *deeply-boat shaped*, karakter autapomorf pada *H. hirsuta*, C = sifat tumbuh tipe zingiberoid, D = *rachis* berwarna kuning kehijau-mudaan dengan tekstur berambut; braktea *base*, *cheek*, *keel*, dan *margin* berwarna kuning pucat.



**Gambar 7.** Karakter autapomorf spesies *H. metallica*. A = sifat tumbuh tipe *cannoid*, B = warna helai daun bagian bawah hijau muda keunguan, C = warna braktea *keel* hijau muda.



**Gambar 8.** Karakter sinapomorfi spesies *outgroup*. A = helai daun bagian atas berwarna hijau gelap, B = helai daun tidak berkilap dan mengkilap, C = ligula berwarna hijau muda, D = braktea *stiff-boat shaped*.

(Gambar 1C dan 1D), ujung daun berbentuk *rounded*; warna ligula hijau muda dan bentuk braktea seperti perahu yang kaku atau *stiff-boat shaped* (Gambar 8).

Sejalan dengan penelitian sebelumnya berkaitan dengan analisis keragaman tumbuhan berdasarkan marka morfologi, jumlah dan jenis karakter morfologi yang digunakan dalam analisis pengelompokan ini terbatas. Keterbatasan ini antara lain beberapa karakter yang ada di deskriptor tidak dapat direkam pada saat pengumpulan data (Guimaraes et al. 2014; Nurhuda et al. 2017). Salah satu kelemahan penggunaan marka morfologi dalam analisis keragaman suatu kelompok takson yaitu ketersediaannya tergantung waktu, sehingga berpengaruh terhadap hasil pengelompokan dan analisis karakter apomorfinya. Hasil pengamatan dengan pendekatan morfologi bersifat subjektif sehingga berpengaruh terhadap kurangnya validitas hasil (Gusmiati et al. 2018). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan menggunakan marka deskriptor kuantitatif dan molekuler untuk melengkapi dan mengkonfirmasi hasil penelitian ini.

## KESIMPULAN

Karakterisasi dengan dekriptor kualitatif menunjukkan variasi morfologi yang tinggi (karakter polimorfi 91,18%, nilai similaritas 0,11–0,74). Analisis pengelompokan terbagi menjadi 4 *cluster* yang mendukung monofili dari famili Heliconiaceae dan Strelitziaceae. Pemisahan

*ingroup* bersifat parafiletik, sebagian spesies mengelompok berdasarkan subgenusnya dan sebagian lain saling bersarang. Subgenus *Griggsia* mengelompok di *cluster* 1 dengan 14 karakter sinapomorfi. *Cluster* 2 terdiri dari subgenus *Heliconia* dan *Stenochlamys*, dengan 8 karakter sinapomorfi. Spesies *H. metallica* terpisah dari subgenus *Stenochlamys* membentuk *cluster* 3, dengan 11 karakter autapomorfi. *Cluster* 4 terdiri dari spesies *outgroup* yaitu *R. madagascariensis* dan *P. guyannense* dengan 29 karakter sinapomorfi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Unit Registrasi Koleksi, KRP BRIN yang telah menyediakan data koleksi spesimen Heliconiaceae dan Strelitziaceae yang digunakan dalam penelitian ini. Seluruh penulis (Siti Faiqotul Kholqiyah, Didik Wahyudi, Lia Hapsari) menyatakan berkontribusi sama dalam karya tulis ilmiah ini mulai dari konseptualisasi, pengamatan di lapangan, analisis data, penulisan naskah, review dan pengeditan naskah akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amir, H.M. & Manoko, M.L. (2018) Similarity coefficients influence the delimitation of species in the genus *Aloe* L. (Xanthorrhoeaceae). *Tanzania Journal of Science*, 44 (3), 93–102.
- Andersson, L. (1998) Heliconiaceae. In: Kubitzki, K. (ed.) *Flowering plants. Monocotyledons*. Verlag Berlin, Springer, pp. 226–230.

- Anderson, J.T., Willis, J.H. & Mitchell-Olds, T. (2011) Evolutionary genetics of plant adaptation. *Trends in Genetics*, 27 (7), 258–266. doi: 10.1016/j.tig.2011.04.001.
- Anju & Gulia, P. (2016) Clustering in big data: A review. *International Journal of Computer Applications*, 153 (3), 44–47. doi: 10.5120/ijca2016911994.
- Arbi, U.Y. (2016) Analisis kladistik berdasar karakter morfologi untuk studi filogeni: Contoh kasus pada Conidae (Gastropoda: Mollusca). *Oseana*, 41 (3), 54–69.
- Arimbawa, I.M., Wirya, G.N.A.S. & Sudiarta, I.P. (2022) First report of banana bunchy top virus in *Heliconia* spp. on Hawaii. *Journal Tropical Plant Pests and Diseases*, 22 (1), 77–82. doi: 10.23960/j.hppt.12277-82.
- Arrazate, C.H.A., Argueta, J.A.A., Curiel, S.O., Pérez, E.M., Donjuan, L.I., López, D.R. & Cruz, M.C. (2017) Morphological characterization in wild species of *Heliconias* (*Heliconia* spp.) in Mexico. *American Journal of Plant Sciences*, 08, 1210–1223. doi: 10.4236/ajps.2017.86080.
- Azizah, N. & Utami, S. (2021) Keanekaragaman jenis tumbuhan di Taman Cerdas Kota Samarinda. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 23 (1), 18–24. doi: 10.14710/bioma.23.1.18-24.
- Grant, T. (2019) Outgroup sampling in phylogenetics: Severity of test and successive outgroup expansion. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 57 (4), 748–763. doi: 10.1111/jzs.12317.
- Guimaraes, W.N.R., Martins, L.S.S., Castro, C.E.F., Carvalho Filho, J.L.S. & Loges, V. (2014) *Heliconia* phenotypic diversity based on qualitative descriptors. *Genetic and Molecular Research*, 13 (2), 3128–3142. doi: 10.4238/2014.April.17.9.
- Gusmiati, L.H., Hapsari, L. & Wahyudi, D. (2018) Keragaman dan pengelompokan morfologi 10 pisang olahan (*Musa* cv. Group ABB) collection of Purwodadi Botanic Garden-LIPI. *Floribunda*, 5 (8), 299–314.
- 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.
- Handayani, T., Sastrosumarjo, S., Sopandie, D. & Setiawan, A. (2006) Analisis marka morfologi dan molekuler sifat ketahanan kedelai terhadap intensitas cahaya rendah. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 8 (1), 43–50. doi: 10.29122/jsti.v8i1.750.
- Hapsari, L., Trimanto & Wahyudi, D. (2019) Species diversity and phylogenetic analysis of *Heliconia* spp. collections of Purwodadi Botanic Garden (East Java, Indonesia) inferred by rbcL gene sequences. *Biodiversitas*, 20 (5), 1266–1283. doi: 10.13057/biodiv/d200505.
- Hidayat, T. & Pancoro, A. (2008) Kajian filogenetika molekuler dan peranannya dalam menyediakan informasi dasar untuk meningkatkan kualitas sumber genetik angrek. *Jurnal AgroBiogen*, 4 (1), 35–40. doi: 10.21082/jbio.v4n1.2008.p35-40.
- Hörandl, E. (2006) Paraphyletic versus monophyletic taxonomic versus cladistic classifications. *Taxon*, 55 (3), 564–570. doi: 10.2307/25065631.
- Kementerian Pertanian, R.I. (2021) *Statistik hortikultura 2021*. Jakarta, Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Kress, J. (1990) The diversity and distribution of *Heliconia* (*Heliconiaceae*) in Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 4 (1), 159–167.
- Kress, W.J., Prince, L.M. & Williams, K.J. (2002) The phylogeny and a new classification of the gingers (*Zingiberaceae*): Evidence from molecular data. *American Journal of Botany*, 89 (10), 1682–1696. doi: 10.3732/ajb.89.10.1682.
- Li, R. (2020) Resizable, rescalable and free-style visualization of hierarchical clustering and bioinformatics analysis. *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 8 (4), 229–240. doi: 10.4236/jdaip.2020.84013.
- Lima, M.N.R., de Queiroz, M.A., da Silva Oliveira, A.E.F., da Silva Lima Neto, I. & de Oliveira, R.S. (2017) Integration of quantitative and qualitative descriptors for genetic diversity studies of watermelon accessions. *Australian Journal of Crop Science*, 11 (8), 1005–1015. doi: 10.21475/AJCS.17.11.08.PNE510.
- Loges, V., Costa, A.S., Leite, K.P., Lima, T.L.A., Da Silva, S.C.G., Maranhão, S.R.V.L. & De Castro, A.C.R. (2013) *Heliconia rauliniana* as cut flower and ornamental plant. *Acta Horticulturae*, 1000 (1000), 123–130. doi: 10.17660/actahortic.2013.1000.14.
- Mai, U., Sayyari, E. & Mirarab, S. (2017) Minimum variance rooting of phylogenetic trees and implications for species tree reconstruction. *Plos One*, 12 (8), 1–19. doi: 10.1371/journal.pone.0182238.
- Malakar, M., Acharyya, P. & Biswas, S. (2015) Evaluation of *Heliconia* species based on agro- morphological traits. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 8 (4), 957–964. doi: 10.5958/2230-732X.2015.00109.6.
- Marouelli, L.P., Inglis, P.W., Ferreira, M.A. & Buso, G.S.C. (2010) Genetic relationships among *Heliconia* (*Heliconiaceae*) species based on RAPD markers. *Genetics and Molecular Research*, 9 (3), 1377–1387. doi: 10.4238/vol9-3gmr847.

- Matzke, N.J. & Irmis, R.B. (2018) Including autapomorphies is important for paleontological tip-dating with clocklike data, but not with non-clock data. *PeerJ*, 6, 1–16. doi: 10.7717/peerj.4553
- Nurhuda, A., Yusnita & Hapsoro, D. (2017) Identifikasi karakter kuantitatif dan kualitatif beberapa varietas tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Agrotek Tropika*, 5 (2), 68–74. doi: 10.23960/jat.v5i2.1829.
- Rohlf, F.J. (2013) Phenogram. In: Maloy, S. & Hughes. K. (eds.) *Brenner's Encyclopedia of Genetics*. Second Edition. Cambridge-Massachusetts, Academic Press, pp. 295.
- Sembiring, I.M.S., Putri, L.A.P. & Setiado, H. (2016) Aplikasi penanda lima primer RAPD (*Random Amplified Polimorphic DNA*) untuk analisis keragaman genetik Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi*, 4 (1), 1748–1755. doi: 10.32734/jaet.v4i1.12323.
- Silalahi, M. (2016) Keanekaragaman dan distribusi tumbuhan bermanfaat di pekarangan kampus Universitas Kristen Indonesia (UKI) Cawang, Jakarta Timur. *Jurnal Biologi*, 20 (2), 75–82.
- Wijayanto, T., Boer, D. & Ente, L.A. (2013) Hubungan kekerabatan aksesi pisang kepok (*Musa paradisiaca* Formatypica) di Kabupaten Muna berdasarkan karakter morfologi dan penanda RAPD. *Jurnal Agroteknos*, 3 (3), 163–170.
-